

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

**DISEÑO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL ANDROID PARA CLASIFICAR Y  
MEJORAR EL PROCESO DE ENTREGA DE NOTIFICACIONES DE GMAIL Y  
WHATSAPP**

Trabajo final de investigación aplicada sometido a la consideración de la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Computación e Informática para optar al grado y título de Maestría Profesional en Computación e Informática

**HERIBERTO UREÑA MADRIGAL**

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica

2020

## **DEDICATORIA**

A mis padres, Emilce Madrigal Delgado y Heriberto Ureña Calderón, por enseñarme el significado de humildad y trabajo en la vida.

A mis hermanas, Katy y Dulce y a mi sobrina Emma, porque siempre me demuestran que el apoyo familiar nunca me va a faltar.

A mis abuelos, las personas más humildes y luchadoras que conozco.

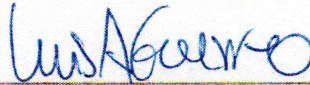
A Jhoe, mi tercera hermana.

A Kri, por todo el amor y el apoyo incondicional que me da cada día.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi director de TFIA, Gustavo López, por todo el apoyo y conocimiento brindado durante todo este proceso de investigación. Al grupo de USING por toda la ayuda y las recomendaciones durante cada una de las sesiones de reunión. A Sebitas, Richie y Estebitan por todo el apoyo que me brindan siempre. Finalmente, a la Universidad de Costa Rica, por haberme dado tanto en tan poco tiempo y ayudarme a formar el profesional que soy actualmente.

"Este trabajo final de investigación aplicada fue aceptado por la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Computación e Informática de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar por el grado y título de Maestría Profesional en Computación e Informática."



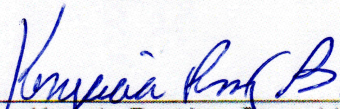
---

Dr. Luis Guerrero Blanco  
Representante del Decano  
Sistema de Estudios de Posgrado



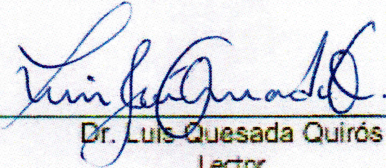
---

Dr. Gustavo López Herrera  
Director de tesis



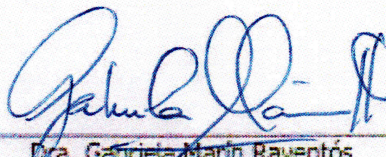
---

Dra. Kryscia Ramírez Benavides  
Lectora



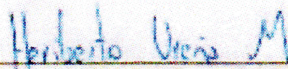
---

Dr. Luis Quesada Quirós  
Lector



---

Dra. Gabriela Marín Raventós  
Directora del programa de Posgrado en Computación e  
Informática



---

Heriberto Urefia Madrigal  
Sustentante

# CONTENIDO

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTOS .....	iii
HOJA DE APROBACIÓN.....	iv
RESUMEN .....	vi
ABSTRACT .....	vii
LISTA DE TABLAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	viii
INTRODUCCIÓN .....	1
Justificación .....	1
Objetivos.....	2
Estructura .....	2
ESTADO DEL ARTE.....	3
Marco Conceptual.....	5
METODOLOGÍA .....	7
4.1 Diseño.....	7
4.2 Implementación.....	8
4.3 Validación .....	10
RESULTADOS .....	12
CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO.....	16
5.1 Trabajo futuro .....	16
REFERENCIAS.....	18
ANEXOS.....	20
Anexo 1. Artículo publicado .....	20
Anexo 2. Cuestionario clasificador de notificaciones .....	31
Anexo 3. Diario de usuario .....	34

## RESUMEN

Existen muchos sistemas dedicados a clasificar y entregar notificaciones a los usuarios en diferentes momentos del día. Sin embargo, no hay muchos estudios que demuestren la efectividad de estos sistemas en situaciones del mundo real. El método propuesto, clasifica y prioriza las notificaciones analizando solo el contenido de la notificación y el remitente del mensaje.

Para desarrollar el método propuesto, se tuvieron que realizar una serie de encuestas para recopilar información valiosa, tal es el caso de las palabras en español que los usuarios consideran importantes, aplicaciones que presentan mayor flujo de notificaciones y momentos apropiados para atender el celular. Esta información resultó de suma importancia debido a la falta de estudios similares al sistema propuesto en situaciones del mundo real.

De la misma manera, se desarrolló una aplicación móvil que implementa este método de clasificación y priorización de notificaciones. Para la evaluación del sistema se utilizaron diarios de usuario que permitieron estudiar el comportamiento del sistema en situaciones del mundo real. Así mismo, durante la evaluación, el cuestionario de experiencia de usuario es una técnica que se puede utilizar para evaluar si la aplicación propuesta ha cumplido con las expectativas del usuario desde las dimensiones de experiencia de usuario.

Los resultados obtenidos del cuestionario de experiencia de usuario son muy positivos, en la mayoría de los casos, están por encima de la media según la referencia de UEQ. A pesar de los buenos resultados obtenidos, aspectos como la estimulación y la creatividad, son aspectos de la experiencia de usuario que se pueden mejorar en el futuro para motivar a los usuarios a utilizar el sistema.

## **ABSTRACT**

At present, there are systems in charge of classifying and sending notifications to smart devices at different times. However, there are not many studies that demonstrate the effectiveness of these systems in real world settings. We propose a method that classifies and prioritizes notifications analyzing only the content of the notification and the sender of the message. We also developed a system implementing this method. User diaries were used to analyze the behavior of the system in real world situations, and the results showed the implemented system significantly reduces interruptions to users. Additionally, the user experience of the system was evaluated through the standardized questionnaire UEQ (User Experience Questionnaire). The results obtained were positive in most of the scales of this instrument, above the average according to UEQ benchmarks. However, aspects such as stimulation and creativity can be improved in the future to motivate users to use the system.

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Clasificación prioritaria de una notificación .....	8
<b>Tabla 2.</b> Valores medio para cada dimensión del UEQ.....	14

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Línea de tiempo de artículos sobre trabajos relacionados.....	4
<b>Figura 2.</b> Prototipo inicial del sistema propuesto. ....	8
<b>Figura 3.</b> Notificación entregada en un <i>breakpoint</i> determinado.....	9
<b>Figura 4.</b> Pantalla de notificaciones clasificadas. ....	9
<b>Figura 5.</b> Diagrama de flujo del funcionamiento del sistema.....	11
<b>Figura 6.</b> Versión final de la aplicación desarrollada. ....	13
<b>Figura 7.</b> Sentimientos de los usuarios durante la ejecución del sistema propuesto. ....	13
<b>Figura 8.</b> Porcentaje de notificaciones mal clasificadas. ....	14
<b>Figura 9.</b> Gráfico de los resultados de la escala UEQ. ....	15
<b>Figura 10.</b> Comparativa del clasificador de notificaciones. ....	15





**Autorización para digitalización y comunicación pública de Trabajos Finales de Graduación del Sistema de Estudios de Posgrado en el Repositorio Institucional de la Universidad de Costa Rica.**

Yo, Heriberto Ureña Madrigal, con cédula de identidad 115090349, en mi condición de autor del TFG titulado DISEÑO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL ANDROID PARA CLASIFICAR Y MEJORAR EL PROCESO DE ENTREGA DE NOTIFICACIONES DE GMAIL Y WHATSAPP

Autorizo a la Universidad de Costa Rica para digitalizar y hacer divulgación pública de forma gratuita de dicho TFG a través del Repositorio Institucional u otro medio electrónico, para ser puesto a disposición del público según lo que establezca el Sistema de Estudios de Posgrado. SI  NO \*

\*En caso de la negativa favor indicar el tiempo de restricción: 1 año y 2 meses año (s).

Este Trabajo Final de Graduación será publicado en formato PDF, o en el formato que en el momento se establezca, de tal forma que el acceso al mismo sea libre, con el fin de permitir la consulta e impresión, pero no su modificación.

Manifiesto que mi Trabajo Final de Graduación fue debidamente subido al sistema digital Kerwá y su contenido corresponde al documento original que sirvió para la obtención de mi título, y que su información no infringe ni violenta ningún derecho a terceros. El TFG además cuenta con el visto bueno de mi Director (a) de Tesis o Tutor (a) y cumplió con lo establecido en la revisión del Formato por parte del Sistema de Estudios de Posgrado.

**INFORMACIÓN DEL ESTUDIANTE:**

Nombre Completo: Heriberto Ureña Madrigal

Número de Carné: B06432 Número de cédula: 115090349

Correo Electrónico: burenam17@gmail.com

Fecha: 08 enero 2021 Número de teléfono: 83104213

Nombre del Director (a) de Tesis o Tutor (a): Dr. Gustavo López Herrera

*Heriberto Ureña M*

**FIRMA ESTUDIANTE**

Nota: El presente documento constituye una declaración jurada, cuyos alcances aseguran a la Universidad, que su contenido sea tomado como cierto. Su importancia radica en que permite abreviar procedimientos administrativos, y al mismo tiempo genera una responsabilidad legal para que quien declare contrario a la verdad de lo que manifiesta, puede como consecuencia, enfrentar un proceso penal por delito de perjurio, tipificado en el artículo 318 de nuestro Código Penal. Lo anterior implica que el estudiante se vea forzado a realizar su mayor esfuerzo para que no sólo incluya información veraz en la Licencia de Publicación, sino que también realice diligentemente la gestión de subir el documento correcto en la plataforma digital Kerwá.

# CAPÍTULO 1

## INTRODUCCIÓN

Actualmente la posesión de dispositivos móviles e inteligentes, tales como celulares y relojes inteligentes, ha incrementado notablemente y se han convertido en los dispositivos de preferencia para que las personas accedan a la información digital y permanezcan en contacto con otras personas [1]. De la misma manera, la cantidad de información que un usuario procesa diariamente incrementa considerablemente dado que muchas veces utiliza simultáneamente varios dispositivos a la vez [2] significando un aumento en las desatenciones e interrupciones en las actividades que se realizan diariamente [3].

