

# Generación automática de interfaces gráficas de usuario para dispositivos móviles aplicando los conceptos de MPIu+a y Task Computing



Tesis de Pregrado

**Paola Alejandra Moreno Astaíza**  
**Santiago Alberto Muñoz De La Rosa**

Director: Mag. Francisco Orlando Martínez Pabón

*Universidad del Cauca*

**Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones**  
**Departamento de Telemática**  
**Línea de Investigación de Servicios Avanzados de Telecomunicaciones**  
Popayán, Octubre de 2012

**Generación automática de interfaces gráficas de usuario para dispositivos móviles aplicando los conceptos de MPlu+a y Task Computing**



**TESIS DE PREGRADO**

**Paola Alejandra Moreno Astaíza  
Santiago Alberto Muñoz De La Rosa**

**Director**

Mag. Francisco Orlando Martínez Pabón

**Universidad del Cauca  
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones  
Departamento de Telemática  
Línea de Investigación de Servicios Avanzados de Telecomunicaciones  
Popayán, Octubre de 2012**

# TABLA DE CONTENIDO

## CAPÍTULO 1

<b>Introducción .....</b>	<b>1</b>
1.1 Contexto .....	2
1.2 Motivación .....	2
1.3 Planteamiento del Problema .....	2
1.4 Trabajos Relacionados .....	4
1.5 Objetivos y alcance del Trabajo de Grado .....	5
1.6 Estructura del documento .....	6

## CAPÍTULO 2

<b>Conceptos Generales.....</b>	<b>7</b>
2.1 Definición de la Generación Automática de interfaces gráfica de usuario .....	7
2.1.1 MBUIDEs .....	7
2.1.2 Frameworks para el desarrollo de aplicaciones multiplataforma en dispositivos móviles .....	9
2.2 Diseño centrado en el usuario .....	10
2.3 MPIU+a .....	11
2.3.1 PRIMER FASE: Análisis de requisitos .....	12
2.3.2 SEGUNDA FASE: Diseño.....	14
2.3.2.1 Organización de los elementos de la interfaz .....	15
2.3.2.2 Realimentación y gestión de errores .....	16
2.3.3 TERCERA FASE: Implementación .....	17
2.3.4 CUARTA FASE: Prototipado .....	18
2.3.5 QUINTA FASE: Evaluación .....	19
2.3.6 SEXTA FASE: Lanzamiento .....	21
2.4 Task Computing .....	21
2.5 Conclusión del capítulo .....	22

## CAPÍTULO 3

<b>Mecanismo para la generación automática de interfaces gráficas de usuario para dispositivos móviles aplicando los conceptos de MPIU+a y Task Computing .....</b>	<b>23</b>
3.1 Descripción general del Mecanismo .....	23
3.2 Análisis de requisitos .....	25
3.2.1 Análisis Etnográfico .....	26

3.2.2	Objetivos.....	27
3.2.2.1	Objetivos Funcionales.....	27
3.2.2.2	Objetivos No Funcionales .....	28
3.2.2.3	Objetivos de Usabilidad .....	28
3.3	Diseño .....	29
3.3.1	Diseño de la actividad.....	30
3.3.1.1	Definiendo el flujo de acciones por tarea .....	31
3.3.1.2	Generación automática de interfaces gráficas de usuario .....	33
3.3.2	Diseño de la información .....	38
3.3.2.1	Organización de los elementos de la interfaz .....	38
3.3.2.2	Mejores prácticas del diseño WEB móvil W3C .....	38
3.3.2.3	Metáforas .....	39
3.3.2.4	Colores.....	39
3.4	Implementación .....	40
3.4.1	Técnica adaptada para la creación del código de interfaz gráfica de usuario en plataformas móviles.....	43
3.5	Conclusión del capítulo .....	43

## **CAPÍTULO 4**

<b>Caso de estudio.....</b>	<b>46</b>
4.1 Experimentación. Aplicación del mecanismo propuesto.....	46
4.1.1 Análisis de requisitos.....	46
4.1.1.1 Clasificación de los pacientes .....	46
4.1.1.2 Análisis etnográfico .....	47
4.1.2 Primer Prototipo: Boceto .....	54
4.1.2.1 Evaluación del primer prototipo .....	55
4.1.3 Diseño .....	56
4.1.3.1 Diseño de la actividad.....	56
4.1.3.2 Definiendo tareas con Task Computing.....	59
4.1.3.3 Definiendo secuencia de actividades con Task Computing.....	63
4.1.4. Segundo Prototipo: Storyboard Navegacional.....	65
4.1.4.1 Evaluación del Storyboard Navegacional .....	65
4.1.4.1.1 Evaluación por recorrido cognitivo .....	66
4.1.4.1.2 Resultados de la evaluación por recorrido cognitivo .....	68
4.1.4.1.3 Evaluación por recorrido cognitivo con usuarios .....	69
4.1.4.1.4 Resultados de la evaluación por recorrido cognitivo con usuarios.....	69
4.1.4.1.5 Análisis de la evaluación del segundo prototipo.....	71

4.1.3 Generación automática de interfaces gráficas de usuario .....	72
4.1.3.1 Modelado de tareas .....	73
4.1.4 Diseño de la información .....	75
4.1.5 Tercer Prototipo: Maqueta Digital .....	77
4.1.5.1 Evaluación de la Maqueta Digital .....	77
4.1.5.1.1 Resultados de la evaluación del tercer prototipo .....	78
4.1.5.1.2 Análisis de la evaluación del tercer prototipo .....	80
4.1.6 Implementación .....	84
4.1.6.1 Aplicación de la técnica adaptada para la creación del código de interfaz gráfica de usuario en plataformas móviles .....	84
4.1.7 Cuarto Prototipo: Prototipo software.....	88
4.1.7.1 Evaluación del prototipo software .....	92
4.1.7.2 Resultados y análisis de la evaluación del cuarto prototipo .....	93
4.1.8 Lanzamiento .....	95
<b>CAPÍTULO 5</b>	
<b>Conclusiones y Trabajos Futuros .....</b>	<b>96</b>
5.1 Resumen .....	96
5.2 Contribuciones del Trabajo de Grado .....	97
5.3 Publicaciones .....	99
5.4 Reconocimientos .....	100
5.5 Trabajos Futuros .....	100
<b>Referencias .....</b>	<b>101</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Proceso del diseño centrado en el usuario definido por el ISO 13407 .....	11
Figura 2 Fases del modelo MPIU+a .....	12
Figura 3 Pantalla balanceada (izqda.) e inestable (dcha.).....	15
Figura 4 Pantallas con diferentes simetrías.....	15
Figura 5 Pantalla con enrejillado y alineamiento (izqda.) .....	16
Figura 6 Proceso de Generación Automática propuesto por CAMELEON.....	23
Figura 7 Mecanismo de generación automática de interfaces gráficas de usuario para dispositivos móviles, incluyendo los conceptos de MPIU+a y Task Computing .....	23
Figura 8 Fase de análisis de requisitos del mecanismo propuesto .....	25
Figura 9 Análisis etnográfico como la base del análisis de requisitos .....	27
Figura 10 Fase de diseño y sus componentes principales .....	29
Figura 11 Task Computing .....	31
Figura 12 Ejemplo de representación de la funcionalidad DIETA siguiendo el paradigma de Task Computing .....	31
Figura 13 Relación entre el prototipado, la evaluación y Task Computing para la caracterización de las tareas de la aplicación piloto.....	32
Figura 14 Modelado de tareas realizado con la notación CTT en la herramienta CTTE .....	34
Figura 15 Presentación de escenarios de la AUI, en la herramienta MARIAE. Para este caso se hace referencia a la vista de Género.....	34
Figura 16 Espacio de trabajo donde se muestran los AIOs respectivos del escenario género, representados como una jerarquía de objetos abstractos que conforman la AUI .....	35
Figura 17 Panel de AIOs, los cuales se insertan en la jerarquía al arrastrarse al interior del espacio de trabajo .....	35
Figura 18 Presentación de escenarios de la CUI en la herramienta MARIAE .....	36
Figura 19 Espacio de trabajo de la CUI representada como una jerarquía de objetos concretos CIOs .....	36
Figura 20 Panel de CIOs, los cuales se insertan en la jerarquía al arrastrarse al interior del espacio de trabajo .....	37
Figura 21 Interfaz final generada por MARIAE. Vista del historial de hipertensión .....	37
Figura 22 Fase de implementación .....	40
Figura 23 FUI, vistas Género a Menú.....	40
Figura 24 FUI, vistas Llamada emergencia a Dieta.....	41
Figura 25 Espacio de trabajo del servicio Codiqa .....	42

Figura 26 Vista Genero creada con MARIAE .....	43
Figura 27 Vista Género creada con Codiqa .....	43
Figura 28 proceso de generación de código nativo, para diferentes plataformas móviles, a partir de código web .....	44
Figura 29 Servicio de Phonegap Build donde se descarga la aplicación para las diferentes plataformas.....	45
Figura 30 Proceso de consulta en la enfermería de la Unidad de Salud de la Universidad del Cauca .....	48
Figura 31 Entrevista para la recolección de requisitos .....	49
Figura 32 Acta de confidencialidad entregada a los ocho pacientes que colaboraron con la Investigación .....	50
Figura 33 Primer prototipo de tipo boceto .....	55
Figura 34 Esquema de funciones, tareas y actividades de la aplicación piloto .....	57
Figura 35 Modelado de actividades de la funcionalidad de Dieta.....	60
Figura 36 Modelo de actividades de la funcionalidad de deporte .....	62
Figura 37 Modelado de actividades de la función de Historial de Hipertensión.....	63
Figura 38 Modelado de actividades de la funcionalidad de llamada de emergencia .....	63
Figura 39 Segundo prototipo correspondiente a un Storyboard Navegacional .....	64
Figura 40 Paciente en evaluación del segundo prototipo. Recorrido cognitivo con usuarios .....	69
Figura 41 Parte del modelado de tareas CTT .....	73
Figura 42 Interfaz de usuario abstracta AUI .....	73
Figura 43 Interfaz de usuario Concreta CUI .....	74
Figura 44 FUI generada por MARIAE.....	75
Figura 45 FUI remodelada con Codiqa.....	76
Figura 46 Paciente frente al tercer prototipo, de tipo maqueta digital.....	77
Figura 47 Paciente realizando la evaluación del tercer prototipo haciendo uso de la herramienta Morae .....	78
Figura 48 Vista de Registro de la aplicación piloto.....	82
Figura 49 Metáforas seleccionadas para los iconos de la página del Menú.....	83
Figura 50 Emulador Ripple desplegando la aplicación piloto en un dispositivo Android Nexus S	85
Figura 51 BlackberryhTorch 98/10 en el emulador Ripple.....	86
Figura 52 Iphone 3G-4S en el emulador Ripple .....	86
Figura 53 BlackberryPlaybook en el emulador Ripple.....	87
Figura 54 La imagen deja ver los dos teléfonos en los que se desplegó la aplicación.....	88
Figura 55 Vista principal de la aplicación correspondiente al menú .....	88

Figura 56 Comparación vista de deporte prototipo 3 (izquierda) prototipo 4 (derecha).....	89
Figura 57 Comparativa segunda vista de deporte prototipo 3 (imagen de la Izquierda) y prototipo 4 (imágenes del centro y la derecha) .....	90
Figura 58 Funcionalidad de dieta del prototipo 4.....	91
Figura 59 Página del historial de hipertensión del prototipo 4 .....	91
Figura 60 Imágenes de la presentación del último prototipo en los dispositivos móviles .....	93
Figura 61 Certificado otorgado a los pacientes que colaboraron en este trabajo de grado .....	95

## **LISTA DE TABLAS**

Tabla 1. Tabla comparativa de frameworks para despliegue Móvil Multiplataforma .....	17
Tabla 2. Tabla presenta las edades y ocupaciones de los pacientes incluidos en el proceso ....	50
Tabla 3. Tabla de resultados de la evaluación por recorrido cognitivo con usuarios .....	69
Tabla 4. Tareas no exitosas en la realización del tercer prototipo .....	78
Tabla 5. Análisis de las tareas realizadas en el tercer prototipo .....	81
Tabla 6. Resultados de la presentación del cuestionario MMUMS a los pacientes.....	94



# Capítulo 1

## Introducción

### 1.1 Contexto

Dentro del ecosistema móvil, las interfaces gráficas de usuario (GUI) han sido un factor predominante en la decisión de adquirir o no una aplicación, por lo tanto el interés de utilizarla radica en gran parte en el diseño que ésta presente, y de lo atractiva que pueda resultar para el usuario[1]. No obstante conforme evoluciona la tecnología, van apareciendo diversos dispositivos móviles que imponen limitaciones debido a sus tamaños de pantalla, y generan una amplia fragmentación, que obliga eventualmente a construir el código para cada plataforma objetivo, redundando en mayores costos y tiempos de desarrollo.

Con el fin de disminuir los tiempos citados y generar interfaces canónicas que puedan adaptarse a diferentes plataformas, se han hecho esfuerzos alrededor del paradigma de la generación automática de código desde la década de los ochenta. El objetivo, es evitar que el desarrollador tenga que desgastarse en volverse experto en un dominio vasto de plataformas y lenguajes. Al respecto, desde el año 2001 existen corrientes de investigación que dedican todos sus esfuerzos para crear metodologías que toman como base al DCU como el MPIU+a y Task Computing, en las que la prioridad es la construcción de las interfaces para sistemas web y desktop que reflejen una alta usabilidad. Sin embargo, el campo de los dispositivos móviles requiere de un enfoque diferente, teniendo en cuenta las limitaciones que dichas plataformas imponen [2].

Por otro lado, cuando las interfaces son creadas de modo automático y van dirigidas a personas de adultez media y mayor, las cuales no presentan una adecuada experiencia con las TICS, se producen serios problemas en el entendimiento y uso de las interfaces dado que estas no reflejan muy fielmente los requerimientos de los usuarios [3].

De otra mano, aparecen los framework para el despliegue de aplicaciones multiplataforma, surgiendo como una alternativa para mejorar la eficiencia en los procesos de desarrollo de aplicaciones móviles al disminuir significativamente los tiempos de despliegue de las mismas.

En este orden de ideas, es un reto adaptar las herramientas disponibles para el ámbito web y desktop, en artefactos útiles para construir un mecanismo que genere automáticamente interfaces gráficas de usuario para dispositivos móviles multiplataforma, que sean fáciles de entender y usar por sus usuarios.

## 1.2 Motivación

Una aplicación móvil marca la diferencia cuando es realizada con calidad, y rápidamente, puede adquirirse en muchas de las plataformas del mercado, y la aceptación de la gente es bastante significativa.

Lo anterior tiene como base, la implementación de estrategias que permitan generar conformidad en las personas, al poder alcanzar sus objetivos de frente a la interfaz de la aplicación, al sentirse atraídas por la misma, y claro está, que las estrategias puedan cumplir con las características de la demanda de los millones de usuarios de aplicaciones móviles.

Con esta perspectiva en mente, este proyecto pretende adaptar un mecanismo que permita realizar aplicaciones móviles competitivas, disminuyendo costos y tiempos de realización, al poder incluir procesos automáticos centrados totalmente en el usuario; esto implica que la adaptación se haga de la tecnología a la persona, y no como sucede normalmente, donde la persona debe acomodarse a la tecnología, tratando de bordear satisfactoriamente las limitaciones de las plataformas móviles.

## 1.3 Planteamiento del problema

Presentar interfaces agradables a los usuarios conlleva un proceso de creación y diseño; sin embargo, existen ciertas restricciones que imponen las plataformas móviles, como se ha nombrado en el contexto.

Al respecto, Balzer [4] a principios de los años ochenta, vaticinaba el auge de la generación de código con el paradigma de la programación automática (Automatic Programming Paradigm). A partir de esa época y hasta hoy, la academia y la industria han desarrollado metodologías, servicios, frameworks conceptuales y herramientas como los MB-UIDE<sup>1</sup>, que pretenden disminuir los tiempos de desarrollo y mantenimiento e incrementar la productividad de los proyectos software, al construir prototipos rápidamente y generar interfaces que reflejen fielmente los requisitos de los usuarios. No obstante, a pesar de todos los beneficios de este proceso, las interfaces de usuario resultantes han presentado problemas de usabilidad, ya que los modelos que las soportan son inexpresivos y no describen adecuadamente los sistemas desarrollados.

En este contexto, los inconvenientes asociados a la usabilidad son más evidentes con usuarios de edad avanzada que encuentran las GUI difíciles de aprender y usar, debido a su falta de afinidad tecnológica. Al respecto, en el año 2005 en el

---

<sup>1</sup>Model-Based User Interface Design Environment: Entornos de diseño de interfaces de usuario basados en modelos.

Reino Unido, se realizó una encuesta a 3200 adultos de diferentes edades, que indagó sobre la seguridad con que podían ejecutar una serie de tareas típicas en el teléfono móvil. De los adultos mayores encuestados (de 65 años de edad en adelante) que eran propietarios de un teléfono móvil, el 22% quiso almacenar un nuevo contacto en su teléfono y el 25% quiso enviar un mensaje de texto, pero fueron incapaces de hacerlo con seguridad [5].

