

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

**ESCUELA DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN INFORMÁTICA**



“Evaluación Heurística de aplicaciones para Android con soporte para múltiples tamaños de pantalla: Caso de Estudio”

“Heuristic evaluation of Android applications with multiple screen-sizes support: A case study”

---

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

**Autor**

Ing. Juan Carlos Eduardo Romaina Acevedo

**Asesor**

Mg. Johan Paul Baldeón Medrano

**Jurado**

Mg. Claudia María del Pilar Zapata Del Río

Mg. Johan Paul Baldeón Medrano

Dr. Freddy Alberto Paz Espinoza

**Lima – Perú**

**2018**

## Abstract

Heuristic evaluation of applications built for mobile devices has different implications than their desktop (web or OS) based counterparts. The singularities of the Android platform, due especially to the vast range of devices with different specifications of hardware, make the testing scenarios not easy to cover, and are sometimes overlooked. The present work studies the implications of doing heuristic evaluation of mobile applications that support multiple screen sizes and resolutions, and proposes an adaptation of the standard, with regards to the problems and challenges that these tasks entail. It also presents a validation of the adaptation using a real-world case study.

*Keywords— heuristic; evaluation; mobile applications; screen size; usability; mobile; testing;*

## **Resumen**

El realizar evaluaciones heurísticas de aplicaciones desarrolladas para dispositivos móviles tiene diferentes connotaciones a cuando se realizan sobre sus pares para escritorio, sean web o nativas para un sistema operativo. Las singularidades de la plataforma, debido principalmente a la gran cantidad de dispositivos en existencia con diferentes especificaciones de hardware, hacen de éste un escenario común que no resulta fácil de probar, e incluso resulta muchas veces ignorado cuando se realizan las evaluaciones. El presente trabajo de tesis estudia las implicaciones de realizar evaluaciones heurísticas bajo dichas premisas, y propone una adaptación del método, que toman en cuenta los problemas y retos que estas tareas implican. También se presenta la validación de la adaptación mediante un caso de estudio real.

# Índice

Abstract.....	2
Resumen.....	3
Introducción.....	9
Capítulo 1: Generalidades.....	10
1.1. DEFINICIÓN DE LA PROBLEMÁTICA.....	10
1.2. OBJETIVOS.....	12
1.2.1. Objetivo General.....	12
1.2.2. Objetivos Específicos.....	12
1.2.3. Resultados Esperados.....	12
Capítulo 2: Marco Teórico.....	13
2.1. ESTADO DEL ARTE.....	13
2.1.1. Usabilidad tradicional.....	13
2.1.2. Heurísticas y usabilidad en dispositivos móviles.....	13
2.1.3. Estudios sobre el tamaño de la pantalla.....	14
2.2. MARCO DE REFERENCIA.....	16
2.2.1. Dispositivos móviles.....	16
2.2.2. Diversificación y versiones.....	17
2.2.3. Densidades y tamaños de pantalla.....	19
2.2.4. Usabilidad.....	21
2.2.5. Usabilidad en dispositivos móviles.....	22
2.2.6. Pruebas de usabilidad tradicionales.....	22
2.2.7. Métodos para evaluar usabilidad en dispositivos móviles.....	22
2.2.8. Evaluación Heurística.....	23
2.2.9. Proceso de evaluación heurística.....	25
2.2.10. Selección de Evaluadores.....	27
2.2.11. Heurísticas para prueba de interfaces en dispositivos móviles.....	28
2.3. METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	31
2.3.1. Introducción.....	31
2.3.2. Plan de Trabajo.....	31

2.3.4.	Selección de Heurísticas.....	32
2.3.5.	Selección de evaluadores.....	33
2.3.6.	Selección de dispositivos para las evaluaciones .....	33
2.3.7.	Adaptación de métodos de evaluación tradicionales.....	33
Capítulo 3: Desarrollo.....		35
3.1.	EVALUACIÓN PRELIMINAR .....	35
3.1.1.	Caso de Estudio: Aplicación de venta de comida rápida para Android .....	35
3.2.	ADAPTACIÓN PROPUESTA.....	44
3.3.	VALIDACIÓN DE LA ADAPTACIÓN .....	46
3.3.1.	Caso de Estudio: Aplicación de un Banco, para Android .....	46
Capítulo 4: Conclusiones y Recomendaciones.....		52
4.1.	CONCLUSIONES .....	52
4.2.	RECOMENDACIONES Y TRABAJOS A FUTURO.....	53
Referencias Bibliográficas .....		54
ANEXOS.....		57
A1.	Datos técnicos de dispositivos utilizados .....	57
A2.	Resultado de evaluaciones.....	58
A3.	Fotografías adicionales.....	74
A4.	Capturas de pantalla .....	75
A5.	Detalle de los casos de estudio .....	81

# Índice de tablas

Tabla 1: Distribución de uso de tamaños de pantalla y densidades en Android.....	20
Tabla 2: Métodos de evaluación de usabilidad más utilizados en dispositivos móviles.....	23
Tabla 3: Ventajas y desventajas de utilizar evaluaciones heurísticas.....	24
Tabla 4: Resultados de Caso 1 – Grupo 1 (G1).....	36
Tabla 5: Resultados de Caso 1 – Grupo 2 (G2).....	37
Tabla 6: Resultados de Caso 1 – Grupo 3 (G3).....	38
Tabla 7: Resultados de Caso 1 – Grupo 4 (G4).....	39
Tabla 8: Resultados de Caso 1 – Grupo 5 (G5).....	40
Tabla 9: Ejemplo de valoración de criticidad.....	44
Tabla 10: Cuadro resumen, Caso 2.....	46
Tabla 11: Número de problemas relacionados al tamaño de pantalla, encontrados por dispositivo.....	47
Tabla 12: Cantidad de problemas por criticidad.....	48
Tabla 13: Encuesta de apreciación sobre propuesta.....	49
Tabla 14: Resumen de problemas encontrados por el Grupo 1 (caso 1).....	56
Tabla 15: Resumen de problemas encontrados por el Grupo 2 (caso 1).....	58
Tabla 16: Resumen de problemas encontrados por el Grupo 3 (caso 1).....	60
Tabla 17: Resumen de problemas encontrados por el Grupo 4 (caso 1).....	63
Tabla 18: Resumen de problemas encontrados por el Grupo 5 (caso 1).....	65
Tabla 19: Resumen de problemas encontrados por el Grupo 1 (caso 2).....	67
Tabla 20: Resumen de problemas encontrados por el Grupo 2 (caso 2).....	70
Tabla 21: Problemas encontrados por grupos G2 y G3 (caso 1).....	79
Tabla 22: Problemas encontrados por grupo G4 y G5 (caso 1).....	80
Tabla 23: Problemas encontrados por grupo G2 (caso 2).....	81

# Índice de figuras

Figura 1: Fragmentación de Android según dispositivo, en agosto de 2015. ....	17
Figura 2: Fragmentación de versiones en iOS (izquierda) y Android (derecha) .....	18
Figura 3: Esquema comparando diferentes tamaños de pantalla. Android y IOS .....	18
Figura 4: Asignación en Android de densidades y tamaños reales a los generalizados. ....	20
Figura 5: Distribución de dispositivos iOS por versión.....	21
Figura 6: Resultados del Caso 1 – Grupo 1 (G1).....	36
Figura 7: Resultados del Caso 1 – Grupo 2 (G2).....	37
Figura 8: Resultados del Caso 1 – Grupo 3 (G3).....	38
Figura 9: Resultados del Caso 1 – Grupo 4 (G4).....	39
Figura 10: Resultados del Caso 1 – Grupo 5 (G5).....	40
Figura 11: Problemas relacionados con el tamaño de pantalla, encontrados por grupo .....	41
Figura 12: Cantidad de Problemas por Heurísticas utilizadas. ....	42
Figura 13: Resumen de resultados, Caso 2. ....	47
Figura 14: Problemas encontrados por dispositivo. ....	48
Figura 15: Dispositivos y las instrucciones para evaluador.....	72
Figura 16: Evaluador y área para la sesión. ....	72
Figura 17: Pantalla de login y menú principal de la aplicación (caso 1) .....	73
Figura 18: Pantalla de selección de combos .....	73
Figura 19: Comparación de pantalla de Login de la aplicación (caso 1).....	74
Figura 20: Comparación de pantalla de Login de la aplicación (caso 1).....	74
Figura 21: Botón “Agregar” es cortado. Dispositivo Small .....	75
Figura 22: Descripciones muy pequeñas en XLarge .....	75
Figura 23: Pantalla de login del aplicativo (caso 2).....	76
Figura 24: Menú principal desplegable al lado izquierdo.....	76
Figura 25: Pantalla principal en XLarge, mostrando bordes e imágenes fuera de foco.....	77
Figura 26: Pantalla de Login en el Modelo Small, ocultando parte de las opciones .....	78

Figura 27: Números de cuenta cortados en pantalla de consulta ..... 78





# Introducción

El crecimiento en ventas de dispositivos móviles en los últimos años ha presentado una oportunidad única de llegar a un gran número de usuarios. El Sistema operativo Android, que domina más del 86% del mercado [1], es particular debido a la gran diversificación que existe por las diferentes versiones del software en uso, y muy diversas especificaciones de hardware. Esto último representa un problema para desarrolladores: ¿Existe, y se puede asegurar, una experiencia de usuario estándar entre los dispositivos? ¿Es posible evaluar adecuadamente la interfaz de usuario, en la búsqueda de solucionar posibles problemas?

En la literatura actual, uno de los aspectos más restrictivos y particulares en el desarrollo de aplicaciones, señalado por diferentes autores, es la diversidad en tamaños de pantalla. Esta característica puede ofrecer diferentes experiencias de usuario por un mismo aplicativo, y es importante su consideración en temas de usabilidad.

El presente documento introduce una adaptación que puede ser utilizada como referencia para realizar evaluaciones heurísticas en aplicaciones para Android con soporte para diferentes tamaños de pantalla. Después de investigar la situación actual en el tema, literatura relacionada y trabajos de investigación que se han llevado a cabo en el área, que incluye una evaluación preliminar, se propone una estructura formal, se realiza una validación de la misma, y se exponen y analizan los resultados. El trabajo está dividido en las siguientes partes:

1. Generalidades

Incluye descripción de la problemática a ser tratada, y los objetivos del presente trabajo.

2. Marco Teórico

La primera parte describe el Estado del Arte del área en cuestión; un resumen de las investigaciones realizadas. La 2da parte contiene el Marco Conceptual, un compendio de elementos sobre los cuales se basa la investigación realizada.

3. Desarrollo

Contiene la descripción de las evaluaciones realizadas y el análisis de resultados.

4. Conclusiones y Recomendaciones

Con respecto al trabajo realizado, y futuro trabajos que podrían realizarse, de manera independiente o como extensión del presente.

# Capítulo 1: Generalidades

Este capítulo introduce la descripción de la problemática a tratar, mencionando la fragmentación de la plataforma Android, como las dificultades que se presentan para diseñar y evaluar una interfaz de usuario que soporte múltiples tamaños de pantalla. Así mismo, contiene los objetivos de la investigación, los resultados esperados y la metodología utilizada.

## 1.1. DEFINICIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

En las últimas épocas, los dispositivos móviles, y en particular teléfonos móviles, han gozado de un vertiginoso y exponencial incremento en uso y potencia, lo que ha causado el interés de empresas tecnológicas, investigadores, usuarios, etc. [1] [2]. La respuesta por parte de Google a la carrera de los sistemas operativos para dispositivos móviles comenzó con Android, un sistema libre basado en Linux utilizable en distintos dispositivos con especificaciones de hardware variadas. Ésta característica facilita el desarrollo para múltiples dispositivos, pero presenta una dificultad en el diseño y pruebas al existir distintos tamaños de pantalla y resoluciones [3].

El mercado tradicional se ha ido expandiendo de manera excepcional, especialmente con la aparición de dispositivos como iPhone, iPad o aquellos que usan Android, ofreciendo mucha funcionalidad a menor costo por hardware [4]. Por ejemplo, Google hace referencia a categorías de dispositivo por su tamaño de pantalla [3]:

- Reproductores multimedia, con una pantalla de 3.2 pulgadas o menos (small).
- Smartphones, con una pantalla de 4 a 5.1 pulgadas (normal).
- Tablets con pantalla de 7 a 10 pulgadas (XLarge).
- Smartphones con pantalla de 4 pulgadas o menos (small).

En este escenario, si se desea llegar a un número mayor de usuarios por aplicación, se debe buscar una mayor compatibilidad [5]. Con respecto a software, todo dispositivo con Android soporta cualquier aplicación, siempre y cuando haya sido desarrollada para su versión o menores [3]. Una aplicación desarrollada para un dispositivo con 3.2 pulgadas de pantalla, o 320x240 pixeles de resolución, no tiene el mismo espacio de pantalla disponible que una aplicación para Tablet de 10 pulgadas y una resolución de 1200x600 [3]. En el diseño, la intención estará en utilizar al máximo el menor tamaño de resolución disponible (para maximizar compatibilidad),

pero esto llevará a que la misma aplicación en pantallas grandes no tenga una presentación óptima, ni utilice adecuadamente el espacio disponible [6].

De "Android Fragmentation Visualized" (OpenSignal, July 2015) [7]:

"Dispositivos que usan Android vienen en todo tipo de formas y tamaños, con niveles de performance (desempeño) y tamaños de pantalla bastante distintos. Adicionalmente, existen muchas versiones diferentes de Android que están concurrentemente activas al mismo tiempo, añadiendo un nivel adicional de fragmentación. Lo que esto significa es que desarrollar aplicaciones que funcionen en todo el rango de dispositivos Android puede ser muy difícil y consumir mucho tiempo". (Original en inglés)

El SDK de Android provee de herramientas y técnicas para que una aplicación funcione correctamente en dispositivos con diferentes tamaños de pantalla, pero no lo hacen sin cambiar la experiencia del usuario dependiendo del dispositivo que utilice. Estas técnicas facilitan el desarrollo [8], pero, al mismo tiempo, representan un reto para la prueba y evaluación de estos ¿Cómo asegurar que en realidad funcionan correctamente en distintos tamaños de pantalla?

Las pruebas de usabilidad son muy importantes para mejorar aspectos específicos de una aplicación [9]. En el caso de software desarrollado para dispositivos móviles, dicha tarea está mostrando ser un reto por diferentes motivos, como pueden ser: falta de herramientas especializadas para los métodos que existen, particularidades de los sistemas operativos, o fragmentación de la plataforma [10] [47]. El hecho de que la aplicación pueda ser utilizada en diferentes dispositivos debe ser considerado desde el inicio del desarrollo, y las pruebas que sean necesarias (funcionalidad, integración, usabilidad), ser planeadas adecuadamente. Dentro de las diversas técnicas que existen para medir usabilidad, la evaluación heurística es una de las más utilizadas por diversos motivos, entre ellos su (relativo) bajo costo y su efectividad [9]. Diferentes autores resaltan la importancia del tamaño de pantalla como características de este tipo de aplicaciones, y su importancia para realizar evaluaciones. Sin embargo, no se han encontrado estudios específicos acerca de cómo llevar a cabo evaluaciones heurísticas teniendo en cuenta estas características, más allá de su presencia en algunos conjuntos de heurísticas (aparte a las de Nielsen).

El presente trabajo estudia evaluaciones heurísticas sobre un software para Android con soporte para dispositivos con diferentes tamaños en pantalla y las particularidades de realizarlas, en busca de mejores resultados.

## **1.2.OBJETIVOS**

### **1.2.1. Objetivo General**

Ejecutar un caso de estudio sobre la adaptación de evaluaciones heurísticas para evaluar la usabilidad de software para la plataforma Android con soporte para múltiples tamaños de pantalla.

### **1.2.2. Objetivos Específicos:**

- a. Realizar una evaluación preliminar de la problemática mediante un caso de estudio que emplee el método de evaluación heurística, considerando un aplicativo con soporte para múltiples tamaños de pantalla.
- b. Adaptar el proceso de evaluación heurística sobre aplicaciones con soporte para múltiples tamaños de pantalla.
- c. Validar la adaptación mediante la realización de evaluaciones y el análisis de sus resultados.

### **1.2.3. Resultados Esperados**

- a. Resultados de una evaluación preliminar de la problemática, mediante un caso de estudio que evidencie la misma.
- b. Propuesta de una adaptación del proceso de evaluación heurística sobre aplicaciones con soporte para múltiples tamaños de pantalla.
- c. Resultados de la validación de la adaptación mediante un caso de estudio con aplicaciones de uso real.

# Capítulo 2: Marco Teórico

El presente capítulo contiene el Marco Teórico de la investigación realizada, y sobre el cual se basa la adaptación propuesta. La primera parte es el Estado del Arte, con las investigaciones más recientes relacionadas a la presente tesis; la segunda parte contiene el Marco Referencia, con el contenido teórico que da sustento a la investigación.

## 2.1. ESTADO DEL ARTE

### 2.1.1. Usabilidad tradicional

Las pruebas de usabilidad de software, y en especial las evaluaciones heurísticas, son muy utilizadas en la evaluación de interfaces de software, y estas última en especial junto a las heurísticas de Nielsen (1994) son tradicionalmente las que más se aplican [11] [45]. Dependiendo del contexto, puede ser necesario desarrollar heurísticas propias para cubrir necesidades específicas, como en el caso de videojuegos en smartphones [13]. Aplicaciones móviles, con sus particularidades, entran dentro del concepto de “dominio” para las cuales las heurísticas de Nielsen pueden resultar muy genéricas. Es por esto que diversos estudios se han realizado en la búsqueda de determinar su efectividad o para idear nuevas, más apropiadas [10] [11] [12] [14] [15].

### 2.1.2. Heurísticas y usabilidad en dispositivos móviles

Diversos estudios han revisado la efectividad de las heurísticas más utilizadas, como las de Nielsen, para su uso en entornos móviles. Muchos, también, buscan diseñar las propias [46].

Usando las heurísticas originales de Nielsen como base, en 2006 se realizó un estudio empírico que determinó nuevas heurísticas a ser usadas, aunque el número de problemas que se detectó de esta manera fue menor y aproximadamente tomaba el doble de tiempo realizarse (Bertini et al.). El estudio contenía 2 heurísticas menos que las originales de Nielsen [12].

En 2012, Moraveji et al. realizaron estudios sobre heurísticas basadas en factores humanos combinados con años de estudios empíricos acerca de factores que estresan al usuario cuando interactúa con dispositivos móviles [11].

También en 2012, Nielsen y Raluca Budiu presentaron resultados de sus investigaciones sobre usabilidad en dispositivos móviles, mostrando los problemas en diseño y las particularidades de los medios, haciendo una distinción entre dispositivos móviles con limitados tamaños, prediciendo la eventual preferencia por desarrollar apps independientes de los sitios web (y sus versiones para móviles), y haciendo hincapié en que mayores tamaños de pantalla (como en las tablets iPad y Kindle Fire) reflejan mejores resultados en usabilidad. Cabe resaltar que éstos son resultados de estudios, y no una guía sobre cómo realizar pruebas de usabilidad, aunque sí ofrecen detalles sobre cómo se realizaron [16].