Generalmente, tanto los dispositivos móviles como los inteligentes vienen integrados con funcionalidades que permiten entregar notificaciones al usuario de las diferentes aplicaciones que tiene instaladas en los dispositivos [4]. Sin embargo, estas notificaciones normalmente se muestran en tiempo real, por lo que en la mayoría de los casos son entregadas en momentos inoportunos del día causando distracciones y disminuyendo la atención de las personas en las diferentes tareas que realizan [5].

Existen estudios que demuestran que la interacción de las personas con dispositivos móviles está asociada con un bajo rendimiento durante la realización de tareas [6]. Por lo que, previo a esta investigación se realizó una revisión de literatura sobre el manejo que le dan los dispositivos móviles a las notificaciones, para conocer diferentes formas y momentos utilizados por parte de las aplicaciones para entregarlas al usuario. Después de realizar la revisión de literatura surge la siguiente pregunta de investigación: ¿De qué manera se pueden disminuir las interrupciones causadas por la forma en la que se muestran actualmente las notificaciones móviles al usuario?

### **Justificación**

En los últimos años los dispositivos móviles y los dispositivos inteligentes son cada vez más capaces de detectar los momentos apropiados (*breakpoints*) para que los usuarios reciban notificaciones con el objetivo de disminuir las interrupciones [7]. Los estudios evaluados muestran un incremento en la creación de sistemas para gestionar las notificaciones, por ejemplo, entregar notificaciones en momentos apropiados, sin embargo, no existen revisiones sistemáticas o estudios que evalúen la eficacia de dichos sistemas en situaciones del mundo real.

Esta investigación es importante porque se propone desarrollar un sistema que entregue las notificaciones en momentos oportunos del día disminuyendo la carga cognitiva y la falta de atención para las diferentes tareas que el usuario realiza. Para lograr la implementación del sistema propuesto, se determinaron cuáles son los *breakpoints* de los usuarios para procesar notificaciones, además de cómo categorizar las notificaciones de acuerdo con diferentes prioridades previamente definidas, para poder determinar cuando entregarlas correctamente. Por lo tanto, el desarrollo de esta investigación aportará a la academia pruebas acerca de la eficacia de estos sistemas en el mundo real, las cuales actualmente no poseen muchas evidencias disponibles.

## Objetivos

El objetivo general de esta investigación es: **Diseñar un sistema de manejo de notificaciones que reduzca las interrupciones causadas por la entrega constante de notificaciones.**

Los objetivos específicos de la presente investigación incluyen:

- 1. Caracterizar las diferentes notificaciones móviles que reciben los usuarios de dispositivos del sistema operativo Android.**
- 2. Diseñar una aplicación móvil para el Sistema operativo Android que permita administrar las notificaciones de WhatsApp y Gmail recibidas con el fin de entregarlas en momentos apropiados del día.**
- 3. Evaluar la funcionalidad y la experiencia de usuario de la aplicación móvil mediante la implementación de un cuestionario de experiencia de usuario y un diario de estudio.**

## Estructura

Este documento está organizado de la siguiente manera. En el capítulo 2 se muestra un estado del arte con los resultados obtenidos de la revisión de literatura efectuada. En el capítulo 3, se detalla un marco conceptual que explica conceptos importantes para entender esta propuesta. En el capítulo 4 se describe la metodología a seguir. Posteriormente, el capítulo 5 presenta los resultados. Por último, el capítulo 6 resalta las conclusiones y el trabajo futuro de la investigación.

## CAPÍTULO 2

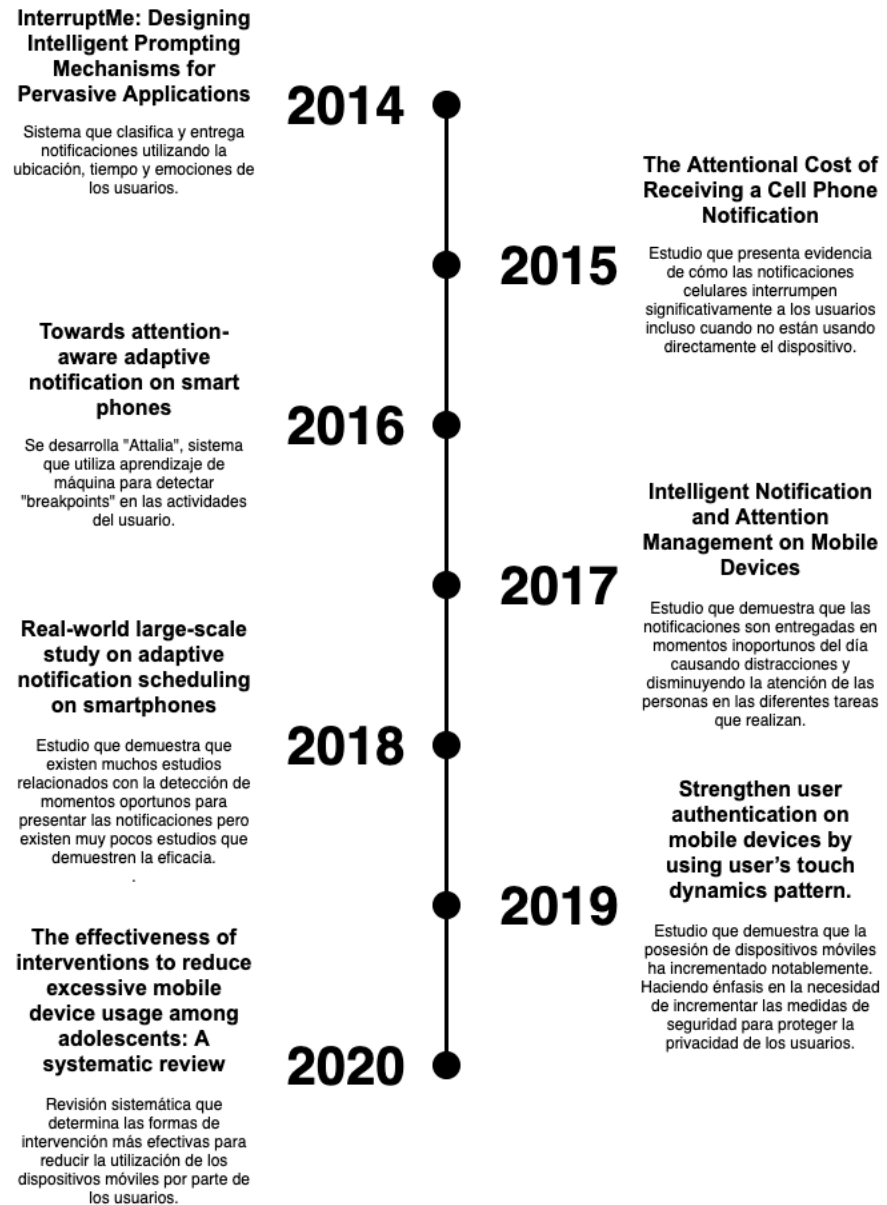
### ESTADO DEL ARTE

Existen trabajos de investigación relacionados a la pérdida de atención en las personas durante la recepción de notificaciones provenientes de dispositivos móviles o inteligentes. Tal es el caso del artículo: "*Silence Your Phones*": *Smartphone Notifications Increase Inattention and Hyperactivity Symptoms* [8]. En este artículo, los autores mencionan como las interrupciones derivadas de las notificaciones pueden causar déficit atencional en personas que no han sido diagnosticadas con este trastorno.

Durante la revisión de literatura también se encontraron estudios que mencionan algunas alternativas para disminuir la falta de atención en las personas causadas por el uso de dispositivos móviles. Una de ellas consiste en las intervenciones basadas en aplicación [3], es decir informan al usuario cuánto tiempo ha estado utilizando ciertas aplicaciones. De la misma manera, se encontraron estudios que sugieren entregar las notificaciones en diferentes *breakpoints* entre actividades de las personas, con el fin de evitar las constantes interrupciones causadas por las notificaciones [9].

Existen varios estudios relacionados a la implementación de sistemas que manipulan las notificaciones móviles para tratar de mostrar alertas en un momento oportuno. Tal es el caso de *Attelia*. En el año 2016, los autores de esta investigación desarrollaron un sistema que utiliza aprendizaje de máquina para reconocer *breakpoints* durante las actividades del usuario que podían ser utilizados por otras aplicaciones para entregar sus notificaciones de una manera menos intrusiva [2]. El sistema propuesto en esta investigación no solamente busca detectar momentos oportunos si no también clasificar y entregar las notificaciones al usuario. Por otro lado, *InterrupMe* es un sistema desarrollado en el año 2014 que utiliza parámetros como la, la actividad que está realizando y las emociones del usuario para determinar los momentos oportunos para entregar notificaciones [10]. El sistema que proponemos en esta investigación difiere de *InterrupMe*, en que no utiliza parámetros ni sensores externos para clasificar la notificación, solo analiza el texto y el emisor del mensaje.

En resumen, la figura 1 muestra una línea de tiempo con una breve explicación de los principales estudios incluidos en esta investigación junto con el año de publicación. En el siguiente capítulo se explicarán los conceptos necesarios para entender correctamente el trabajo realizado en esta investigación.



**Figura 1.** Línea de tiempo de artículos sobre trabajos relacionados

## CAPÍTULO 3

### Marco Conceptual

Con el fin de entender la idea principal de esta propuesta de trabajo final de investigación aplicada (TFIA) es necesario explicar cuatro conceptos. Esos conceptos son atención humana, interrupciones *breakpoint* y notificaciones. Adicionalmente se explican los conceptos de sensores y diarios de usuario, requeridos para entender la evaluación de los resultados obtenidos en esta investigación.