Como respuesta a los planteamientos anteriores, han surgido varios paradigmas para la construcción de sistemas centrados en los usuarios DCU [6], entre los cuales se destaca MPIU+a (Modelo de Proceso de la Ingeniería de la usabilidad y de la accesibilidad) [7]. “...Una de las metas más importantes de éste modelo es conseguir “enlazar” la metodología del desarrollo de sistemas interactivos de la ingeniería de software con los principios básicos de la Ingeniería de la usabilidad y la accesibilidad, proporcionando un método que sea capaz de guiar a los equipos de desarrollo durante el proceso de implementación de un determinado sistema interactivo...” [8]. Estos sistemas pueden ser web o desktop, pues hasta el momento la metodología no ha considerado el ámbito móvil, según el Doctor Toni Granollers, gestor del MPIU+a. Adicionalmente, existe otro paradigma llamado Task Computing [9], que complementa a MPIU+a, dado que converge con su fase de Diseño, y permite redefinir cómo los usuarios interactúan con los entornos computacionales, facilitando la interacción entre ellos. Aquí la interfaz está diseñada a partir de las tareas (llamadas telefónicas, envío de mensajes, guardar contactos, etc.) que comúnmente realiza el usuario, presentadas de la manera más simple posible, en lugar de confundirlo con la aparición de tareas que poco usa o son complejas.

A partir de este contexto, es claro que la integración de estos paradigmas al diseño de interfaces con fines de generación automática de código para evitar su replicación en diferentes plataformas, es clave para mejorar la usabilidad en el resultado final, si se tiene en cuenta que bajo este principio las interfaces serán construidas de acuerdo a las preferencias y *modelo mental*<sup>2</sup> del usuario. Concretamente, existen dos problemas puntuales, el incremento en tiempo y costos de desarrollo de aplicaciones móviles multiplataforma y los inconvenientes en usabilidad de las GUI generadas bajo procesos automáticos, más aún cuando son utilizadas por personas de edades avanzadas. En este sentido, el proyecto plantea la pregunta de investigación: ¿Cómo mejorar el proceso de generación automática de interfaces de usuario en aplicaciones multiplataforma para dispositivos móviles, a partir de los conceptos de MPIU+a y Task Computing?

---

<sup>2</sup>Un modelo mental es un concepto de la psicología cognitiva, que se refiere al mecanismo que la mente usa para explicar como funciona el mundo real. Puede explicarse como la idea que se hace la persona de cómo funcionan las cosas con las que interactúa.

## 1.4 Trabajos relacionados

A continuación se mencionan algunos de los trabajos más relevantes relacionados con el contexto propuesto en el presente proyecto y serán divididos por temáticas como están descritos a continuación:

### **Implementación de procesos de generación automática de interfaces gráficas de usuario.**

En [10], los autores proponen el framework LoCa (Location and Context AwareHealthInfrastructure) para generar UIs móviles adaptativas para servicios eHealth [11], en un entorno de hospital inteligente o cuidados de hogar. Las interfaces deben adaptarse al contexto (perfil de los profesionales médicos y pacientes, y las características de pantalla de sus dispositivos). Asimismo se hace uso de Cameleon Reference Framework, para el diseño de las interfaces de acuerdo al contexto. A diferencia de este enfoque, no incluyen al usuario en la realización del sistema, tampoco hay modelos de usabilidad, ni etapas iterativas de prototipado y evaluación, y hasta el momento no han realizado ningún prototipo. En [12] proponen una metodología para adaptar interfaces de usuario a diferentes dispositivos móviles. Este método utiliza UsiXML como lenguaje para la representación de las interfaces, la notación CTT (Concur Task Tree) para modelar las diferentes tareas del usuario y el framework CAMELEON, como estructura conceptual para la construcción de la UI. En este orden de ideas, su trabajo tiene diferencias con el enfoque propuesto, porque no tiene en cuenta un modelo centrado en el usuario en ninguna de las etapas del diseño, además, una serie de algoritmos definen varias estructuras de interfaces posibles, y la elección de la más adecuada para determinado dispositivo la realiza el diseñador de la aplicación, reflejando de este modo, que no hay un trabajo participativo con los usuarios de la aplicación final. En [13] se hace un compendio de los modelos conceptuales orientados a objetos, utilizados para especificar GUIs de sistemas software, más herramientas, técnicas para generar las interfaces, realización de prototipos rápidos y una fuerte base teórica frente a la generación automática. El enfoque propuesto le da especial énfasis a los procesos iterativos de prototipado y evaluación, que buscan minimizar las falencias en la usabilidad de un sistema interactivo, mientras que este trabajo plantea un prototipo generado automáticamente bajo el modelo mental del desarrollador, lo que sugiere que no existe un trabajo participativo con la comunidad.

[14] propone una metodología para construir aplicaciones Groupware, bajo los lineamientos de Cameleon para la generación de las interfaces de usuario, y el modelo de proceso TOUCHE (Task-Oriented and User-CentredProcessModelforDeveloping Interfaces for Human-Computer-Human

Environments), que considera el proceso de desarrollo software para aplicaciones de trabajo colaborativo. Sin embargo este modelo no considera el aspecto de usabilidad, ni la creación de aplicaciones dirigidas al ambiente móvil.

### **Implementación de Task Computing**

En [15] se aplica el paradigma de Task Computing para la construcción de interfaces de usuario en teléfonos móviles, permitiendo que los usuarios ejecuten tareas de un modo más rápido y fácil de aprender. El diseño de la interfaz está basado en una jerarquía de las tareas (de lo general a lo particular), que cada usuario realiza cotidianamente o con mayor frecuencia. La investigación desarrolla un prototipo para una sola plataforma, y no hay participación de usuarios, ni para la implementación ni para la evaluación. Por otro lado, no es específico el proceso de creación de la UI.

### **Aplicación de metodologías de DCU**

Los autores de [16] realizan dos aplicaciones móviles involucrando algunas herramientas del diseño centrado en el usuario para teléfonos Symbian de NOKIA por lo cual no consideran el diseño multiplataforma. Sin embargo, los procesos no son realizados con la rigurosidad necesaria para evitar cambios significativos cuando las aplicaciones han sido terminadas. De otra mano, en [17] se realiza una aplicación móvil para iOS enfocada a la prevención y gestión de los factores de riesgo de ataques cardíacos con un diseño centrado en el usuario tradicional. Sin embargo no consideran el desarrollo multiplataforma o procesos automáticos.

Finalmente, [18] presenta el proceso de desarrollo de una aplicación móvil, desarrollada en Java ME, y siguiendo los principios clásicos del diseño participativo, los cuales pretenden ser automatizados para reducir los tiempos de prototipado, sin embargo esta idea se conserva como un trabajo futuro. Esta aplicación es realizada bajo un proceso de desarrollo software tradicional, por lo cual no incluyen procesos automáticos para el diseño, y tampoco generan la aplicación para múltiples plataformas.

## **1.5 Objetivos y alcance del trabajo de grado**

El propósito de este trabajo de grado es adaptar un mecanismo para la generación automática de interfaces gráficas de usuario para dispositivos móviles. En este sentido, son adoptados los conceptos de MPlu+a y Task Computing y se adapta una técnica para la creación del código de interfaz gráfica de usuario, con el fin de entregar interfaces gráficas de usuario móviles multiplataforma de manera automática. Finalmente, se propone desarrollar un caso de estudio en el marco de los programas que adelanta la Unidad de Salud de la Universidad del Cauca con

adultos medios y mayores, que permita evaluar los aspectos de usabilidad del mecanismo propuesto.

En cuanto al alcance del trabajo de grado, debe tenerse en cuenta que se enfatiza en la mejora del proceso de generación automática de interfaces gráficas de usuario multiplataforma para dispositivos móviles, además para alcanzar dicho objetivo será utilizado el modelo MPIU+a que sirve como metodología para obtener sistemas interactivos altamente usables y accesibles[7]. No obstante el hecho de mejorar el mecanismo causa como efecto la mejora en la usabilidad de las interfaces. Por lo tanto se tratan temas relacionados con la usabilidad sin profundizar en ellos, ya que no corresponde al objetivo central del presente trabajo de grado, como tampoco lo es el tema de la accesibilidad.

## **1.6 Estructura del documento**

El contenido de la monografía está organizado en cuatro capítulos como se muestra a continuación:

**Capítulo 2:** base importante de conocimiento alrededor de diversos conceptos como generación automática de interfaces, el paradigma de Task Computing, Diseño centrado en el usuario, el modelo de MIPU+a, Frameworks de empaquetamiento para despliegue multiplataforma en móviles, entre otros.

**Capítulo 3:** presenta la descripción del mecanismo, donde se explicará paso a paso el procedimiento que debe ser realizado para la generación de interfaces gráficas de usuario multiplataforma en dispositivos móviles bajo los conceptos de MPIU+a y Task Computing, proporcionando ejemplos relacionados al caso de estudio para facilitar la comprensión del lector.

**Capítulo 4:** describe los resultados de la aplicación del mecanismo propuesto en el capítulo 3, y presenta los análisis respectivos para el caso de estudio propuesto.

**Capítulo 5:** presenta las conclusiones del trabajo, aportes al semillero de investigación W@PColombia, reconocimientos, publicaciones y trabajos futuros.

Adicionalmente, el *anexo A* describe la notación CTT, el *anexo B* presenta el manejo de las herramientas CTTE y MARIAE, el *anexo C* aborda el framework Phonegap, y el soporte digital (CD) presenta el modelo CTT completo, el mecanismo propuesto con las entradas y salidas en cada fase y los videos de la evaluación de un prototipo realizado y la herramienta MMUMS.

# Capítulo 2

## Conceptos generales

Para poder contextualizar al lector con el dominio de la investigación, a continuación se describirán los conceptos generales más relevantes.

### 2.1 Definición de Generación Automática De Interfaces Gráficas de Usuario

El primero de ellos es la Generación automática, el cual es un proceso soportado por modelos conceptuales, que a partir de herramientas software aplica transformaciones de manera sistemática y automática a los distintos modelos de abstracción de una interfaz gráfica de usuario, hasta generar su respectivo código ejecutable.

Las herramientas basadas en modelos que soportan el proceso de generación automática denominadas MBUIDEs, las cuales se describen más detalladamente en el siguiente apartado.

#### 2.1.1 MBUIDEs

Los MBUIDEs son entornos de diseño de interfaces de usuario, soportados por los modelos de interfaz que pueden ser de tareas, dominio, usuario, entre otros, y son sometidos a una serie de transformaciones que pueden generar interfaces independientes de la plataforma o interfaces adaptadas a la plataforma deseada.

Gracias a esto, el desarrollador solo debe hacer pequeñas modificaciones según la plataforma objetivo. Esto claramente permite la realización de prototipos rápidos y un ahorro de tiempo muy significativo, lo cual es un factor relevante en el desarrollo de productos software.

Algunas de estas herramientas son:

**a) UIDE (User Interface Design Environment) [19]:** es un sistema desarrollado en el año 1991, soportado por una base de conocimiento para asistir al proceso de diseño, evaluación e implementación de una interfaz de usuario. Primero recoge una representación conceptual de la UI y luego proporciona un conjunto de herramientas para la ejecución de la UI. Comprende modelo de dominio, pero no de tareas, usuario, diálogo o presentación.

**b) TEALLACH [20]:** modela gráficamente una interfaz de usuario y parte de tres modelos: tareas, dominio, y un modelo de presentación (donde son considerados tanto AIOs: objetos de interacción abstractos como CIOs: objetos de interacción concretos) los cuales pueden relacionarse entre ellos. La interfaz generada está

escrita en código JAVA usando SWING. Este framework está hecho para diseñadores y desarrolladores expertos.

**c) CAMELEON [21]:** Framework conceptual que se basa en modelos para el diseño de interfaces de usuario multitarget y para múltiples contextos. Estos modelos consideran el dominio, las tareas, el contexto del usuario y la adaptación al cambio de contexto. El framework está soportado por herramientas software como:

CTTE: es un entorno que permite modelar los requerimientos de la aplicación a partir de la notación CTT, y da como resultado un archivo con extensión XML, el cual es incorporado en la herramienta MARIAE.

MARIAE [22]: por medio de la introducción del modelado en CTTE, MARIAE es capaz de generar automáticamente interfaces de tipo: móvil, desktop, vocales y multimodales, en JSP, HTML, SMIL, etc.

CAMELEON posee cuatro niveles de abstracción:

- **Task and Concepts (T&C):** involucra los conceptos y tareas del dominio de la aplicación, representados en un modelo de tareas por medio de la notación gráfica CTT (Concur Task Trees) [23].  
La notación CTT es presentada detalladamente en el anexo A.
- **AbstractUser Interface (AUI):** La interfaz de usuario abstracta define todos los objetos de interacción abstractos (AIOs), que sin presentar alguna lógica o control sobre la aplicación, representan los objetos y conceptos del dominio de la aplicación mostrados en la fase de T&C. Esta interfaz es independiente de cualquier modalidad de interacción y plataforma.
- **Concrete User Interface (CUI):** La interfaz de usuario concreta, depende del contexto, es decir que permite crear interfaces visuales, auditivas o móviles por ejemplo. Además, representa los elementos que los usuarios pueden manipular, llamados objetos de interacción concreta (CIOs) y la interacción entre ellos, por lo cual, define la apariencia final de la interfaz y la navegación entre las diferentes páginas.
- **Final User Interface (FUI):** La interfaz de usuario final es la interfaz a la que se enfrenta el usuario final, que puede ser generada a partir de la CUI, en lenguajes como HTML, SMIL y VoiceXml.

En este sentido, una vez conocidas las herramientas para la creación de interfaces de usuario para sistemas software, hay que resaltar el enfoque de la presente investigación, que es el ecosistema móvil. Como es conocido, en este tipo de ambientes salen al mercado muchos lenguajes y sistemas operativos diferentes que siguen obligando al desarrollador móvil, a que tenga una gran cantidad de



habilidades al desarrollar aplicaciones móviles, para los diferentes sistemas operativos disponibles. Sin embargo, también existen unas alternativas que pueden ser de gran ayuda, que consiguen distribuir una sola aplicación escrita en un solo lenguaje, en varias plataformas móviles con sistemas operativos diferentes. Esto claramente, permite impactar fuertemente en el mercado de las aplicaciones móviles, ahorrar tiempo y costos. Estas soluciones son conocidas como “PackagingFrameworks” o frameworks de empaquetamiento, y algunos están descritos en el siguiente apartado.

### **2.1.2 Frameworks para el desarrollo de aplicaciones multiplataforma en dispositivos Móviles**

**Rhodes**[24]: creado por la empresa Rhomobile, es un framework de código abierto basado en Ruby para construir rápidamente aplicaciones nativas para los principales sistemas operativos de smartphones (iOS, Android, RIM, Windows Mobile y Windows Phone 7). Estas aplicaciones están construidas bajo el patrón MVC y toman ventaja de las capacidades de los dispositivos como el GPS (Global PositioningSystem), PIM (Personal Information Manager), cámara, mapas nativos, código de barras, captura de firmas, Bluetooth, NFC(Near Field Communication), entre otros.

Presenta un servicio de compilación en la nube que llamado RhoHub, el cual proponen un cambio en desarrollo de aplicaciones móviles multiplataforma, es decir se programa una sola vez con tecnologías Web y Ruby, y la compilación se realiza en la nube, pudiéndose desplegar para 5 plataformas diferentes.

**Phoneygap** [25]: es un framework de libre distribución, creado por la empresa NITObI, que en octubre de 2011 fue adquirida por Adobe, para crear aplicaciones móviles con HTML5, CSS3 y Javascript, que se ejecutan dentro en un componente WebKit del móvil. Provee una serie de librerías Javascript que sirven de intérprete para cada uno de los lenguajes nativos de cada plataforma respectivamente (Objective-C para IOS, Java para Android, etc) que permiten acceder a las características del móvil.

Las plataformas que soporta Phoneygap hasta el momento son: Android, iOS, Windows Phone, Blackberry, WebOs, Symbian y Bada.

El framework permite acceder a las siguientes características de los teléfonos móviles: acelerómetro, cámara, captura multimedia, compass, conexión, contactos, dispositivo (recoger información específica del dispositivo), eventos, archivos, geo-localización, multimedia y notificaciones.

Por otra parte presenta un servicio llamado Phonegap Build, el cual permite compilar la aplicación basada con tecnologías web en la nube y ofrece como resultado el ejecutable respectivo para 6 plataformas móviles distintas de manera automática. A raíz de la compra de NITObI por Adobe, el framework adquirió el nombre de Cordova, sin embargo todas las referencias y el sitio web, hasta el momento, sigue llamándose Phonegap.

En este orden de ideas, el Framework posee dos modos de compilación, uno es por medio de los IDEs correspondientes a cada plataforma móvil, adjuntando la librería de phonegap al proyecto para poder hacer uso del hardware del dispositivo a través de tecnologías web, por ejemplo: para desarrollar una aplicación para Windows Phone es necesario tener instalado el Microsoft Visual Studio para Windows Phone y configurar el entorno para poder programar con tecnologías Web la aplicación que será compilada nativamente, de igual forma para Android, Mac u otra plataforma, serían necesarios los IDEs o máquinas respectivas para desplegar la aplicación en los dispositivos móviles.

El segundo modo de compilación es por medio del servicio Phonegap Build, para el cual no hay necesidad de instalar o conseguir entornos de desarrollo, solo debe referenciarse la librería sin descargarla, porque el servicio es capaz de adjuntarla y de dar como resultado los ejecutables de cada una de las plataformas automáticamente.

**Corona**[26]: es un framework creado por AnscA Mobile, para el desarrollo de juegos y aplicaciones gráficas para dispositivos IOS, Android, KindleFire y NOOK. Se desarrolla en el lenguaje de scripting Luay no tiene IDE, aunque si viene con un interprete-emulador y varios ejemplos de juegos de alta gama. Existe una versión de prueba de 30 días. El precio de la licencia para desarrollar y publicar las aplicaciones en las tiendas de descarga en alguna de las dos plataformas (Android o iOS), es de \$199/año y de \$349/año para las dos plataformas (iOS y Android).