Otro trabajo en 2012 estudió la evaluación de dispositivos con pantalla táctil, proponiendo nuevas heurísticas y una metodología para el desarrollo de las mismas (R. Hinostroza, C. Rusu, S. Roncagliolo, C. Jiménez, V. Rusu) [17]. El trabajo señala que heurísticas (diferentes a las de Nielsen) para este tipo de dispositivos son necesarias, pero si resultan demasiado específicas, puede dificultarse su uso. La comparación entre el grupo que utilizó las heurísticas de Nielsen y las propuestas por los investigadores muestra que el 2do grupo pudo encontrar una mayor cantidad de problemas de usabilidad.

Un trabajo más reciente, de Machado Neto y Graça Pimentel (2013), realizó una comparativa del resultado entre sus heurísticas propuestas y las tradicionales, encontrando mayor efectividad en las propias del artículo. Este estudio incluyó como heurística la utilización del espacio y tamaño de la pantalla [11].

### **2.1.3. Estudios sobre el tamaño de la pantalla**

Los estudios sobre el tamaño de pantalla y sus efectos en usabilidad son amplios, aunque la mayoría enfocados en tamaños pequeños [18] [19] [20]. Incluso durante los primeros años del nuevo siglo, muchos estudios han seguido enfocando sus esfuerzos en tamaños de pantalla relativamente pequeños, que podrían haberse considerados comunes para la época, como los de un PDA [21]. Pero con el paso del tiempo, investigaciones como las de Nielsen en 2011 incluyeron dispositivos con pantallas más grandes, como el iPad (en su primera generación), o el

Kindle Fire (también en su primera año), demostrando que existen diferencias en usabilidad entre la amplia gama de dispositivos existentes [22] [16].

En lo que respecta específicamente a usabilidad, evaluaciones heurísticas y el tamaño de la pantalla diversos autores resaltan este último aspecto como una característica particular, o restrictiva, en el diseño de aplicaciones móviles [2] [18] [19] [20] [22].

Un estudio de 2004 (Chae et al.), realizado en laboratorio, encontró que tanto la estructura de la información como el tamaño de la pantalla afectan significativamente el comportamiento y la percepción del usuario. Esta investigación se enfocó en sitios web con versiones móviles [18].

Otras investigaciones enfocadas en el tamaño de la pantalla para usos específicos han encontrado la importancia de su consideración en las tareas a realizar, como en aprendizaje mediante videos [21] o navegación de imágenes grandes [23].

#### **2.1.4. Conclusiones**

La investigación realizada resalta la importancia de seguir estudiando métodos para el desarrollo y la adecuada utilización de aplicaciones para dispositivos móviles. De todas las limitaciones que diversos autores encuentran a este tipo de dispositivos (dificultad de ingreso de datos, limitación de capacidad de almacenamiento, ancho de banda, poder de procesamiento, batería, compatibilidad, etc.), muchos resaltan el tamaño de la pantalla, o la diversidad en resoluciones, como un gran punto a ser considerado.

En el lado de usabilidad para móviles y evaluaciones heurísticas, estudios recientes han enfocado y están señalando ya el tamaño de la pantalla como un factor importante a ser medido en evaluaciones, y a ser considerado en el desarrollo de nuevas heurísticas.

Por lo expuesto anteriormente, el autor considera conveniente y necesario realizar estudios específicos considerando el tamaño de pantalla, y el método de evaluación heurística, por ser uno de los más utilizados y conocidos. El presente trabajo presentará casos de estudio empleando el método de evaluación heurística, con adaptaciones relacionadas con la problemática en cuestión: aplicativos móviles con soporte para múltiples tamaños de pantalla.

## 2.2.MARCO DE REFERENCIA

El presente Marco de Referencia o Referencial [24], incluye la teoría que da el sustento al presente trabajo, alrededor de los temas principales: dispositivos móviles, usabilidad y sus conceptos, evaluaciones heurísticas, metodología para llevarlas a cabo, y pruebas de usabilidad en dispositivos móviles.

### 2.2.1. Dispositivos móviles

Según Inostroza et al. (2012), un dispositivo móvil se puede definir como *un pequeño aparato con capacidades básicas de procesamiento, con posible conectividad inalámbrica y limitadas capacidades de memoria* [14]. Tiene funcionalidades específicas, pero también puede realizar tareas genéricas comunes.

Schiefer y Decker (2008) clasifican dispositivos móviles por tamaño, capacidades de ingreso/salida, desempeño, uso, capacidades de comunicación, tipos de sistema operativo y capacidad de expansión. Pueden clasificarse, entonces, de la siguiente manera [14]: (1) PC móvil, (2) dispositivos móviles con internet, (3) handhelds o PDAs, (4) smartphones, (5) teléfonos con características especiales, (6) teléfonos simples, (7) terminales especiales.

Por otro lado, Nielsen (2011) clasifica los teléfonos móviles [22]:

- *Feature phones*: aparatos primitivos con pequeñas pantallas y teclados limitados que sirven principalmente como teléfonos.
- *Smartphones*: teléfonos con pantallas medianas y teclados completos, A-Z.
- *Touch phones*: dispositivos con pantallas táctiles que cubren casi la totalidad de la cara frontal del teléfono.

Si bien el término de “*dispositivo móvil*” aplica a todo dispositivo como descrito por Decker, en el presente trabajo usamos el término para referirnos a aquellos en las categorías (2)(3)(4) y (5) según su clasificación, o smartphones y touch phones, según la clasificación de Nielsen, porque se considera que los conceptos de evaluaciones heurísticas y usabilidad, dentro de las limitaciones del estudio, son aplicables a todas esas categorías.



### 2.2.2. Diversificación y versiones

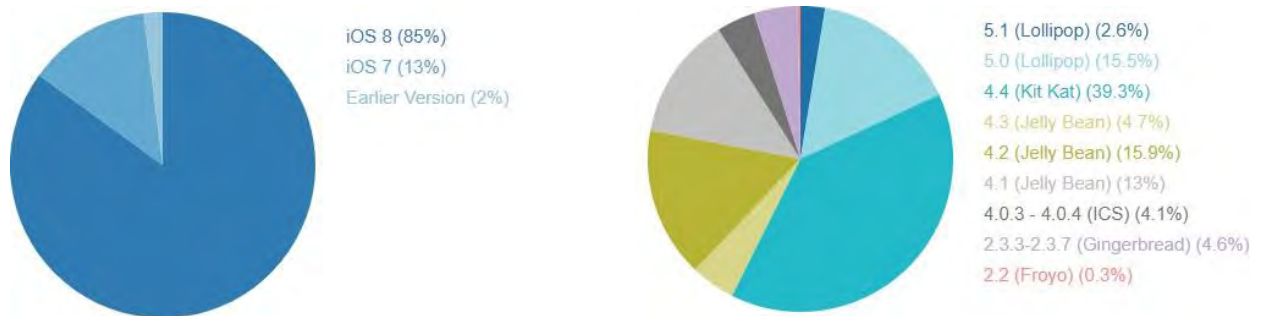
Teniendo en cuenta los conceptos de dispositivo móvil vistos anteriormente, existe una gran variedad de plataformas que gobiernan el mercado actual, siendo las 2 principales Android (de Google, en diferentes versiones que pueden ser libres o propietarias) y iOS (de Apple). El resto de los sistemas operativos, como Windows Phone (o Windows 10) o los de Blackberry, se encuentran debajo del 3% del mercado, y ambos han anunciado ya su salida de dicha competencia [25].

El dominio de Android y su diversidad en versiones y dispositivos ha dado paso a un problema denominado *Android Fragmentation* [7]. El problema obliga a que los desarrolladores tomen en cuenta la mayor cantidad de dispositivos (usuarios) posibles. Un ejemplo de la fragmentación, como determinado por Open Signal en 2015, por dispositivo:



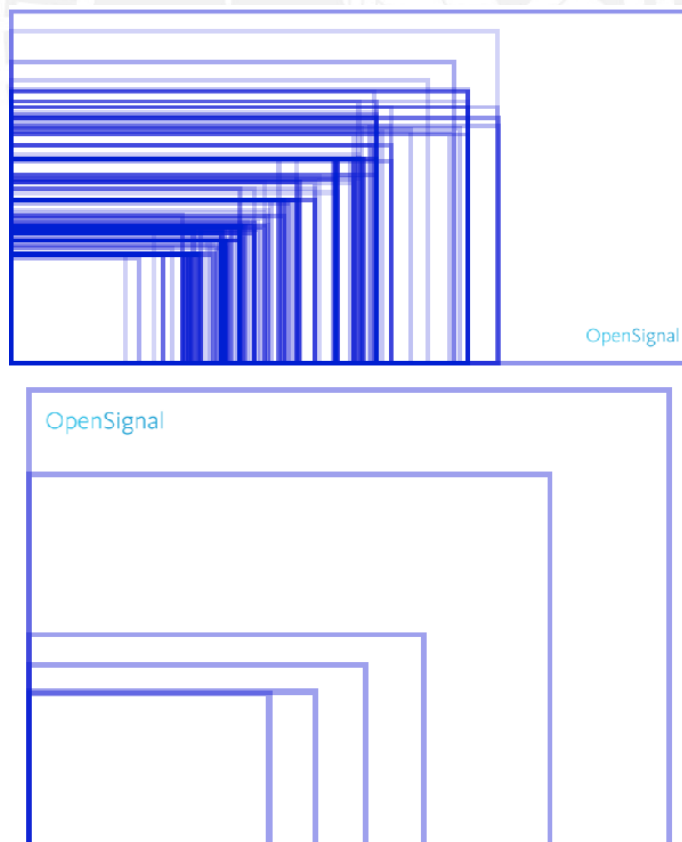
Figura 1: Fragmentación de Android según dispositivo, en agosto de 2015.

Por otro lado, iOS, con un entorno propietario completamente cerrado y manejado por Apple, al actualizar y desfasar constantemente sus dispositivos, no presenta este problema. Open Signal realiza una comparación, también en 2015:



**Figura 2: Fragmentación de versiones en iOS (izquierda) y Android (derecha)**

Pero tal vez la comparación más marcada sea entre tamaños de pantalla, cada rectángulo siendo un tamaño de pantalla distinto:



**Figura 3: Esquema comparando diferentes tamaños de pantalla. Android (arriba) y IOS (abajo).**

Considerando que en los últimos 2 años los dispositivos más antiguos de Apple han perdido soporte y compatibilidad, la plataforma solo enfrenta tamaños normales y grandes, a diferencia de Android, que cuenta con gran diversidad debido a diferentes fabricantes.

### **2.2.3. Densidades y tamaños de pantalla**

Es importante entender los siguientes conceptos para el soporte de múltiples tamaños de pantalla [26]. Se muestran los conceptos como descritos por Google, pero se pueden aplicar también a iOS:

- *Tamaño de pantalla:* Tamaño físico real para cuya medición se considera la diagonal de la pantalla.
- *Densidad de la pantalla:* Cantidad de píxeles dentro de un área física de la pantalla, a la que en general se hace referencia como dpi (puntos por pulgada).
- *Orientación:* Orientación de la pantalla desde el punto de vista del usuario. Es horizontal o vertical, lo que significa que la relación de aspecto se considera a lo ancho o a lo alto, respectivamente.
- *Resolución:* Número total de píxeles físicos en una pantalla. Cuando se agrega compatibilidad para pantallas múltiples, las aplicaciones no tienen una interacción directa con la resolución; se centran únicamente en la densidad y el tamaño de la pantalla, como se especifica en los grupos generalizados.
- *Píxeles independientes de la densidad (dp):* Unidad de píxeles virtuales que se debe usar al definir el diseño de UI, para expresar las dimensiones o la posición del diseño con independencia de la densidad.

#### **a. Android**

Android agrupa los tamaños de pantalla reales en cuatro categorías generalizadas: pequeño (small), normal, grande (large) y extra grande (xlarge). En el caso de la densidad, tiene seis categorías generalizadas: baja, media, alta, extra alta, extra extra alta, y extra extra extra alta.

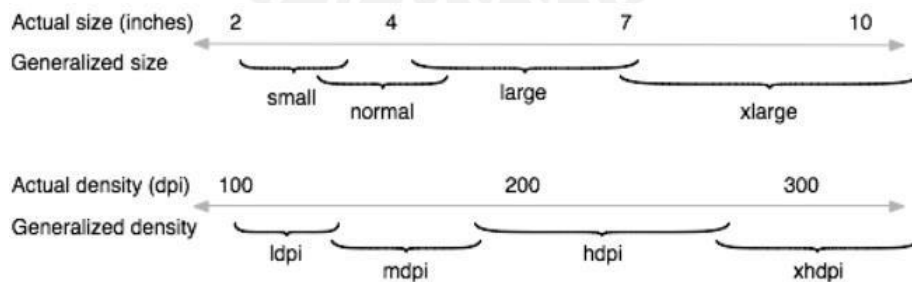
	Ldpi	Mdpi	Tvdpi	Hdpi	Xhdpi	Xxhdpi	Total
Small	0.7%						0.7%
Normal		1.5%	0.2%	30.5%	36.7%	21.3%	90.2%
Large	0.1%	2.9%	1.6%	0.5%	0.9%	0.1%	6.1%
Xlarge		2.0%		0.5%	0.5%		3.0%
Total	0.8%	6.4%	1.8%	31.5%	38.1%	21.4%	

**Tabla 1: Distribución de uso de tamaños de pantalla y densidades en Android.**

Google divide los tamaños de pantalla soportados en el desarrollo de aplicaciones para Android en 4 categorías genéricas [26]:

- *xlarge*: pantallas con una dimensión de al menos 960dp x 720dp, de 7 a 10 pulgadas.
- *large*: pantallas que son al menos 640dp x 480dp de 4 a 7 pulgadas.
- *normal*: pantallas que son al menos 470dp x 320dp de 3 a 5 pulgadas.
- *small*: pantallas que son al menos 426 x 320dp, de 2 a 3 pulgadas.

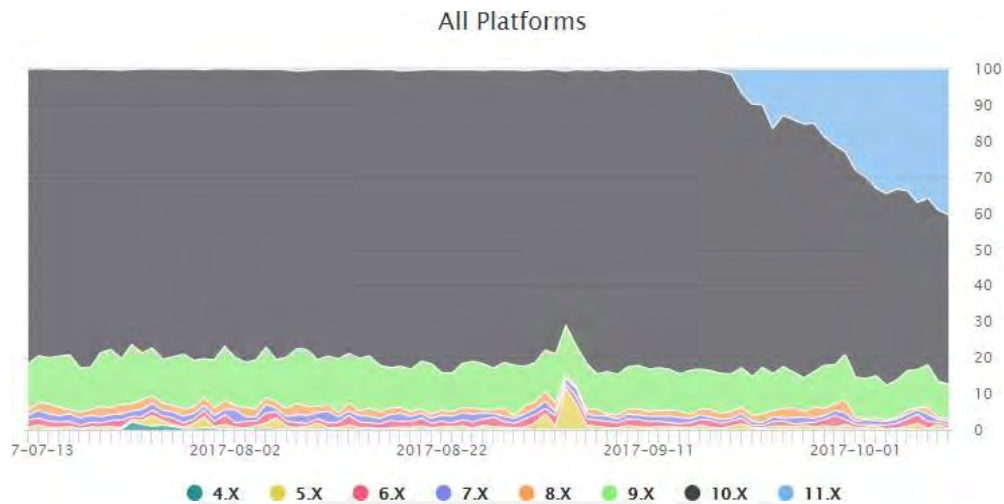
La siguiente imagen permite observar, a grandes rasgos, cómo Google clasifica los dispositivos:



**Figura 4: Ilustración de la forma en la que Android asigna de modo aproximado densidades y tamaños reales a los generalizados [26]**

## b. iOS

La plataforma de Apple es un sistema cerrado, mucho más controlado que Android. Dicho control lleva a una base de usuarios más heterogénea:



**Figura 5: Distribución de dispositivos iOS por versión.**

En cuando a la clasificación por tamaño, Apple considera 2 grandes grupos:

- Regular: Una interfaz con espacio expansivo.
- Compacto: Una interfaz con espacio restringido.

Estas consideraciones son tomadas en cuenta para las aplicaciones universales de iOS, diseñadas para funcionar tanto en iPad como en iPhone. En muchos casos las aplicaciones usarán recursos compartidos, pero pueden ser dirigidas hacia los 2 dispositivos diferentes.

#### **2.2.4. Usabilidad**

La ISO 9241 contiene uno de los conceptos de usabilidad más conocidos, definiéndolo como: “El grado en que un producto puede ser utilizado por usuarios específicos para cumplir objetivos específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso especificado.” (traducido del inglés) [27].

Otros estándares ISO (92126, 12407), al igual que el concepto de Nielsen, que define la usabilidad como un atributo de la calidad de un producto [9], fueron consolidados por Abran et al. (2003) en el *Modelo Consolidado de Usabilidad* [28]. Dicho modelo define usabilidad como una combinación de seguridad, aprendizaje, satisfacción y eficiencia.

Un nuevo estándar ISO (25010), desglosa el concepto de calidad de uso en: *usabilidad*, *flexibilidad* y *seguridad* en el uso. Adicionalmente, define la *satisfacción* en el uso como: *likeability* (satisfacción de goles pragmáticos), *pleasure* (satisfacción de goles hedónicos), *comfort* (satisfacción física) y *trust* (satisfacción con la seguridad) [48].

### **2.2.5. Usabilidad en dispositivos móviles**

Si bien muchos conceptos tradicionales de usabilidad se han aplicado con éxito en casos reales sobre aplicaciones para dispositivos móviles, el entorno rápidamente cambiante y las particulares del medio han hecho una necesidad imperativa del desarrollo de métodos propios al dominio [16]. Para Zang et al. [29] usabilidad en móviles incluye nuevos retos, como: contexto, conectividad, *tamaño de pantalla*, diferentes resoluciones, capacidad de procesamiento y poder limitados, y métodos de ingreso de datos.

Si bien los conceptos de usabilidad en móviles son independientes de la plataforma, tanto Google como Apple, para Android [26] y iOS [30] respectivamente, proveen restricciones para obtener mejor control de la usabilidad en sus aplicaciones. El caso particular de Android, por la fragmentación de la plataforma y extensa diversificación de dispositivos, es un enfoque en el presente trabajo, aunque muchos de los resultados y lineamientos podrían aplicarse a dispositivos Apple, con limitaciones.

### **2.2.6. Pruebas de usabilidad tradicionales**

Las pruebas de usabilidad son técnicas de pruebas utilizadas para evaluar un producto con los usuarios mismos. Al ser información directa y real sobre como los usuarios usan un sistema, su importancia es muy grande [9].

Para llevar a cabo las pruebas, se debe diseñar cuidadosamente escenarios realistas, sobre los cuales los usuarios realizarán las actividades. Existen diferentes métodos para llevar a cabo las pruebas, como Hallway Testing, Remote Usability Testing, o Expert Reviews [9]. Mucho depende del contexto sobre el cual se tienen que realizar.