En primer lugar, es importante entender el concepto de **atención humana**, el cual consiste en la aplicación voluntaria de la actividad mental o de los sentidos de una persona a un determinado estímulo u objeto [11]. De la misma manera, un concepto que está muy relacionado a la atención humana es el de **interrupción**, definido como detenimiento o impedimento en la atención de una persona hacia una actividad específica [11].

Esta investigación tiene como propósito mejorar la manera en la que son entregadas las notificaciones a los usuarios, por lo que es importante definir el significado de **breakpoint**. Un *breakpoint* consiste en el límite entre dos actividades del usuario que define un buen momento para realizar acciones y reducir el impacto de interrupciones en las actividades de la persona [12].

Es importante destacar que los momentos oportunos no son iguales para todas las personas, por ejemplo, una persona puede considerar oportuno recibir notificaciones durante la hora de almuerzo, sin embargo, para otras personas puede resultar intrusivo. Es por eso que este trabajo de investigación busca definir los momentos apropiados para cada uno de los usuarios.

Debido a las diferentes herramientas y marcos de trabajo que Android provee para manipular las notificaciones recibidas por el dispositivo, el sistema propuesto en esta investigación será desarrollada en dicho sistema operativo. Google, en su sitio oficial para los desarrolladores de aplicaciones móviles, define la **notificación** como un mensaje que Android muestra a los usuarios cuando estén navegando fuera de la aplicación. Las notificaciones pueden ser usadas para proporcionar recordatorios, mensajes y demás información valiosa para el usuario. Además, Google define los **sensores** como dispositivos capaces de proporcionar datos con alta precisión y exactitud, útiles para monitorear el movimiento o posicionamiento tridimensional de un dispositivo [13].

Otro concepto importante de aclarar es el de **diario de usuario**, que consiste en una herramienta utilizada para recopilar información de los participantes sobre el uso o la evaluación de un sistema durante un período de tiempo. La recopilación de datos se produce mediante el registro repetitivo de

información relevante del sistema. Los diarios de usuario se aplican normalmente para recopilar información específica sobre actitudes, comportamientos o sentimientos encontrados durante la utilización del sistema [20].

Por otro lado, cabe destacar que el término de interacción humano-computador (**HCI**) se define como un campo multidisciplinario en donde la psicología y otras ciencias se unen a la informática con el objetivo de crear sistemas informáticos que sean útiles y utilizables [14].

Es importante entender los conceptos previamente explicados para entender completamente la metodología utilizada. En el siguiente capítulo se describe la metodología seguida para asegurar los objetivos planteados para este trabajo de investigación.

## **CAPÍTULO 4**

### **METODOLOGÍA**

En esta sección se definen las actividades necesarias para cumplir con cada uno de los objetivos planteados. Se utilizó un marco metodológico de Ciencias del Diseño [15], en donde se busca responder preguntas a problemas humanos mediante la creación de artefactos innovadores, contribuyendo con nuevos estudios a la academia [16]. Además, se este capítulo explica las actividades necesarias para cada una de las tres etapas: diseño, implementación y evaluación.

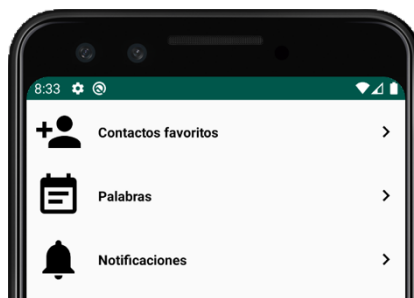
#### **4.1 Diseño**

Para responder al primer objetivo específico, se caracterizaron las diferentes notificaciones que reciben los usuarios mediante una encuesta que permitió obtener datos relevantes, tales como la cantidad de notificaciones recibidas al día, grado de urgencia y palabras claves que permitieron facilitar la implementación del sistema propuesto en este TFIA.

Esta encuesta se realizó a 60 usuarios de dispositivos móviles Android y iOS, entre 18 y 50 años, para determinar las palabras que ellos consideran clave para clasificar una notificación como urgente o importante. Las palabras claves recopiladas se utilizaron para implementar el algoritmo en el que se basa el sistema propuesto en este TFIA. De la misma manera, esta encuesta se utilizó para preguntar a los usuarios cuáles eran las dos aplicaciones que presentaban mayor flujo de notificaciones, siendo WhatsApp y Gmail los que presentaban mayor flujo. Con base en los resultados obtenidos el sistema propuesto clasificó las notificaciones de Gmail y WhatsApp. El resto de las notificaciones son mostradas al usuario normalmente y no son clasificadas ni manipuladas por el sistema propuesto. La encuesta realizada se presenta en el Anexo 2.

Por otro lado, se diseñó un prototipo de aplicación que permita validar la idea principal de la investigación. Se tomaron en cuenta las pautas establecidas por Google para crear aplicaciones móviles Android ajustadas a los estándares de navegación. El prototipo fue validado por un experto en HCI, capaz de identificar las personas encargadas de evaluar la aplicación, así como de evaluar el cuestionario creado para la evaluación de la usabilidad del prototipo. La figura 2 muestra el prototipo creado para validar la idea de esta investigación.





**Figura 2.** Prototipo inicial del sistema propuesto.

## 4.2 Implementación

Con base en el segundo objetivo, después de aplicar la retroalimentación obtenida en la fase de diseño y validar los cambios, se creó una aplicación móvil para el sistema operativo Android, disponible a partir de la versión 5.0 para garantizar al menos un acceso del 92% de los usuarios [17]. La figura 3 muestra la aplicación desarrollada.

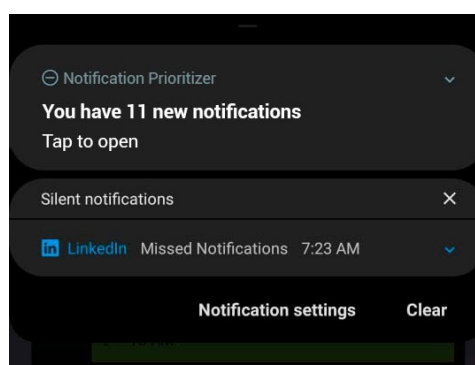
Como se explicó anteriormente, la aplicación desarrollada analiza el contenido de la notificación recibida para determinar el nivel de importancia y de urgencia. Es importante aclarar que cuando una notificación es urgente significa que requiere atención inmediata y cuando es importante significa que es previsible una atención en un largo plazo. La tabla 1 muestra las prioridades de clasificación de una notificación de acuerdo con sus niveles de urgencia y de importancia [18].

**Tabla 1.** Clasificación prioritaria de una notificación

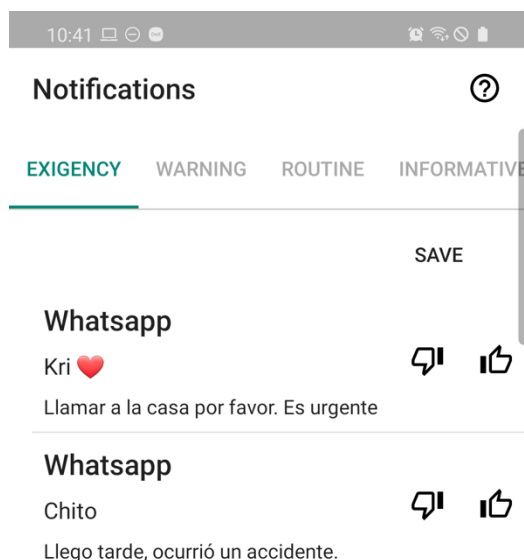
Denominación	Niveles de prioridad
Exigencia	Urgente e importante
Advertencia	Urgente pero no importante
Rutina	Importante pero no urgente
Informativa	Algo importante pero no urgente
Irrelevante	Ni urgente ni importante

Utilizando el contenido y el emisor de la notificación, se desarrolló un algoritmo que clasifica y prioriza cada notificación en una de las cinco categorías mencionadas en la tabla 1. Para el sistema propuesto, se definieron cuatro *breakpoints* estáticos para entregar los grupos de notificaciones clasificadas en

cada categoría, sin embargo, esos *breakpoints* pueden ser mejorados en un trabajo futuro para realizar la entrega de notificaciones de una manera más dinámica. Cuando la aplicación recibe una notificación que debe entregarse de inmediato o detecta un *breakpoint* para entregar un conjunto de notificaciones clasificadas envía una notificación para informar al usuario. La figura 3 muestra la funcionalidad que entrega una notificación a un usuario en un *breakpoint* determinado. Luego de presionar la notificación recibida, el usuario es redirigido a la pantalla principal de la aplicación donde se muestran las notificaciones clasificadas en las diferentes categorías. Esta pantalla permite al usuario calificar cada una de las notificaciones, esta calificación puede ser utilizada en trabajos futuros para mejorar el algoritmo. La figura 4 muestra las notificaciones clasificadas en la categoría de exigencia para un usuario específico.