**Adobe Air**[27]: es un entorno para crear aplicaciones móviles, web, y de televisión, bajo HTML, Javascript, Actionscript, Flex 4<sup>3</sup> y Flash Builder; entre las plataformas móviles que soporta, están IOS, Android y BlackBerry. Los dispositivos Android, deben ser de gama alta con procesador Arm7.

---

<sup>3</sup>Flex 4 es un framework que utiliza el lenguaje de programación ActionScript 3. Flash Builder, es un IDE muy potente, ya que proporciona una gran cantidad de wizards y editores, pero debe pagarse una licencia para adquirirlo. Los controles visuales usados durante el desarrollo y ejecución no son los originales de cada plataforma, sino que son específicos de Flex 4.

## 2.2 Diseño centrado en el usuario[28]

Diseñar una interfaz de un sistema interactivo bajo las premisas del diseño centrado en el usuario tiene las siguientes características:

- Su objetivo es realizar una interfaz fácil de aprender y usar.
- Es un diseño participativo, lo que quiere decir que los usuarios del sistema están implicados directamente desde el inicio del desarrollo y hasta el final del mismo.

Reúne las particularidades (contexto, rol, discapacidad, edad, etc.) de cada usuario del sistema reflejando en las funcionalidades de la interfaz y los requerimientos de los mismos.

Actualmente el modelo del diseño centrado en el usuario está estandarizado por el ISO 13407: HUMAN-CENTRED DESIGN PROCESSES FOR INTERACTIVE SYSTEMS [29], que proporciona una guía para el desarrollo de sistemas interactivos usables y propone 4 actividades durante el ciclo de vida de desarrollo.



Figura 1. Proceso del diseño centrado en el usuario definido por el ISO 13407.

Como se puede ver en la Figura1, el ISO 13407 presenta una naturaleza iterativa, con el fin de aprovechar una realimentación para solucionar errores en cada revisión.

## 2.3 MPIU+a

El grupo de investigación en la disciplina de la Interacción Persona-Ordenador GRIHO [30]de la Universidad de Lleida (España), presenta un modelo propio de DCU al cuál se ha denominado MPIu+a (acrónimo de Modelo de Proceso de la Ingeniería de la usabilidad y de la accesibilidad), el cual, como puede

observarse en la Figura 2, presenta diferentes fases relacionadas entre si. El modelo es el resultado de la unión de la ingeniería del software (recuadros azules que muestran el proceso clásico de desarrollo de un producto software), con dos de los conceptos de mayor relevancia en la ingeniería de la usabilidad y de la accesibilidad (recuadros verde y amarillo: prototipado y evaluación).

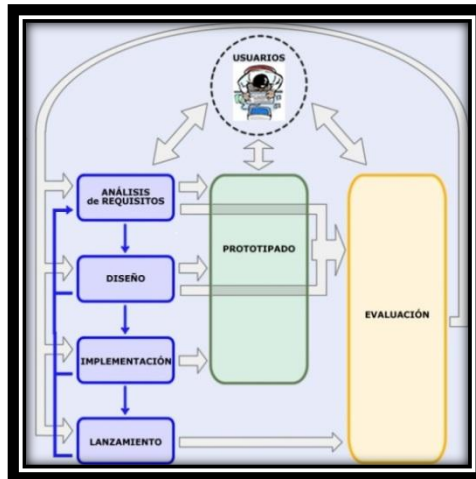


Figura 2. Fases del modelo MPIU+a.

Este modelo, ofrece una guía bastante sencilla para la construcción de sistemas interactivos web y desktop altamente usables y accesibles, pero no establece un método específico a seguir para su desarrollo como tal, por lo cual es flexible ante la cantidad y el tipo de prototipos y evaluaciones a utilizar. El modelo consta de 6 fases que serán descritas a continuación.

### 2.3.1 PRIMERA FASE: ANALISIS DE REQUISITOS

Los fundamentos de esta etapa son la ingeniería de requisitos y el modelo de calidad definido en el estándar ISO /IEC 9126-1[31], los cuales están enfocados en los requerimientos (frecuentemente cambiantes) que son percibidos del usuario y su contexto, más que en la calidad interna o funcional del sistema, lo cual involucra directamente a los desarrolladores. En otras palabras, esto sugiere que en MPIU+a se hace mayor énfasis en los requisitos de los usuarios, que en los requisitos funcionales, como tradicionalmente se ha hecho desde la perspectiva de la ingeniería del software (IS).

Esta actividad no es fácil de realizar, ya que por lo general, es complejo que las personas afluencen lo que quieren, lo más recomendable entonces, es confrontar al usuario con un prototipo o un modelo del sistema y así obtener los requerimientos de una manera más eficiente.

“...Aun así, los cambios son inevitables, por lo que se tiene la obligación de reducir su número y disminuir al máximo el impacto de los mismos...” [32]

Esta fase consta de las siguientes actividades.

#### **a. Análisis etnográfico.**

*“...Tu puedes observar mucho mirando...”*

Yogi Berra

En esa oración está resumido el sentido de esta fase del modelo, que es precisamente sumergirse en la observación del usuario para conocerlo y entenderlo tanto desde su perspectiva emocional y cultural (costumbres y motivaciones) como desde su ángulo operativo (cómo realizan sus tareas, porque se llevan a cabo de un modo u otro, o el orden en que son cumplidas, qué objetos utilizan, etc.). Dicha información es recogida en un análisis etnográfico, el cual tiene las siguientes premisas: [33]

- Asumir que las personas realizan correctamente su trabajo y muy a menudo tratan de hacerlo de forma que difiera de la estándar.
- Disponer y pasar tiempo suficiente en conocer a las personas e intentar establecer una buena relación con ellos.
- Guardar notas detalladas de todas las actividades de su trabajo. Analizarlas y sacar conclusiones con ellos mismos.
- Combinar la simple observación con entrevistas abiertas.
- Organizar sesiones regulares de resumen donde el etnógrafo habla con los usuarios fuera del proceso.
- Realizar un estudio etnográfico ayudará de forma determinante a algunas otras fases del Análisis de Requisitos, ya que se logra:
  - Detallar y relacionar los objetos que dichas personas utilizan (directa o indirectamente).
  - Aumentar la información relativa a la organización de las tareas y a su consecución. La experiencia del día a día de las personas aporta gran información debido a que cada una ve una misma tarea de manera diferente.

**b. Análisis de Implicados (Stakeholders):** la segunda actividad es llamada análisis de implicados o stakeholders, los cuales son las personas u organizaciones que se ven afectadas directa o indirectamente por la realización del sistema. Lo primero que debe hacerse en esta etapa es descubrirlos y clasificarlos para extraer la mayor información posible que genere una visión inicial y común del sistema a desarrollar.

**c. Análisis contextual de tareas:** este análisis está basado en los datos recolectados en el análisis etnográfico, ya que no es una descripción de tareas como comúnmente se haría, sino que las tareas son extraídas del contexto de los usuarios y de sus particulares maneras de llevar a cabo diversas labores.

**d. Objetos:** pueden ser de tipo conceptuales (gestos) o físicos (bolígrafo) y pueden revelar funcionalidades subyacentes, que podrían considerarse en la interacción.

**e. Plataforma:** las plataformas objetivo presentan restricciones y oportunidades, a partir de las cuales se toman importantes decisiones de diseño. Debido al contexto de esta investigación, debe tenerse muy en cuenta el tamaño de pantalla, el sistema operativo, el método de interacción, entre otras características.

**f. Objetivos:** deben definirse los objetivos funcionales que contarán con las especificaciones precisas que permitan al equipo desarrollador implementar los procesos necesarios para que el sistema pueda ofrecer los resultados esperados a sus usuarios. También es necesario definir los objetivos de usabilidad que busquen perfeccionar la interacción entre los usuarios y el sistema.

A continuación es descrita la segunda fase del modelo MPIU+a.

### **2.3.2 SEGUNDA FASE: DISEÑO**

Finalizada la fase de análisis de requisitos, se obtiene toda la información acertada para que el equipo de desarrollo comience a diseñar la interactividad y el sistema como tal.

El diseño de la interacción está compuesto por dos actividades muy importantes que son: el diseño de la actividad, referente a las funciones que debe cumplir el sistema, para lo cual será necesario establecer un modelo de tareas que encaje con el modelo mental de los usuarios; y el diseño de la información, en el que se planeará la organización de la información y los elementos, y se buscarán los colores y el lenguaje adecuado para el tipo de interfaz, con el fin de que el usuario pueda captar correctamente el significado de lo que el sistema pretende transmitirle.

Para este último propósito existe un término de la psicología, denominado *affordance* [34] que hace referencia a las percepciones obtenidas sobre la funcionalidad de un objeto, con solo mirarlo. Este concepto es de vital importancia en el diseño, ya que relaciona los factores humanos con los elementos de la interfaz, y proporciona al usuario una comprensión rápida y eficiente.

### 2.3.2.1 Organización de los elementos de la interfaz

El objetivo en esta etapa es, claramente, hacer que la información sea presentada de tal forma que el usuario, tenga una rápida y correcta interpretación y percepción de las posibilidades que le brinda la interfaz. Para poder lograrlo, es necesario partir del mismo comportamiento de la persona, de la psicología perceptual, la cual dicta unos principios denominados Principios de Gestalt [35], que son:

- Similitud. Objetos similares próximos son interpretados como una representación conjunta/agrupada.
- Proximidad. Elementos visuales con propiedad común son interpretados como una agrupación.
- Cierre (clausura). Elementos visuales que tienden a cerrar un área es interpretada como cerrada.
- Continuidad (determinación de formas). Discriminación de elementos diferentes según la continuidad natural.
- Simetría. Hay la tendencia de ver elementos simétricos como partes de una misma figura.
- Área. Existe la tendencia de agrupar elementos de manera que se cree la menor figura posible.

Por otro lado, existen unas reglas efectivas de diseño a saber [36]:

Balanceado. Representa el equilibrio entre los ejes horizontal y vertical en la organización de los elementos, esto quiere decir que en cada eje debería haber un número tal de elementos, que visualmente creen la sensación de equilibrio.

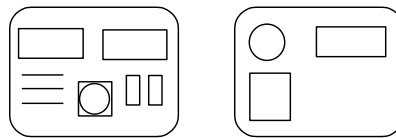


Figura 3. Pantalla balanceada (izda.) e inestable (dcha.)

Simetría. Consiste en duplicar la imagen visual a lo largo de un eje de simetría. Esta técnica automáticamente asegura el balance.

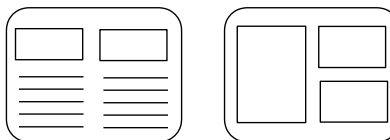


Figura 4. Pantallas con diferentes simetrías

Regularidad. Técnica visual para establecer uniformidad ubicando los elementos de acuerdo con una distribución regular en filas–columnas.

Alineamiento. Elementos alineados entre sí transmiten una percepción más ordenada de la interfaz.

Enrejillado. Separación y acentuación de la organización de los elementos entre áreas.

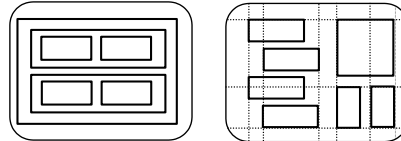


Figura 5.1 Pantalla con enrejillado y alineamiento (izda.)

## Metáforas

Una parte fundamental en el entendimiento del modelo mental del usuario son las metáforas. En la teoría literaria, una metáfora es una forma de expresión en la cual una palabra o frase que designa a un objeto o idea en particular es aplicada a otra palabra o frase para dar a entender alguna similitud entre ellas[37] y, en la literatura de la Interacción Persona Ordenador (IPO) habitualmente se ha utilizado como medio para describir y representar elementos interactivos (p. ej. iconos, formas de botones...etc.) y estilos de interfaces, que representen elementos y conceptos del mundo real, con el fin de que las personas los relacionen con su experiencia, facilitando los procesos de aprendizaje [38].

Asimismo, con el fin de dar claridad al anterior concepto se propone el ejemplo del icono de configuración o también llamado “settings”, el cual ha sido representado por una llave inglesa, una herramienta ó un engranaje. De esta manera, al configurar alguna característica del equipo móvil, el usuario establece inmediata relación con una llave o herramienta. De esta forma son emplean las metáforas en interfaces gráficas de usuario.

## Colores

La elección de los colores depende del contexto de la interfaz, incluyendo la edad y costumbres de los usuarios finales y el tópico que esté siendo abordado [39]. A parte de que generan confort para la apreciación estética de los usuarios, se convierten en una de las opciones para resaltar órdenes activas, distinguir elementos clickeables de los que no lo son y en últimas dar vida al contenido.



### 2.3.2.2. Realimentación y gestión de errores.

En todo sistema interactivo, es de vital importancia que el usuario reciba notificaciones de lo que está sucediendo o cuando realiza determinada acción (Ej: borrado de ficheros, formateando, mover cursor), antes de realizarla (Ej: etiquetainformativa de los botones) o al haberla finalizado (Ej: información de finalización de tareas). La realimentación se convierte entonces, en el principio de diseño adecuado para tal fin. Por otro lado es importante indicarle al usuario cuando ha ocurrido un error (vía notificaciones por ejemplo), que bien puede ser por una traslación errónea de la intención a la acción, es decir que el usuario puede pensar en hacer una acción y por algún motivo termina haciendo otra (slip o descuido), ó porque el usuario realiza una acción equivocada por falta de conocimiento (falta o mistake), lo que quiere decir que el modelo mental del usuario no esta de acuerdo al modelo que le presenta la interfaz.

### 2.3.3 TERCERA FASE: IMPLEMENTACION

Esta fase corresponde a la fase de implementación tradicional de la ingeniería del software. En ésta se incluirá una técnica para el despliegue de una aplicación en múltiples plataformas móviles.

Para determinar cuál es el framework que permite la creación del código de interfaz gráfica de usuario en múltiples plataformas móviles, de la manera más adecuada, es presentada la siguiente tabla comparativa [40]:

FRAMEWORK	Número de plataformas	Tecnología de desarrollo	Compatibilidad con el hardware de los dispositivos	Desempeño y tiempo de respuesta de la Aplicación	Licencia	Servicios De compilación en la nube	Compatibilidad con los entornos de desarrollo	Soporte
<b>Rhodes</b>	5	Ruby [41]	Muy Alta	Muy Alta	Libre	RhoHub	Ninguna(IDE Oficial)	Alto
<b>PhoneGap</b>	7	HTML5, Javascript y CSS3 [42]	Alta	Muy Alta	Libre	Phonegap Build	Alta	Muy Alto
<b>Corona</b>	4	LUA[43]	Alta	Muy Alta	No Libre	Ninguno	Ninguna()	Muy Alto
<b>Adobe Air</b>	3	ActionScript [44]	Media	Media	No Libre	Ninguno, Presenta servicio de depuración remota	Ninguna (IDE Oficial)	Muy Alto

Tabla 1. Tabla comparativa de Frameworks para despliegue Móvil Multiplataforma.

La Tabla 1 presenta la ventaja de trabajar con Phonegap, comenzando por el número de plataformas que tiene al alcance, además del gran soporte, ya que es el único que presenta un medio muy organizado de todas las API's basadas en HTML5, y ejemplos muy bien explicados; presenta además, un phonegap wiki y un foro donde puede consultarse cualquier duda al respecto al framework, igualmente como la tecnología de desarrollo esta basada en HTML5 se tiene el respaldo de la

W3C con sus últimas revisiones y principalmente con las “BEST PRACTICES ” para desarrollo web móvil.

Adicionalmente es de libre distribución, y cada mes sale una actualización de él, presentando mejoras para cada plataforma y corrigiendo bugs. Finalmente presenta un servicio llamado Phonegap Build, capaz de compilar en la nube el proyecto basado en tecnologías web y desplegar instantáneamente archivos ejecutables para las diferentes plataformas móviles sin necesidad de instalar algún IDE. Ésta última, es destacada como una forma innovadora de desarrollo de las aplicaciones móviles.

#### **2.3.4 CUARTA FASE: PROTOTIPADO**

“Los prototipos son preguntas, haz muchas de ellas” Scott Klemmer.

El enunciado mostrado representa el hecho de las etapas repetitivas de prototipado que son realizadas en MPIU+a. Estos tienen una connotación muy importante, porque no solo se utilizan para evaluar objetivos de funcionalidad o usabilidad, sino que además recogen las impresiones del usuario para transmitirlos a la interfaz, recoger requisitos o aclarar algunos, asegurando cada vez más una alta usabilidad del sistema. Existen varias clasificaciones de los prototipos, y muchos de ellos para utilizar en un proceso de desarrollo bajo MPIU+a, sin embargo a continuación serán explicados solamente los utilizados en este proyecto.

##### **Técnicas de prototipado:**

**Bocetos (esbozos):** por lo general se realizan en las primeras etapas del diseño, y están encargados de recoger primeras ideas del espacio de trabajo de la interacción, incluso sin haber ahondado en la captura de requisitos. Se realizan de manera muy rápida, por lo que pueden generarse varios de ellos.

**Maquetas digitales:** técnica que permite representar la interfaz de la aplicación de manera digital reflejando una aproximación a la versión final del sistema. Son construidas a través de herramientas sofisticadas (editores gráficos, etc.) de diseño permitiendo obtener resultados más reales de interacción con los usuarios. Se aconseja usar esta técnica en la etapa de diseño.