### **2.2.7. Métodos para evaluar usabilidad en dispositivos móviles**

Diversos métodos existen para evaluar la usabilidad en aplicaciones móviles. Un estudio comparativo en 2012 [31], encontró los siguientes como los más utilizados:

Método	Autor	Objetivo	Asignación
Evaluación Heurística	Nielsen [45]	Consiste en aplicar principios sobre las aplicaciones y evaluar su cumplimiento.	Grupal
Paseo Cognitivo	Lewis [32] [33]	Consiste en simular problemas en la aplicación al detalle y paso por paso, al reportar cada tarea desde un punto de vista cognitivo.	Individual
Prueba de usuario convencional	Au [34]	Usado para medir la funcionalidad de la aplicación, ergonomía visual, etc, donde a veces se requiere conocimiento previo del dominio.	Individual
Pruebas de laboratorio	Kjeldskov [35]	Conducida por usuarios bajo ciertas condiciones del entorno, involucrando a miembros de equipo, dispositivos, tareas, etc. Este método provee información necesaria y útil para el proceso de evaluación.	Individual y grupal
Testeo en campo	Hert-Zum [36]	Provee garantía de prueba de la funcionalidad del dispositivo bajo condiciones reales.	Grupal

**Tabla 2: Métodos de evaluación de usabilidad más utilizados en dispositivos móviles**

De todos ellos, las evaluaciones heurísticas tienen un lugar privilegiado en preferencias, esto relacionado con su facilidad de uso y aplicación, entre otras ventajas,

### **2.2.8. Evaluación Heurística**

Una evaluación heurística es un tipo de inspección de usabilidad donde una persona, o un equipo de personas, evalúan una especificación, prototipo o producto contra un listado de principios (o heurísticas) de usabilidad [45]. Es uno de los métodos de evaluación más comunes para identificar problemas de usabilidad, aunque en algunos casos se pueden llegar a confundir con *expert reviews* (“Revisión de Expertos”), cuando las heurísticas se mezclan con principios adicionales, creencias personales y conocimiento de usabilidad [37].

Ventajas y desventajas de utilizar evaluaciones heurísticas [38] [39]:

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puede proveer feedback rápido y a bajo costo a los diseñadores.</li> <li>• Se puede realizar temprano en el proceso de diseño.</li> <li>• Asignar la heurística correcta puede ayudar a sugerir la mejor medida correctiva.</li> <li>• Se puede utilizar junto a otras metodologías de pruebas de usabilidad.</li> <li>• Se puede identificar una gran cantidad de problemas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se requiere cierto conocimiento y experiencia para poder aplicar las heurísticas correctamente.</li> <li>• Expertos en usabilidad pueden ser difíciles de encontrar, y pueden incrementar costos.</li> <li>• Se deben utilizar múltiples evaluadores y mediar sus resultados.</li> <li>• La evaluación puede identificar más problemas menores que mayores.</li> </ul>

**Tabla 3: Ventajas y desventajas de utilizar evaluaciones heurísticas**

Una heurística es descrita como una *regla de sentido común* (del inglés “*common sense rule*”) o un principio simplificado. Un listado de heurísticas es una guía para el evaluador.

Las 10 heurísticas de Nielsen (1994), son:

- 1) *Visibilidad del estado del Sistema*: El software debe informar el estado del sistema al usuario de una manera entendible, y en el tiempo adecuado.
- 2) *Relación entre el Sistema y el Mundo Real*: El sistema debe utilizar un lenguaje que sea conocido y familiar para el usuario, para que no se dificulte su uso.
- 3) *Control y libertad del usuario*: Usuarios que seleccionan opciones por error deben poder salir de ese estado “no deseado” del sistema sin tener que usar diálogos extendidos. Soporte para deshacer y rehacer.
- 4) *Consistencia y Estándares*: Usuario no deberían preguntarse si diferentes opciones en el sistema realizan la misma tarea. Seguir convenciones de la plataforma.
- 5) *Prevención de Errores*: El sistema es diseñado de tal forma que los errores se pueden prevenir antes de que ocurran. Eliminar condiciones predispuestas a errores, o validarlas y presentar al usuario con mensajes de confirmación antes de ejecutar la tarea.



- 6) *Reconocimiento antes que recuerdo*: Disminuir la carga de memoria en el usuario al hacer objetos, acciones y opciones visibles. El usuario no debería tener que recordar información desde un diálogo hacia otro. Instrucciones para el uso del sistema deben ser visibles o fáciles de acceder cuando sea necesario.
- 7) *Flexibilidad y eficiencia de uso*: Aceleradores de acciones para usuarios expertos, que no afecten el desempeño para usuarios sin experiencia con el sistema. Permitir al usuario configurar acciones frecuentes.
- 8) *Estética y diseño minimalista*: Diálogos no deberían contener información irrelevante que puedan desviar (o distraer) del mensaje principal.
- 9) *Ayudar a los usuarios a reconocer, diagnosticar y recuperarse de errores*: Mensajes de error deben ser expresados en lenguaje natural, especificar el problema y sugerir una solución.
- 10) *Ayuda y Documentación*: La documentación debe ser fácil de buscar, enfocada en tareas del usuario, listar pasos concretos para ser realizados, y no ser muy grande.

Según Wilson, una evaluación heurística se puede direccionar de la siguiente manera [37]:

- Basada en Objetivos: Los evaluadores examinan elementos particulares de la UI por problemas relacionados a heurísticas.
- Basada en Tareas: Se entrega un set de heurísticas a los evaluadores para que trabajen con ellas, y se les pide reportar problemas que encuentren al realizar o simular tareas o procesos específicos.
- Híbrido, basado en Objetivos y Tareas: Combina los 2 anteriores. Los evaluadores primero realizan una serie de tareas y señalan problemas relacionados con las heurísticas, para después evaluar elementos específicos de la UI, usando las mismas heurísticas. Es similar a otro tipo de inspección llamado *heuristic walkthrough*.

### **2.2.9. Proceso de evaluación heurística**

El proceso de evaluación heurística, como es descrito por Nielsen [45] [40], consiste en (se mencionan los aspectos más importantes):

- La selección de evaluadores (descrito en la siguiente sección a más detalle)
- La selección o determinación de heurísticas, lineamientos que sirven como guía para los evaluadores.
- Las sesiones de evaluación en sí, que se realizan con cada evaluador de manera separada. Esto es importante para evitar influencia entre ellos. Solo una vez que todas las evaluaciones han sido completadas, es posible para ellos interactuar, y se juntan los resultados. Cada evaluador puede llenar fichas de manera manual para mantener un registro de la evaluación, o se puede comunicar lo que se encuentre a un observador. Éste último puede reducir la carga de trabajo de cada evaluador, ya que el llenar cuadros por resultados (revisando con cierta frecuencia las heurísticas, si que no se es familiar con ellas, puede resultar cansado). El evaluador puede juntar todos los resultados como le llegan, mientras que, en el otro caso, se tendrían que juntar al final. Un observador puede también servir de ayuda para aclarar dudas sobre la interfaz a evaluar. Una sesión para un evaluador individual no debería durar más de 2 horas.
- Durante la sesión, el evaluador revisa la interfaz varias veces y compara lo que observa con un listado de *principios de usabilidad* (heurísticas). El evaluador puede también considerar otros principios, fuera de los considerados, si encontrase problemas que no encajan.
- Por principio, cada evaluador debe poder escoger cómo comenzar con la sesión. Sin embargo, se recomienda que se hagan los recorridos 2 veces, la primera como un reconocimiento general, y la segunda con mayor foco.
- Por cada problema encontrado, el evaluador debe asignar la criticidad. Dicho valor es anotado junto al problema, según unos criterios definidos (especificado más abajo).
- El resultado de cada sesión es un listado con los problemas que violan los principios. Estos listados deben ser después agregados y depurados, para definir los problemas únicos. La compilación de los problemas también puede entregar una media, o el promedio de la criticidad asignada por cada evaluador, de manera que se pueden obtener un orden de los problemas por su (aparente) criticidad.

Nielsen describe que la severidad de un problema depende de 3 factores:

- Frecuencia

- Severidad
- Criticidad: Severidad + Frecuencia

Para dar un valor tanto a la severidad como a la frecuencia, se utilizó la escala de Nielsen:

**0** = I don't agree that this is a usability problem at all

**1** = Cosmetic problem only: need not be fixed unless extra time is available on project

**2** = Minor usability problem: fixing this should be given low priority

**3** = Major usability problem: important to fix, so should be given high priority

**4** = Usability catastrophe: imperative to fix this before product can be released

Nielsen indica que no se debe confiar en la valoración individual (de un solo evaluador) sobre la severidad de un problema, por lo que una media de un set de evaluadores (como mínimo 3) es satisfactorio en términos prácticos [41].

#### **2.2.10. Selección de Evaluadores**

En pruebas de usabilidad, existe el concepto de “5 usuarios son suficiente” (de Nielsen, “*5 users is enough*”) para realizar la evaluación. Dicho concepto hace referencia al hecho de que en la medida que sean más los usuarios que realicen las pruebas, el porcentaje de problemas encontrados va disminuyendo considerablemente, siendo 5 el punto de quiebre. [42].

En 2012, Nielsen presentó excepciones para casos específicos: Estudios cuantitativos, Card Sorting y Eye tracking (seguimiento de ojos).

En el presente trabajo se utilizarán las consideraciones de Nielsen:

- Preferible que tengan experiencias pasadas con pruebas de usabilidad, incluso si no es el método elegido.
- Incluso si no se cuenta con esas personas, es posible utilizar evaluadores que no tengan previa experiencia con usabilidad. Si la metodología es buena, se pueden conseguir buenos resultados. En caso la metodología tenga problemas, Nielsen considera que “es mejor encontrar algún problema, que ninguno”.
- Preferible que se tenga conocimiento de la aplicación (flujos).

- No es necesario que los evaluadores conozcan sobre la implementación del sistema, aunque eso podría proveer una ventaja para encontrar mayores problemas.

### 2.2.11. Heurísticas para prueba de interfaces en dispositivos móviles

Aunque las heurísticas de Nielsen son las más utilizadas en la actualidad para evaluaciones heurísticas, éstas no contemplan las particularidades que presentan aplicaciones móviles, por lo que podrían dejar pasar algunos problemas en la interfaz.

El trabajo de Olibário Machado Neto y Maria da Graça Pimentel en “*Heuristics for the Assessment of Interfaces of Mobile Devices*” [10], propone heurísticas específicas para esta labor, después de compilación y validación de las mismas.

Las heurísticas propuestas dicho trabajo son:

- i. Uso del tamaño de la pantalla: La interfaz debería ser diseñada para que los elementos no estén muy distantes, ni muy cerca. Espacios de márgenes no deberían ser muy largos en pantallas pequeñas para mejorar visibilidad de la información.
- ii. Consistencia y estándares: La aplicación debe mantener los componentes en el mismo lugar, y mantener consistencia visual (*look & feel*) a lo largo de la aplicación, para facilitar el aprendizaje y estimular la memoria a corto plazo del usuario. La misma funcionalidad debe ser realizada por similares interacciones. La metáfora de cada componente o funcionalidad debe ser única en toda la aplicación, para evitar confusiones.
- iii. Visibilidad y acceso fácil a la información: Toda la información debe ser visible y legible, tanto en modo *portrait* (orientación vertical) como *landscape* (orientación horizontal). También aplica a multimedia, que debe ser completamente mostrada, a menos que el usuario opte por ocultarla. Los elementos en la pantalla deben ser adecuadamente alineados y contrastados.
- iv. Correspondencia del componente con su funcionalidad: El usuario debería saber exactamente qué información debe ingresar en determinado componente, sin ambigüedades o dudas. Metáforas de funcionalidades deben ser entendidas sin dificultad.

- v. Correspondencia del mensaje sobre funcionalidad hacia el usuario: La aplicación debe utilizar lenguaje que sea natural para el usuario, para evitar presionarlo. Instrucciones para llevar a cabo las tareas deben ser claras y objetivas.
- vi. Prevención de errores y rápida recuperación al último estado estable: El sistema debe ser capaz de anticipar una situación que lleva a un error (por intervención del usuario). Cuando un error ocurre, la aplicación debería advertir al usuario rápidamente y regresar al último estado estable de la aplicación. En casos en los que ésta última opción es difícil, el sistema debe transferir el control al usuario, quien debe decidir qué hacer a dónde ir.
- vii. Facilidad de ingreso de información: La forma en la que el usuario ingresa los datos puede estar basada en tecnología de asistencia (*“assistive technologies”*), pero la aplicación debe permitir que la información ingresada sea siempre fácil de leer, para otorgar control completo al usuario. La información debe ser ingresada de manera práctica.
- viii. Facilidad de acceso a todas las funcionalidades: Las principales funcionalidades de la aplicación deben ser fácilmente encontradas/accedidas por el usuario, de preferencia mediante una sola interacción. Funcionalidades utilizadas con más frecuencia deberían poder ser realizadas fácilmente mediante atajos o rutas alternativas más rápidas. Ninguna funcionalidad debería ser difícil de encontrar en la interfaz de la aplicación. Todos los componentes de entrada deberían ser fácilmente asimilados.
- ix. Retroalimentación inmediata y visible: Información para el usuario en respuesta a acciones (*“Feedback”*), debe ser fácilmente identificado y entendido, para que el usuario conozca el estado del sistema. Pequeñas actualizaciones de sectores de la pantalla deben ser preferidos a actualizaciones globales, porque ellas mantienen el estado de la interacción. La interfaz debe brindar la opción de esconder mensajes que aparecen repetitivamente. Actividades que toman mucho tiempo deben permitir al usuario realizar otras tareas en paralelo. La información para el usuario debe ser amable, ser positivo y no redundante u obvio.

- x. Ayuda y documentación: La aplicación debe tener una opción de ayuda donde problemas comunes y sus formas de resolución están especificadas. Los problemas considerados en esta opción deberían ser fáciles de encontrar.
- xi. Reducción a la carga de memoria del usuario: El usuario no debería tener que recordar información de una pantalla a otra para completar una tarea. La información de la interfaz debe ser clara y suficiente para que el usuario pueda completar su tarea actual.



## 2.3. METODOLOGÍA DE TRABAJO

### 2.3.1. Introducción

El presente trabajo ha buscado cumplir sus objetivos mediante el uso de *estudios de caso*, según la metodología de Hernandez Sampieri [49], tanto en la evaluación preliminar (soporte de la justificación) como en la validación de la adaptación realizada. Para los fines expuestos, se planteó el trabajo de la siguiente manera:

### 2.3.2. Plan de Trabajo

- **Fase 1: Definición del Problema**  
Estudio del problema con el fin de armar una definición apropiada para poder presentar una solución. Se realizó mediante la revisión de la bibliografía.
- **Fase 2: Construcción del Estado del Arte**  
Revisión sistemática de la literatura relevante al problema para obtener las investigaciones más recientes e identificar si existen soluciones aplicables.
- **Fase 3: Elaboración del Marco de Referencia**  
Compilación de conceptos y teoría relevante al tema a tratar, incluyendo metodologías y/o formas de realizar las evaluaciones heurísticas.
- **Fase 4: Caso de Estudio 1, evaluación preliminar**  
Se realizó una evaluación preliminar, mediante un caso de estudio, para justificación del problema, y poder estudiar sus resultados. Esta evaluación consistió en un conjunto de diferentes evaluaciones heurísticas, utilizando las tradicionales (NH) y las seleccionadas (GH), con grupos de trabajo diferentes. Incluye análisis de resultados.
- **Fase 5: Elaboración de la propuesta de adaptación**  
Teniendo los resultados de la evaluación preliminar, se propone una adaptación del proceso de evaluación heurística sobre aplicaciones con soporte para múltiples tamaños de pantalla, utilizando teoría y conceptos existentes.
- **Fase 6: Caso de Estudio 2, validación de la adaptación**  
Se realizaron evaluaciones heurísticas con grupos distintos, utilizando un caso de estudio nuevo, para la validación de la propuesta. Incluye análisis de resultados.

- **Fase 7: Conclusiones y Trabajos Futuros**

Conclusiones sobre los resultados del trabajo realizado, y posibles trabajos a futuro.

### **2.3.3. Metodología de Caso de Estudio**

Siguiendo la metodología de estudio de caso presentada por Hernández Sampieri [49], los siguientes componentes conformarán cada uno de los casos:

- Planteamiento y contexto del caso
- Propositiones del caso
- Resultados (Reportes)
- Análisis del caso
- Conclusiones

El planteamiento del problema pertenece al trabajo, y atañe a ambos casos.

### **2.3.4. Selección de Heurísticas**

Tanto en la justificación como en la validación de la propuesta, se realizarán evaluaciones con las heurísticas de Nielsen (HN) que son las más utilizadas y conocidas, a manera de control. Durante la justificación se necesitaron heurísticas que ayuden a reconocer problemas relacionados con el uso de espacio y tamaño de pantalla, del mismo modo que en la validación, por lo que se ha realizado una revisión de literatura en búsqueda de trabajos relacionados. Se han podido encontrar varios [10] [11] [12] [14], pero se preseleccionaron 2 para determinar un candidato final.

Las Heurísticas desarrolladas por Rusu et al [14], a apreciación del autor, cubren aspectos importantes para evaluaciones sobre dispositivos móviles con interfaces táctiles, mientras que las desarrolladas por Machado y Graça [10] hacen énfasis específicamente en el tamaño de pantalla (heurística *Uso del tamaño de la pantalla*). Por este motivo es que estas últimas han sido seleccionadas para la realización de las evaluaciones en este trabajo.

Machado y Graça también realizan un cuadro comparativo entre su propuesta y las Heurísticas de Nielsen, para determinar que todos los aspectos originalmente cubiertos por Nielsen hayan sido tomados en cuenta.



### **2.3.5. Selección de evaluadores**

Se utiliza la premisa de “5 users is enough”, y las características descritas en el punto 2.2.10. Los evaluadores para los diferentes grupos fueron seleccionados de los desarrolladores de una empresa consultora de software con base en Lima (Perú). De un total de 35 personas (7 grupos de 5), el 60% dijo conocer o haber realizado evaluaciones heurísticas con anterioridad, el 30% dijo conocer, pero no haberlo hecho, y el 10% dijo no conocer del tema. Para todos los evaluadores se dio una capacitación sobre cómo realizar evaluaciones heurísticas previo a las sesiones, de manera que se tenga un conocimiento estándar sobre el tema. El 100% de ellos respondió manejar y tener familiaridad con aplicativos móviles, y los diferentes dispositivos a usar (smartphones y tablets).

### **2.3.6. Selección de dispositivos para las evaluaciones**

Para el presente trabajo, siguiendo los grupos definidos por Google [3], se escogieron los dispositivos: Samsung Tab E 9.6 (xlarge), Lenovo Phab 2 (large), Samsung Galaxy S6 (medium), Galaxy J1 Prime (small). Características técnicas en Anexo A1.

### **2.3.7. Adaptación de métodos de evaluación tradicionales**

Según Wiberg C. et. al (2003), si bien en usabilidad existen infinidad de métodos de inspección, y se conoce sus usos y correctas descripciones, los procesos de construcción de estos métodos no han sido muy conocidos, o difundidos [43]. No es la intención del presente trabajo realizar un completo reanálisis o planteamiento del método de evaluación heurística tradicionalmente conocido y usado, pero sí se realizará una adaptación en base a lo encontrado en la investigación de la literatura, la evaluación preliminar y los objetivos a los que se quiere llegar. Basado en lo realizado por Charlotte Wiberg en “*A Measure of fun: Extending the scope of web usability*”. [44]

La adaptación desarrollada queda, entonces:

M1: Evaluación de una aplicación del contexto (con soporte para múltiples tamaños de pantalla) como parte inicial del estudio, enfocado a revisar la viabilidad y necesidad del estudio, y puntos sobre los cuales se realizarán cambios.