**Figura 3.** Notificación entregada en un *breakpoint* determinado.



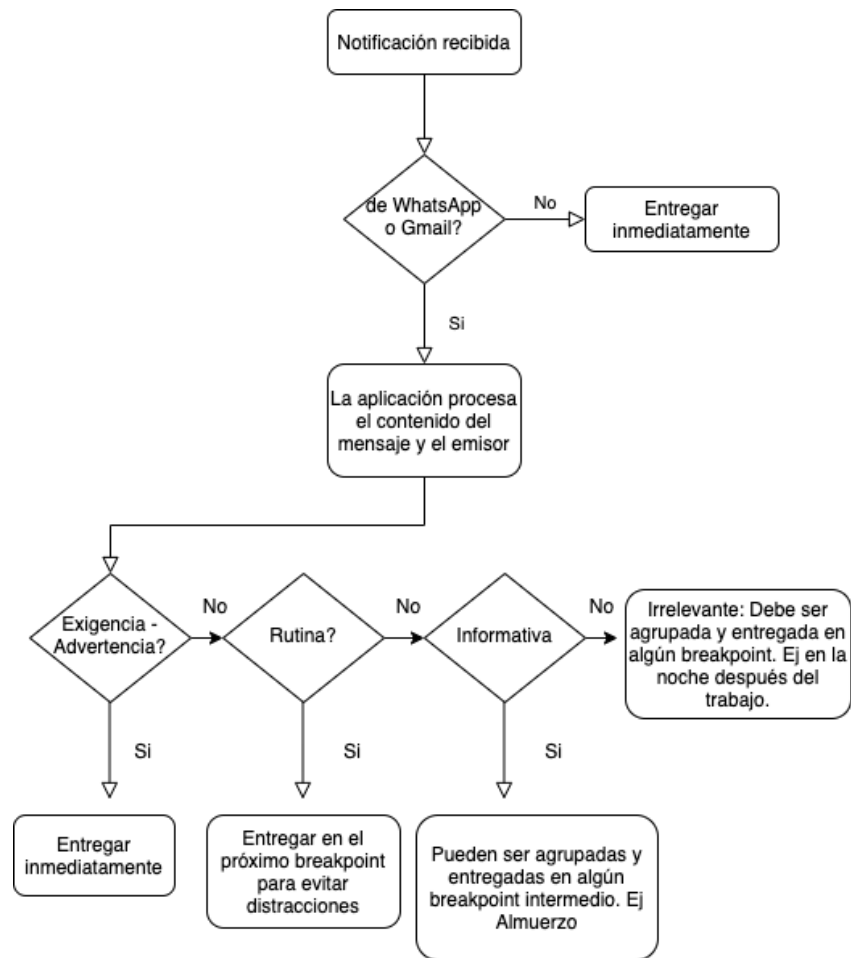
**Figura 4.** Pantalla de notificaciones clasificadas.

### **4.3 Validación**

Para validar la aplicación creada y responder al último objetivo específico, se evaluó la aplicación con ocho usuarios mientras utilizaban el sistema en situaciones del mundo real. El diario constó de un cuestionario en línea con cinco preguntas que el usuario debió completar diariamente durante siete días. Este diario permitió extraer información relacionada con el tiempo que utilizó la aplicación, sensaciones del usuario, si se estaban realizando otras aplicaciones, entre otra información importante. En la sección del Anexo 3 se muestra el diario de usuario completo.

Con el fin de evaluar la experiencia de usuario del sistema desarrollado en esta investigación, se creó un video de un minuto de duración que muestra la funcionalidad principal del sistema. El video se evaluó junto con un cuestionario de experiencia de usuario (UEQ siglas en inglés para User Experience Questionnaire). Los resultados obtenidos del UEQ fueron comparados con los datos obtenidos de los diarios de usuario.

En la figura 5 se muestra un diagrama de flujo que explica la funcionalidad desarrollada en este método, desde que el usuario recibe la notificación hasta que la misma es procesada por el algoritmo y clasificada en una de las categorías propuestas. De la misma manera, el diagrama explica el proceso para las notificaciones que no pertenecen a WhatsApp o Gmail. En el siguiente capítulo se muestran y analizan los resultados obtenidos durante la elaboración de este trabajo de investigación.



**Figura 5.** Diagrama de flujo del funcionamiento del sistema.

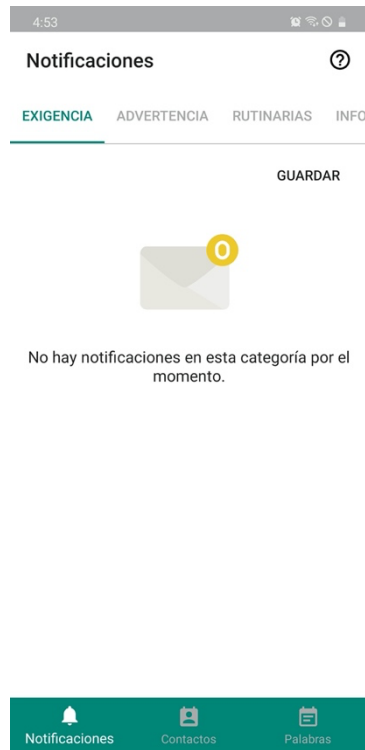
## CAPÍTULO 5

### RESULTADOS

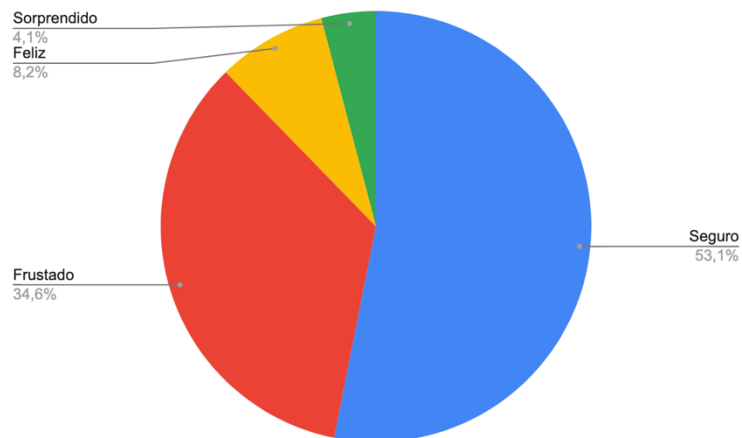
Para este TFIA se publicó el artículo "*A mobile application for improving the delivery process of notifications*", enviado a la conferencia *ICITS`21 – The 2021 International Conference on Information Technology & Systems* a llevarse a cabo en Santa Elena, Ecuador en Febrero del 2021. Este artículo es incluido en el Anexo 1. Como se mencionó anteriormente el sistema se evaluó con un diario de estudio para evaluar el comportamiento del sistema en situaciones del mundo real. Además, se evaluó la experiencia de usuario del sistema utilizando un cuestionario de experiencia de usuario.

Es importante mencionar que actualmente existen en el mercado diferentes aplicaciones encargadas de manejar las notificaciones para dispositivos Android, es decir realizan funcionalidades muy similares a las del sistema propuesto. Sin embargo, como se mencionó al inicio de este trabajo, la finalidad de este proyecto de investigación es brindar a la academia, datos que permitan demostrar el comportamiento de este tipo de aplicaciones en situaciones del mundo real. Algunos ejemplos son *Notification Blocker*, la cual consiste en una aplicación que se encarga de limpiar de la barra de notificaciones aquellas notificaciones que considere no importantes. Otra aplicación que es importante mencionar es *Crono*, una aplicación que busca reducir las interrupciones y mejorar la productividad a través de la centralización de las notificaciones en un solo lugar. La figura 6, muestra la versión final de la aplicación desarrollada y mejorada, a partir del prototipo implementado en iteraciones anteriores.

Algunos de los aportes obtenidos de los diarios de usuario son los sentimientos que experimentaban los usuarios durante la utilización del sistema propuesto en este TFIA durante situaciones de la vida real. Los datos analizados muestran que 53% de los usuarios se sintió con confianza utilizando el sistema. Sin embargo, un 34% de los usuarios se sintió frustrado mientras utilizaba la aplicación. La mayoría de los usuarios que se sentían frustrados coincidieron en que eran demasiadas notificaciones las que recibieron y debieron calificar. La figura 7 muestra el resto de los datos relacionados a los sentimientos de los usuarios durante la utilización del sistema.

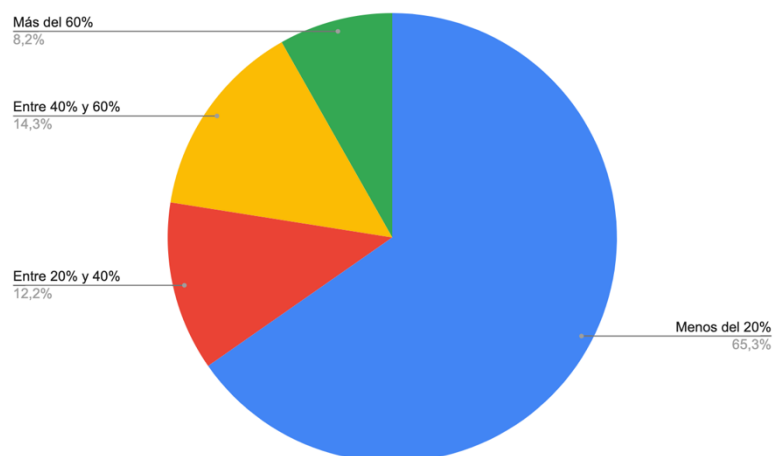


**Figura 6.** Versión final de la aplicación desarrollada.



**Figura 7.** Sentimientos de los usuarios durante la ejecución del sistema propuesto.

Uno de los principales resultados que se querían extraer corresponde al porcentaje de notificaciones que fueron clasificadas correctamente. Para extraer esa información se desarrolló una sección en el sistema que le permite al usuario calificar cada una de las notificaciones clasificadas (bien o mal clasificada). En la figura 4 se puede observar la pantalla donde el usuario puede calificar las notificaciones. Luego de procesar los resultados se encontró que el 65% de los participantes considera que solo el 20% o menos de las notificaciones estaban mal clasificadas, y solo el 8% de los participantes considera que más del 60% de notificaciones están relacionadas con una evaluación negativa. La figura 8 muestra el resto de los resultados recopilados relacionados a las clasificaciones de las notificaciones.



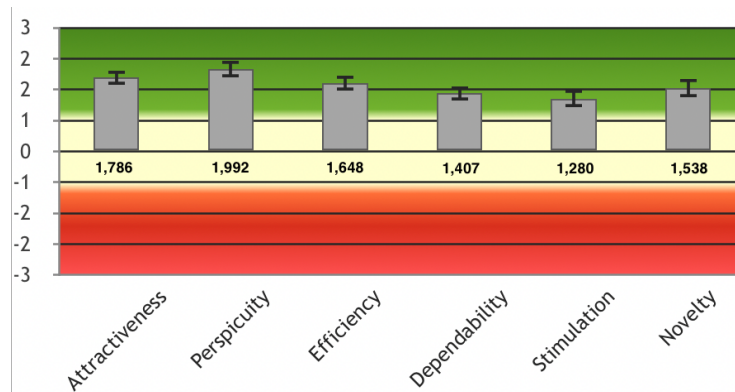
**Figura 8.** Porcentaje de notificaciones mal clasificadas.