**Storyboardsnavegacionales:** esta técnica representa todas las vistas de la interfaz, dispuestas sobre un papel y unidas por medio de flechas que muestran el flujo de navegación.

**Prototipos Software:** un prototipo software es una aplicación con la funcionalidad mínima necesaria para que el usuario pueda tener un grado de interacción con el sistema que le permita conocer su funcionamiento en ese instante.

Como se ha indicado también a través del mecanismo, cada prototipo requiere de una respectiva evaluación que permita identificar los puntos débiles del diseño, por ello, a continuación es introducida la fase de evaluación.

### **2.3.5 QUINTA FASE: EVALUACIÓN**

En esta fase en especial, se recibe toda la realimentación necesaria por parte de los usuarios más representativos y de los expertos, para mejorar el sistema interactivo, permitiendo evaluar tanto la funcionalidad como la usabilidad del mismo. Al igual que los prototipos hay una cantidad de clasificaciones y evaluaciones por realizar en el proceso de desarrollo, no obstante en este apartado serán referenciadas las utilizadas en este proyecto.

#### **Tipos de evaluación**

**1. Métodos de inspección:** se da especial importancia a los juicios y conclusiones de los expertos, quienes examinan aspectos del sistema (usabilidad, funcionalidad, etc.) sin la presencia de usuarios. Los incluidos son los siguientes:

##### **a. Recorridos**

Método que sirve para observar los pasos o recorridos que realizan los usuarios para hacer determinadas tareas del sistema.

**b. Recorrido Cognitivo [45]:** en esta evaluación el evaluador posee información sobre el nivel cognitivo del usuario y una serie de tareas que debe desarrollar; con base en esta información, determinará si la interfaz es adecuada para los usuarios.

**Recorrido cognitivo con usuarios [46]:** método que complementa al recorrido cognitivo por la inclusión del usuario. Éste método implica la realización del recorrido cognitivo tradicional, seguido de uno en el que es integrado el usuario y se le asignan unas tareas a conseguir. Una vez que ha terminado son analizados y aclarados los problemas detectados.

**2. Métodos de indagación:** está fundamentado en el diálogo con los usuarios, la observación detenida mientras utilizan el sistema, y la recolección de sus opiniones sobre el aplicativo por medio de preguntas verbales o escritas.

**Observación de campo:** este método está compuesto de dos partes esenciales: la principal es la observación. Observando todo cuanto acontece el lugar de la acción, como en el análisis etnográfico.

Y la otra, consiste en preguntar o entrevistar al usuario acerca de su trabajo o de sus acciones para complementar la información recolectada durante la observación.

“...Debe mencionarse que la observación de campo puede resultar intrusiva e incluso algunos usuarios pueden variar sus hábitos por el hecho de sentirse observados e incluso negarse a ello... [47]”

**Grupo de Discusión Dirigido (FocusGroup):** debate entre usuarios, implicados y evaluador (moderador) sobre aspectos del sistema.

**Entrevistas y Cuestionarios:** de tipo estructurado o desestructurado, permiten recoger información valiosa de los usuarios.

**3. Método de test:** se ubica a los usuarios representativos frente al sistema o prototipo, observándose como interactúa e indagándolo, a la vez que el evaluador va obteniendo sus apreciaciones.

**Pensando en voz alta (ThinkingAloud):** se solicita al usuario que exprese libremente sus sentimientos sobre la funcionalidad y el diseño, mientras va interactuando con el sistema. Este método permite acercarse más a los factores cognitivos de los usuarios finales.

### **Métricas de Usabilidad**

Por lo general, la usabilidad es validada por métodos cualitativos, dado que es tan subjetiva que es complicado medirla con exactitud. Sin embargo y a pesar de lo difícil que pueda parecer evaluar la usabilidad de modo cuantitativo han surgido algunas iniciativas exitosas para poder llevar a cabo dicho fin por ejemplo por medio de cuestionarios.

Con ellos se espera poder recoger las impresiones de los usuarios acerca de la facilidad de uso del sistema y en general de la conformidad que han tenido con él.

En este proyecto se ha hecho uso de la herramienta MUMMS (Measuring the Usability of Multi-Media Systems) [48]: que permite medir la usabilidad de productos multimedia en general, por medio de 6 factores claves en el campo del entendimiento de una interfaz de usuario.

- **Atracción:** capacidad del producto software para ser atractivo para el usuario (por ejemplo, a través del uso del color o el diseño gráfico)[49]

- Control: característica que capacita a los usuarios para que sientan que tienen el control del producto de software.[50]
- Eficiencia: la capacidad del producto software para permitir a los usuarios gastar apropiadamente la cantidad de recursos en relación con la eficacia obtenida en un contexto de uso especificado. [50]
- Utilidad: es la capacidad de un producto software de permitir a sus usuarios resolver problemas reales de una manera aceptable. La utilidad implica que un producto software tiene utilidad práctica, esto deja ver que tanta compatibilidad hay entre el producto y el modelo de tareas del usuario. La utilidad obviamente depende de las características y la funcionalidad que ofrece el producto software. También refleja el nivel de conocimientos y habilidades de los usuarios mientras realizan alguna tarea (es decir, no sólo es considerado el producto software).[50]
- Aprendibilidad: es la capacidad del producto de software para que los usuarios sientan que pueden utilizar productivamente el producto de software de inmediato y rápidamente aprender otras nuevas funcionalidades. [50]
- Emoción: Impulso involuntario, originado como respuesta a los estímulos del sistema software, que induce sentimientos y que desencadena conductas de reacción automática.[51]

### **2.3.6 SEXTA FASE: LANZAMIENTO.**

En esta fase están reflejadas las expectativas del producto. El usuario final dará a conocer su apreciación acerca del sistema interactivo, cuyo éxito depende de dos factores: la usabilidad y accesibilidad del sistema y la funcionalidad directamente comprobada por el usuario.

MPIU+a asegura el éxito del producto, dado que soporta los dos factores mencionados anteriormente. Desde el punto de vista de la usabilidad, se hace un diseño participativo con los usuarios, por lo cual las críticas serán mínimas, y en la parte funcional, el sistema será desarrollado con el modelo clásico de la ingeniería del software, para el cual prima la correcta funcionalidad, además de que el modelo comprende de varios procesos de evaluación, donde los usuarios comprobarán si el sistema cumple o no sus expectativas.

## **2.4 Task Computing**

Task Computing es un paradigma gestado en el grupo **MindSwap** de la Universidad De Maryland, que intenta redefinir cómo los usuarios interactúan y usan los entornos informáticos (servicios y dispositivos)[9]. Al respecto, Task Computing surge como una alternativa para facilitarle al usuario no técnico que

se encuentra en ambientes ubicuos, el uso de los diversos dispositivos electrónicos y las respectivas interfaces de usuario a las que tienen que hacer frente. La meta es hacer que el usuario pueda centrarse en el qué tiene que hacer y no se detenga a pensar en el cómo.

Para lo anterior, deben cumplirse dos aspectos primordiales: el primero de ellos es facilitar al máximo la consecución de las tareas, y el segundo, radica en brindarle a las personas, funcionalidades que estén conforme a sus preferencias, experiencia, necesidades, localización, y en general a su contexto.

En este sentido el grupo Mindswap, ha generado algunas herramientas para el descubrimiento, composición y ejecución de tareas y servicios de un entorno pervasivo relacionado a un contexto específico (reunión de negocios en una sala de conferencias donde son utilizados un proyector, impresoras, teléfonos móviles, etc. los cuales pueden interactuar en algún momento). Sin embargo, en este proyecto este paradigma va a ser abordado desde el ángulo conceptual, antes de ser usado desde la composición de servicios.

Como se puede observar, este paradigma tiene como uno de sus focos principales a las personas que hacen uso de entornos informáticos, en este sentido, converge con el modelo de MPIU+a, y en conjunto definirán los criterios para lograr que las tareas de la aplicación piloto, sean muy sencillas y rápidas de realizar, facilitando el reconocimiento y la toma de decisiones simples en la navegación.

## **2.5 Conclusión del capítulo**

Como punto de partida, será tomado el framework CAMELEON para desarrollar el proceso de generación automática, debido a que su metodología permite analizar cuidadosamente los objetos de interacción pertenecientes al contexto móvil, adicionalmente está soportado por herramientas actuales y libres, como lo son CTTE y MARIAE que operan en sintonía con CTT, notación que es la más adecuada para el diseño de sistemas interactivos donde son tenidas en cuenta las interacciones del usuario, además de ser muy gráfica y muy fácil de usar. Por otra parte, las interfaces finales generadas por MARIAE (en HTML) se adaptan adecuadamente al proceso de migración hacia las plataformas móviles, realizado bajo el servicio Phonegap Build, que ciertamente, acepta como entrada código web. De otra mano, el framework CAMELEON será adaptado con la filosofía de Task Computing, para conseguir una aplicación que permita al usuario poder alcanzar los objetivos funcionales que se proponga con la interfaz gráfica. A su vez, el framework conceptual y el paradigma serán adheridos al modelo del proceso de la ingeniería de la usabilidad y la accesibilidad MPIU+a, el cual funcionará como esquema central del mecanismo propuesto.

# Capítulo 3

## Mecanismo para la generación automática de interfaces gráficas de usuario para dispositivos móviles aplicando los conceptos de MPIU+a y Task Computing.

A partir de las definiciones y conceptos analizados en los capítulos anteriores sobre los diferentes aspectos relacionados a la concepción del mecanismo propuesto, en este capítulo se especifica el proceso para obtener interfaces gráficas de usuario de manera automática, para aplicaciones móviles multiplataforma, siguiendo los conceptos de MPIU+a y Task Computing.

### 3.1. Descripción general del mecanismo

El aporte de la presente investigación se evidencia por medio del paralelo realizado entre el proceso de generación automática de interfaces gráficas de usuario, planteado por el framework conceptual CAMELEON con sus herramientas de soporte MARIAE y CTTE (Figura 6), y el mecanismo propuesto en este proyecto (Figura 7). Al respecto, en la Figura 6 se observan las fases que componen al framework conceptual, desde T&C, introducida por el modelo mental del desarrollador, hasta la creación de una FUI que bien puede ser generada en JSP, HTML, SMIL, entre otros lenguajes/tecnologías, haciendo uso de su vertiente para dispositivos móviles (capítulo 2 sección 2.1.1). No obstante, este proceso presenta algunos desaciertos en su usabilidad, debido a los problemas encontrados en los modelos que la soportan (capítulo 1 Sección: 1.3).

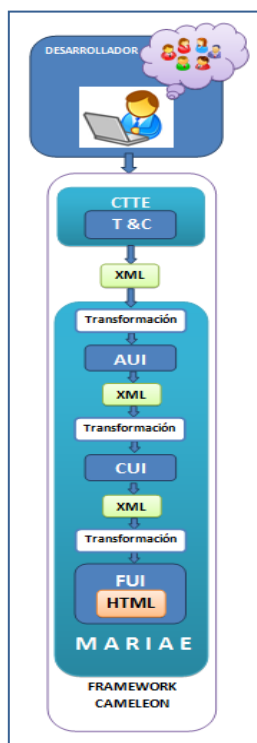


Figura 6. Proceso de Generación Automática propuesto por CAMELEON

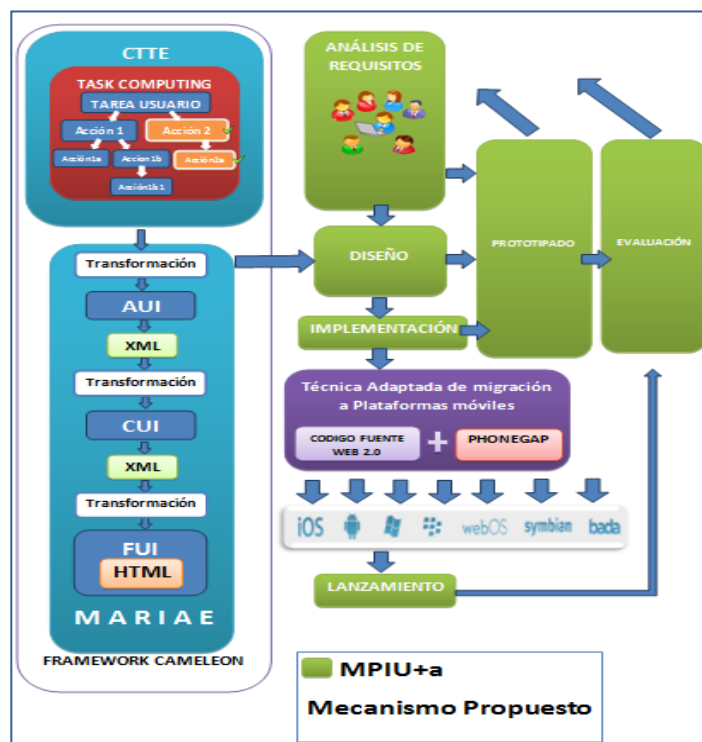


Figura 7. Mecanismo de generación automática de interfaces gráficas de usuario para dispositivos móviles, incluyendo los conceptos de MPIU+a y Task Computing.

En ese sentido, se incluyen los conceptos de Task Computing en la primera etapa de T&C de CAMELEON, con el fin de optimizar el modelado de tareas al incluir el modelo mental del usuario final en la selección y caracterización de las funcionalidades, situación que en T&C nunca fue considerada, y permitiendo que sean funcionalidades muy útiles para los usuarios, que puedan ser llevadas a cabo sin incurrir en procesos de sobrecarga cognitiva.

Así mismo, la figura 7 muestra el mecanismo propuesto, cuyas características principales son las siguientes:

- El modelo MPIU+a se comporta como la estructura general del mecanismo.
- El paradigma Task Computing es introducido para la selección y caracterización de las tareas que componen la aplicación piloto, con el fin de dar cumplimiento con el tercer objetivo (concepto abordado en el capítulo 4 sección 4.4.1.2).
- El proceso de adaptación multiplataforma es utilizado como la técnica para el despliegue de la aplicación piloto en al menos dos plataformas móviles.

Inicialmente, se encuentra la fase de *Análisis de Requisitos*, en la que para mayor comprensión de las actividades llevadas a cabo se introduce el caso de estudio, éste se llevó a cabo con 8 pacientes del programa de prevención y control de la hipertensión arterial de la Unidad de Salud de la Universidad del Cauca, y sus resultados, se presentarán de forma detallada en el capítulo 4. Cabe resaltar que los pacientes estarán presentes en todo el proceso de desarrollo, exponiendo de esta manera un escenario real.

A continuación es desarrollada la fase de *Diseño*, la cual tiene dos modificaciones importantes:

- Introducción de CAMELEON y sus herramientas de soporte como guía para el diseño y la construcción de las interfaces gráficas de usuario de manera automática.
- Reemplazo de la etapa de T&C del framework CAMELEON por los conceptos de Task Computing con el fin de materializar el diseño de la actividad.

Seguidamente, se construye el diseño de la información, haciendo especial énfasis en el diseño móvil (Capítulo 3, sección 3.3.2), ya que MPIU+a se erige como una guía para el desarrollo de sistemas interactivos desktop y web, sin considerar los móviles, los cuales al ser bastante particulares, requieren de un enfoque diferente sobre todo si la interactividad está dirigida a personas de la adultez media y mayor, como se nombró en el planteamiento del problema.

Posteriormente, es desarrollada la implementación de la aplicación piloto, fase después de la cual, se introduce una técnica de adaptación del código web, hacia las diferentes plataformas móviles. Dicho código está compuesto por:



- La interfaz final (HTML) generada automáticamente bajo el framework CAMELEON.
- La lógica y estilo de la aplicación realizados por el equipo de desarrollo, con CSS3 y JavaScript, como resultado de la fase de implementación.

Esto último se considera como una segunda etapa de generación automática, que da como resultado archivos ejecutables para diferentes sistemas operativos móviles.

Adicionalmente, como puede observarse en la Figura 7, el prototipado y la evaluación son transversales a las demás fases del mecanismo, esto permite que el modelo sea iterativo, y brinde especial soporte a Task Computing, cuando se realiza la definición de la secuencia de actividades para alcanzar una tarea.

Finalmente, el presente capítulo muestra de forma clara, cuáles son las actividades para cada fase, cómo debe procederse y quienes deberían participar; la instanciación del mecanismo propuesto se ve reflejada en los resultados descritos en el capítulo 4.

### 3.2 Análisis de requisitos



Figura 8. Fase de análisis de requisitos del mecanismo propuesto.

Dentro de la primera fase del mecanismo (ver Figura 8) son definidas una serie de tareas preliminares para especificar el alcance del proyecto, los usuarios objetivos y el impacto que tendría la aplicación piloto. Por lo tanto, es necesario realizar una *reunión de implicados* (ver capítulo 2 sección 2.3.1, apartado b), en la que se obtenga, en este caso en particular debido a la naturaleza del proyecto, la aprobación para realizar el trabajo de campo con los pacientes del programa de prevención y control de la hipertensión arterial. Esta es realizada con el Director de la Unidad de Salud, quien da el aval, al considerar como vital la inclusión de las TICS en la agilización de los procesos de atención y de conservación de la salud de los pacientes.