M2: El desarrollo de la propuesta de adaptación en base al paso anterior, y la revisión de la literatura.

M3: Validación de la propuesta con otro caso de estudio. Este incluiría un análisis de la percepción de los evaluadores sobre lo realizado.

El acercamiento empírico suele utilizar un método iterativo, pero se considera que la evaluación preliminar provee suficiente información como para hacerlo innecesario en este caso. En su lugar se propone una adaptación, cuyo proceso de revisión o perfección puede ser parte de una futura revisión o investigación (Sección 4.2).



# Capítulo 3: Desarrollo

En esta sección se presenta el desarrollo principal de la investigación, que consiste en 3 partes:

- La evaluación preliminar busca justificación para el estudio y fortalecer el desarrollo de la propuesta. Esto se realizó mediante un caso de estudio, que consistió en la selección de una aplicación y la realización de 5 evaluaciones heurísticas: 3 evaluaciones de control utilizando heurísticas de Nielsen, y 2 evaluaciones con distintos grupos, utilizando heurísticas propuestas por Machado y Graça para la evaluación de aplicaciones móviles, cada una con un dispositivo con diferentes tamaños de pantalla. (M1)
- El desarrollo de la propuesta de adaptación, tomando consideraciones del contexto, de acuerdo a la teoría e investigaciones revisadas y anteriormente expuestas. (M2)
- La validación de la propuesta consiste en un caso de estudio y el análisis de sus resultados y conclusiones. (M3)

## 3.1. EVALUACIÓN PRELIMINAR

### 3.1.1. Caso de Estudio: Aplicación de venta de comida rápida para Android

#### a. Planteamiento y contexto del caso:

La elección de la aplicación como objeto de estudio se justifica por ser un aplicativo de una de las cadenas de comida rápida más grandes de la ciudad de Lima. Al estar disponible para Android desde su versión 4.0, el aplicativo se hace utilizable en dispositivos sin restricciones de hardware como el tamaño de la pantalla, lo que nos permite utilizarlo como objetivo del estudio.

Dentro de sus funcionalidades, el aplicativo permite realizar pedidos seleccionando hamburguesas del menú de la cadena, agregándolos al carrito de compra, y completando la orden al agregar una dirección y seleccionar el método de pago. También se puede verificar el estado de la orden en el menú de configuraciones (pantallazos en el Anexo A4).

Cada evaluador realizó las siguientes tareas en la aplicación:

- Iniciar sesión en la aplicación (login).

- Añadir y remover ítems al carrito de compra.
- Agregar una dirección nueva
- Realizar una compra.
- Verificar compras anteriores.

Para este caso se realizaron 5 evaluaciones (Detalles en Anexo 2):

- El Grupo 1 (G1), grupo de control, utilizó las heurísticas de Nielsen (NH), en un dispositivo con tamaño de pantalla estándar (Modelo Normal).
- El Grupo 2 (G2), utilizó las heurísticas de Nielsen (NH) en un dispositivo con tamaño de pantalla pequeño (Modelo Small).
- El Grupo 3 (G3), utilizó las heurísticas de Nielsen (NH), en un dispositivo con tamaño de pantalla grande (Modelo Xlarge).
- El Grupo 4 (G4), utilizó las heurísticas de Machado y Graça (GH), en un dispositivo con tamaño de pantalla pequeño (Modelo Small).
- El Grupo 5 (G5), utilizó las heurísticas de Machado y Graça (GH), en un dispositivo con tamaño de pantalla grande (Modelo Xlarge).

Se realizan las evaluaciones con la intención de poder comparar los grupos de control (G1, G2, G3) en un entorno normal, y usando dispositivos representativos de los rangos extremos (G2, dispositivo pequeño y G3, dispositivo grande), con los grupos de evaluación (G4 y G5) que utilizan las heurísticas GH.

**b. Proposiciones del caso:**

- El uso de Heurísticas de Nielsen podría no proveer resultados en la búsqueda de problemas relacionados con el tamaño de la pantalla del dispositivo.
- El uso de Heurísticas que sí consideren el tamaño de pantalla puede proveer resultados, pero será necesario elaborar una adaptación al método.

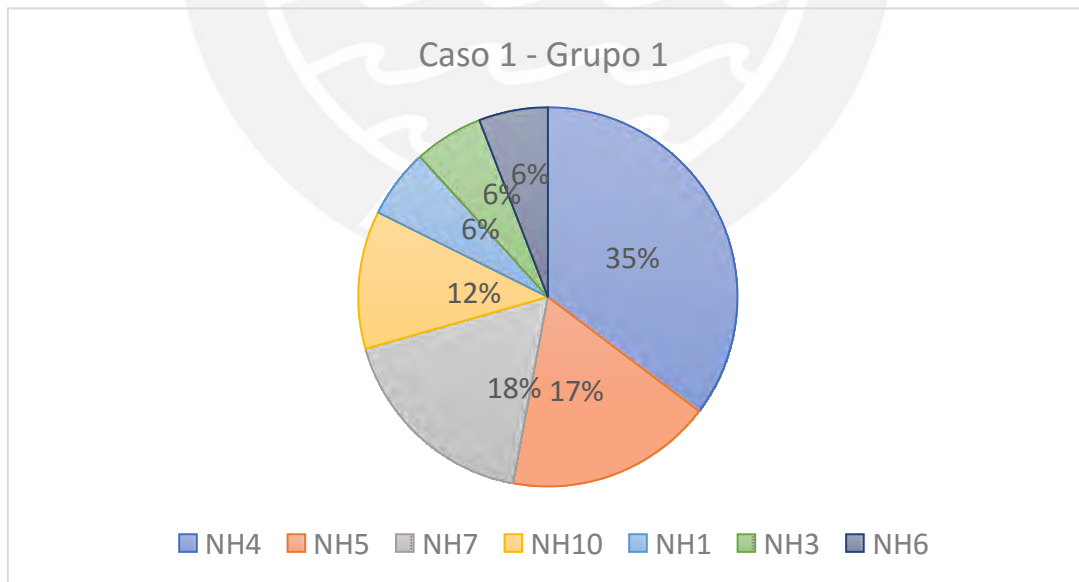
**c. Resultados**

**Grupo 1 – Heurísticas de Nielsen (NH)**

ID	Heurística	Nro.	Porc.
NH4	Consistencia y estándares	6	35%
NH5	Prevención de errores	3	18%
NH7	Flexibilidad y eficacia de uso	3	18%
NH10	Ayuda y documentación	2	12%
NH1	Visibilidad del estado del sistema	1	6%
NH3	Control y libertad del usuario	1	6%
NH6	Reconocimiento más que recordatorio	1	6%
NH2	Coincidencia entre el sistema y el mundo real	0	0%
NH8	Diseño estético y minimalista	0	0%
NH9	Ayuda al usuario a reconocer, diagnosticar y recuperarse de errores	0	0%
		Total:	17 100%

**Tabla 4: Resultados de Caso 1 – Grupo 1 (G1)**

En gráfico:



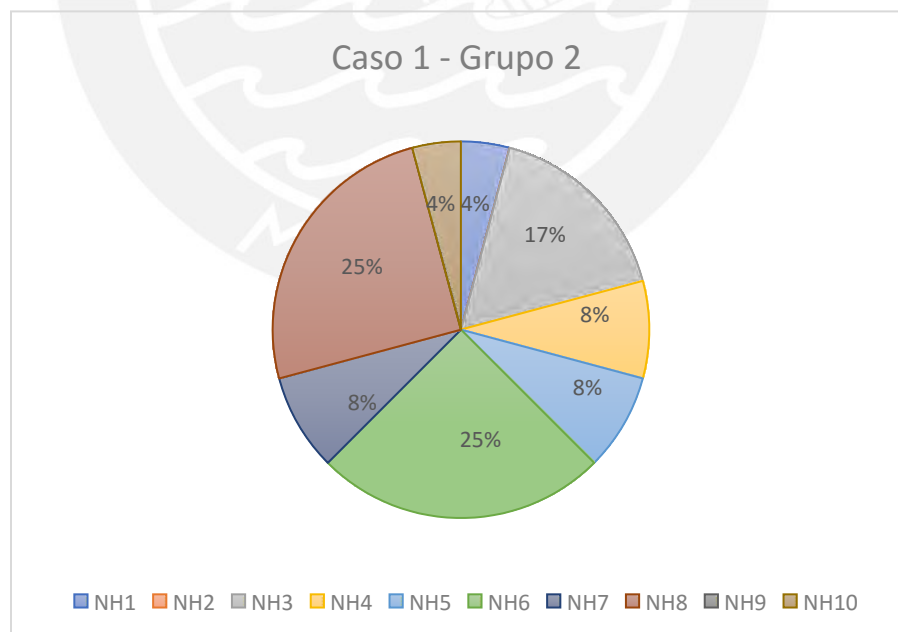
**Figura 6: Resultados del Caso 1 – Grupo 1 (G1)**

## Grupo 2 - NH

ID	Heurística	Nro.	Porc.
NH1	Visibilidad del Estado del Sistema	1	4%
NH2	Relación entre el Sistema y el Mundo Real	0	0%
NH3	Control y Libertad de usuario	4	17%
NH4	Consistencia y Estándares	2	8%
NH5	Prevención de Errores	2	8%
NH6	Reconocimiento antes que recuerdo	6	25%
NH7	Flexibilidad y eficiencia de uso	2	8%
NH8	Estética y diseño minimalista	6	25%
NH9	Recuperarse de los errores	0	0%
NH10	Ayuda	1	4%
		Total:	24 100%

**Tabla 5: Resultados de Caso 1 – Grupo 2 (G2)**

En gráfico:



**Figura 7: Resultados del Caso 1 – Grupo 2 (G2)**

### Grupo 3 - NH

ID	Heurística	Nro.	Porc.
NH1	Visibilidad del Estado del Sistema	2	7%
NH2	Relación entre el Sistema y el Mundo Real	0	0%
NH3	Control y Libertad de usuario	1	4%
NH4	Consistencia y Estándares	5	18%
NH5	Prevención de Errores	3	11%
NH6	Reconocimiento antes que recuerdo	6	21%
NH7	Flexibilidad y eficiencia de uso	2	7%
NH8	Estética y diseño minimalista	6	21%
NH9	Recuperarse de los errores	1	4%
NH10	Ayuda	2	7%
Total:		28	100%

Tabla 6: Resultados del Caso 1 – Grupo 3 (G3)

En gráfico:

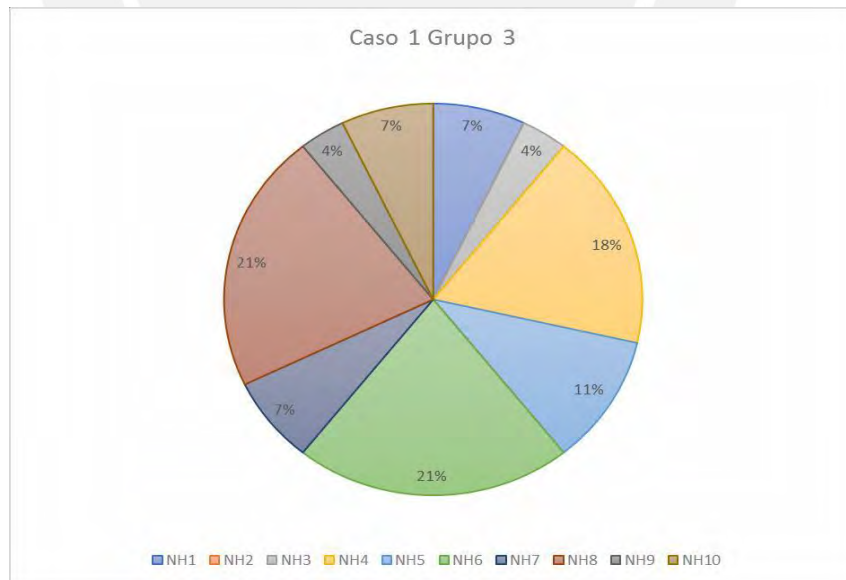


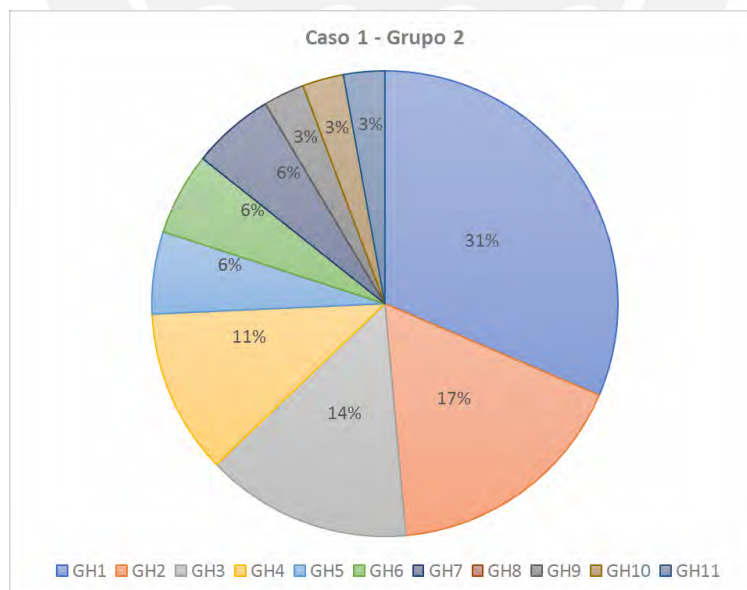
Figura 8: Resultados del Caso 1 – Grupo 3 (G3)

## Grupo 4 – Heurísticas de Machado y Graça

ID	Heurística	Nro.	Porc.
GH1	Uso del tamaño de la pantalla	11	31%
GH2	Consistencia y estándares	6	17%
GH3	Visibilidad y acceso fácil a la información	5	14%
GH4	Correspondencia del componente con su funcionalidad	4	11%
GH5	Correspondencia del mensaje sobre funcionalidad hacia el usuario	2	6%
GH6	Prevención de errores y rápida recuperación del último estado estable	2	6%
GH7	Facilidad de ingreso de información	2	6%
GH8	Facilidad de acceso a todas las funcionalidades	0	0%
GH9	Retroalimentación inmediata y visible	1	3%
GH10	Ayuda y documentación	1	3%
GH11	Reducción a la carga de memoria del usuario	1	3%
Total:		35	100%

**Tabla 7: Resultados del Caso 1 – Grupo 4 (G4)**

En gráfico:



**Figura 9: Resultados del Caso 1 – Grupo 4 (G4)**

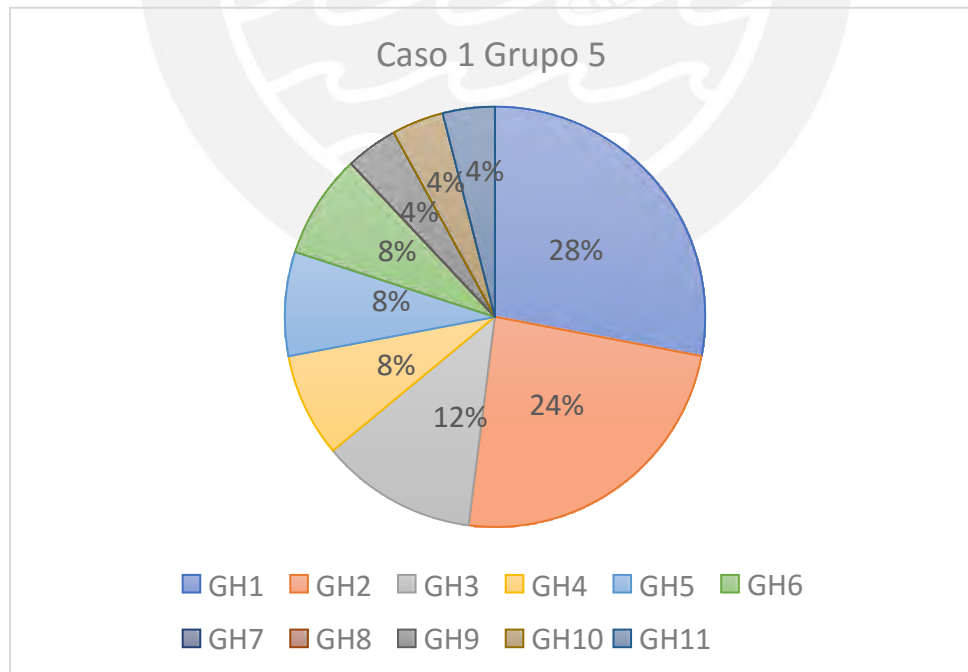


## Grupo 5 – GH

ID	Heurística	Nro.	Porc.
GH1	Uso del tamaño de la pantalla	7	28%
GH2	Consistencia y estándares	6	24%
GH3	Visibilidad y acceso fácil a la información	3	12%
GH4	Correspondencia del componente con su funcionalidad	2	8%
GH5	Correspondencia del mensaje sobre funcionalidad hacia el usuario	2	8%
GH6	Prevención de errores y rápida recuperación del último estado estable	2	8%
GH7	Facilidad de ingreso de información	0	0%
GH8	Facilidad de acceso a todas las funcioanlidades	0	0%
GH9	Retroalimentación inmediata y visible	1	4%
GH10	Ayuda y documentación	1	4%
GH11	Recucción a la carga de memoria del usuario	1	4%
		Total:	25 100%

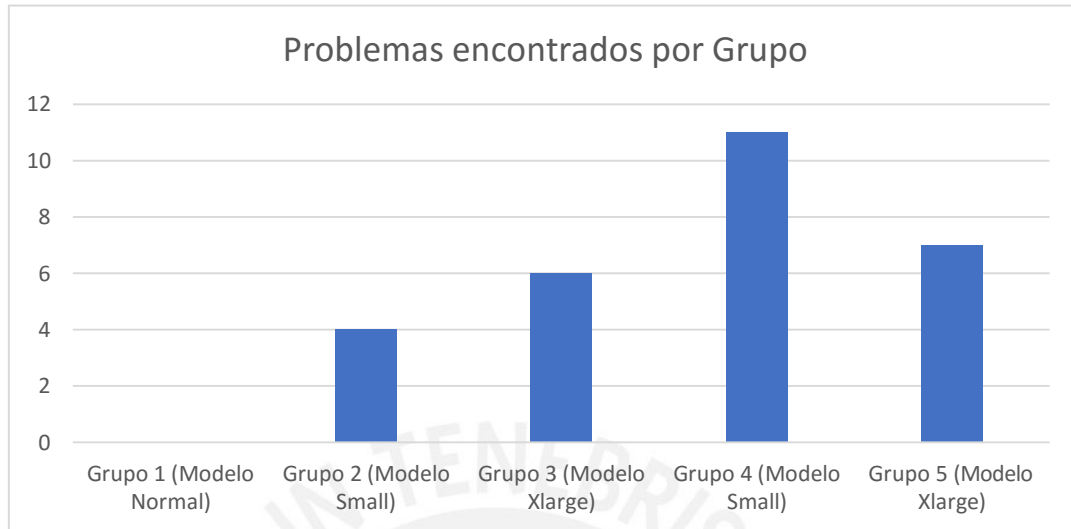
**Tabla 8: Resultados del Caso 1 – Grupo 5 (G5)**

En gráfico:



**Figura 10: Resultados del Caso 1 – Grupo 5 (G5)**

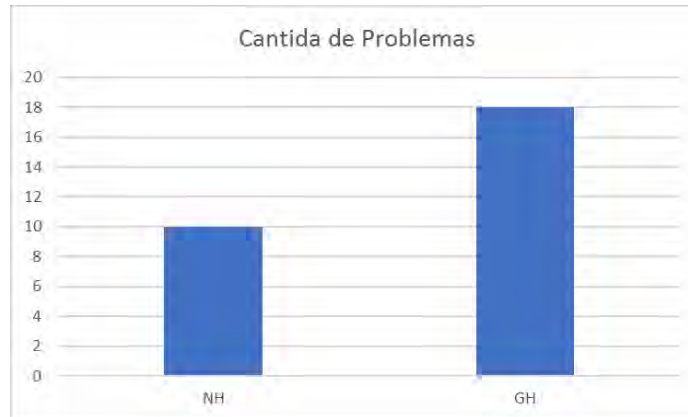
**d. Análisis del caso:**



**Figura 11: Problemas relacionados con el tamaño de pantalla, encontrados por grupo (agregado)**

El grupo G1 encontró un total de 17 problemas, de los cuales ninguno se consideró estar relacionado con el tamaño de la pantalla; las heurísticas más cercanas a esta métrica son NH8 (Estética) y NH4 (Consistencia y Estándares). Para la primera no se encontraron problemas, y para la 2da ningún problema se pudo relacionar con el tamaño de la pantalla (Ver Anexo A2 para el detalle)

El grupo G2 encontró 4 problemas relacionados con el tamaño de la pantalla, mientras que el G3 encontró 5. La primera conclusión de las evaluaciones realizadas es que de haber decidido utilizar solo el dispositivo representativo de los usuarios más comunes (Modelo Normal) como con el G1, no se hubieran detectado problemas que afectan a usuarios con dispositivos de otros grupos. Esto puede ser real para toda aplicación móvil siendo evaluada y cuya intención es que sea utilizada por un gran número de usuarios.