Para procesar los resultados de la información extraída de los cuestionarios de experiencia de usuario, utilizamos la herramienta propuesta por [19]. Este cuestionario fue respondido por 92 participantes que no formaron parte de la evaluación del sistema en tiempo real para evitar sesgos de la información. A partir de los resultados del UEQ, se encontró que la dimensión media más alta (1.992) es la claridad. Este resultado significa que es fácil familiarizarse con la aplicación y aprender a usarla. Por otro lado, la dimensión media más baja es la estimulación (1.280). La figura 8 muestra los valores medios para cada dimensión.

**Tabla 2.** Valores medio para cada dimensión del UEQ.

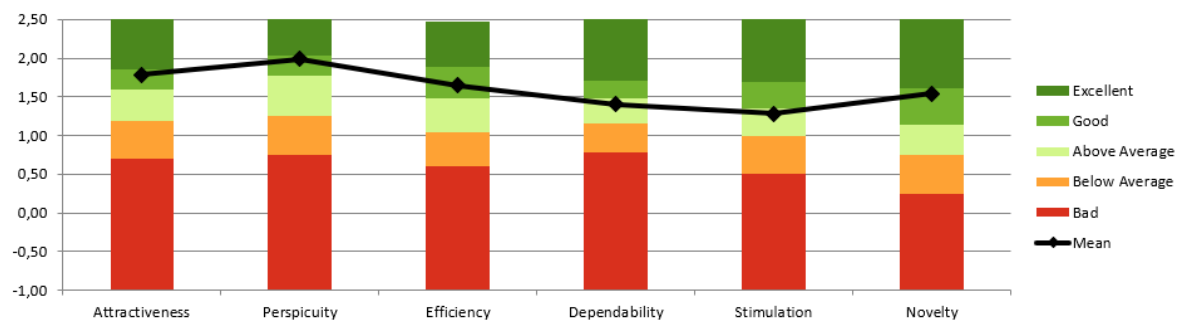
Intervalos de confianza (p=0.05) por escala						
Escala	Media	Desv. Est.	N	Confidencia	Intervalo de confianza	
<b>Atractivo</b>	1.786	0.784	91	0.161	1.625	1.947
<b>Claridad</b>	1.992	0.958	91	0.197	1.795	2.189
<b>Eficiencia</b>	1.648	0.870	91	0.179	1.470	1.827
<b>Confianza</b>	1.407	0.803	91	0.165	1.242	1.572
<b>Estimulación</b>	1.280	1.000	91	0.205	1.075	1.486
<b>Innovador</b>	1.538	1.055	91	0.217	1.322	1.755

La figura 9 muestra los resultados del análisis de cada dimensión del UEQ. Los valores entre -0,8 y 0,8 representan una evaluación neutra, los valores superiores a 0,8 representan una evaluación positiva y los valores inferiores a -0,8 representan una evaluación negativa de la escala correspondiente. Según los resultados mostrados en la figura 9, todas las dimensiones se ubican en el rango de la evaluación positiva. La evaluación más baja (estimulación) esta relacionada con los datos que se obtuvieron de los diarios de estudio, en donde varios participantes indicaron que se sentían frustrados por estar calificando cada una de las notificaciones, sumado a la desconfianza que les genera saber que el contenido de cada notificación estaba siendo analizada para poder ser clasificada.



**Figura 9.** Gráfico de los resultados de la escala UEQ.

Por último, existe una herramienta propuesta por [19], esta herramienta cuenta con 452 evaluaciones del producto con el UEQ (con un total de 20190 participantes en todas las evaluaciones) que se puede utilizar para comparar la evaluación del sistema desarrollado en este TFIA con las evaluaciones incluidas en la herramienta. Además es importante destacar que esta herramienta es actualizada una vez al año. Esta herramienta tiene cinco categorías para evaluar el producto. Estas categorías son: excelente, buena, por encima del promedio, por debajo del promedio y mala. La figura 10 muestra el resultado de los datos obtenidos en el UEQ sobre el sistema desarrollado en este trabajo final de investigación aplicada procesados por la herramienta. *Attractiveness*, *perspicuity*, *efficiency* y *novelty* son las categorías más altas alcanzadas por el sistema, todas ellas dentro de la categoría buena. Estas cuatro categorías dentro de la categoría buena significa que la aplicación es del agrado de los usuarios, es fácil de familiarizar, responde de manera rápida y se considera creativa. El resto de las categorías: *dependability* y *stimulation*, se ubican en la categoría por encima del promedio. La ubicación de estas dos categorías por encima del promedio significa que el sistema también puede ser divertido y seguro para los usuarios. En el siguiente capítulo se presentarán las conclusiones realizadas a partir de todo el trabajo desarrollado durante esta investigación, así como el trabajo futuro a realizar.



**Figura 10.** Comparativa del clasificador de notificaciones.



## CAPÍTULO 6

### CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

En resumen, a partir del trabajo realizado en este TFIA, fue posible obtener palabras clave en español para clasificar una notificación según su urgencia e importancia. También fue posible desarrollar un sistema capaz de procesar y clasificar notificaciones de las aplicaciones de WhatsApp y Gmail para el sistema operativo Android. Además, se realizó un análisis y una comparación entre los resultados obtenidos de los diarios de usuario y el cuestionario de experiencia de usuario.

La evaluación del sistema en tiempo real muestra que el sistema desarrollado reduce considerablemente las interrupciones a los usuarios, particularmente debido a la entrega agrupada de notificaciones rutinarias e irrelevantes, lo que evita que los usuarios sean interrumpidos por eventos que no requieren atención inmediata.

La evaluación de los aspectos relacionados a la experiencia de usuario es de suma importancia para comparar qué piensa la gente acerca de la aplicación con los datos extraídos de los diarios de usuario referentes al desenvolvimiento de esta en situaciones del mundo real, debido a que no existe suficiente investigación para demostrar la efectividad de los clasificadores de notificaciones en situaciones de la vida cotidiana. Si bien los resultados obtenidos fueron muy positivos en la mayoría de las evaluaciones hay aspectos que se pueden mejorar como las dimensiones de *stimulation* y *novelty*.

Los resultados obtenidos del cuestionario de experiencia de usuario muestran que la aplicación tiene mucho potencial debido a que los datos referentes a la experiencia de usuario se ubicaron en la categoría por encima del promedio, es decir, que la aplicación se considera buena. Sin embargo, estos datos positivos del UEQ contrastan con los datos obtenidos de los diarios de estudio referentes a la frustración y desconfianza de algunos usuarios al conocer que sus datos estaban siendo procesados por una aplicación externa.

#### 5.1 Trabajo futuro

A pesar de que los datos obtenidos fueron bastante positivos, existen varias opciones de mejora que se le pueden aplicar al sistema en futuras iteraciones. Tal es el caso de detectar *breakpoints* dinámicos para realizar la entrega de las diferentes notificaciones clasificadas en un período de tiempo

determinado, recordemos que actualmente el sistema tiene definidos *breakpoints* estáticos para entregar las notificaciones en diferentes momentos del día.

Por otro lado, el algoritmo de clasificación puede ser mejorado con la utilización de sensores del dispositivo como la ubicación del usuario y mediante el análisis de notificaciones anteriores para brindarle más contexto a la notificación que está siendo clasificada. Por ejemplo, durante la evaluación de los diarios de estudio, varios participantes señalaron que la aplicación clasificó incorrectamente la notificación que decía "Sí.". Si bien el texto "Sí" no tiene palabras clave marcadas como urgentes o importantes, la notificación estaba respondiendo a un mensaje anterior que preguntaba "Estás teniendo problemas?", es decir, debido a la falta de contexto, muchas de las notificaciones podrían no estar siendo clasificadas correctamente.

Hay que considerar que todas estas mejoras al sistema o al algoritmo pueden incrementar la desconfianza y la frustración en los usuarios, por lo que mejorar ciertas funcionalidades del sistema puede significar un impacto negativo en los buenos resultados que se obtuvieron en las evaluaciones realizadas.

## REFERENCIAS

- [1] Teh, P.S., Zhang, N., Tan, S. et al. Strengthen user authentication on mobile devices by using user's touch dynamics pattern. *J Ambient Intell Human Comput* (2019).
- [2] Okoshi, T., Nozaki, H., Nakazawa, J., Tokuda, H., Ramos, J., Dey, A., "Towards attention-aware adaptive notification on smart phones" in *Pervasive and Mobile Computing* 26, February 2016, pp. 17-34.
- [3] Carthaigh, S., "The effectiveness of interventions to reduce excessive mobile device usage among adolescents: A systematic review" in *Neurology, Psychiatry and Brain Research* 35, February 2020, pp. 29-37
- [4] Turner, L., Allen, S., Whitaker, R., "Reachable but not receptive: Enhancing smartphone interruptibility prediction by modelling the extent of user engagement with notifications", in *Pervasive and Mobile Computing* 40, January 2017, pp. 480-494.
- [5] Weber, D., Void, A., Exler, A., Schroder, S., Bohmer, M., "Intelligent Notification and Attention Management on Mobile Devices" in *16th International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia*, November 2017, pp. 561-565.
- [6] Stothart, C., Mitchum, A., Yehnert, C., "The Attentional Cost of Receiving a Cell Phone Notification" in *Journal of Experimental Psychology Human Perception & Performance*, June 2015.
- [7] Visuri, A., Berkel, N., Okoshi, T., Goncalves, J., Kostakos, V., "Understanding smartphone notifications' user interactions and content importance" in *International Journal of Human-Computer Studies* 128, August 2019, pp. 72-85.
- [8] Kushlev, K., Dunn, E., Proulx, J., "'Silence Your Phones': Smartphone Notifications Increase Inattention and Hyperactivity Symptoms", May 2016.
- [9] Turner, L., Allen, S., Whitaker, R., "Interruptibility Prediction for Ubiquitous Systems: Conventions and New Directions from a Growing Field" in *2015 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing*, September 2015, pp. 801-812.
- [10] Pejovic, V., Musolesi, M., "InterruptMe: Designing Intelligent Prompting Mechanisms for Pervasive Applications" in *2014 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing*, September 2014, pp. 897-908.
- [11] Visuri, A., Berkel, N., "Attention Computing: Overview of Mobile Sensing Applied to Measuring Attention" in *2019 ACM International Symposium on Wearable Computers*, September 2018, pp. 1079-1082.