Luego, por medio de una segunda reunión de implicados, se consigue una visión general del programa de hipertensión, el cual consta de aproximadamente 300 pacientes entre funcionarios de la universidad, exfuncionarios y familiares, 100 de los cuales no tienen sus niveles de presión arterial controlada, dado que no cumplen con las recomendaciones indicadas por los profesionales de la salud. Dentro de este grupo, algunos son atendidos por la enfermera, otros por el médico y otros no asisten a los controles. Para la presente investigación es asignada a la enfermera encargada de la atención de alrededor de 50 pacientes hipertensos mayores de 45 años, para que en sus consultas pueda realizarse el *análisis etnográfico* (capítulo 2, sección 2.3.1 apartado a), actividad inicial dentro de la primera fase del mecanismo propuesto, que permite entender al usuario tanto desde su ángulo personal como operativo, dependiendo del contexto en que se desenvuelva.

### **3.2.1 Análisis etnográfico**

El principal objetivo de esta actividad es obtener un acercamiento con el usuario o implicado en un proyecto, en este caso, realizar un análisis al paciente hipertenso en las horas de consulta en la unidad de salud, con el fin extraer las características (perfiles, roles, tareas, objetos, etc.) a plasmar en un sistema interactivo móvil, por lo cual una de las principales características que se analizará será la afinidad del paciente con entornos móviles y el nivel de experiencia frente a ellos. El procedimiento de esta actividad se detalla a continuación:

Tras tener el consentimiento del paciente, el equipo de desarrollo hace presencia en las consultas, realizando una observación minuciosa del flujo de actividades llevadas a cabo en el interior, es decir, qué manifiesta el paciente, cómo es examinado, cómo están sus niveles de presión arterial y demás medidas físicas, qué objetos son usados en consulta, cómo gestiona la enfermera la información recibida del paciente, y finalmente, qué recomendaciones le hace.

Luego, el paciente es invitado a tener una charla en la que responde algunas preguntas, con el fin de complementar la información recolectada en la consulta e indagar también sobre la experiencia del usuario en cuanto al manejo y conocimiento de los dispositivos móviles, como base para diseñar una aplicación piloto que se adecue a su modelo mental.

A modo de resumen, es mostrado un esquema donde se describen los componentes más importantes del análisis etnográfico:

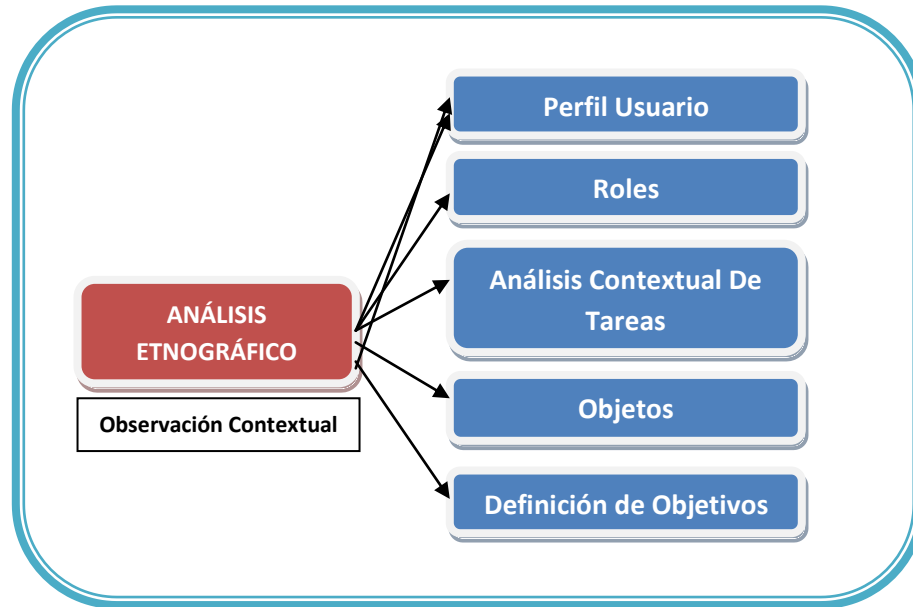


Figura 9. Análisis etnográfico como la base del análisis de requisitos.

La Figura 9, revela la gran importancia de este análisis, para la planeación de un proyecto informático con diseño participativo [52], debido a que reúne toda la información relacionada al usuario y su contexto, para representarla en las demás fases del modelo.

Al terminar esta fase y antes de seguir con la fase de diseño, se realiza una reunión conjunta donde se presenta a los pacientes, un primer prototipo llamado **boceto**, que hace un compendio de la información obtenida, representando a grandes rasgos sus requerimientos sin entrar en detalles de estilo o funcionalidad.

La evaluación a realizar en este primer prototipo es denominada **FocusGroup**, que básicamente, permite concretar la cantidad de objetivos funcionales y de usabilidad de la aplicación a desarrollar, obviamente, que permitan entregar un piloto en términos exactos del cronograma. En este sentido se define el siguiente apartado.

### 3.2.2 Objetivos

Aunque están definidos en esta fase, ha de tenerse en cuenta que pueden irse refinando a medida que avanza el estudio etnográfico y se realizan los prototipos y evaluaciones pertinentes.

#### 3.2.2.1. Objetivos Funcionales:

En este ítem se quiere es tomar ventaja de los recursos hardware y software que brindan los dispositivos móviles de alta gama para crear una aplicación adecuada al contexto de los pacientes, por medio de funciones como:

- Disponer de un registro para visualizar los índices de presión arterial (sistólica y diastólica) en adultos medios y mayores.
- Incluir una función que ayude a realizar actividad deportiva, debido a que se ha observado en el análisis etnográfico la importancia de la práctica de un deporte no solo por la preservación de la salud física, sino también por la disminución de los niveles de estrés.
- Informar y recomendar al paciente acerca de las comidas y bebidas adecuadas para él.
- Suministrar información en todas las funciones a realizar, y dar mensajes o alertas que permitan guiar al usuario durante el uso de la aplicación.
- Habilitar un espacio de comunicación (voz, mensajería, redes sociales) entre el paciente y alguna entidad de emergencia.

### 3.2.2.2 Objetivos No Funcionales:

- Vincular al usuario con las últimas tecnologías móviles, como por ejemplo la interacción en modo touch con el dispositivo.
- A partir de los prototipados y evaluaciones, definir el estilo completo de la interfaz.

### 3.2.2.3 Objetivos de usabilidad:

Debido a que el mecanismo planteado en esta propuesta tiene como base a MPIU+a, se definen los siguientes objetivos de usabilidad [53]:

- **Facilidad de aprendizaje:** realizar una interfaz con componentes simples, es decir con objetos de fácil comprensión y que verdaderamente sean visibles, todo con el fin de que el paciente pueda recordar lo que está haciendo.
- **Consistencia:** realizar un diseño donde le permita al paciente saber en donde se encuentra en la aplicación, y que el contenido desplegado tenga coherencia con la opción elegida por el mismo. Además de hacer una diferenciación entre los objetos que pueden ser pulsados y los que no.
- **Flexibilidad:** hacer que el paciente ingrese la mínima cantidad de datos a la aplicación y mejor que reciba bastante información.
- **Recuperabilidad:** incorporar ayudas en cada vista de la aplicación, así como también alertas que indiquen cuando el usuario se ha equivocado, como por ejemplo en la validación de un registro.
- **Disminución de la carga cognitiva:** realizar una aplicación en la cual la navegación por diferentes pantallas sea muy simple.

- **Estética:** presentar una interfaz agradable donde los colores escogidos y la organización del contenido, sean resultado del proceso iterativo de prototipado y la evaluación, así los pacientes sentirán una completa afinidad con la aplicación.

Es importante aclarar que los resultados obtenidos en esta primera fase serán presentados de manera organizada en el capítulo 4 sección 4.2.1.

Así, una vez obtenida toda la información como resultado del análisis etnográfico, más los objetivos a cumplir dentro del proceso de desarrollo de la aplicación móvil, se prosigue con el **DISEÑO**, segunda fase del modelo que será explicada a continuación.

### 3.3 DISEÑO

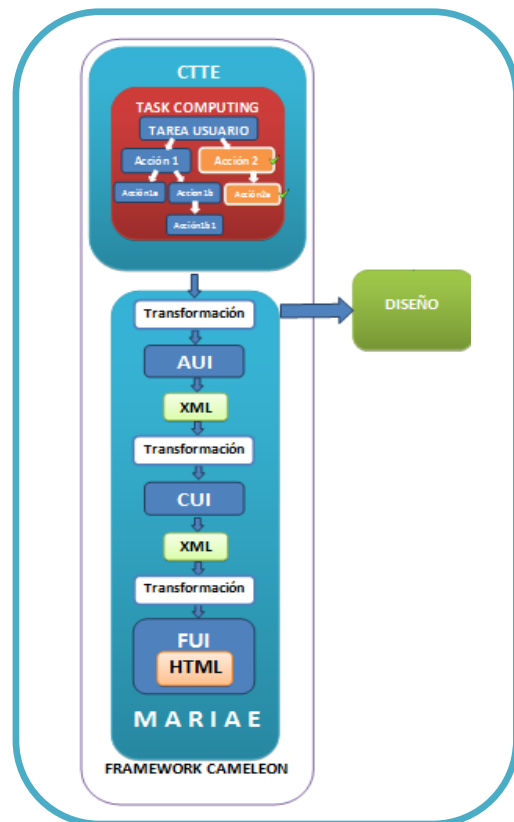


Figura 10. Fase de diseño y sus componentes principales.

Esta fase ha tenido dos modificaciones importantes como ha sido mencionado en la descripción general del mecanismo. La Figura 10 muestra que en efecto, se introduce el framework CAMELEON y Task Computing, proceso que será explicado posteriormente.

Esta fase de diseño consta de dos componentes principales para la realización del diseño de la interacción, el primero de ellos es el **diseño de la actividad**,

materializado en el análisis de tareas y su respectivo modelado que parte del análisis del entorno móvil y sus restricciones para permitir un buen acoplamiento con la afinidad tecnológica de los usuarios; y el segundo es el **diseño de la información**, que define tanto la organización del contenido como el estilo de la interfaz, y se verá conformado por los principios de la psicología perceptual, unas reglas efectivas de diseño en general escogidas para organizar adecuadamente la información en una pantalla pequeña como la de los móviles, y otras orientadas a aplicaciones móviles soportadas por la W3C. Específicamente, esta fase se concentra en el diseño de una aplicación móvil con el objeto de controlar los niveles de presión arterial de los pacientes del programa de la unidad de salud.

### 3.3.1 DISEÑO DE LA ACTIVIDAD

Para el diseño de la actividad, se ha realizado una modificación a la primera etapa de CAMELEON (T&C), la cual es remplazada por los conceptos de Task Computing, con el fin de definir las acciones necesarias que le permitirán al usuario llevar a cabo las funciones de la aplicación. Sin embargo se seguirá haciendo uso de CTT y CTTE como notación del modelado de las tareas, así como el entorno para modelarlas.

Para mayor entendimiento, el paradigma permite lo siguiente:

- Obtener una aplicación con funciones realmente útiles para el usuario, extraídas de sus necesidades y contexto. En este caso, dentro del contexto de los pacientes de la Unidad de Salud, se construye una aplicación que reúne las principales funciones para controlar la hipertensión arterial y mejorar su estilo de vida, como por ejemplo realizar una función que brinde información sobre una dieta adecuada para los hipertensos, que dadas las recomendaciones de la Doctora Irma Pardo, nutricionista del Hospital Susana López, debería ser una dieta hiposódica [54]. De esta forma son analizadas las diferentes tareas que estarían alrededor de dicha función, sin embargo las descripciones finales de cada una de ellas serán presentadas en el capítulo 4 sección 4.4.1.2.
- Permitir al usuario realizar sus tareas del modo más eficiente, muy probablemente, con el menor flujo de actividades posibles.
- Facilitar el reconocimiento y la toma de decisiones simples en la navegación.



Figura 11. Task Computing.

### 3.3.1.1 Definiendo el flujo de acciones por tarea.

Task Computing (ver Figura 11) toma parte en esta investigación en un sentido netamente conceptual, ya que como filosofía para la creación de servicios para el usuario de un ambiente ubicuo, aporta los conceptos adecuados para que la persona tenga pleno dominio de las funciones que quiere y necesita tener al alcance[55]. Por ejemplo, en la investigación realizada por Loke y Almagrabi[15], se utiliza el concepto de Task Computing para realizar una aplicación móvil que representa un menú de funcionalidades complementarias al menú principal de un dispositivo móvil. Estas funcionalidades constituyen las tareas que comúnmente llevaría a cabo una persona dependiendo de su edad, ya sea por entretenimiento o comunicación.

En la Figura 12 es presentado un ejemplo de una tarea que realizaría un paciente de la Unidad de Salud; debido a que los factores más conocidos para controlar la hipertensión son la dieta y el deporte, para el presente ejemplo se tomará la funcionalidad de Dieta, para explicar de manera detallada el flujo de tareas.

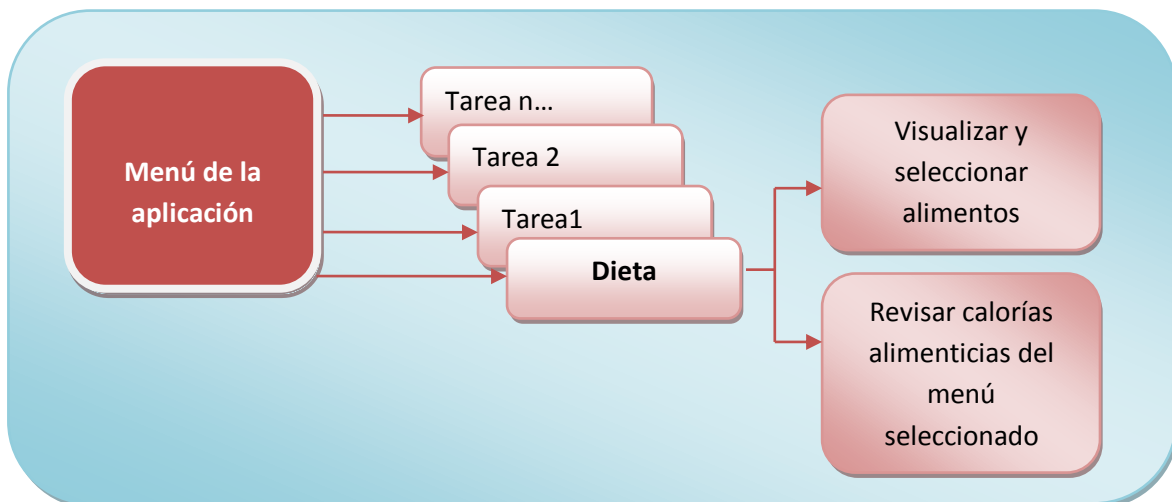


Figura 12. Ejemplo de representación de la funcionalidad DIETA siguiendo el paradigma de Task Computing.

Próximamente, es necesario definir el flujo de actividades de interacción para alcanzar una tarea. Para ello, se establece un vínculo fuerte entre el prototipado, la evaluación y Task Computing (ver Figura 13), que permitirá, gracias a la realimentación de los usuarios, definir cada vez con mayor precisión tales actividades.

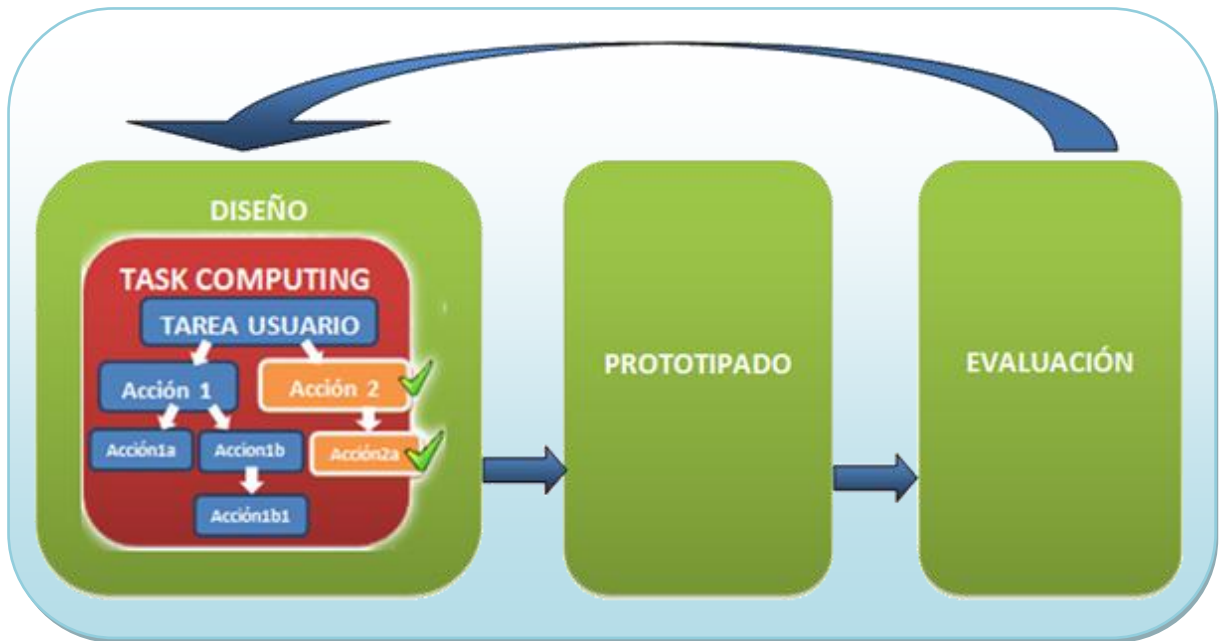


Figura 13. Relación entre el prototipado, la evaluación y Task Computing para la caracterización de las tareas de la aplicación piloto.