**Figura 12: Cantidad de Problemas por Heurísticas utilizadas**

Los grupos G4 y G5 encontraron problemas en una proporción mayor a los grupos G1, G2 y G3. Los problemas también fueron en su mayoría distintos (detalles en anexo 2).

Esto es indicativo de que una evaluación heurística de un aplicativo para dispositivos móviles que pueda ser utilizado en distintos tamaños de pantalla, se beneficiaría mucho de utilizar heurísticas que incluyan la identificación de este tipo de problemas.

A partir de ahora queda averiguar si existe también un beneficio en ejecutar un conjunto de pasos adicionales durante una evaluación a fin de cubrir todos los grupos de usuarios posibles, en otras palabras, es válido elaborar una modificación al estándar de evaluación heurística para utilizar en estos escenarios.

#### **e. Conclusión:**

Los resultados muestran diferencias por los dispositivos con diferentes tamaños de pantalla; denotado principalmente por la diferencia entre los grupos G4, G5 y G1-G3.

En respuesta a las proposiciones planteadas:

- El uso del método tradicional de evaluación heurística con las heurísticas tiene limitaciones para encontrar este tipo de problemas.
- Las heurísticas utilizadas por los grupos G4 y G5 brindaron mejores resultados.

En conclusión: se hace necesario tomar en consideración esta característica en el método de evaluación.

### 3.2. ADAPTACIÓN PROPUESTA

Se elaboró una adaptación del método de evaluación heurística, y se tomó en cuenta:

- Los resultados obtenidos en el caso de estudio anteriormente descrito, que nos dieron indicios que se pueden encontrar problemas relacionados con los tamaños de pantalla, utilizando las heurísticas adecuadas y seleccionando dispositivos de los diferentes grupos (de tamaño) existentes.
- La selección de dispositivos (como señalado en la sección 3.5), representativos de los más comunes a ser utilizados por los usuarios.
- El método utilizado por Nielsen [16] para evaluación de móviles, en la cual utilizó un mismo evaluador con diferentes dispositivos para realizar la evaluación.

En la sección 2.2.7 se describe el proceso de evaluación heurística como propuesto por Nielsen, el método más conocido y utilizado.

En conclusión, la propuesta consiste en los siguientes aspectos a tener en cuenta para realizar evaluaciones heurísticas de aplicativos móviles para Android, diseñados para diferentes tamaños de pantalla:

- *Dispositivos*: Selección de 4 dispositivos adecuados, representativos de los 4 grupos de tamaños de pantalla para dispositivos, definidos por Google [26].
- Cada evaluador deberá utilizar los 4 dispositivos para la evaluación. Para evitar consumo excesivo de tiempo, cansar al evaluador (considerando que la sesión no debería durar más de 2 horas) y que las preferencias puedan interferir con la evaluación, a cada uno se le asignará un dispositivo principal. Sobre ese dispositivo deberán realizar la totalidad de las pruebas primero, mientras que en los demás deberán verificar, o comprobar, durante el 2do recorrido).
- En la reunión de todos los evaluadores se discutió la criticidad (obteniendo la media). En la columna “dispositivo” se mostrarán los dispositivos afectados, pudiendo ser uno solo (Ejemplo: A) o varios (Ejemplo: ABC) y los resultados serán presentados como en el siguiente cuadro:

ID	Descripción de problema	Heurística	Dispositivo	Criticidad
1	No se muestra mensaje al salir	GH1	ABC	3
2	No se muestra completamente la imagen	GH1	D	1
3	No se muestra complementa el botón "continuar"	GH1	CD	3
4	Se deja demasiado espacio sin utilizar	GH1	A	1

**Tabla 9: Ejemplo de valoración de criticidad**



### **3.3. VALIDACIÓN DE LA ADAPTACIÓN**

Para validar la adaptación realizada se utilizó un caso de estudio con características similares a la evaluación preliminar. Se utilizó una variación de la metodología de evaluación heurística de Rusu [14], en la que se emplean diferentes grupos para trabajar sobre el mismo caso; y el método de estudio de caso de Hernández Sampieri [49] para la interpretación del caso en general.

#### **3.3.1. Caso de Estudio: Aplicación de un Banco, para Android**

##### **a. Planteamiento y contexto del caso**

En este caso de estudio se utilizó la aplicación para móviles del banco con más usuarios en el Perú. Se hace pertinente por ser una aplicativo de una organización privada importante, y cuyas transacciones son de mucho valor para los usuarios. Al estar disponible para Android desde su versión 4.0, el aplicativo se hace utilizable en dispositivos sin restricciones de hardware como el tamaño de la pantalla, lo que nos permite utilizarlo como objetivo del estudio.

El aplicativo permite ver estados de cuenta, de tarjetas de crédito, pagar servicios, hacer transferencias, entre muchas otras opciones más. En el presente estudio solo se tomarán en cuenta las opciones de transferencia y pago de servicios. El Anexo 4 (A4) contiene capturas de pantalla del aplicativo. El cuadro completo de resultados se encuentra en el Anexo 5.

Para evitar influencia por el estudio hecho anteriormente, se utilizó un grupo de evaluadores distinto. A cada evaluador se le pidió completar las siguientes tareas:

- Afiliación de cuenta
- Transferencia
- Guardar transferencia como favorita
- Utilizar una transferencia favorita
- Realizar un pago de servicios

##### **b. Proposiciones del caso**

Del estudio del caso se espera lo siguiente:

- Encontrar problemas relacionados con el tamaño de la pantalla.
- Determinar si estos problemas pudieron ser encontrados por el grupo de control.

### c. Resultados

Para la validación de la propuesta se utilizaron 2 grupos: uno de control (G1) que utilizó las heurísticas de Nielsen, y el grupo que realizó una evaluación utilizando las propuestas del presente trabajo (G2).

El grupo de control (G1) realizó la evaluación siguiendo los pasos y recomendaciones estándares (de Nielsen), y eligiendo el dispositivo Modelo “Normal” para sus pruebas. Como resultado, si bien encontraron diversos problemas (Anexo 5), el grupo no encontró ninguno relacionado directamente con el tamaño de la pantalla del dispositivo.

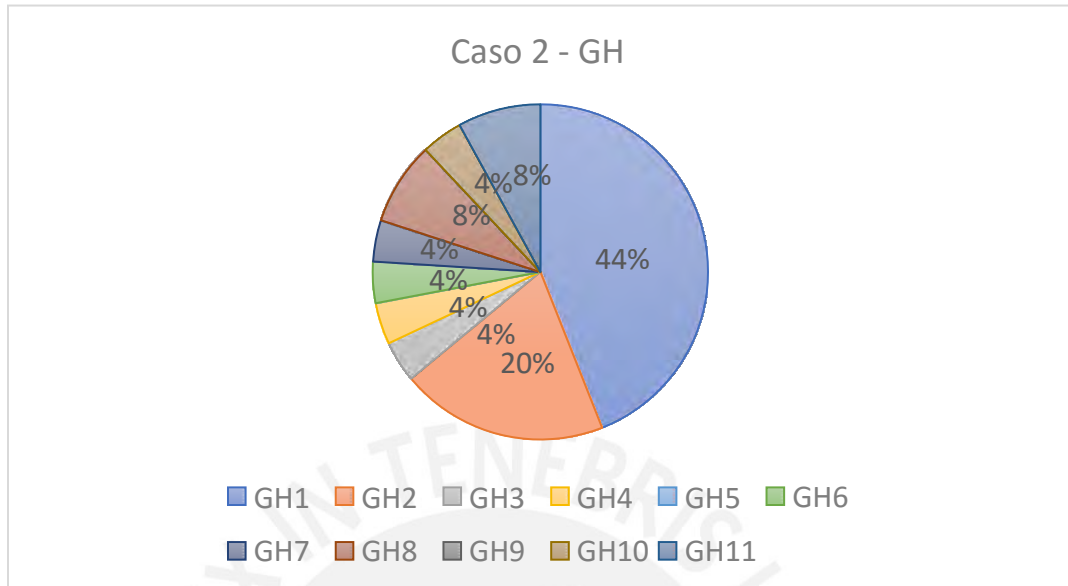
Los resultados del G2 se muestra a continuación:

#### Cuadro resumen:

ID	Heurística	Nro.	Porc.
GH1	Uso del tamaño de la pantalla	11	44%
GH2	Consistencia y estándares	5	20%
GH3	Visibilidad y acceso fácil a la información	1	4%
GH4	Correspondencia del componente con su funcionalidad	1	4%
GH5	Correspondencia del mensaje sobre funcionalidad hacia el usuario	0	0%
GH6	Prevención de errores y rápida recuperación del último estado estable	1	4%
GH7	Facilidad de ingreso de información	1	4%
GH8	Facilidad de acceso a todas las funcionalidades	2	8%
GH9	Retroalimentación inmediata y visible	0	0%
GH10	Ayuda y documentación	1	4%
GH11	Reducción a la carga de memoria del usuario	2	8%
		Total:	25 100%

Tabla 10: Cuadro resumen, Caso 2

Gráfico:



**Figura 13: Resumen de resultados, Caso 2**

#### d. Análisis de Resultados

En el gráfico se puede apreciar con claridad que el 44% de los problemas encontrados pertenecen a la heurística GH1, que es la relacionada al uso del tamaño de pantalla. El 2do grupo con más problemas es la heurística GH2 (consistencia y estándares).

Problemas relacionados al tamaño de pantalla encontrados por dispositivo, más de una letra indica que se encontró en más de uno:

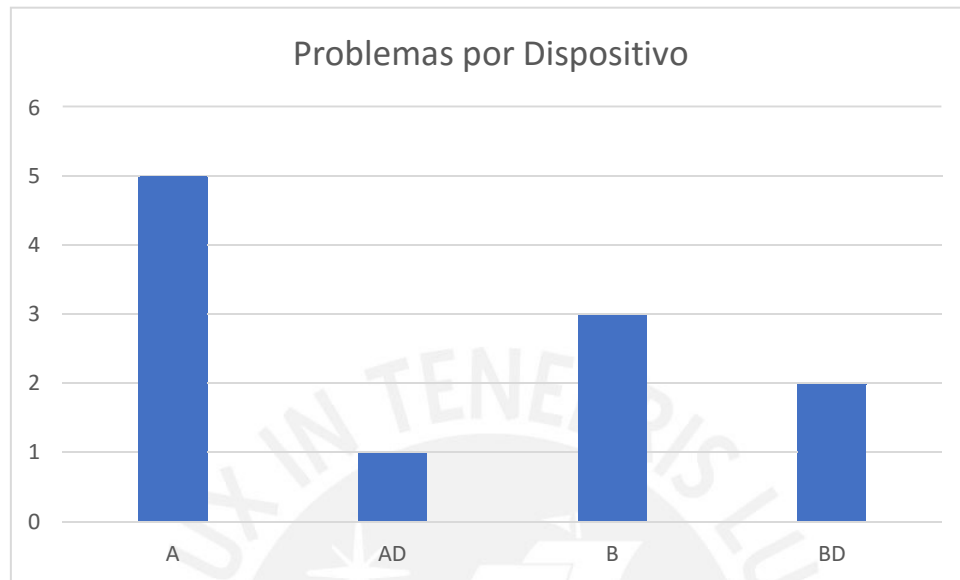
Dispositivo	Nro
A	5
A D	1
B	3
B D	2

**Tabla 11: Número de problemas relacionados al tamaño de pantalla, encontrados por dispositivo**

Leyenda de dispositivos: A: Modelo Small, B: Modelo Xlarge, C: Modelo Normal, D: Modelo Large



### Gráfico:



**Figura 14: Problemas encontrados por dispositivo**

El dispositivo con más problemas es el Modelo Small, de pantalla más pequeña. Si bien entra en la categoría *small*, su tamaño es considerado un estándar actual (4 pulgadas), por lo que se hace importante recalcar que este tipo de evaluaciones pueden ayudar a encontrar problemas que de otra forma se obviarían y podrían afectar el desempeño con algunos usuarios.

### Problemas por criticidad:

Criticidad	Cantidad
<b>0</b>	0
<b>1</b>	1
<b>2</b>	7
<b>3</b>	3
<b>4</b>	0

**Tabla 12: Cantidad de problemas por criticidad**

La mayoría de los problemas han sido considerados de poca importancia, y no se encontró ninguno que sea catastrófico. Sin embargo, 3 de ellos si representan un riesgo para el desempeño normal del aplicativo en los usuarios que tengan los dispositivos afectados.

### Encuesta de apreciación

Terminada la evaluación se realizó una encuesta de apreciación de los evaluadores con respecto al método aplicado. Se les pidió tomaran en consideración los cambios al método tradicional de evaluación heurística. Los evaluadores debían dar una calificación del 1 al 5 sobre cada pregunta, siendo 5 el valor mayor (más fácil, más útil). La encuesta se utilizó sólo para obtener datos adicionales con respecto a la evaluación, no se tomaron como referencias métodos como el MAM de Moody, ni se formularon hipótesis.

Pregunta	1	2	3	4	5	Media	Sta. Dev.
¿Fueron las instrucciones fáciles de entender?	3	5	4	3	4	4	0.837
¿Fue el método fácil de aplicar?	3	4	3	4	4	4	0.548
¿Considera el método como útil?	4	4	4	4	4	4	0
¿Utilizaría el método en su trabajo?	3	4	4	3	4	4	0.548

**Tabla 13: Encuesta de apreciación sobre propuesta**

La encuesta nos indica que la apreciación en general es positiva, aunque en comentarios se obtuvo que el tiempo de aplicación del método puede ser fatigoso para los evaluadores, algo ya conocido sobre las evaluaciones heurísticas.

### e. Conclusiones

De los resultados obtenidos se puede concluir que el método empleado ha ayudado a descubrir problemas específicos con el uso del tamaño de la pantalla, tres de ellos de criticidad grado 3, que no hubiera sido posible encontrar de no utilizarse la adaptación propuesta. El Grupo 1 no pudo encontrar problemas relacionados con el tamaño de la pantalla, probablemente porque se utilizó un dispositivo estándar. Para poder saber si los usos tradicionales de las heurísticas de Nielsen pueden ayudar incluso en estos casos, se pueden realizar evaluaciones utilizando dispositivos de diferentes tamaños (como en la evaluación preliminar). El presente trabajo no incluye estudios adicionales al respecto.



# Capítulo 4: Conclusiones y Recomendaciones

## 4.1. CONCLUSIONES

- Si bien las pruebas de usabilidad y las evaluaciones heurísticas, en todos aspectos, han sido y siguen siendo continuamente estudiadas, su utilización en aplicativos móviles, touch, o similares, es un campo en continuo crecimiento. Muchos autores señalan la interfaz de usuario y el tamaño de las pantallas como limitaciones y/o características que tienen que ser tomadas en cuenta a la hora de realizar estas evaluaciones. Por lo tanto, persiste la necesidad de seguir estudiando estos aspectos y su impacto en la implementación de software.
- La evaluación preliminar realizada nos permite concluir lo siguiente:
  - Las Heurísticas de Nielsen pueden utilizarse sobre aplicativos móviles para Android con soporte para trabajar con múltiples tamaños de pantalla, pero con limitaciones. Es necesario determinar con claridad los usuarios objetivo y hacer pruebas con diferentes dispositivos, para encontrar problemas que de otra forma podrían pasar desapercibidos y llegar hasta el usuario final.
  - Es necesario contar con especificaciones técnicas que nos permitan descubrir estos problemas de manera más eficiente, como la adaptación del presente trabajo.
- Se logró elaborar una adaptación al método de evaluaciones heurísticas sobre aplicaciones Android con soporte para múltiples tamaños de pantalla, que considera: qué clase de dispositivos se debería utilizar, cómo realizar la evaluación en sí, y cómo reunir los datos.
- La validación de la adaptación nos permitió ver que existen problemas en un aplicativo actualmente en uso, en producción, de una de las instituciones bancarias más importantes del país. Estos problemas no aparecen cuando se usan dispositivos estándar, sino cuando se utilizaron dispositivos con tamaños de pantalla diferentes al estándar. La validación realizada no es suficiente para afirmar su utilidad como herramienta final y definitiva, pero sí es indicativo de que estos problemas existen y se debe considerar una evaluación, especialmente si las aplicaciones en cuestión tienen gran diversidad de usuarios finales.

#### 4.2. RECOMENDACIONES Y TRABAJOS A FUTURO

- Dependiendo del costo y los recursos disponibles, se puede reconsiderar la evaluación para utilizar grupos de evaluadores por dispositivo, en lugar de tener a un evaluador realizando el trabajo por todos los dispositivos disponibles. Nuevamente, esto va a depender de los recursos, considerando especialmente que la evaluación heurística debe realizarse a un costo permisible.
- Realizar la evaluación en simuladores en un laboratorio, en lugar de los dispositivos físicos. Esto proveería una mayor variedad, aunque requiere de mayor logística.
- Realizar evaluaciones en otras aplicaciones con mayor número de usuarios.