- [12] Okoshi, T., Tsubouchi, K., Taji, M., Ichikawa, T., Tokuda, H., "Attention and Engagement-Awareness in the Wild: A Large-Scale Study with Adaptive Notifications" in 2017 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications (PerCom), 2017, pp. 100-110.
- [13] "Notifications Overview | Android Developers", Developer.android.com. [Online]. Available: <https://developer.android.com/guide/topics/ui/notifiers/notifications> . [Accessed: 2- June-2020].
- [14] G. Olson and J. Olson, "Human-Computer Interaction: Psychological Aspects of the Human Use of Computing", Annual Review of Psychology, vol. 54, no. 1, pp. 491-516, 2003.
- [15] Vaishnavi, V. and Kuechler, W. Design science research methods and patterns. 2nd ed. CRC Press. Boca Raton, FL, 2015.
- [16] Edwards, M., González, M., Gómez, E, "Ciencia del diseño en proyectos de innovación educativa y cambio de cultura organizacional" in XI Congreso internacional de ingeniería de proyectos. September 2007.
- [17] "Google Play | Android Developers", Google Play Console. [Online]. Available: <https://developer.android.com/distribute/console#app-stats>. [Accessed: 2-June-2020].
- [18] López, G., Guerrero L., "A conceptual framework for smart device-based notifications" in J Ambient Intell Human Comput (2020), February 2020.
- [19] A. Hinderks, M. Schrepp, and J. Thomaschewski, "User Experience Questionnaire." [Online]. Available: <http://www.ueq-online.org/>. [Accessed: 4-Aug-2020].
- [20] DeLongis A., Hemphill K.J., Lehman D.R. (1992) A Structured Diary Methodology for the Study of Daily Events. In: Bryant F.B. et al. (eds) Methodological Issues in Applied Social Psychology. Social Psychological Applications to Social Issues, vol 2. Springer, Boston, MA.

## **ANEXOS**

### **Anexo 1. Artículo publicado**

Este anexo incluye el texto completo del artículo publicado en la conferencia *ICITS`21 – The 2021 International Conference on Information Technology & Systems*, cuya cita es:

Urena, H., Lopez G., Díaz, I. and Quesada, L. (2020) A mobile application for improving the delivery process of notifications. *ICITS`21 – The 2021 International Conference on Information Technology & Systems*.

# A mobile application for improving the delivery process of notifications

Heriberto Ureña-Madrigal<sup>1</sup>, Gustavo López<sup>1</sup>, Ignacio Díaz-Oreiro<sup>1</sup>, and Luis Quesada<sup>1</sup>

University of Costa Rica, San José, CR,  
{heriberto.urenamadrigal,gustavo.lopez\_h,ignacio.diazoreiro,luis.quesada}@ucr.ac.cr

**Abstract.** At present, there are systems in charge of classifying and sending notifications to smart devices at different times. However, there are not many studies that demonstrate the effectiveness of these systems in real world settings. We propose a method that classifies and prioritizes notifications by analyzing only the content of the notification and the sender of the message. We also developed a system implementing this method. User diaries were used to analyze the behavior of the system in real world situations, and the results showed that the implemented system significantly reduces interruptions to users. Additionally, the user experience of the system was evaluated through the standardized questionnaire UEQ (User Experience Questionnaire). The results obtained were positive in most of the scales of this instrument, above the average according to UEQ benchmarks. However, aspects such as stimulation and creativity can be improved in the future to motivate users to use the system.

**Key words:** mobile application, android, notification

## 1 Introduction

The possession of mobile and smart devices has increased considerably in the last years, becoming the favorite devices for users to access information and interact with other people [1]. This increase brings new ways of interrupting users [2] due to the amount of data that need to be processed by the user at the same time [3].

Smart devices have a built-in notification delivery functionality [4]. In most cases, notifications are delivered immediately, causing distractions and reducing people's attention to the different tasks they perform [5]. In the last years, smart devices can detect breakpoints for delivering notifications managing to minimize interruptions in the development of people's tasks [6].

There is research showing that the interaction between people and smart devices is associated with poor performance while performing tasks [7]. Therefore, before this research, a literature review about the delivery process of mobile notifications was conducted to learn about delivering push notifications to the

2 Heriberto Ureña-Madrigal.

user. Although there are many investigations related to the detection of opportune moments to present the notifications to the users by reducing interruptions, only a few studies show the effectiveness of these systems to reduce interruptions [8], as well as the behavior of these systems in real-world situations [9]. After performing the literature review, we developed the following research question: How can interruptions caused by mobile notifications to the user be reduced?

The rest of the paper is organized as follows: Section II briefly explains the concepts of human attention, interruption, notification, and breakpoint. Section III highlights the related work; section IV describes the methodology and section V describes the obtained results. In section VI the conclusions of the proposed work are presented.

## 2 Background

In this section, we explain four key concepts required to understand the work proposed in this research. These concepts are human attention, interruptions, breakpoint, and notifications. Additionally, the concepts of user diary and sensors necessary to understand the stages of analysis and review of results will be explained.

First, human attention is the voluntary application of a person's mental activity or senses to a certain stimulus or object [10]. In the same way, interruption is a concept closely related to human attention and is defined as stopping or impeding a person's attention to a specific activity [10].

This research aims to improve the way in which notifications are delivered to the user, so it is important to define the meaning of breakpoint, which consists of the limit between two activities of the user that defines a good moment to carry out actions and reduce the impact on interruptions of the person [13].

Due to the different tools and frameworks that Android provides to manipulate the notifications received, this research will be developed in that operating system. Google, on its official site for Android mobile developers, defines notification as a message that Android displays to users when they are browsing outside the application to provide reminders, messages and other valuable information. Additionally, Google defines sensors as devices capable of providing raw data with high precision and accuracy, useful for monitoring the movement or three-dimensional positioning of a device, and for monitoring changes in the environment near a device [11].

Another important concept to clarify is the user diary, which is a tool used to collect information from participants about the use or evaluation of a system over a period of time. The collection occurs through repetitive recording of relevant information from the system. User diaries are normally applied to collect specific information regarding attitudes, behaviors, or feelings [12].

### 3 Related work

There is research related to the loss of attention in people during the reception of notifications from mobile or smart devices. Such is the case of the article: “Silence Your Phones”: Smartphone Notifications Increase Inattention and Hyperactivity Symptoms [14]. In this paper, the authors mention how interruptions derived from notifications can cause attention deficit in people who have not been diagnosed with this disorder.

Some studies were focused to reduce the lack of attention in people caused by the use of mobile devices; one of them consists of application-based interventions [2]. They inform the user how long they have been using certain applications. Likewise, studies were found that suggest delivering notifications at different breakpoints between people’s activities to avoid constant interruptions caused by notifications [15].

Other research projects have studied the manipulation of mobile notifications with the aim of displaying alerts in a timely manner. Such is the case of Attelia, presented in 2016, in which the authors develop a machine learning system to recognize breakpoints during user activities, thereby allowing other applications to deliver notifications in a less intrusive way[3]. The system we proposed aims to not only inform when a breakpoint was detected but also classify the received notifications. On the other hand, InterrupMe, a system developed in 2014, uses parameters such as the activity that the user is carrying out, emotions, time and sensors to determine the appropriate times to deliver notifications [16]. The system that we propose differs from the ones already mentioned in that it will not use external sensors or parameters such as location, but only the text and the receiver of the notification will be analyzed.

As shown in the literature review, all the found studies were made for words of the English language. No studies were found regarding classification and prioritization systems for words of the Spanish language. The following section explains the different steps of the methodology carried out to implement the proposed method. Starting from the extraction of the different words in Spanish for the categories (important and urgent) to the final stage of the implementation of the system.

## 4 Methodology

### 4.1 Determining keywords for classifying notifications

There are many algorithms and frameworks that process and classify text written in English language in order to reduce interruptions when delivering notifications [3][16]. Due to the lack of available studies related to this specific language, we focused on developing a method that prioritizes notifications written in Spanish to contrast the available tools developed for the English language.

To determine the words that users consider key to classify a notification as urgent or important, we ran a survey with 60 users of Android and iOS cellphones,



4 Heriberto Ureña-Madriral.

including male and female participants between 18 and 50 years old. The gathered keywords were used to implement and develop the algorithm on which this research is based. In this survey, we also asked users for the two applications that present the highest number of notifications, we found that WhatsApp and Gmail are the applications that have the biggest flow of notifications. Based on these results, we developed a system that classifies and prioritizes notifications for WhatsApp and Gmail applications in Android devices and delivers them to the user at appropriate moments. The rest of the notifications are shown to the user normally by the operating system and are not processed by our method.

## 4.2 Identifying opportune moments to deliver notifications

To identify opportune moments to deliver notifications, we developed a system that analyzes their content to determine their importance and urgency. When a notification is urgent, it means that it requires immediate attention, and important means that a contribution in the long term is foreseeable. Table 1 shows the priority classifications of a notification according to its urgency and importance levels [17].