En este orden de ideas, empiezan a descomponerse las tareas en actividades que serán representadas de manera jerárquica produciendo varios caminos o pasos para alcanzar el objetivo. Al respecto, se escoge la opción del camino mas corto, la cual no necesariamente podría indicar la mas fácil de entender, o la que presente mayor simplicidad en la organización de los elementos de la interfaz y affordance. La definición de todas las tareas y actividades que presenta la aplicación, está descrita en el capítulo 4 sección 4.4.1.2.

Posteriormente, como herramienta para mostrar el flujo de actividades realizadas por el paradigma Task Computing, se presenta al paciente un prototipo llamado **storyboard navegacional**(prototipo en papel), por medio del cual debe realizar determinadas tareas como por ejemplo leer alguna información de la aplicación, llenar un formulario, manejar la navegación entre vistas, entre otras funciones. Dentro de esta actividad los observadores, prestan atención a cada detalle durante la ejecución de las tareas encomendadas, para que en el caso de que no se entienda el flujo, pueda esclarecerse el motivo, permitiendo hacer los cambios respectivos.

De ese modo, es definida la navegación, las tareas, y la secuencia de actividades por tarea. Esta parte del diseño finaliza al realizar el modelado de las tareas bajo la notación CTT, que en esta instancia puede ver mejorados los modelos que se realizan con ella, dada la inclusión de Task Computing y las fases de MPIU+a (prototipado y evaluación) para la caracterización de las tareas.



En relación a lo anterior, el *storyboard navegacionalse* presentará en el capítulo 4 sección 4.4.2, mostrando las distintas tareas que realizarán los pacientes hipertensos de la unidad de salud y también los resultados sobre la presentación, y evaluación de este prototipo, utilizando la técnica de recorrido cognitivo del tipo inspección (Capitulo 2 sección 2.3.5 apartado1- b).

Con el modelado de tareas listo, se da paso al proceso para generar las interfaces de usuario de modo automático, para ello es introducido el siguiente apartado.

### **3.3.1.2 Generación automática de interfaces gráficas de usuario**

Por lo tanto, el proceso de generación automática escogido en esta investigación, aborda las 4 fases del framework conceptual CAMELEON (Capitulo 2 sección 2.1.1 apartado c). La primera de ellas es llamada *Tareas y Conceptos* (T&C), que como se vio anteriormente tuvo una modificación debido a la introducción de Task Computing al framework. De esta manera, las tareas a modelar con la notación CTT son el resultado de aplicar el paradigma.

Cabe aclarar que será utilizada la notación CTT para modelar las tareas del usuario y no UML, debido a que las herramientas de Rational Corp. intentan abarcar todo el ciclo de vida para dar soporte a su metodología RUP (RationUnifiedProcess). Sin embargo, Rational no dispone de herramientas para el soporte directo al desarrollo de interfaces de usuario [13].

Ni en la notación UML, ni en las herramientas de soporte RUP, hay una respuesta al modelado o diseño de interfaces de usuario. De esta manera UML está orientado a las acciones que realiza el sistema o al uso que le daría mas no a las interacciones o acciones del usuario.

En este sentido, como entorno de desarrollo para aplicar la notación se hace uso de la herramienta CTTE, que a su vez entrega un documento en XML que contiene el modelado de las tareas.

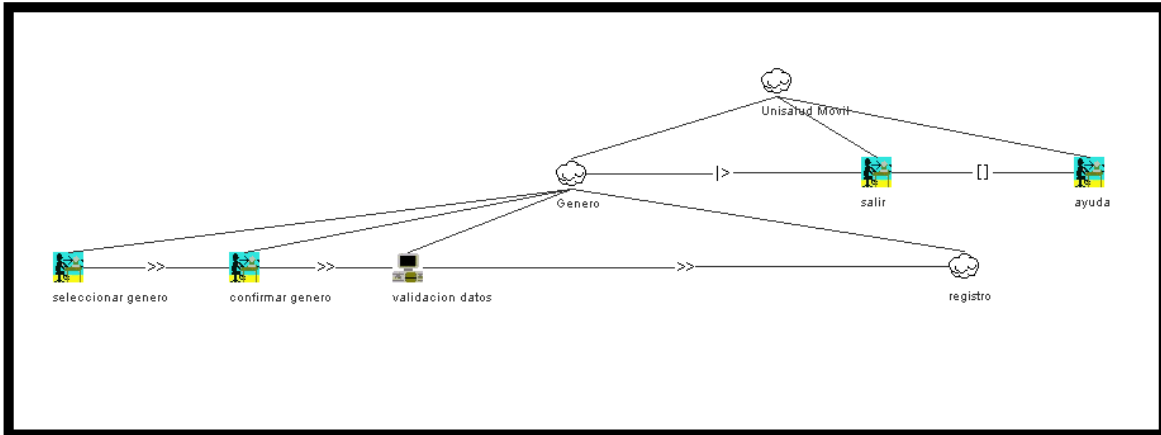


Figura 14. Modelado de tareas realizado con la notación CTT en la herramienta CTTE

Este archivo XML, al ser introducido a la herramienta MARIAE, genera automáticamente una interfaz de usuario abstracta o AUI, que incluye los diferentes escenarios de la interfaz con sus respectivos AIOs y que es independiente de cualquier plataforma o modalidad de interacción. Estos escenarios, según se observa en las imágenes siguientes (Figuras 15, 16 y 17), representan una jerarquía de objetos, que puede ser modificada tras la inclusión de nuevos AIOs o el cambio de orden entre ellos.

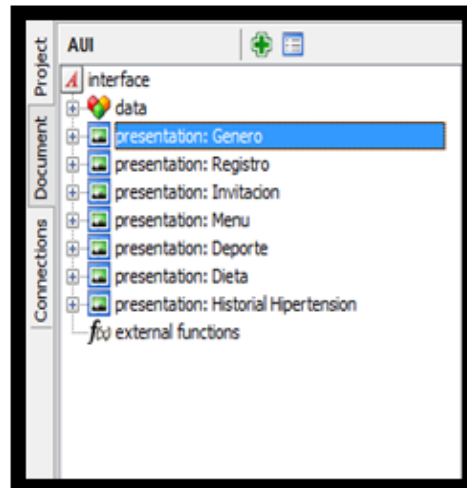


Figura 15. Presentación de escenarios de la AUI, en la herramienta MARIAE. La imagen muestra las vistas abstractas de la aplicación.

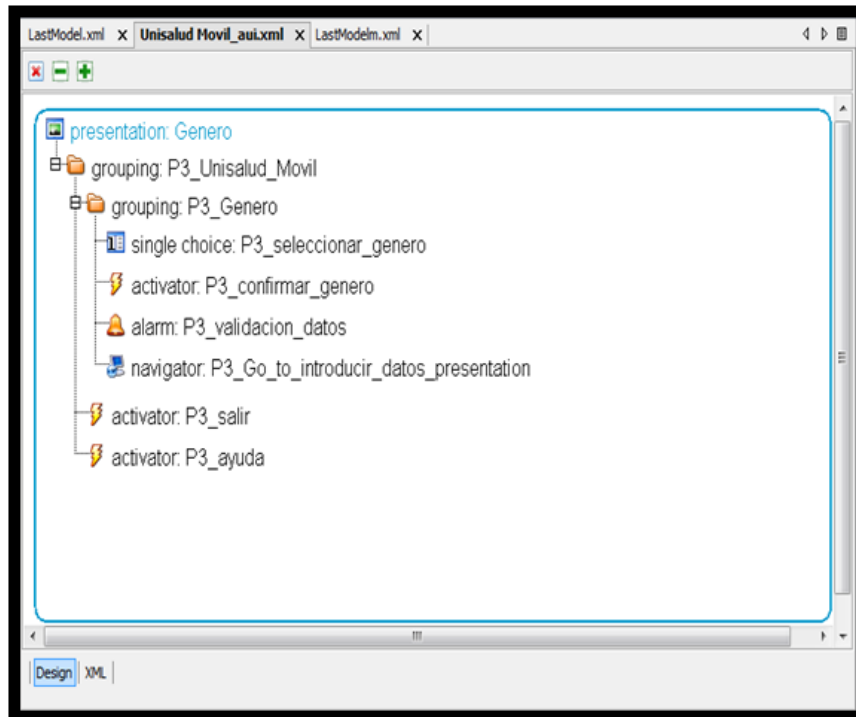


Figura 16. Espacio de trabajo donde son mostrados los AIOs respectivos del escenario género, representados como una jerarquía de objetos abstractos que conforman la AUI.

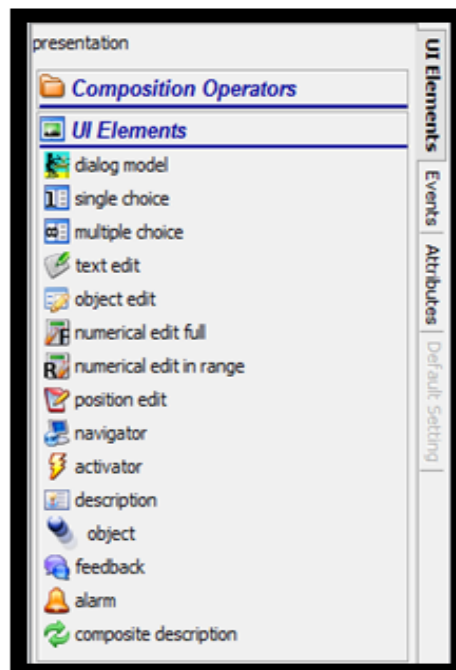


Figura 17. Panel de AIOs, los cuales son insertados en la jerarquía al arrastrarse al interior del espacio de trabajo.

A continuación, MARIAE permite generar la CUI a partir de la AUI, y en ella están contenidos los CIOs para dispositivos móviles, de la misma manera que en la AUI. Esta etapa, requiere de especial atención, debido a que es aquí donde es definida la navegación entre las vistas, y son escogidos los objetos de interacción concretos que van a ser presentados en la interfaz final, procurando que generen el mayor entendimiento posible para el usuario. Para lograr esto, se utilizan los conceptos que serán presentados en el diseño de la información.

De la misma manera que fue presentada la AUI, son mostradas las imágenes (Figuras 18, 19 y 20) de la CUI:

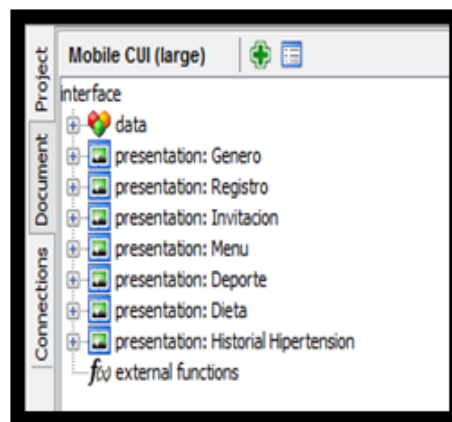


Figura 18. Presentación de escenarios de la CUI en la herramienta MARIAE.

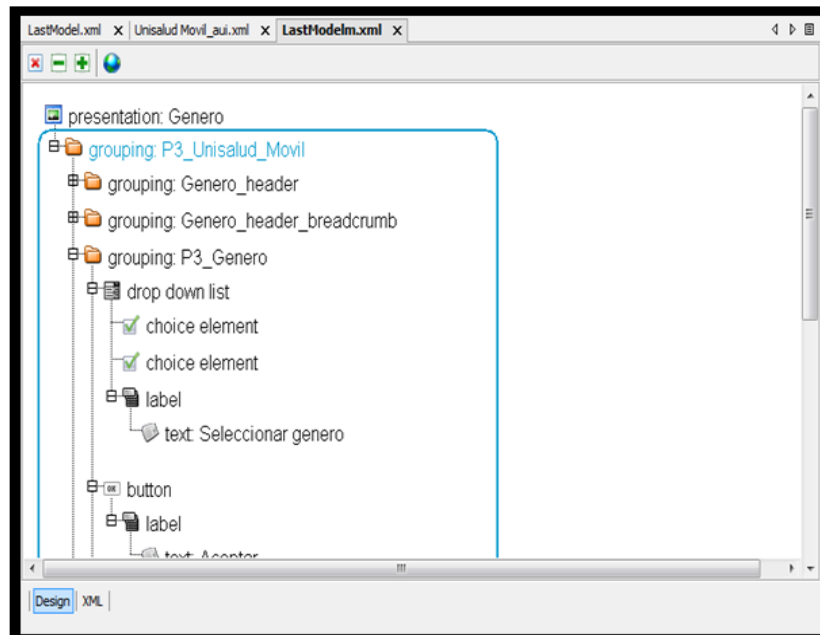


Figura 19. Espacio de trabajo de la CUI representada como una jerarquía de objetos concretos CIOs.

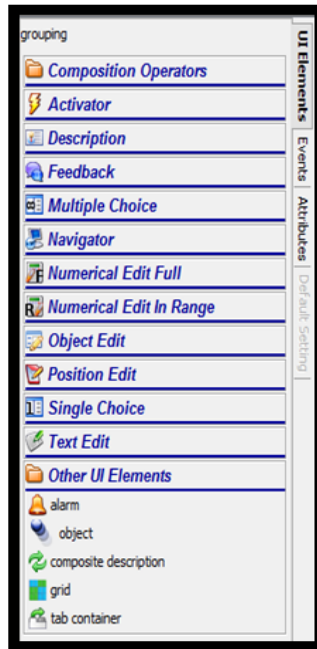


Figura 20. Panel de CIOs, los cuales son insertados en la jerarquía al arrastrarse al interior del espacio de trabajo.

Seguidamente, con la herramienta de MARIAE es generada la FUI a partir de la CUI, representada por medio de un documento HTML, el cual se adecua perfectamente al proceso de generación del código en las plataformas móviles. La siguiente ilustración (Figura 21) muestra el resultado de la FUI.

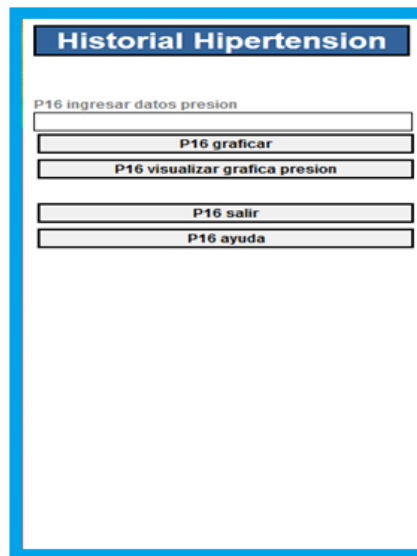


Figura 21. Interfaz final generada por MARIAE. Vista del historial de hipertensión.

Hasta ahora solo se ha visto el diseño de la actividad y la dinámica para generar la interfaz automáticamente. No obstante, es necesario definir la organización y

aparición del contenido de la interfaz, análisis que es realizada en la segunda etapa de la fase de Diseño, el **Diseño de la Información**.

### **3.3.2 DISEÑO DE LA INFORMACIÓN**

Para darle una buena organización al contenido y seleccionar los objetos de interacción adecuados para los pacientes, se hace uso de los principios de Gestalt, las reglas efectivas de diseño y las mejores prácticas de las aplicaciones web móviles dictadas por la W3C [56].

#### **3.3.2.1 Organización de los elementos de la interfaz**

El objetivo en esta etapa es hacer que la información sea presentada de tal forma que el paciente tenga una rápida y correcta interpretación y percepción de las posibilidades que le brinda la interfaz. Para poder lograrlo, es necesario colocar en práctica, los Principios de Gestalt, explicados en el capítulo 2 sección 2.3.2.1, los cuales indican cómo son percibidos los objetos de acuerdo a su disposición en el espacio.

De otra mano, recurriendo a las reglas efectivas de diseño, las cuales brindan una guía para la disposición de los elementos de la interfaz, es vital que la interfaz evite estar sobrecargada, de modo que transmita sensación de orden y simplicidad, permitiendo que los focos de atención sean atendidos como ha sido previsto. Además, esta debe estar completamente balanceada, con el fin de crear visualmente la sensación de equilibrio y armonía visual o confort para el usuario.

#### **3.3.2.2 Mejores prácticas diseño web móvil W3C**

Las reglas de las mejores prácticas orientadas por la W3C en el contexto del estilo para el ecosistema móvil, contiene 3 enfoques que han sido adoptados, que son los siguientes:

- El uso de la tecnología CSS para las diferentes vistas, como gradientes, opacidad y shadows, para mejorar el look & feel de la aplicación y resaltar órdenes activas por ejemplo.
- Modo de interacción Touch, por tanto, se ha tenido muy en cuenta que los elementos seleccionables tienen que ser de un tamaño tal (alrededor de 1 cm), que le permita al usuario seleccionarlo con mucha facilidad, sobre todo teniendo en cuenta que por la edad de los pacientes algunos tienen dificultad en la visión de objetos pequeños.
- Manejo de la variación del contexto de entrega. Debido a que la aplicación piloto deberá ser desplegada en diferentes plataformas móviles, es vital que la interfaz pueda acomodarse o ser escalada a los diferentes tamaños de pantalla de los dispositivos. Para ello, se hace uso de la meta

etiquetaviewport en el documento HTML, y de lasmedia queries<sup>4</sup> en el archivo CSS, como los lineamientos para la adaptación del contenido web en diferentes tamaños de pantalla, estas reglas son modificaciones de las nuevas tecnologías web como HTML5 y CSS3.