# Referencias Bibliográficas

- [1] Device Atlas, Mobile Study 2016,  
Visitado el 28 de agosto de 2016  
<https://deviceatlas.com/blog/16-mobile-market-statistics-you-should-know-2016>
- [2] Nayebi F., Desharnais J., Abran A., “The State of the Art of Mobile Applications Usability Evaluation”, Quebec, 2012
- [3] Android Developer’s Guide, 2017  
Visitado el 27 de septiembre de 2017.  
<https://developer.android.com/guide/index.html>
- [4] Higginbotham J., “The Future of the Android Operating System for Augmentative and Alternative Communication” in “Perspectives on Augmentative and Alternative Communications”. 20.52.10, 2011.
- [5] Wei L., Liu Y., Cheung S., “Taming Android Fragmentation: Characterizing and Detecting Compatibility Issues for Android Apps”, in “ASE 2016 – Proceedings of the 31<sup>st</sup> IEEE/ACM International Conference on Automated Software Engineering”, p. 226-237, 2016.
- [6] Raptis D., Tselios N., Kjeldskov J., Skov M., “Does size matter? Investigating the impact of mobile phone screen size on users' perceived usability, effectiveness and efficiency.” In “Proceedings of the 15<sup>th</sup> international conference on Human-computer interaction with mobile devices and services”, p. 127-136, 2013.
- [7] Open Signal, “Android Fragmentation Report”, July 2015  
Visitado el 27 de septiembre de 2017.  
<https://opensignal.com/reports/2015/08/android-fragmentation/>
- [8] Schwarz R., Dutson P., Steele J., To N., “The Android Developer’s Cookbook: Building applications with the Android SDK”, Addison-Wesley, 2013
- [9] Nielsen J, “Usability Engineering”, Academic Press Inc, 1994.
- [10] Machado Neto O., Da Graca Pimentel M., “Heuristics for the Assessment of Interfaces of Mobile Devices”. Proceedings of the 19<sup>th</sup> Brazilian symposium on Multimedia and the web. (WebMedia’13). ACM, 2013.
- [11] Moraveji N., Soesanto C. “Towards stress-less user interfaces: 10 design heuristics based on the psychophysiology of stress” (CHI’12 extended abstracts). ACM, 2012.
- [12] Bertini E., Gabrielli S., Kimani S. “Appropriating and assessing heuristics for mobile computing”. “Proceedings of the Working Conference on Advanced Visual Interfaces, AVI’06”. ACM, 2006.
- [13] Korhonen H, Koivisto E, “Playability Heuristics for Mobile Games”, MobileHCI '06 Proceedings of the 8th conference on Human-computer interaction with mobile devices and services, pages 9-16, 2006.
- [14] Inostroza R., Rusu C., Roncagliolo S., Jiménez C., Rusu V., “Usability Heuristics for Touchscreen-based Mobile Devices”, 2012 Ninth International Conference on Information Technology – New Generations, IEEE.
- [15] S. R. Cristian Rusu, “A Methodology to establish usability heuristics”, ACHI 2011: The Fourth International Conference on Advances in Computer-Human Interactions, 2011.
- [16] Nielsen J, Budiu R, “Mobile Usability”, Pearson Education, 2012
- [17] R. Hinostroza, C. Rusu, S. Roncagliolo, C. Jiménez, V. Rusu, “Usability Heuristics for Touchscreen-based Mobile Devices”, Ninth International Conference on Information Technology: New Generations (ITNG), 2012.
- [18] Chae, M . and Kim, J. Size and Structure Matter to Mobile Users: An Empirical Study of the Effects of Screen Size, Information Structure, and Task Complexity on User Activities with Standard Web Phones, Journal of Behaviour & Information Technology, Volume 23, Issue 3. 2004.
- [19] Buchanan G., Farrant S., Jones M., Thimbleby H., “Improving Mobile Internet Usability”, Proceedings of the 10th international conference on World Wide Web, p. 673-680, ACM, 2003.
- [20] Chittaro Luca, “Visualizing Information on Mobile Devices”, Journal Computer, Volumen 39 Issue 3, March 2006
- [21] Maniar N., Bennett E., Hand S., Allan G., The effect of mobile phone screen size on video based learning. Journal of Software, Vol 3, Nro 4, Academy Publisher, 2008
- [22] Mobile Usability 2<sup>nd</sup> research update – 2011  
Visitado el 28 de agosto de 2016.  
<https://www.nngroup.com/articles/mobile-usability-2nd-study/>

- [23] Chinese Academy of Science (Liu Hao), Microsoft Research (Xing Xie, Wei-Ying Ma, Hing-Jiang Zhang) "Automatic Browsing of Large Pictures on Mobile Devices", MULTIMEDIA '03 Proceedings of the eleventh ACM international conference on Multimedia, p. 148-155, 2003.
- [24] Niño, V. "Metodología de la Investigación: Diseño y Ejecución". Ediciones de la U, 2006.
- [25] Net Marketshare – Market Share Statistics for Internet Technologies  
Visitado en agosto 27 de 2017  
<https://www.netmarketshare.com/operating-system-market-share.aspx?qprid=8&qpcustomd=1>
- [26] Android Developers "Compatibilidad con diferentes pantallas"  
Visitado el 13 de octubre de 2017  
[https://developer.android.com/guide/practices/screens\\_support.html](https://developer.android.com/guide/practices/screens_support.html)
- [27] ISO, "9241-11. Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDT's)," in Part 11: Guidance on Usability, ed. Beuth, Berlin, Germany, 1998.
- [28] A. Abran, A. Khelifi, W. Suryan, and A. Seffah, "Consolidating the ISO usability models," Proceedings of 11th International Software Quality Management Conference and the 8th Annual INSPIRE Conference, pp. 23-25, 2003.
- [29] D. Zhang and B. Adipat, "Challenges, methodologies, and issues in the usability testing of mobile applications," International Journal of Human-Computer Interaction, vol. 18, no. 3, pp. 293308, 2005.
- [30] IOs Developers guidelines,  
Visitado: agosto 27, 2017.  
<https://developer.apple.com/distribute/>
- [31] Zaid B., Jamaludin R., Wafaa B., "A comparative study of usability methods for mobile applications". International Journal of Scientific & Engineering Research, Vol. 3, no. 8, 2012.
- [32] C. Lewis and C. Wharton, "Cognitive walkthroughs," Handbook of human-computer interaction, vol. 2, pp. 717-732, 1997
- [33] Rowley, David E., and Rhoades, David G. "The Cognitive Jogthrough: A Fast-Paced User Interface Evaluation Procedure." CHI '92 Proceedings, p 389-395. (May 3-7, 1992).
- [34] F. T. W. Au, et al., "Automated usability testing framework," in Proceedings of the ninth conference on Australasian user interface, Wollongong, Australia, p. 55-64, 2008.
- [35] Kjeldskov J, Graham C, "A review of mobile HCI research methods, "Human-computer interaction with mobile devices and services, p. 317-335, 2003.
- [36] Hertzum M, "User testing in industry: A case study of laboratory, workshop, and field tests," in Proceedings of 5th ERCIM workshop on "user interfaces for all", p. 59-72, 1999.
- [37] Wilson, C. "User Interface Inspection Methods". Morgan Kaufmann, 2013.
- [38] Usability.gov – Heuristic Evaluations and Expert Reviews  
Visitado 17 de agosto de 2017.  
<https://www.usability.gov/how-to-and-tools/methods/heuristic-evaluation.html>
- [39] Nielsen, J., Enhancing the explanatory power of usability heuristics, CHI'94 Conference Proceedings, (1994).
- [40] Nielsen J. "Usability inspection methods," presented at the Conference companion on Human factors in computing systems, Boston, Massachusetts, United States, 1994.
- [41] Nielsen J, "Severity Ratings for Usability Problems", 1995  
Visitado en agosto 27 de 2017.  
<https://www.nngroup.com/articles/how-to-rate-the-severity-of-usability-problems/>
- [42] Nielsen, J. "Why you only need to test with 5 users" – Nielsen Norman Group, 2000.  
Visitado el 29 de noviembre de 2015 <http://www.nngroup.com/articles/why-you-only-need-to-test-with-5-users/>
- [43] Wiberg C, Jegers K, Desurvire H, "How Applicable is your evaluation methods – Really? Analysis and Re-design of Evaluation Methods for Fun and Entertainment". Advances in Computer-Human Interactions. ACHI '09, 2009.
- [44] Wiberg C, "A Measure of Fun", Department of Informatics, Umea University, Suecia. Print & Media AB, Umea, 2003.
- [45] Nielsen, J. "How to conduct a Heuristic Evaluation" Nielsen Norman Group, 1995.  
Visitado el 29 de noviembre de 2015
- [46] C. K. Coursaris and D. J. Kim, "A Meta-Analytical Review of Empirical Mobile Usability Studies," Journal of Usability Studies, vol. 6, no. 3, pp. 117-171, 2011.

- [47] Been-Lirn Duh, H., Tan. G. C. B. Usability evaluation for mobile devices: A comparison of laboratory and field tests. Proc. 8th International Conference on Human Computer Interaction with Mobile Devices and Services, September 12-15, Espoo, Finland. 2006.
- [48] ISO/IEC 25010:2011 Systems and software engineering -- Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) -- System and software quality models, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- [49] Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P., “Metodología de la Investigación” – 6ª. Ed. – México D.F., MacGraw-Hill, 2014





# ANEXOS

## A1. Datos técnicos de dispositivos utilizados

	Modelo Small (A)	Modelo Xlarge (B)	Modelo Normal (C)	Modelo Large (D)
<b>Pantalla</b>	3.9"	9.6"	5.1"	6.4"
<b>Resolución</b>	480x800	800x1280	1140x2560	720x1280
<b>Escala de Google</b>	Small	Xlarge	Normal	Large
<b>RAM</b>	1GB	1.5 GB	3GB	3GB RAM
<b>Almacenamiento</b>	8GB	8GB	32GB	32GB
<b>OS</b>	Android 6.0	Android 4.4	Android 6.0	Android 6.0
<b>Año Lanzamiento</b>	2016	2015	2015	2016

### Leyenda de dispositivos:

A: Modelo Small

B: Modelo Xlarge

C: Modelo Normal

D: Modelo Large



## A2. Resultado de evaluaciones

Los grupos de evaluadores empleados corresponden una consultora de desarrollo de software. Las evaluaciones se realizaron entre junio del 2016 y mayo de 2017.

*Nota: Las descripciones pueden haberse simplificado para fácil comparación en caso estén repetidas.*

### Caso 1, Grupo 1.

Item	Descripción	Heuris.	Equipo	Crit 1	Crit 2	Crit 3	Crit 4	Crit 5	Media	Desv. Sta
1	Login: Botón "regístrate" no tiene apariencia de botón.	NH4	C	1	1	2	1	1	1.00	0.45
2	Pantalla de pedidos recientes: No se muestra detalle de pedidos anteriores.	NH4	C	1	1	0	0	1	1.00	0.55
3	Pantalla de Menú: La ayuda solo describe ofertas.	NH10	C	2	2	1	2	2	2.00	0.45
4	Pantalla de producto: No hay ayuda disponible.	NH10	C	2	2	1	2	2	2.00	0.45
5	Pantalla de producto: se distingue se deba seleccionar la imagen del producto.	NH6	C	2	1	2	2	1	2.00	0.55
6	Pantalla formas de pago: no se puede retroceder al señalar otra parte de la pantalla. Solo presionando la x.	NH4	C	2	2	2	2	2	2.00	0.00
7	Pantalla formas de pago: botón cancelar orden no tiene apariencia de botón.	NH4	C	1	1	2	1	1	1.00	0.45
8	Proceso de compra: no hay visibilidad sobre el paso que se está realizando, o cuanto falta para terminar.	NH1	C	2	1	2	2	1	2.00	0.55
9	Proceso de compra: no se puede regresar directamente al menú principal, sin presionar el botón cancelar.	NH7	C	2	1	2	1	1	1.00	0.55
10	Formas de pago: el botón "continuar" culmina el proceso sin confirmación, lo cual puede terminar en errores o un pedido incompleto/errado.	NH5	C	4	3	4	3	4	4.00	0.55
11	Pantalla de producto: título "agregar ingredientes" tiene apariencia de botón (+) y parece otorgar funcionalidad.	NH4	C	2	1	1	2	2	2.00	0.55
12	Pantalla de producto: título "quitar ingredientes" tiene apariencia de botón (-) y parece otorgar funcionalidad.	NH4	C	2	1	1	2	2	2.00	0.55
13	Carrito de compras: Botón "eliminar producto" no es muy visible, color se	NH7	C	1	0	1	1	1	1.00	0.45

	confunde con fondo.									
14	Dialogo agregar dirección: No sale del diálogo si se presiona fuera del cuadro.	NH3	C	2	1	2	1	1	1.00	0.55
15	Pantalla escoger dirección: Si existe dirección añadida y se presiona el botón "agregar dirección", al salir del cuadro de diálogo, pese a tener una dirección seleccionada (sigue marcada), al presionar "Continuar..." el sistema pide seleccionar nuevamente. Después de la selección el sistema sigue mostrando mensaje de error. Solo al salir y regresar se puede continuar con el proceso.	NH5	C	2	3	2	3	2	2.00	0.55
16	Pantalla formas de pago: no hay forma de ver los productos seleccionados o revisar toda la orden antes de culminar el proceso.	NH5	C	3	2	2	3	2	2.00	0.55
17	Proceso de compra: El botón cancelar no solo cancela el proceso, también elimina los productos del carrito. Se deben volver a agregar.	NH7	C	3	2	1	2	1	2.00	0.84

**Tabla 14: Resumen de problemas encontrados por el Grupo 1 (caso 1)**

## Caso 1, Grupo 2

Item	Descripción	NH	Dispositivo	Crit 1	Crit 2	Crit 3	Crit 4	Crit 5	Median	Desv. Est.
1	Login: la imagen principal se ve muy pequeña y está separada del resto	NH8	B	2	2	2	2	2	2	0.00
2	Login: el botón regístrate se ve pequeño y es opacado por los otros 2 botones	NH8	B	2	2	2	2	2	2	0.00
3	Pantalla de bienvenida: nada indica que se deba hacer swap hacia la derecha para continuar.	NH4	B	2	1	2	2	2	2	0.45
4	Pantalla de bienvenida: el botón saltar queda pequeño en la esquina superior derecha, difícil de ver.	NH8	B	2	2	1	2	2	2	0.45
5	Pantalla de Menú: los íconos y las descripciones son muy pequeñas, no se leen con claridad, y no se pueden agrandar.	NH8	B	2	3	2	3	2	2	0.55
6	Ayuda: regresa a la descripción de una oferta, mas no ofrece descripciones o ayuda en los flujos.	NH10	B	2	1	1	2	2	2	0.55
7	Ver producto: no indica que se debe seleccionar la imagen como opción. No tiene apariencia de botón.	NH6	B	2	1	1	1	1	1	0.45
8	Ver producto: Título "Agregar ingredientes" da la impresión de ser un botón.	NH6	B	2	1	1	1	1	1	0.45
9	Ver producto: Título "Quitar ingredientes" da la impresión de ser un botón.	NH5	B	2	1	1	1	1	1	0.45
10	Ver carrito: el botón eliminar no es muy visible.	NH8	B	2	2	1	2	2	2	0.45
11	Ver carrito: el botón atrás no otorga retroalimentación al presionarse	NH3	B	2	1	2	1	1	1	0.55
12	Ver carrito: el botón cancelar orden no es muy visible.	NH8	B	2	2	2	2	2	2	0.00
13	Ver carrito: botón cancelar orden no tiene apariencia de botón	NH6	B	2	1	1	1	1	1	0.45
14	Ver carrito: el botón "atrás" no funciona tras varios intentos (esporádico)	NH3	B	2	2	2	2	2	2	0.00
15	Agregar nueva dirección: no hay indicador de que se trate de un combo box.	NH6	B	1	1	1	1	1	1	0.00
16	Escoger dirección: botón atrás no reacciona correctamente.	NH3	B	2	2	2	2	2	2	0.00
17	Formas de pago: el teclado tapa el campo de comentarios, no se reacomoda automáticamente.	NH3	B	2	2	2	2	2	2	0.00

18	Formas de pago: al presionar botón "continuar", no hay pregunta de confirmación, ni indicación de que se trata del último paso, lo que puede terminar en una orden incompleta o errónea.	NH5	B, C	3	3	3	3	3	3	0.00
19	Formas de pago: botón cancelar orden no tiene apariencia de botón	NH6	B, C	2	1	1	1	1	1	0.45
20	Login: Botón "regístrate" no tiene apariencia de botón.	NH6	B, C	2	1	1	1	1	1	0.45
21	Pantalla formas de pago: no se puede retroceder al señalar otra parte de la pantalla (estándar en aplicativos móviles). Solo presionando la x.	NH4	B, C	1	1	1	1	1	1	0.00
22	Proceso de compra: no hay visibilidad sobre el paso que se está realizando, o cuanto falta para terminar.	NH1	B, C	2	2	2	2	2	2	0.00
23	Proceso de compra: no se puede regresar directamente al menú principal, sin presionar el botón cancelar.	NH7	B, C	2	2	2	2	2	2	0.00
24	Proceso de compra: El botón cancelar no solo cancela el proceso, también elimina los productos del carrito. Se deben volver a agregar.	NH7	B, C	3	2	3	2	3	3	0.55

**Tabla 15: Resumen de problemas encontrados por el Grupo 2 (caso 1)**

### Caso 1, Grupo 3

Item	Descripción	H - NH	Dispos.	Crit 1	Crit 2	Crit 3	Crit 4	Crit 5	Media	Desv.Est.
1	Login: La imagen del medio es opacada por los botones	NH8	A	1	2	1	2	1	1	0.55
2	Login: la imagen de fondo no se muestra correctamente (se ve a medias) (R)	NH8	A	2	2	1	2	1	2	0.55
3	Pantalla de Menú: Ayuda solo muestra ofertas, no descripción de procesos o cómo realizar acciones.	NH10	A	2	2	2	2	2	2	0.00
4	Pantalla Mi Usuario: las palabras en los botones del menú están mal alineadas, y se ven cortadas.	NH8	A	3	2	3	3	3	3	0.45
5	Pantalla de pedidos recientes: no se muestra detalle de los pedidos	NH6	A	2	2	2	2	2	2	0.00
6	Pantalla de Menú (opción desplegada): La descripción de los botones se muestra muy pequeña y es difícil de leer.	NH5	A	3	3	3	2	2	3	0.55
7	Ver producto: no indica que se debe seleccionar la imagen como opción. No tiene apariencia de botón.	NH6	A	3	2	2	2	2	2	0.45
8	Ver producto: la descripción de los complementos es difícil de leer,color de letra muy clara.	NH7	A	2	2	2	2	2	2	0.00
9	Ver producto: la descripción de los complementos es difícil de leer, palabras se cortan	NH8	A	3	3	3	3	3	3	0.00
10	Sección agregar ingredientes: botón "agregar" se ve cortado.	NH8	A	2	2	2	2	2	2	0.00
11	Sección agregar ingredientes: botón "agregar" no siempre reacciona.	NH7	A	3	3	3	3	3	3	0.00
12	Carrito de compras: botón "Cancel Orden" no se parece al resto de botones.	NH4	A	2	2	2	2	2	2	0.00
13	Agregar nueva dirección: combo de distrito no tiene apariencia de lista desplegable.	NH6	A	2	2	2	2	2	2	0.00
14	Pantalla formas de pago: botones de tipo de comprobante tienen la descripción cortada.	NH8	A	3	3	3	2	3	3	0.45
15	Pantalla de pago online: botón "Pagar" se oculta por el teclado. Se debe presionar botón físico para ocultar teclado poder presionarlo.	NH9	A	3	3	3	3	3	3	0.00