Denomination	Priority levels	Behavior
Exigency	Urgent and important	Not only should be delivered immediately but should also avoid any other distraction until the notification is acknowledged.
Warning	Urgent but not important	Should be delivered as soon as possible and requires acknowledgment. These should be attended, or they can cause problems later.
Routine	Important but not urgent	Are delivered as soon as possible assuring low-intrusion levels. This type of notifications is relevant for the user but can be sometimes deferred.
Informative	Somehow important but not urgent	Usually, are queued to be delivered in batch, but timing is relevant for some users. These are usually information services that the user subscribes.
Irrelevant	Neither important nor urgent	Should be delivered in a batch and timing is not essential. An offer to unsubscribe should be available. These are usually not subscribed by the user.

Table 1. Priority classification of notification

Using the content and the recipient of the notification, we developed an algorithm that classifies and prioritizes every notification in one of the five categories mentioned in table 1. According to the behavior of each category, we will deliver the notification at the right moment. For the proposed system, we are defining four static breakpoints to deliver batched notifications (mid-morning, lunch, mid-afternoon, dinner), however it could be improved in future work with the data collected by the scored notifications.

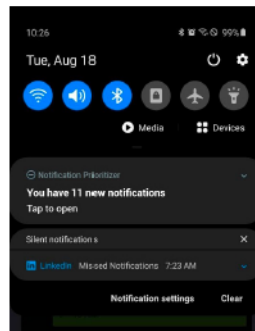


Fig. 1. Triggered notification from batched notifications

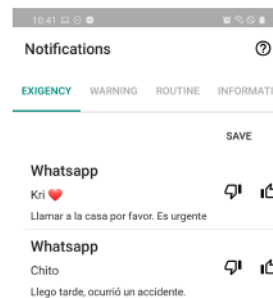


Fig. 2. System classification screen

When the app receives a notification that must be delivered immediately or detected a breakpoint for delivering a set of previously classified notifications, it sends a notification to inform the user. Figure 1 shows the application delivering a set of notifications to the user at a given breakpoint. After pressing the received notification, the user is redirected to the main screen of the application where the notifications classified in the different categories are shown. This screen allows the user to score the different notifications, this score will be used in future work for improving the algorithm. Figure 2 shows the notifications classified in the category of exigency for a specific user.

**Proposed solution:** Figure 3 shows a flow chart that explains the functionality developed in this method from the moment the user receives the notification until the notification is processed by the prioritization algorithm and classified in each of the proposed categories. This figure also explains the process for the notifications that do not belong to WhatsApp or Gmail.

### 4.3 Evaluating the notification classifier system

In the conducted literature review, we found that there are many studies related to the detection of breakpoints to deliver notifications [3]; however, there is not enough research that shows the behavior of such systems in real-world situations. For evaluating this behavior, we developed a user diary and a user experience questionnaire.

6 Heriberto Ureña-Madriral.

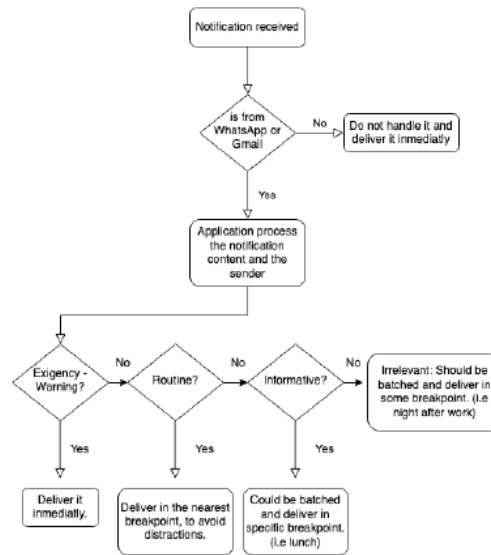


Fig. 3. Flow chart of the proposed method

**User diary:** In order to gather valuable information while using the application, we created a user diary that collects specific information from eight users while using the system in real-world situations. The diary consists of an online questionnaire with five questions that the user should complete every day during seven days that allowed to extract information related to the time the application was used, the user’s feelings, whether another activity was being carried out, the percentage of notifications that were classified correctly, and the name of the user.

**User experience questionnaire:** In order to evaluate the user experience of the system created in this research, we developed a one-minute-long video showing the main functionality of the application. The video will be evaluated in conjunction with a user experience questionnaire (UEQ). The results obtained from this UEQ allowed us to gather information related to the user experience of the system that will be contrasted with data obtained from the user diaries.

## 5 Results

One of the main results that we want to extract is the percentage of notifications that was handled correctly. For doing that, we developed a section in the system that allows users to score the classification of the notification (good or bad). After processing the results from the user diaries, we found that 65% of the participants consider that only 20% or less of the notifications were poorly classified, and only 8% of the participants consider that most of the 60% of the notifications were poorly classified. The results are significantly positive since only 8% are related to a negative evaluation. Figure 4 shows the rest of the gathered results for the classification of the notifications.

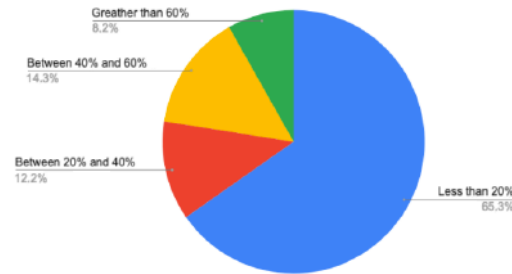


Fig. 4. Poorly classified notifications

Likewise, the results gathered from the user diaries indicate that 68% of the notifications were correctly classified, and at least 32% of the notifications could not be classified.

Users said that the number of notifications was too high and scoring them one by one resulted frustrating. Users' feelings while using the system were also gathered by the user diary.

The processed data show that almost 34% of the users were frustrated while evaluating the application, and this aspect is highly related to the number of unrated notifications by the users. The rest of the results show the following percentages: 4.1% felt surprised, 8.2% felt happy while using the application and 53.1% felt confident.

To process the results of this UEQ analysis, we used the tools proposed by [18]. This UEQ was answered by 92 users that were not part of the process for real time evaluation to avoid information bias. From the results of the UEQ, we found that the highest mean dimension (1.992) is perspicuity. This result means that the application is easy to get familiar with and to learn how to use. On the other hand, the lowest mean dimension is stimulation (1.280). Table 2 shows the mean values for each dimension.

Scale	Mean	Std. Dev.	N	Confidence	Confidence	Interval
Attractiveness	1.786	0.784	91	0.161	1.625	1.947
Perspicuity	1.992	0.958	91	0.197	1.795	2.189
Efficiency	1.648	0.870	91	0.179	1.470	1.827
Dependability	1.407	0.803	91	0.165	1.242	1.572
Stimulation	1.280	1.000	91	0.205	1.075	1.486
Novelty	1.538	1.055	91	0.217	1.322	1.755

Table 2. Mean for UEQ scale. Confidence intervals (p=0.05) per scale

The UEQ is based on three aspects: attractiveness, pragmatic quality and hedonic quality. The pragmatic quality refers to the perception of the technical focus on achieving goals while the hedonic quality refers to aspects related to the emotions of the user [19]. The obtained results for each one of the aspects show

8 Heriberto Ureña-Madriral.

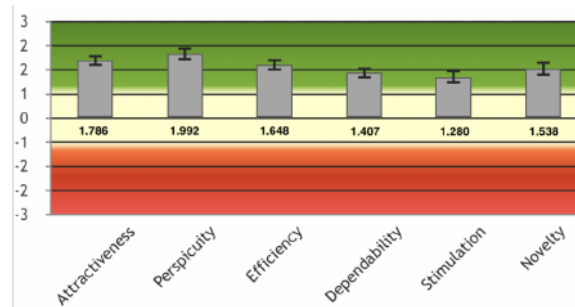


Fig. 5. Graphic of UEQ Scale Results

that hedonic quality has the lowest mean value (1.41). Yet, we still consider this a positive evaluation since this low mean value is related to the data gathered from the user diaries, where some users felt frustrated or not motivated when using the application. On the other hand, attractiveness has the highest mean value (1.79).

Figure 5 shows the results of the analysis of each dimension of UEQ. Values between -0.8 and 0.8 represent a neutral evaluation, values greater than 0.8 represent a positive evaluation, and values lower than -0.8 represent a negative evaluation of the corresponding scale. Based on the results in Figure 5, all dimensions are in the range of the positive evaluation. The lowest evaluation (stimulation) is related to the data we obtained from the user diaries, where the user feels frustrated to use and score every notification. Another related concept is the mistrust generated by having to analyze the contents of each notification.

There is a benchmark tool from [18] that can be used to determine if the application is good or not. This benchmark has five categories to evaluate the product. These categories are excellent, good, above average, below average, and bad.

Figure 6 shows the result of the system proposed in this research with the benchmark data. Attractiveness, perspicuity, efficiency and novelty are the highest categories achieved by the system, all of them in the good category (10% of the benchmark results are better than the evaluated product, 75% of the results are worse.). This means that this application is liked by the users, is easy to get familiar with, responds quickly and is considered creative. The rest of the categories, dependability and stimulation, are categorized in the above average category (25% of the benchmark results are better than the evaluated product, 50% of the results are worse). They mean that the system can also be fun and secure for the users.

## 6 Conclusions and future work

In summary, based on the work carried out, it was possible to obtain key words in Spanish to classify a notification according to its urgency and importance. It was also possible to create a system capable of processing and classifying What-

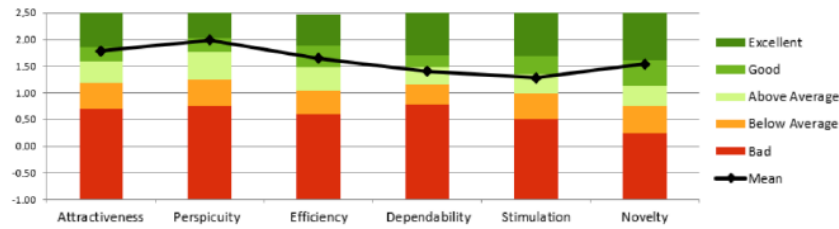


Fig. 6. Notification classifier Benchmark

sApp and Gmail notifications for the Android operating system. In addition, a comparison was made between the results obtained by the user diaries and the UEQ.