Una vez que los elementos estén organizados, es importante establecer medios de comunicación con el usuario (audiovisuales o escritos), que le permitan ubicarse dentro de la interfaz y solucionar errores. Para ello, ha de tenerse en cuenta las temáticas del capítulo 2 sección 2.3.2.2, relacionadas a la realimentación y la gestión de errores.

### **3.3.2.3 Metáforas**

Las metáforas provienen de las experiencias de las personas y sus percepciones de los objetos. Para escogerlas, son utilizados los prototipos 3 y 4 (referirse al capítulo 4 sección 4.4.6) para que por medio de la realimentación, los pacientes describan las metáforas que serán utilizadas en la interfaz, las cuales deben ser puestas a discusión en caso de que las opciones presentadas sean muy diferentes.

### **3.3.2.4 Colores**

Finalmente, se introduce la elección de los colores de la interfaz, que depende de factores como la edad, costumbres de los usuarios finales y el tópico que se esté tratando. Aparte de que generan confort para la apreciación estética de los usuarios, se convierten en una de las opciones para resaltar órdenes activas, distinguir elementos que se pueden pulsar de los que no y en últimas dar vida al contenido.

Los colores de la interfaz son escogidos por los mismos pacientes. Para ello, en la presentación del storyboard, se brinda al paciente una paleta de colores, para que escoja o pinte la interfaz de los colores que fueran de su agrado. De esta manera, se llega a un consenso con todos los pacientes sobre los colores que serán utilizados en la aplicación.

De este modo, para el caso de estudio propuesto son aplicadoscada uno de estos ítems (principios de Gestalt, diseño web móvil W3C, metáforas, colores, etc.) que serán reflejados en la interfaz de la aplicación. De esta manera, será mucho más fácil para el lector comprender los conceptos aquí expuestos, una vez que en el

---

<sup>4</sup>Según la W3C la etiqueta viewport se utiliza para identificar el tamaño deseado de pantalla, indicándole al dispositivo en qué escala debe representar la página, y las media queries describen las reglas específicas de estilo que deben aplicarse, teniendo en cuenta las características de los dispositivos.

capítulo cuatro pueda observar los diversos cambios por los que atravesó la interfaz.

Al haber concluido la fase de diseño de las interfaces de usuario, y con el fin de construir un piloto para las plataformas móviles, es necesario incluir el componente lógico que le dará vida a las tareas concertadas en el modelado, y concretar el estilo gráfico. Para lo anterior, es presentada a continuación la fase de **Implementación**(sección 3.4).

### 3.4 IMPLEMENTACIÓN

Conocida también como la fase de codificación, en esta fase es producido el código fuente para que la aplicación piloto cumpla tanto con los requerimientos de los pacientes como con los criterios nombrados en la fase de diseño. Adicionalmente, fue incluida una técnica de migración a plataformas móviles donde es incorporado el framework de empaquetamiento, el cual tomará como entrada el código web optimizado en esta fase. A modo general es presentada la siguiente figura que resume lo anterior.

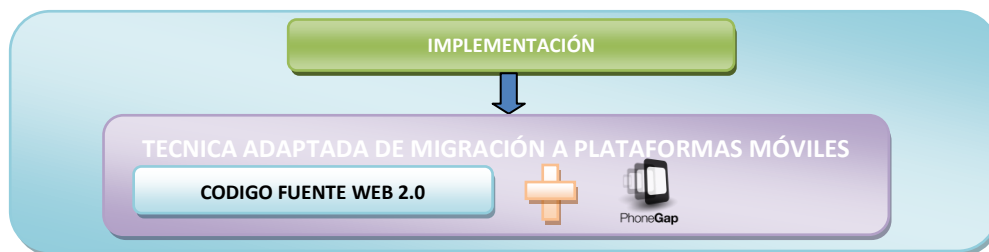


Figura 22. Fase de implementación.

En esta fase la interfaz de usuario final es entregada por la herramienta MARIAE, realizada en la fase de diseño, la cual será sometida a un proceso de optimización con el fin de acomodar la interfaz a las preferencias estéticas de los pacientes del caso de estudio, y serán incorporadas las características establecidas en el diseño de la información para mejorar el estilo, refinar los objetos de interacción, e incluir la lógica de la aplicación.

En este orden de ideas, se muestran las vistas (Figuras 23 y 24) de la interfaz final que despliega MARIAE, para efectos de análisis y comparación con su versión optimizada.





Figura 23. FUI, vistas Género a Menú

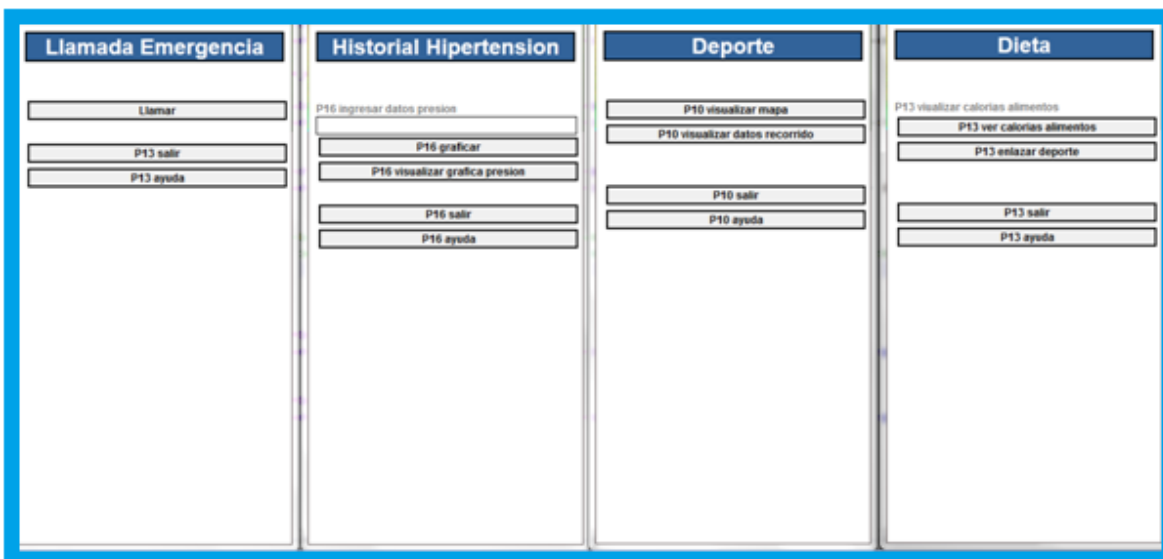


Figura 24. FUI, vistas Llamada emergencia a Dieta.

La primera impresión que causa esta interfaz con sus respectivas vistas, es que los colores son muy neutros y tenues, además las fuentes de letras y objetos de interacción tienen algunos inconvenientes en cuanto a la estética, ya que los requerimientos de los usuarios a este respecto son bastante diferentes (capítulo 4 sección 4.4.3.4); se notan también algunos inconvenientes en cuanto al significado que pueden generar dichos objetos de interacción dados sus tamaños y disposición. Sin embargo, la navegación entre vistas es correcta.

Al respecto, esta interfaz debe presentarse a los pacientes de la Unidad de Salud, por medio de un prototipo llamado **Maqueta Digital Móvil**, que es una gran

aproximación a la interfaz operable, y que permite corroborar el manejo de la navegación, la correcta realización de las tareas y uso de los objetos de interacción. Dicho prototipo será evaluado por medio de una evaluación denominada **ThinkingAloud**, de tipo test, la cual permitirá hacer las correcciones pertinentes.

Aunque esta interfaz es una buena aproximación de los requerimientos funcionales de los pacientes y es generada bajo un proceso automático, el cual pretende disminuir la codificación hecha por parte del desarrollador, es necesario añadir el estilo adecuado para que sea agradable a la vista del usuario y que permita la correcta percepción de los objetos y la interacción. Por lo tanto la presente interfaz debe ser mejorada, superando las limitaciones de su herramienta de despliegue MARIAE, que no se enfoca en el diseño estético de las mismas. Por esta razón, se hará una réplica de la interfaz hacia otra herramienta denominada Codiqa [57], que tiene una propuesta de estilo bastante interesante y moderna, ofreciendo una licencia libre de 30 días que permite realizar prototipos rápidos de aplicaciones web-móviles, soportada bajo las librerías de **Jquery Mobile**[58] (framework que ha tenido mayor transcendencia en este campo por la calidad y éxito de sus interfaces).

Codiqa exhibe un entorno gráfico en el cual se crean rápidamente interfaces con tecnologías web actuales que presentan:

- Excelentes estilos por la variedad de colores y formas.
- Mejoras en la navegación entre pantallas.
- Mejoras en la apariencia en los objetos de interacción, como por ejemplo botones con iconos personalizables.

Por lo tanto, manejar Codiqa resulta bastante simple, ya que inicialmente presenta un espacio de trabajo en forma de un dispositivo móvil touch genérico (el tamaño de las pantallas puede ser modificado, desde luego emula las dimensiones de los smartphones más importantes como iPhone, Ipad y Android), a la que se pueden agregar objetos con solo arrastrarlos en su interior (Figura 25). A su vez tiene facilidades para cambiar los colores y redimensionar los tamaños de cada uno de los componentes.



Figura 25. Espacio de trabajo del servicio Codiqa.

Como resultado, la nueva interfaz presenta la misma disposición de los elementos y organización de cada una de las vistas de la FUI, respetando el diseño previo, pero ofreciendo un estilo gráfico acorde a los requerimientos estéticos de los pacientes. A manera de ejemplo, se presenta un paralelo entre el resultado obtenido por MARIAE y la herramienta de prototipado rápido Codiqa (Figuras 26 y 27); no obstante, los resultados y conclusiones respectivas acerca de estas interfaces se abordaran en el capítulo 4 sección 4.4.7.2, donde también se mostrarán las demás vistas de la aplicación y su relación en cuanto a los requerimientos de los pacientes.



Figura 26. Vista Genero creada con MARIAE. Figura 27. Vista Género creada con Codiqa.

Codiqa presenta un Dashboard o tablero de instrumentos, donde pueden descargarse las interfaces generadas por la herramienta, en un archivo .ZIP que contiene tres archivos que son el app.html, un archivo de estilo llamado my.css y un archivo Javascript llamado my.js, donde cada uno de estos puede ser modificados. En relación a lo anterior, con la interfaz lista, el paso siguiente es incorporar la lógica de la aplicación en el archivo my.js, y si es necesario puede mejorarse más la apariencia en el archivo de my.css.

### 3.4.1 Técnica adaptada para la creación del código de interfaz gráfica de usuario en plataformas móviles

Una vez que la aplicación este completamente desarrollada, el paso siguiente es realizar un proceso de migración del código web hacia las plataformas móviles. Para esto, se adapta la técnica de migración proporcionado por el servicio de PhoneGap Build (Capitulo 2 sección 2.1.2), a la fase de implementación del modelo MPIU+a. Este servicio tiene una versión gratuita y solo es necesario registrarse en Adobe o en Github para poder utilizarlo. Con este servicio es posible compilar el código web en la nube y desplegar archivos ejecutables para 6 plataformas móviles de manera automática. La siguiente gráfica (Figura 28) resume lo descrito anteriormente.

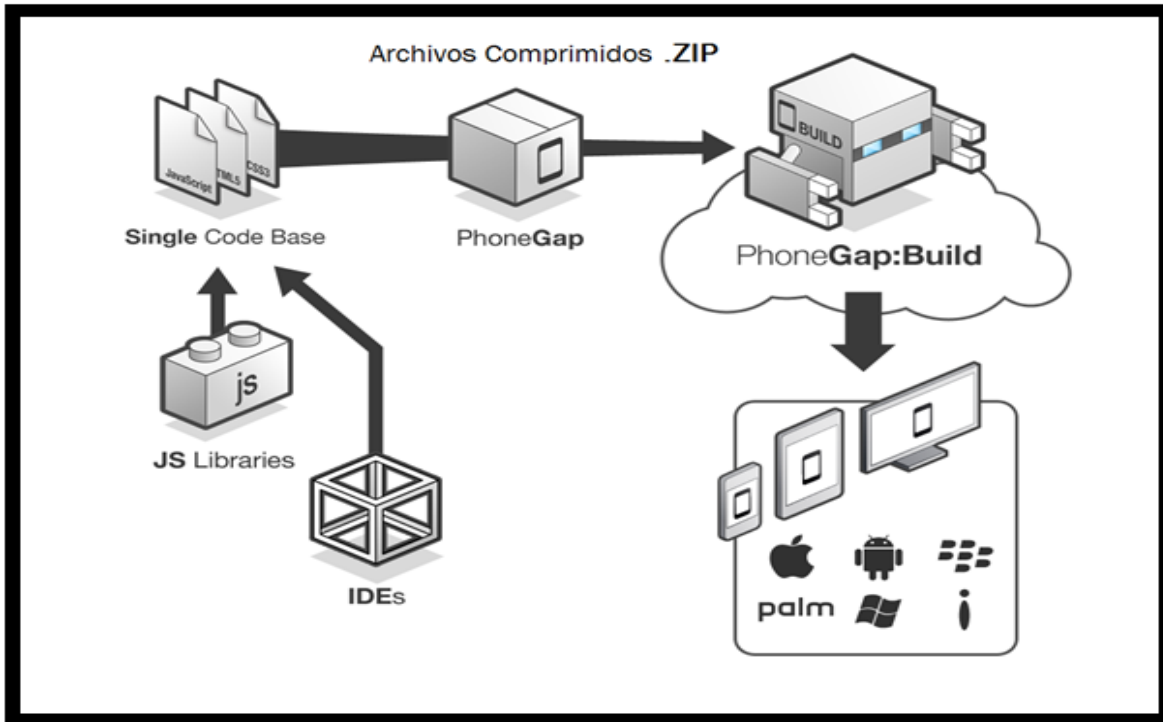


Figura 28. La imagen plantea el proceso de generación de código nativo, para diferentes plataformas móviles, a partir de código web.

Es importante recordar que existen dos modos de desplegar aplicaciones multiplataforma por medio de Phonegap, la primera en la cual es necesario compilar la aplicación por medio de los entornos de desarrollo respectivos de cada plataforma utilizando la librería de Cordova y la otra opción es la compilación en la nube a través del servicio de Phonegap Build (En el Anexo C estarán incluidos todos los pasos en detalle para el uso del framework Phonegap y el servicio Build); en este segundo modo no es necesario vincular la librería de Cordova al proyecto web de la aplicación, siempre y cuando el objetivo de esta sea solo la representación de una página web convencional. Por otro lado, si quiere hacerse uso de las características internas del dispositivo móvil, como por ejemplo, los contactos o el GPS, es completamente necesario incluir la librería.

Adicionalmente, para utilizar el servicio de Phonegap Build es necesario tener en cuenta que el archivo HTML, debe llamarse index.html y que todo el código web debe comprimirse en un archivo con extensión .ZIP. Una vez que desplegados los archivos ejecutables solo basta con transferirlos a los dispositivos móviles, ya sea por cable USB o WIFI, o desde el PhoneGap Build usando el QR Code.

La Figura 29 presenta el entorno del servicio para instalar la aplicación a diferentes plataformas. Para la plataforma iOS es necesario pagar \$99 dólares para poder firmar, publicar y desplegar aplicaciones.

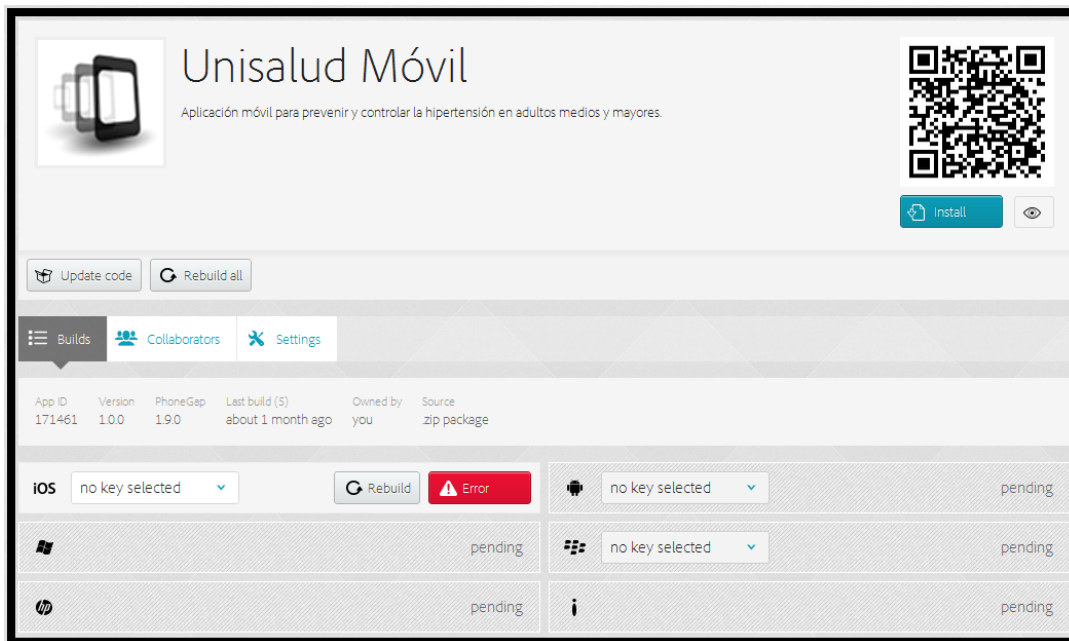


Figura 29. Servicio de **Phonegap Build** donde se descarga la aplicación para las diferentes plataformas.