16	Pantalla de pago online: presiona fuera del cuadro no lo cierra (solo presionando la x).	NH4	A	3	2	3	2	2	2	0.55
17	Pantalla de pago: Botón continuar pedido culmina el pedido, no hay mensaje de confirmación.	NH5	A	3	2	3	2	3	3	0.55
18	Formas de pago: botón cancelar orden no tiene apariencia de botón, no es consistente con el resto del programa.	NH4	B C A	2	3	3	2	2	2	0.55
19	Login: Botón "regístrate" no tiene apariencia de botón.	NH4	B C A	3	2	2	2	2	2	0.45
20	Proceso de compra: no hay visibilidad sobre el paso que se está realizando, o cuanto falta para terminar.	NH1	B C A	3	2	3	2	2	2	0.55
21	Proceso de compra: no se puede regresar directamente al menú principal, sin presionar el botón cancelar.	NH1	B C A	2	2	2	2	2	2	0.00
22	Proceso de compra: El botón cancelar no solo cancela el proceso, también elimina los productos del carrito. Se deben volver a agregar.	NH3	B C A	3	2	3	2	2	2	0.55
23	Pantalla de producto: No hay ayuda disponible.	NH10	B C A	2	2	2	2	2	2	0.00
24	Formas de pago: el botón "continuar" culmina el proceso sin confirmación, lo cual puede terminar en errores o un pedido incompleto/errado.	NH5	B C A	3	3	3	3	3	3	0.00
25	Pantalla de producto: título "quitar ingredientes" tiene apariencia de botón (-) y parece otorgar funcionalidad.	NH4	B C A	2	2	2	2	2	2	0.00

**Tabla 16: Resumen de problemas encontrados por el Grupo 3 (caso 1)**

## Caso 1, Grupo 4

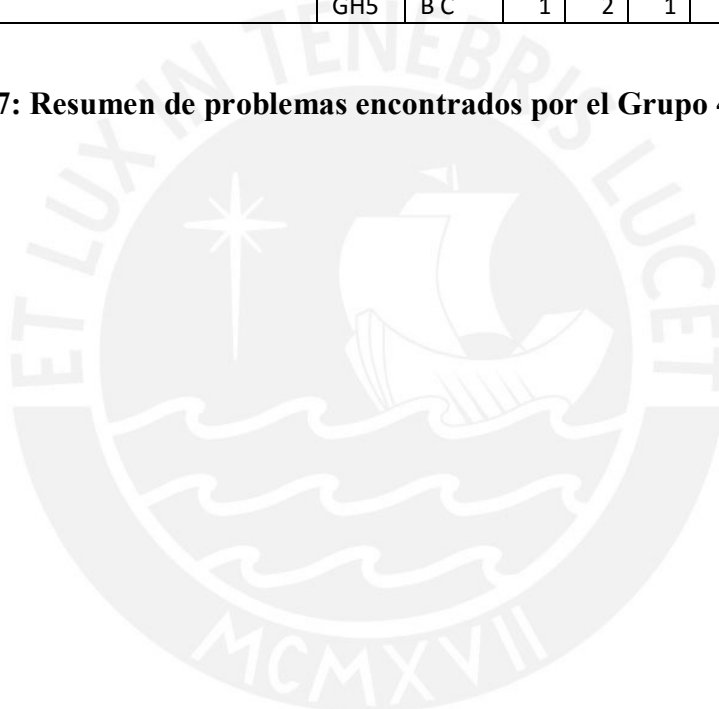
ID	Descripción	Heur.	Disp.	Crit 1	Crit 2	Crit 3	Crit 4	Crit 5	Mediana	Desv. Est.
1	Login: la imagen principal se ve muy pequeña y está separada del resto (HG1)	GH1	B	1	1	0	0	0	0	0.548
2	Login: queda mucho espacio entre la imagen de login y los botones de ingreso.	GH1	B	2	2	1	2	2	2	0.447
3	Login: los botones ocupan todo el ancho de la pantalla, la letra se ve pequeña al medio.	GH1	B	2	2	2	1	2	2	0.447
4	Login: el botón regístrate se ve pequeño y es opacado por los otros 2 botones	GH1	B	2	1	2	2	1	2	0.548
5	Login: en la pantalla de bienvenida, la imagen de fondo queda cortada por la mitad	GH1	B	2	2	1	1	1	1	0.548
6	Pantalla de bienvenida: nada indica que se deba hacer swap hacia la derecha para continuar.	GH2	B	2	2	2	2	2	2	0.000
7	Pantalla de bienvenida: el botón saltar queda pequeño en la esquina superior derecha, difícil de ver.	GH1	B	2	2	2	1	2	2	0.447
8	Pantalla de menú: queda mucho espacio entre la descripción y los iconos indicadores (> o +)	GH1	B	2	2	2	2	2	2	0.000
9	Pantalla de Menú: los íconos y las descripciones son muy pequeñas, no se leen con claridad, y no se pueden agrandar.	GH3	B	2	3	2	3	2	2	0.548
10	Pantalla de menú: botón de carrito está muy separado del icono de conteo de ítems.	GH1	B	1	2	2	1	0	1	0.837
11	Pantalla Mi usuario: queda un espacio blanco muy grande sin utilizar.	GH1	B	1	1	0	0	1	1	0.548
12	Pantalla de pedidos recientes: no muestra detalle del pedido	GH9	B	2	2	2	2	2	2	0.000
13	Pantalla de pedidos recientes: queda mucho espacio entre las descripciones y los valores.	GH1	B	2	1	2	2	1	2	0.548
	Ayuda: regresa a la descripción de una oferta, mas no ofrece descripciones o ayuda en los flujos.	GH10	B	2	2	2	2	2	2	0.000
15	Ver producto: fondo no se muestra.	GH2	B	2	2	3	2	2	2	0.447



16	Ver producto: no indica que se debe seleccionar la imagen como opción. No tiene apariencia de botón.	GH2	B	3	2	2	3	2	2	0.548
17	Ver producto: Título "Agregar ingredientes" da la impresión de ser un botón.	GH4	B	2	1	2	2	2	2	0.447
18	Ver producto: Título "Quitar ingredientes" da la impresión de ser un botón.	GH4	B	1	1	0	0	0	0	0.548
19	Ver carrito: el botón eliminar no es muy visible.	GH8	B	2	1	1	1	1	1	0.447
20	Ver carrito: el botón atrás no otorga retroalimentación al presionarse	GH9	B	2	2	3	2	2	2	0.447
21	Ver carrito: las descripciones quedan muy separadas de los valores	GH1	B	2	2	1	2	1	2	0.548
22	Ver carrito: el botón cancelar orden no es muy visible.	GH2	B	1	0	1	1	1	1	0.447
23	Ver carrito: botón cancelar orden no tiene apariencia de botón	GH4	B	1	0	1	0	1	1	0.548
24	Ver carrito: el botón "atrás" parece tener un espacio muy pequeño para presionar, lo que lleva a que no funcione la mayoría de las veces.	GH6	B	2	2	3	2	2	2	0.447
25	Agregar nueva dirección: no hay indicador de que se trate de un combo box	GH3	B	2	2	2	2	2	2	0.000
26	Escoger dirección: botón atrás no reacciona correctamente.	GH6	B	3	2	3	3	2	3	0.548
27	Formas de pago: el teclado tapa el campo de comentarios, no se reacomoda automáticamente.	GH7	B	3	3	2	3	3	3	0.447
28	Formas de pago: al presionar botón continuar realizar pedido, no se pregunta para confirmar el pedido, lo que puede conducir a errores.	GH6	B C	3	3	3	3	3	3	0.000
29	Formas de pago: botón cancelar orden no tiene apariencia de botón	GH4	B C	1	2	1	1	2	1	0.548
30	Login: Botón "regístrate" no tiene apariencia de botón.	GH4	B C	1	2	1	1	2	1	0.548
31	Pantalla formas de pago: no se puede retroceder al señalar otra parte de la pantalla. Solo presionando la x.	GH2	B C	1	1	1	1	2	1	0.447
32	Proceso de compra: no hay visibilidad sobre el paso que se está realizando, o cuanto falta para terminar.	GH1 1	B C	1	2	1	2	2	2	0.548
33	Proceso de compra: no se puede regresar directamente al menú principal, sin presionar el botón cancelar.	GH2	B C	1	2	1	2	2	2	0.548

34	Pantalla escoger dirección: Si existe dirección añadida y se presiona el botón “agregar dirección”, al salir del cuadro de diálogo, pese a tener una dirección seleccionada (sigue marcada), al presionar “Continuar...” el sistema pide seleccionar nuevamente. Después de la selección el sistema sigue mostrando mensaje de error. Solo al salir y regresar se puede continuar con el proceso.	GH6	B C	2	2	2	2	2	2	0.000
35	Proceso de compra: El botón cancelar no solo cancela el proceso, también elimina los productos del carrito. Se deben volver a agregar.	GH5	B C	1	2	1	2	2	2	0.548

**Tabla 17: Resumen de problemas encontrados por el Grupo 4 (caso 1)**



## Caso 1, Grupo 5

ID	Descripción	Heuris .	Disp.	Cri t 1	Cri t 2	Cri t 3	Cri t 4	Cri t 5	Medi a	Desv.Est .
1	Login: La imagen del medio es opacada por los botones	GH1	A	2	2	2	2	2	2	0.000
2	Login: la imagen de fondo no se muestra correctamente (se ve a medias) (R)	GH2	A	2	2	2	2	2	2	0.000
3	Pantalla de Menú: Ayuda solo muestra ofertas, no descripción de procesos o cómo realizar acciones.	GH10	A	2	2	2	2	2	2	0.000
4	Pantalla Mi Usuario: las palabras en los botones del menú están mal alineadas, y se ven cortadas.	GH1	A	3	2	2	3	2	2	0.548
5	Pantalla de pedidos recientes: no se muestra detalle de los pedidos	GH3	A	1	1	1	1	1	1	0.000
6	Pantalla de Menú (opción desplegada): La descripción de los botones se muestra muy pequeña y es difícil de leer.	GH3	A	3	2	3	3	3	3	0.447
7	Ver producto: fondo no se muestra.	GH1	A	0	1	1	0	1	1	0.548
8	Ver producto: no indica que se debe seleccionar la imagen como opción. No tiene apariencia de botón.	GH2	A	2	2	2	3	2	2	0.447
9	Ver producto: la descripción de los complementos es difícil de leer, color de letra muy clara.	GH3	A	2	2	2	3	2	2	0.447
10	Ver producto: la descripción de los complementos es difícil de leer, palabras se cortan	GH1	A	3	3	3	3	3	3	0.000
11	Sección agregar ingredientes: botón "agregar" se ve cortado.	GH1	A	3	2	3	3	3	3	0.447
12	Sección agregar ingredientes: botón "agregar" no siempre reacciona.	GH9	A	3	3	3	3	3	3	0.000
13	Carrito de compras: botón "Cancel Orden" no tiene apariencia de botón.	GH5	A	2	2	3	2	2	2	0.447
14	Agregar nueva dirección: combo de distrito no tiene apariencia de lista desplegable.	GH4	A	3	3	3	2	2	3	0.548
15	Pantalla formas de pago: botones de tipo de comprobante tienen la descripción cortada.	GH1	A	3	3	3	3	3	3	0.000
16	Pantalla de pago online: botón "Pagar" se oculta por el teclado. Se debe presionar botón físico para ocultar teclado poder presionarlo.	GH1	A	3	4	3	3	3	3	0.447

17	Pantalla de pago online: presiona fuera del cuadro no lo cierra (solo presionando la x).	GH2	A	2	2	2	2	2	2	0.000
18	Pantalla de pago: Botón continuar pedido culmina el pedido, no hay mensaje de confirmación.	GH6	A	3	2	3	2	2	2	0.548
19	Formas de pago: botón cancelar orden no tiene apariencia de botón	GH4	B C A	1	2	1	1	2	1	0.548
20	Login: Botón "regístrate" no tiene apariencia de botón.	GH2	B C A	1	2	1	1	2	1	0.548
21	Pantalla formas de pago: no se puede retroceder al señalar otra parte de la pantalla. Solo presionando la x.	GH2	B C A	1	3	1	1	2	1	0.894
22	Proceso de compra: no hay visibilidad sobre el paso que se está realizando, o cuanto falta para terminar.	GH11	B C A	1	2	1	2	2	2	0.548
23	Proceso de compra: no se puede regresar directamente al menú principal, sin presionar el botón cancelar.	GH2	B C A	1	2	1	2	2	2	0.548
24	Pantalla escoger dirección: Si existe dirección añadida y se presiona el botón "agregar dirección", al salir del cuadro de diálogo, pese a tener una dirección seleccionada (sigue marcada), al presionar "Continuar..." el sistema pide seleccionar nuevamente. Después de la selección el sistema sigue mostrando mensaje de error. Solo al salir y regresar se puede continuar con el proceso.	GH6	B C A	2	2	2	1	2	2	0.447
25	Proceso de compra: El botón cancelar no solo cancela el proceso, también elimina los productos del carrito. Se deben volver a agregar.	GH5	B C A	2	2	1	2	2	2	0.447

**Tabla 18: Resumen de problemas encontrados por el Grupo 1 (caso 1)**

## Caso 2, Grupo 1

Item	Descripción	Heur.	Disp.	Crit 1	Crit 2	Crit 3	Crit 4	Crit 5	Media	StandDev
1	Login: La ayuda salta ni bien ingresado al sistema, la señalización confunde.	NH10	C	2	2	1	2	2	2	0.447
2	Transferencia a terceros: No es muy claro cómo continuar en el flujo, una vez que se llega al ingreso de datos para enviar confirmacion	NH7	C	2	1	2	1	2	2	0.548
3	Transferencia a terceros: Solo se puede salir del flujo presionando el botón "atrás", algo que no es natural (no hay opción presente). .	NH6	C	2	2	2	2	2	2	0.000
4	Transferencia a terceros: Cuando se selecciona una cuenta de terceros guardada como favorita, si bien se muestra ser el paso 2 y el botón "confirmar", no hay indicativo de que sea el último paso, y la transferencia se realiza.	NH5	C	2	3	3	3	2	3	0.548
5	Consulta de Movimientos: La lista da la impresión de tener funcionalidad (son como botones).	NH4	C	2	2	2	2	2	2	0.000
6	Opciones: No hay forma explícita de salir de la pantalla, solo presionando el botón físico del dispositivo.	NH7	C	2	2	2	2	2	2	0.000
7	Transferencia: Agregar correo para confirmación, al buscar en la lista de contactos, no se ofrece botón de regresar en caso de no encontrar el contacto deseado.	NH3	C	2	2	2	2	2	2	0.000
8	Transferencia: Agregar correo para confirmación, una vez agregado un contacto, si se desea eliminar, se tiene que presionar el botón con la "x", que no es fácil de ver por su color (es casi transparente).	NH7	C	2	2	2	2	2	2	0.000

9	Menu Principal: Muchas opciones confunden y no son fáciles de navegar	NH6	C	2	2	2	2	2	2	0.000
10	Pantalla de consultas: El presionar en las categorías (consulta de cuentas, tarjetas, créditos, certificados, etc) tienen diferentes tipos de resultado, incluso algunas no muestran nada.	NH4	C	2	2	2	2	2	2	0.000
11	Pantalla de Consultas: Al seleccionar el detalla del crédito, no se muestra nada, pero la opción responde como botón, da la impresión de ser un fallo.	NH1	C	2	2	2	2	2	2	0.000
12	No se puede saltar facilmente entre procesos (cancelar y comenzar otros), ya que necesariamente se tiene que regresar hasta la pantalla de consultas.	NH7	C	2	2	2	2	2	2	0.000

**Tabla 19: Resumen de problemas encontrados por el Grupo 1 (caso 2)**

## Caso 2, Grupo 2

Item	Descripción	Heuris.	Disp.	Crit 1	Crit 2	Crit 3	Crit 4	Crit 5	Media	Desv.St.
1	Pantalla de inicio de sesión: se corta la última línea (¿Qué es la clave de internet?)	GH1	A	2	2	3	2	2	2	0.373
2	Pantalla de consultas: Nro de cuentas se cortan.	GH1	A	3	3	3	3	3	3	0.000
3	Pantalla de Movimientos: Boton "Guardar fecha de pago", se corta la descripción.	GH1	A	2	2	2	2	2	2	0.000
4	Pantalla de Movimientos: El botón transferencia, se corta la descripción	GH1	A	3	3	3	3	3	3	0.000
5	Transferencia: La descripción del la moneda se corta.	GH1	A	2	2	2	2	2	2	0.000
6	Pantalla de consultas: La ayuda solo muestra simple navegación, pero no muestra el proceso o describe los objetos en pantalla.	GH10	A	2	2	2	2	2	2	0.000
7	Pantalla de inicio de sesión: Se aprecian los bordes de la pantalla.	GH1	B	2	2	2	2	1	2	0.373
8	Pantalla de inicio de sesión, los botones inferiores están muy alejados de la parte principal.	GH1	B,D	1	2	2	2	1	2	0.472
9	Pantalla de inicio de sesión: el espacio libre inferior es muy desproporcionado.	GH1	B,D	1	2	2	1	1	1	0.472
10	Pantalla de inicio de sesión: el teclado aparece muy alejado del campo que se desea llenar. No mantiene relación.	GH7	B	2	2	2	2	2	2	0.000
11	Pantalla de consultas: El presionar en las categorías (consulta de cuentas, tarjetas, créditos, certificados, etc) tienen diferentes tipos de resultados, incluso algunas no muestran nada.	GH2	A,B,C,D	2	2	2	2	2	2	0.000
12	Pantalla de consultas: La ayuda solo muestra simple navegación, pero no muestra el proceso o describe los objetos en pantalla.	GH3	A,B,C,D	2	2	2	2	2	2	0.000
13	Pantalla de consultas: El menú ocupa casi la totalidad de la pantalla, escondiendo las consultas, pero dejando mucho espacio entre las etiquetas y los íconos, haciendo la relación muy complicada.	GH1	B	2	2	2	2	2	2	0.000