Evaluating the user experience aspects of the developed application is important for comparing system performance in real-world situations because there is not enough research to demonstrate the effectiveness of this type of system. Although very positive results were obtained in most evaluations, there are aspects that can be improved, such as the stimulation and the novelty (hedonic quality).

The results obtained by the UEQ show that the application has a lot of potential with the results referring to the user experience. However, this data is contrasted with the results obtained from user diaries where, in real life situations, people felt frustrated and in some cases distrustful because their notifications were being analyzed by third-party tools.

The real-time system evaluation shows that the developed system considerably reduces interruptions to users, particularly due to the grouped delivery of routine and irrelevant notifications, which prevents users from being disturbed by events that do not require immediate attention.

For future work, the classification algorithm can be improved to make a more accurate classification and prioritization of notifications. In order to achieve that improvement, two options that can be considered are integrating device sensors and analyzing previous notifications that provide more context during the classification process. However, all these types of improvements can have a negative impact on hedonic quality results, i.e it can increase the distrust of the users.

## References

1. Teh, P.S., Zhang, N., Tan, S. et al. Strengthen user authentication on mobile devices by using user's touch dynamics pattern. *J Ambient Intell Human Comput* (2019)
2. Carthaigh, S., "The effectiveness of interventions to reduce excessive mobile device usage among adolescents: A systematic review" in *Neurology, Psychiatry and Brain Research* 35, February 2020, pp. 29-37
3. Okoshi, T., Nozaki, H., Nakazawa, J., Tokuda, H., Ramos, J., Dey, A., "Towards attention-aware adaptive notification on smart phones" in *Pervasive and Mobile Computing* 26, February 2016, pp. 17-34.

10 Heriberto Ureña-Madrigal.

4. Turner, L., Allen, S., Whitaker, R., “Reachable but not receptive: Enhancing smartphone interruptibility prediction by modelling the extent of user engagement with notifications”, in *Pervasive and Mobile Computing* 40, January 2017, pp. 480-494.
5. Weber, D., Void, A., Exler, A., Schroder, S., Bohmer, M., “Intelligent Notification and Attention Management on Mobile Devices” in *16th International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia*, November 2017, pp. 561-565.
6. Visuri, A., Berkel, N., Okoshi, T., Goncalves, J., Kostakos, V., “Understanding smartphone notifications’ user interactions and content importance” in *International Journal of Human-Computer Studies* 128, August 2019, pp. 72-85.
7. Stothart, C., Mitchum, A., Yehnert, C., “The Attentional Cost of Receiving a Cell Phone Notification” in *Journal of Experimental Psychology Human Perception & Performance*, June 2015.
8. F. Kunzler, J. Kramer and T. Kowatsch, “Efficacy of mobile context-aware notification management systems: A systematic literature review and meta-analysis,” in *2017 IEEE 13th International Conference on Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications (WiMob)*, 2017, pp. 131-138.
9. Okoshi, T., Tsubouchi, K., Tokuda, H., “Real-world large-scale study on adaptive notification scheduling on smartphones” in *Pervasive and Mobile Computing* 50, October 2018, pp. 1–24.
10. Visuri, A., Berkel, N., “Attention Computing: Overview of Mobile Sensing Applied to Measuring Attention” in *2019 ACM International Symposium on Wearable Computers*, September 2018, pp. 1079-1082.
11. “Notifications Overview — Android Developers”, Developer.android.com. [Online]. Available: <https://developer.android.com/guide/topics/ui/notifiers/notifications>. [Accessed: 2- June-2020].
12. DeLongis A., Hemphill K.J., Lehman D.R. (1992) A Structured Diary Methodology for the Study of Daily Events. In: Bryant F.B. et al. (eds) *Methodological Issues in Applied Social Psychology. Social Psychological Applications to Social Issues*, vol 2. Springer, Boston, MA.
13. Okoshi, T., Tsubouchi, K., Taji, M., Ichikawa, T., Tokuda, H., “Attention and Engagement-Awareness in the Wild: A Large-Scale Study with Adaptive Notifications” in *2017 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications (PerCom)*, 2017, pp. 100-110.
14. Kushlev, K., Dunn, E., Proulx, J., ““Silence Your Phones”: Smartphone Notifications Increase Inattention and Hyperactivity Symptoms”, May 2016.
15. Turner, L., Allen, S., Whitaker, R., “Interruptibility Prediction for Ubiquitous Systems: Conventions and New Directions from a Growing Field” in *2015 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing*, September 2015, pp. 801-812.
16. Pejovic, V., Musolesi, M., “InterruptMe: Designing Intelligent Prompting Mechanisms for Pervasive Applications” in *2014 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing*, September 2014, pp. 897-908.
17. López, G., Guerrero L., “A conceptual framework for smart device-based notifications” in *J Ambient Intell Human Comput* (2020), February 2020.
18. A. Hinderks, M. Schrepp, and J. Thomaschewski, “User Experience Questionnaire.” [Online]. Available: <http://www.ueq-online.org/>. [Accessed: 4-Aug-2020].
19. M. Schrepp, A. Hinderks, and J. Thomaschewski, “Applying the User Experience Questionnaire (UEQ) in Different Evaluation Scenarios,” in *Design, User Experience, and Usability. Theories, Methods, and Tools for Designing the User Experience*, Springer, Cham, 2014, pp. 383–392.

## Anexo 2. Cuestionario clasificador de notificaciones

### Clasificador de notificaciones

El objetivo de la siguiente encuesta es determinar las diferentes categorías o mecanismos que utilizan las personas para clasificar las notificaciones como urgentes o importantes utilizando un dispositivo móvil. Es importante aclarar que algo es importante por su entidad, interés, conveniencia o por el alcance de sus efectos. Por el otro lado, algo urgente se reconoce por su necesidad, que se debe atender a corto plazo, por el apremio que implica o por las consecuencias que su falta puede causar.

**\*Obligatorio**

1. Género \*

*Marca solo un óvalo.*

Hombre

Mujer

2. Edad \*

\_\_\_\_\_

3. De las siguientes aplicaciones, en cuáles recibe la mayor cantidad de notificaciones?

\*

*Selecciona todos los que correspondan.*

Whatsapp

Gmail

Facebook

Instagram

Twitter

SMS

Notificaciones del sistema operativo

Otro:  \_\_\_\_\_



4. Tomando en cuenta todas las aplicaciones del dispositivo móvil, cuantas notificaciones recibe al día? \*

*Marca solo un óvalo.*

- Menor a 25  
 Entre 25 y 50  
 Entre 51 y 75  
 Entre 76 y 100  
 Mayor a 100

5. De todas las notificaciones que recibe diariamente, que porcentaje son verdaderamente importantes? \*

\_\_\_\_\_

6. De todas las notificaciones que recibe diariamente, que porcentaje desearía recibir en otro momento? \*

\_\_\_\_\_

7. De las siguientes opciones cuáles considera aptas para clasificar una notificación como importante. \*

*Selecciona todos los que correspondan.*

- Remitente (persona que lo manda, grupo)  
 Contactos favoritos  
 Hora de la notificación  
 Contenido del mensaje (dominio del contenido)  
 Cantidad de mensajes seguidos  
 Idioma  
 Extensión del mensaje

Otro:  \_\_\_\_\_

8. De las siguientes opciones cuáles considera aptas para clasificar una notificación como urgente. \*

*Selecciona todos los que correspondan.*

- Palabras claves (por ejemplo: urgente, llámeme, peligro, empleo, entre otros)
- Frecuencia y extensión del mensaje (Muchos mensajes, con mucho contenido, no spam).
- Marcada como urgente o prioritario.
- Contenido del mensaje (Si el texto de la notificación contiene sitios importantes, bancos, etc)
- Fechas en el contenido del mensaje (deadline).

Otro:  \_\_\_\_\_

9. Cuáles palabras considera claves para clasificar un mensaje como urgente? (Separe su respuesta con una coma) \*

\_\_\_\_\_

10. Cuáles sitios o links dentro del mensaje de una notificación considera clave para clasificarla como urgente? (Ej: [www.bancopopular.fi.cr](http://www.bancopopular.fi.cr)). \*

\_\_\_\_\_

11. Cuáles palabras considera claves para clasificar un mensaje como importante? (Separe su respuesta con una coma) \*

\_\_\_\_\_

12. Comentarios adicionales y observaciones generales.

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

### Anexo 3. Diario de usuario

## Diario de estudio

Al final de cada día, después de utilizar la aplicación, por favor llenar la siguiente información.

**\*Obligatorio**

1. Nombre de usuario \*

---

2. Número de ejecución \*

---

3. ¿Estaba realizando alguna otra actividad mientras utilizó la aplicación? \*

*Marca solo un óvalo.*

Sí

No

4. Si respondió "sí" en la pregunta anterior ¿Seleccione una categoría para la actividad que estaba realizando?

*Marca solo un óvalo.*

Ocio

Trabajo

Estudio

Tareas del hogar

Otro

5. ¿Durante cuánto tiempo (en minutos) utilizó la aplicación? \*

---

6. ¿Cómo se sintió usando la aplicación? \*

*Marca solo un óvalo.*

Alegría

Confianza

Miedo

Sorpresa

Tristeza

Enojo

Desconfianza

Frustrado

Otro: \_\_\_\_\_

7. ¿Logró calificar todas las notificaciones? \*

*Marca solo un óvalo.*

Sí

No

8. Si respondió "no" en la pregunta anterior ¿Explique brevemente porqué quedaron algunas notificaciones sin calificar?

---

---

---

---

---

9. ¿Cuántas notificaciones fueron mal clasificadas? \*

*Marca solo un óvalo.*

- Menor a 20% de notificaciones
- Entre 20% y 40% notificaciones
- Entre 40% y 60% notificaciones
- Mayor a 60% de notificaciones