14	Pantalla de Consultas: Al seleccionar el detalla del crédito, no se muestra nada, pero la opción responde como botón, da la impresión de ser un fallo.	GH2	A,B,C,D	2	2	2	2	2	2	0.000
15	Pantalla de Consultas: La barra lateral de opciones (que solo muestra íconos), no se expande al presionar y arrastrarla (necesariamente hay que presionar el botón superior.	GH4	A,B,C,D	2	2	2	2	2	2	0.000
16	Pantalla de consultas: el botón superior que expande el menú está desubicado con respecto al resto de botones.	GH2	B	2	2	2	2	2	2	0.000
17	Transferencia: La descripción de la moneda se corta.	GH1	A,D	2	2	3	2	2	2	0.373
18	Transferencia: Al querer ingresar el monto, el campo de ingreso se posiciona en la parte superior de la pantalla, mientras que el teclado aparece en la parte inferior, dejando un enorme espacio en blanco entre ellos, y haciendo difícil hacer la relación entre los 2.	GH1	B	3	3	3	3	3	3	0.000
19	Transferencia: Algunas veces, después de ingresar el monto para la transferencia, el teclado numérico permanece cuando ya se ha seleccionado una transferencia frecuente (no se necesita agregar un número).	GH6	A,B,C,D	2	2	2	2	2	2	0.000
20	Pago de Servicios: botón continuar al lado inferior es muy pequeño a comparación con el resto de los ítems en la pantalla. La descripción es difícil de leer.	GH2	B,D	3	2	3	2	2	2	0.472
21	Pago de Servicios: Al seleccionar la cuenta para descontar el pago, la pantalla quita sus opciones de regresar/avanzar, obligando al usuario a utilizar otras alternativas. No es claro el camino a seguir.	GH11	A,B,C,D	3	2	3	2	2	2	0.472
22	Opciones: No hay forma explícita de salir de la pantalla, solo presionando el botón físico del dispositivo.	GH2	A,B,C,D	3	2	2	2	2	2	0.373
23	Menu Principal: Muchas opciones confunden y no son fáciles de navegar	GH11	A,B,C,D	2	2	2	2	2	2	0.000



24	Transferencia a terceros: Solo se puede salir del flujo presionando el botón "atrás", algo que no es natural (no hay opción presente). .	GH8	A,B,C,D	2	2	2	2	2	2	0.000
25	No se puede saltar fácilmente entre procesos (cancelar y comenzar otros), ya que necesariamente se tiene que regresar hasta la pantalla de consultas.	GH8	A,B,C,D	2	2	2	2	2	2	0.000

**Tabla 20: Resumen de problemas encontrados por el Grupo 2 (caso 2)**

**Leyenda de dispositivos:**

A: J1

B: Tab E

C: S6

D: Lenovo Phab



### A3. Fotografías adicionales



**Figura 15: Dispositivos y las instrucciones para evaluador**



**Figura 16: Evaluador y área para la sesión**

## A4. Capturas de pantalla

Pantallazos y ejemplos de algunos de los problemas encontrados por los evaluadores:

### Caso 1:

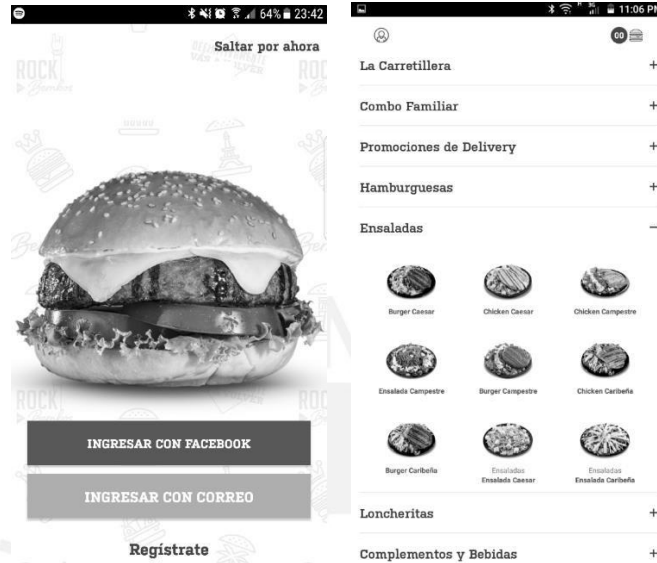
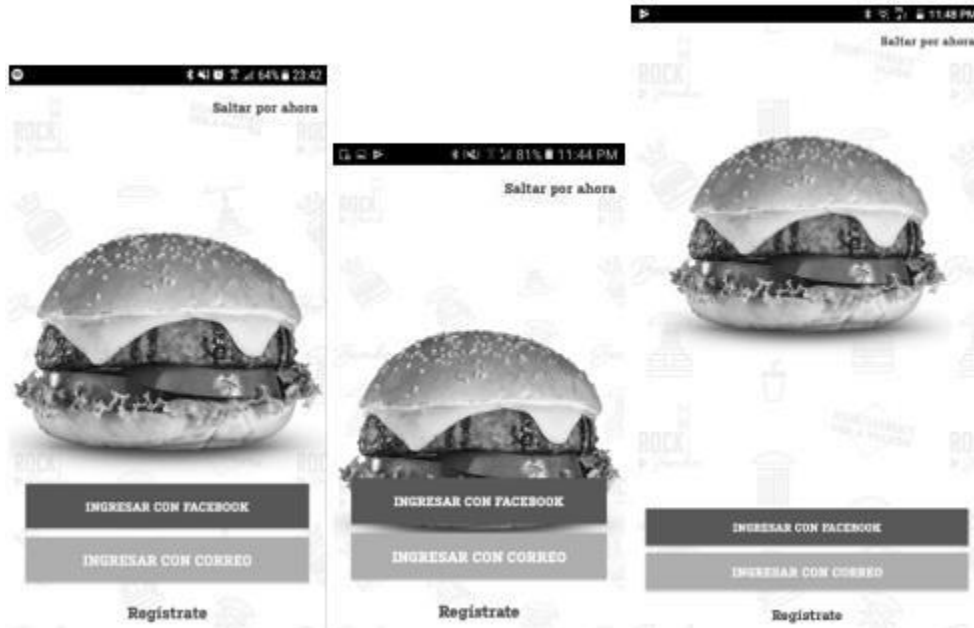


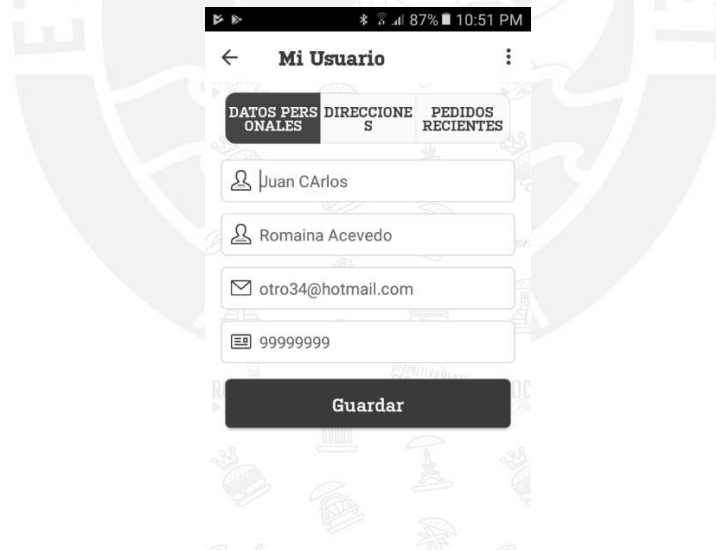
Figura 17: Pantalla de login y menú principal de la aplicación



Figura 18: Pantalla de selección de combos



**Figura 19: Comparación de pantalla de Login de la aplicación (Caso 1). Dispositivos, de izquierda a derecha: Normal, Small y Xlarge.**



**Figura 20: Descripción de opciones cortadas en el menú de opciones. Dispositivo: Small.**

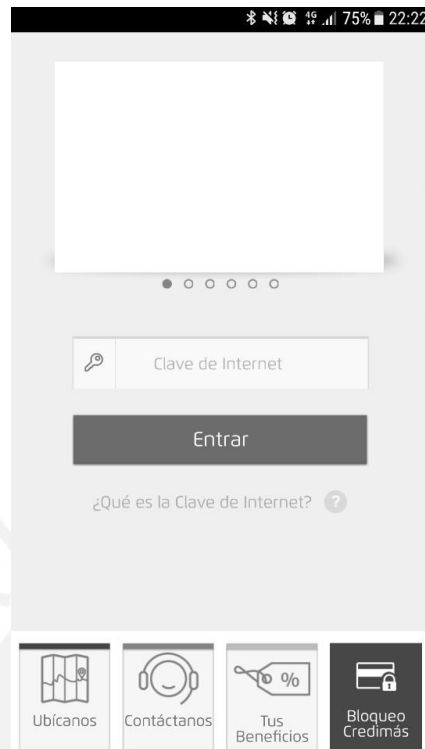


Figura 21: Botón “Agregar” es cortado. Dispositivo Small.

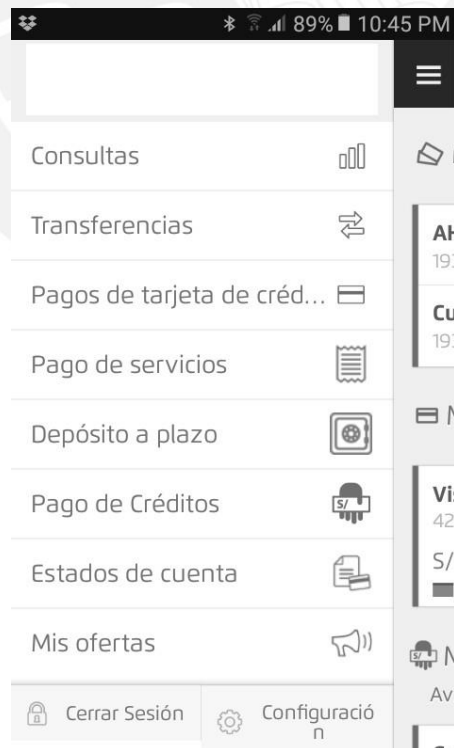


Figura 22: Descripciones muy pequeñas en XLarge.

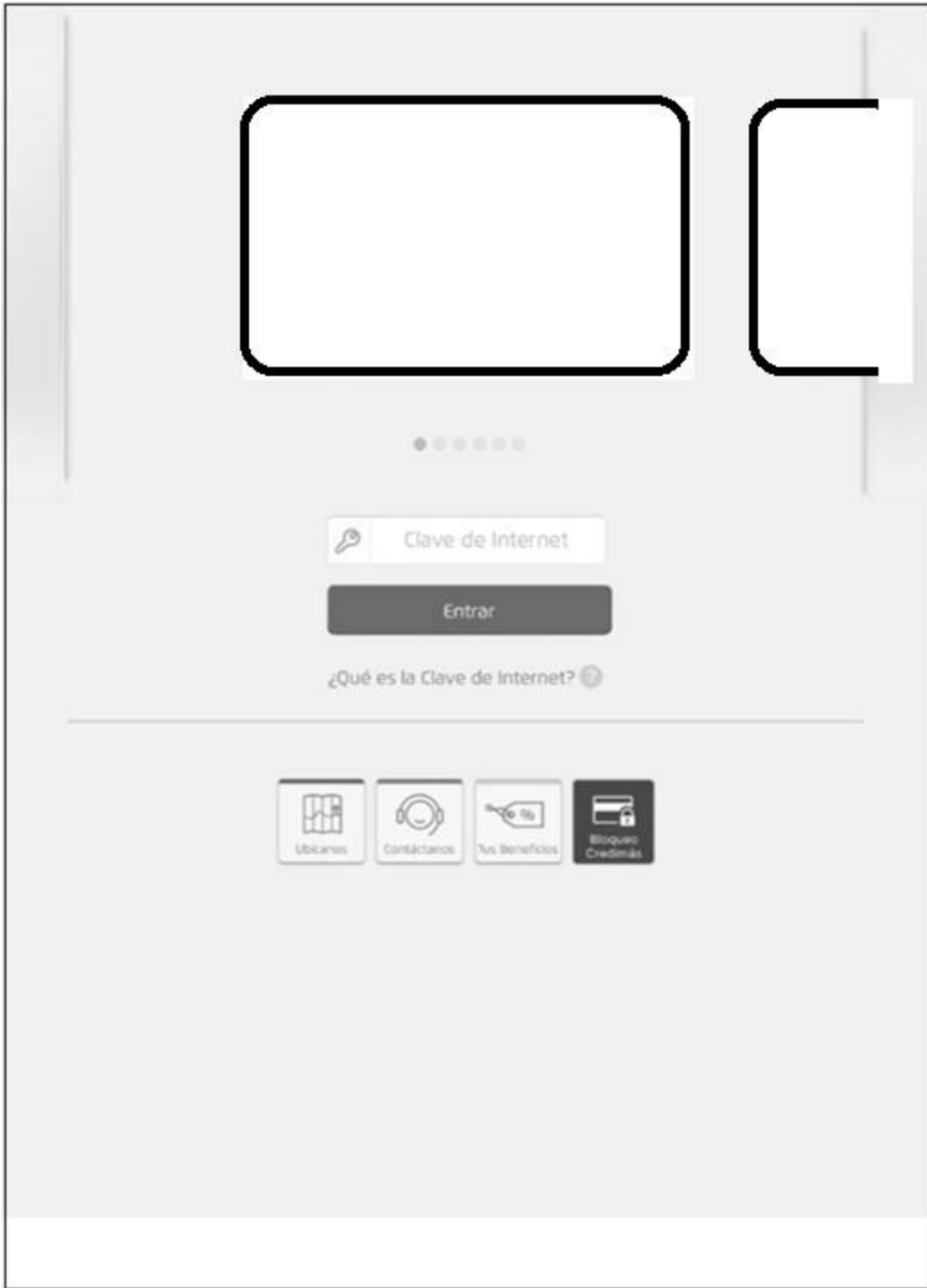
## Caso 2:



**Figura 23: Pantalla de login del aplicativo.**



**Figura 24: Menu principal desplegado al lado izquierdo**



**Figura 25: Pantalla principal en XLarge, mostrando bordes e imágenes fuera de foco.**



**Figura 26: Pantalla de Login en el Modelo Small, ocultando parte de las opciones.**



**Figura 27: Números de cuenta cortados en pantalla de consulta.**



## A5. Detalle de los casos de estudio

### Caso 1: Detalle de problemas relacionados con el tamaño de pantalla encontrados por los grupos G2 y G3 (Heurísticas de Nielsen)

Se asignó la heurística de Nielsen que más se acerca a la descripción del problema.

Item	Descripcion	Grupo	Dispositivo	NH
1	Login: la imagen principal se ve muy pequeña y está separada del resto	G2	B	NH8
2	Pantalla de bienvenida: el botón saltar queda pequeño en la esquina superior derecha, difícil de ver.	G2	B	NH8
3	Ver carrito: el botón cancelar orden no es muy visible.	G2	B	NH8
4	Formas de pago: el teclado tapa el campo de comentarios, no se reacomoda automáticamente.	G2	B	NH3
5	Login: La imagen del medio es opacada por los botones	G3	A	NH8
6	Pantalla Mi Usuario: las palabras en los botones del menú están mal alineadas, y se ven cortadas.	G3	A	NH8
7	Ver producto: la descripción de los complementos es difícil de leer, palabras se cortan	G3	A	NH8
8	Sección agregar ingredientes: botón "agregar" se ve cortado.	G3	A	NH8
9	Pantalla formas de pago: botones de tipo de comprobante tienen la descripción cortada.	G3	A	NH8
10	Pantalla de pago online: botón "Pagar" se oculta por el teclado. Se debe presionar botón físico para ocultar teclado poder presionarlo.	G3	A	NH8

**Tabla 21: Problemas encontrados por grupo G2 y G3 (Caso 1)**

**Caso 1: Detalle de problemas relacionados con el tamaño de pantalla encontrados por los grupos G4 y G5**

Item	Descripcion	Grupo	GH	Dispositivo
1	Login: la imagen principal se ve muy pequeña y está separada del resto	G4	GH1	B
2	Login: queda mucho espacio entre la imagen de login y los botones de ingreso.	G4	GH1	B
3	Login: los botones ocupan todo el ancho de la pantalla, la letra se ve pequeña al medio.	G4	GH1	B
4	Login: el botón regístrate se ve pequeño y es opacado por los otros 2 botones	G4	GH1	B
5	Login: en la pantalla de bienvenida, la imagen de fondo queda cortada por la mitad	G4	GH1	B
6	Pantalla de bienvenida: el botón saltar queda pequeño en la esquina superior derecha, difícil de ver.	G4	GH1	B
7	Pantalla de menú: queda mucho espacio entre la descripción y los iconos indicadores (> o +)	G4	GH1	B
8	Pantalla de menú: botón de carrito está muy separado del icono de conteo de ítems.	G4	GH1	B
9	Pantalla Mi usuario: queda un espacio blanco muy grande sin utilizar.	G4	GH1	B
10	Pantalla de pedidos recientes: queda mucho espacio entre las descripciones y los valores.	G4	GH1	B
11	Ver carrito: las descripciones quedan muy separadas de los valores	G4	GH1	B
12	Login: La imagen del medio es opacada por los botones	G5	GH1	A
13	Pantalla Mi Usuario: las palabras en los botones del menú están mal alineadas, y se ven cortadas.	G5	GH1	A
14	Ver producto: fondo no se muestra.	G5	GH1	A
15	Ver producto: la descripción de los complementos es difícil de leer, palabras se cortan	G5	GH1	A
16	Sección agregar ingredientes: botón "agregar" se ve cortado.	G5	GH1	A
17	Pantalla formas de pago: botones de tipo de comprobante tienen la descripción cortada.	G5	GH1	A
18	Pantalla de pago online: botón "Pagar" se oculta por el teclado. Se debe presionar botón físico para ocultar teclado poder presionarlo.	G5	GH1	A

**Tabla 22: Problemas encontrados por grupo G4 y G5 (Caso 1)**

**Caso 2: Detalle de problemas relacionados con el tamaño de pantalla encontrado por el grupo G2**

ID	Problema	Dispo.	Media Criticidad
1	Pantalla de inicio de sesión: se corta la última línea (¿Qué es la clave de internet?)	A	2
2	Pantalla de consultas: Nro de cuentas se cortan.	A	3
3	Pantalla de Movimientos: Botón “Guardar fecha de pago”, se corta la descripción.	A	2
4	Pantalla de Movimientos: El botón transferencia, se corta la descripción	A	3
5	Transferencia: La descripción de la moneda se corta.	A	2
6	Pantalla de inicio de sesión: Se aprecian los bordes de la pantalla.	B	2
7	Pantalla de inicio de sesión, los botones inferiores están muy alejados de la parte principal.	B, D	2
8	Pantalla de inicio de sesión: el espacio libre inferior es muy desproporcionado.	B, D	1
9	Pantalla de consultas: El menú ocupa casi la totalidad de la pantalla, escondiendo las consultas, pero dejando mucho espacio entre las etiquetas y los íconos, haciendo la relación muy complicada.	B	2
10	Pago de servicio: La descripción de la moneda se corta.	A, D	2
11	Transferencia: Al querer ingresar el monto, el campo de ingreso se posiciona en la parte superior de la pantalla, mientras que el teclado aparece en la parte inferior, dejando un enorme espacio en blanco entre ellos, y haciendo difícil hacer la relación entre los 2.	B	3

**Tabla 23: Problemas encontrados por grupo G2 (Caso 2)**

**Leyenda de dispositivos:**

A: Modelo Small

B: Modelo Xlarge

C: Modelo Normal

D: Modelo Large