Para la experimentación propuesta la aplicación piloto fue implementada en dispositivos Android y Windows Phone, disponibles en la Universidad del Cauca. La presentación de la última versión de la aplicación, pasa por un proceso final de evaluación con los usuarios. Los respectivos resultados serán mostrados en el capítulo siguiente.

### 3.5 Conclusión del capítulo

El mecanismo adaptado propuesto en este proyecto, se evidencia de la siguiente manera:

- Inclusión del framework conceptual CAMELEON en la fase de diseño del modelo MPIU+a, el cual a su vez se convierte en la estructura general del mecanismo donde las fases de análisis de requisitos, diseño, prototipado e implementación fueron adaptadas a las condiciones del contexto móvil.
- Inclusión del paradigma Task Computing a la fase de T&C del framework conceptual CAMELEON, con el fin de cambiar la concepción del modelo de tareas a uno donde se incluya el modelo mental de usuario final y se tengan en cuenta las restricciones de la plataforma móvil. (Ver anexo digital: Mecanismo de Entradas y Salidas).
- Adaptación de una técnica de despliegue de las GUI generadas automáticamente por MARIAE con tecnologías web(HTML), hacia plataformas móviles haciendo uso del servicio PhoneGap Build, lo cual permite la traducción automática de aplicaciones web en aplicaciones móviles nativas. Esta técnica se ajusta entre la fase de implementación y lanzamiento del mecanismo propuesto.

# Capítulo 4

## Caso de estudio

Como fue mencionado anteriormente, el caso de estudio fue realizado con pacientes del programa de prevención y control de hipertensión de la Unidad de Salud de la Universidad del Cauca, cuyas edades oscilan entre los 45 y 60 años, lo cual se constituye en un factor que favorece los propósitos de evaluación del presente trabajo de grado, dado que generalmente son estas personas quienes presentan mayor dificultad al interactuar con las interfaces gráficas de las aplicaciones móviles, como lo han demostrado algunos estudios [5].

### 4.1. Experimentación. Aplicación del mecanismo propuesto.

En este sentido, este capítulo mostrará todas las actividades llevadas a cabo bajo el mecanismo para la generación automática de interfaces gráficas de usuario para dispositivos móviles aplicando los conceptos de MPIU+a y Task Computing, los cuales al estar bajo los principios de la Ingeniería de usabilidad y la accesibilidad y el Diseño Centrado en el Usuario, impregnarán el mecanismo en su fase inicial, de unos procesos completamente relacionados a los pacientes y al contexto de salud en el que es desarrollado el trabajo de campo. Posteriormente serán expuestos los procesos realizados para la construcción de la aplicación piloto y el despliegue multiplataforma.

#### 4.1.1 Análisis de requisitos

Una vez realizadas las reuniones de implicados, donde se ha obtenido el permiso para trabajar con los pacientes, y manifestado una problemática en la que las TICs podrían ofrecer una alternativa innovadora, se continua la fase de análisis de requisitos, realizado en las consultas de enfermería.

Este análisis fue realizado por un término de 20 días (tres días de la semana son dedicados a la atención para pacientes de hipertensión en la enfermería, principalmente en horas de la mañana), recolectando información en consulta y haciendo una serie de entrevistas a los pacientes. A continuación son descritas las actividades que lo componen.

##### 4.1.1.1 Clasificación de los pacientes

Para poder escoger a aquellos a incluir en el proceso de desarrollo, inicialmente se planeó hacer una clasificación por edades, teniendo rangos de 45 a 50, de 50 a 55 y de 55 a 60, seleccionando 5 de cada grupo, como lo sugiere Nielsen [59]. No obstante, en las consultas hubo poca afluencia de pacientes, por lo cual se escogió dentro de los atendidos, que fueron 11 personas, aquellas que tuvieran

interés en colaborar con la investigación y cuya edad estuviera en el rango establecido.

Bajo la anterior premisa, se unieron al proyecto ocho personas, con quienes fue llevado a cabo el proceso de desarrollo, dejando lapsos de un mes entre prototipos para comprobar el nivel de reconocimiento y recordación<sup>5</sup> del paciente para con el manejo de la aplicación. Esta decisión es con el fin de remplazar el número de personas recomendadas y estimadas en el plan inicial (15), con las cuales no fue factible contar en la unidad de salud. Sin embargo, el reconocimiento y la recordación, son factores clave para propósitos de usabilidad, y por ello, se continuó con las 8 personas en el proceso de desarrollo centrado en el usuario.

A continuación, se describe la siguiente actividad del mecanismo, el análisis etnográfico.

#### **4.1.1.2 Análisis etnográfico**

“...Las personas a menudo encuentran difícil describir "lo que hacen", es natural de ellos mismos. Muchas veces la mejor manera de entenderlas es observarlas en su trabajo, o sea, haciendo un trabajo etnográfico...” [60]

La anterior cita revela con precisión el objeto del análisis etnográfico en el desarrollo de software, que es precisamente observar y comprender a la persona en un sentido global, para traducir la información captada en el análisis, en interfaces que se adecuen a su modelo mental, en últimas, que sean muy fáciles de usar. Sin más preámbulo, el proceso del análisis etnográfico realizado en este proyecto es descrito a continuación.

##### **a. Análisis etnográfico**

Cada vez que ingresa un paciente la enfermera hace una presentación a grandes rasgos del motivo por el cual el equipo de desarrollo está presente en la consulta, esto es con el fin de evitar que los pacientes se sintieran extraños, ya que como es conocido, una consulta tiene un carácter netamente privado. Gracias a la relación de cordialidad y empatía con la enfermera, los pacientes estuvieron de acuerdo en que el equipo de desarrollo compartiera el tiempo de la consulta y realizara unas preguntas al final de la misma.

En este sentido, la observación del procedimiento de las citas, es descrito a continuación:

---

<sup>5</sup> **Recordación, cualidad de ser recordado** (Memorability): Cuando los usuarios vuelven a usar el diseño después de un periodo sin hacerlo, adquirieren rápidamente el conocimiento necesario para usarlo eficientemente [61].





Figura 30. Proceso de consulta en la enfermería de la Unidad de Salud de la Universidad del Cauca.

El proceso de anamnesis, hace referencia cuando el paciente mantiene un diálogo con la enfermera donde expone su estado en el último mes. Posteriormente, la enfermera realiza las mediciones de presión arterial, circunferencia abdominal, peso, y en algunas ocasiones glicemia (examen físico), con las que evalúa el estado del paciente al contrastar los valores actuales con los de la cita pasada y le avisa al paciente del cambio observado, si lo hay. Una vez concluida esta etapa, la enfermera aconseja al paciente sobre los hábitos de vida saludables que debe tomar para que se establezcan los valores anormales, receta los medicamentos requeridos para tratar la enfermedad del paciente, introduce las medidas del examen físico en una aplicación desktop, la cual calcula el índice de masa corporal del paciente, y finalmente, programa la siguiente cita, entrega un carné y formato que la persona debe firmar, mostrando así, el compromiso con su salud.

A continuación, se procede a realizar, de modo muy respetuoso y cordial, una conversación informal entre el paciente y el equipo de desarrollo, donde es enterada la persona del propósito de la investigación, y donde responde a las siguientes preguntas:



Figura 31. Entrevista para la recolección de requisitos.

### **Encuesta de análisis de requisitos a los pacientes del programa de hipertensión**

1. ¿Le gustaría participar en un proyecto de investigación sobre prevención y control de la hipertensión, orientado a dispositivos móviles?
2. ¿Cuál es su edad y nombre?
3. ¿Lo afecta otra patología a parte de la hipertensión?
4. ¿Realiza deportes, cuáles y con que frecuencia?
5. ¿Cómo es la dieta que usted consume diariamente?
6. ¿Cómo toma sus medicamentos para la presión arterial?
7. ¿A qué se dedica?
8. ¿Qué le genera estrés?
9. ¿Qué cosas lo motivan?
10. ¿Que le gusta hacer en su tiempo libre?
11. ¿Qué celular tiene?
12. ¿Qué uso le da a su celular?
13. ¿Utiliza computador o internet? ¿Qué uso le da al computador o internet?

Con base en la primera pregunta ocho pacientes fueron escogidos, cuatro hombres y cuatro mujeres, a los que se les hizo entrega la siguiente acta de confidencialidad bajo los lineamientos del código ético de la AIPO [62]:



Figura 32. Acta de confidencialidad entregada a los ocho pacientes que colaboraron con la investigación.

En este sentido, es realizado un compendio de todas las preguntas, obteniendo la primera visión de las características del contexto del paciente hipertenso, que varían en algunos aspectos dependiendo de la persona.

Cabe aclarar que por motivos de confidencialidad los nombres de los pacientes no serán revelados, para ello, a las mujeres se les denominará “Paciente 1A a 4A” y a los hombres se les denominará “Paciente 1 a 4”.

<b>Paciente</b>	<b>Edad (años)</b>	<b>Ocupación</b>
Paciente 1	60	Comerciante.
Paciente 2	50	Área de televisión de Universidad del Cauca.
Paciente 3	52	Laboratorista en la Universidad del Cauca.
Paciente 4	54	Mantenimiento en el área de piscinas CDU.
Paciente 1A	46	Ama de casa, atiende una empresa casera.
Paciente 2A	45	Fisioterapeuta.
Paciente 3A	45	Gestión de citas Unidad de Salud.
Paciente 4A	53	Pensionada del sector administrativo de la Universidad del Cauca

Tabla 2. La tabla presenta las edades y ocupaciones de los pacientes incluidos en el proceso.

## **Contexto del paciente hipertenso de la unidad de salud de la Universidad del Cauca**

Respecto al estilo de vida de los pacientes se obtuvieron las siguientes características:

**Actividad física:** cuatro de los ocho pacientes, no ejercitan su cuerpo, porque argumentan que las ocupaciones no les permiten hacerlo. Tres de ellos trabajan en un horario de 8am a 12am y de 2pm a 6pm de lunes a viernes, y el ama de casa manifiesta que la atención a su empresa no le deja tiempo libre para el ejercicio físico. Por otro lado existen cuatro pacientes que si realizan ejercicio, uno de ellos practica ciclo montañismo los fines de semana, otra realiza caminatas suaves 3 veces a la semana, otra hace 30 minutos de elíptica suave algunos días de la semana, y el último camina y trota varias veces en la semana, cuando está bien de sus rodillas.

Desde el punto de vista médico, el paciente hipertenso solo debería realizar ejercicio aeróbico moderado para evitar que la presión arterial aumente, y en muchas ocasiones este tipo de ejercicio se convierte en el recomendado, dado que muchos de los pacientes, debido a su edad, presentan o pueden presentar complicaciones en la columna, cadera o rodilla.

**Alimentación:** Esta característica muestra que la mayoría de los pacientes tratan de alimentarse bien, no obstante manifiestan que para poder llevar una dieta completamente saludable, necesitan muy buenos recursos económicos, lo cual no consideran posible, dado que tienen obligaciones no solo con su salud, sino también con sus familias (pago de colegios, universidades, servicios, alimentación, etc.), afirmación que objeta la Doctora Irma Pardo Gutiérrez, Nutricionista del Hospital Susana López, quien cree rotundamente que la gente no ingiere ni la cantidad y combinación de alimentos adecuada para el bienestar gástrico, y que por ello consideran cara una dieta “saludable”. Por otra parte, los familiares con los que viven no comparten el mismo tipo o gusto de alimentación de ellos, por lo cual tendría que realizarse varios tipos de comida, lo que implica costos elevados, y para las pacientes que aparte de trabajar atienden a su familia, más tiempo en preparación de alimentos y menos para descansar. Ante esto, la mayoría trata de evitar al máximo el consumo de grasas, harinas y dulces.

Otro de los pacientes fue deportista de alto rendimiento, sin embargo a raíz de varias lesiones y de su enfermedad, dejó su práctica a un lado, pero sigue conservando un tipo de alimentación basada en las harinas, la cual considera más adecuada, a pesar de que en varias ocasiones ha tenido fuertes recaídas.

Además, presenta un problema de coagulación en la sangre, por lo cual no le es permitido ingerir verduras.

### **Trabajo**

Los pacientes en general están cómodos y agradecidos por tener sus trabajos, sin embargo quienes realizan gestión de citas, y mantenimiento a las piscinas, al tener que atender al público, manifiestan tener altos niveles de estrés. Los demás, admiten tener en ocasiones estrés en sus trabajos dada la presión del tiempo para cumplir con determinadas tareas, pero aman lo que hacen. Hay una paciente que es pensionada y dedica su tiempo a atender asuntos familiares.

### **Factores de estrés**

Algunos, como se nombró anteriormente presentan estrés laboral, una de las pacientes dice presentar altos niveles de estrés en su hogar por diferencias en la convivencia, otra dice que a veces problemas de sus familiares le generan estrés, pero no en niveles preocupantes. Dos de ellos, dicen que el trabajo en ocasiones pero que en general no sufren de estrés.

Todos los pacientes coinciden en que un factor de estrés es la inactividad.

### **Ingesta de medicamentos**

Todos en general consideran que la ingesta de medicamentos es primordial en el cuidado de sus niveles de presión arterial, incluso algunos creen que estos son la solución para su enfermedad. Sin embargo, algunos pacientes olvidan tomarlos debido al exceso de ocupaciones en sus oficios.

Hay una paciente pre hipertensa, que aún no toma medicamentos, y quiere evitar llegar a tomarlos.

Es claro que la hipertensión no es curable pero si controlable, con la correcta ingesta de medicamentos acompañados generalmente de hábitos saludables.

### **Compromiso con los controles de salud**

Los pacientes en general asisten a los controles mensuales, uno de ellos, solo va cuando tiene síntomas que le indican que su presión está alta.

### **Cuadro clínico**

Dentro de las consultas se observó que de los 8 pacientes, 5 tenían algo elevada su presión (la presión arterial de un hipertenso puede controlarse, pero puede elevarse en cualquier momento) y dos presentan otras patologías, entre las que

están la diabetes. Algunos padecen problemas de visión, por lo cual utilizan gafas para leer.

Cuatro pacientes tienen obesidad, lo cual significa que para su peso y estatura, tienen su índice de masa corporal<sup>6</sup> por encima del nivel normal.

### **Factores de motivación o esparcimiento**

El factor de motivación principal encontrado en los pacientes es estar saludable, ser una persona activa y la familia. Además las diferentes formas en que reducen sus niveles de estrés, son detalladas por medio de las siguientes actividades:

- Paciente 1A: pintar al oleo.
- Paciente 2A: la motiva mucho su familia y perder peso.
- Paciente 3A: su familia.
- Paciente 4A: remodelar la casa, tejer, leer páginas de motivación personal en internet o temas interesantes, su familia es una de las principales motivaciones y le gusta mucho que la gente le diga que siempre esta sonriendo y que inspira mucha tranquilidad.
- Paciente 1: jugar billar.
- Paciente 2: estar sano, y las frases de motivación personal.
- Paciente 3: compartir y dedicarle tiempo a sus perros y el aeromodelismo.
- Paciente 4: la fe cristiana.

### **Afinidad tecnológica**

En cuanto al uso de dispositivos móviles se corrobora que hay un uso básico de celulares de gama baja, los cuales son usados únicamente, para llamar y recibir llamadas y esporádicamente para envío y recepción de mensajes de texto.

**En general hay poca afinidad tecnológica**, aunque tres de los pacientes debido a sus trabajos, han enfrentado constantemente el uso de computadores. A continuación se hará una breve reseña de la afinidad tecnológica de cada paciente:

- Paciente 1A: No tiene celular. Manifiesta atracción por los chats, redes sociales y correos electrónicos, cuando dispone de tiempo libre. Experiencia en curso básico de informática
- Paciente 2A: Utiliza su celular de la manera mas básica, solo para comunicarse (llamadas y sms). Solo utiliza el computador e internet para revisar correos electrónicos cuando tiene tiempo.

---

<sup>6</sup> IMC o Índice de Masa Corporal (IMC), determina, a partir de la estatura y el peso, el peso más saludable que puede tener una persona[63].

- Paciente 3A: Utiliza su celular de la manera mas básica, solo para comunicarse (llamadas principalmente). Utiliza un sistema software de atención al cliente todos los días, pero casi no le agrada revisar correos electrónicos, ni las redes sociales.
- Paciente 4A: Utiliza su celular de la manera mas básica y con poca frecuencia solo para comunicarse (llamadas principalmente). Utiliza su correo electrónico, Skype y lee páginas de interés casi todos los días, a la vez que maneja las herramientas de ofimática perfectamente.
- Paciente 1: Casi no hace uso de celular, computador o internet.
- Paciente 2: Utiliza su celular de la manera mas básica frecuentemente, solo para comunicarse (llamadas y sms). Hace uso constante de su computador e internet, por su profesión.
- Paciente 3: Utiliza Tiene dispositivo celular de gama baja cuyo uso es de tipo medio (llamadas, sms, juegos, y habilidades de navegación). Lee esporádicamente páginas de interés y revisa correo electrónico.
- Paciente 4: No utiliza celular, computador o internet.

Con base en este estudio, se obtiene la información necesaria, para sacar a priori una idea de lo que podría ser una aplicación móvil multiplataforma para apoyar el proceso de control y prevención de la presión arterial de los pacientes hipertensos.

#### **4.1.2 Primer prototipo: Boceto**

Este **primer prototipo** llamado Boceto, es presentado en una reunión conjunta con los pacientes. Su evaluación, denominada FocusGroup, tiene como objeto crear una visión común de la aplicación a desarrollar, discutiendo con los usuarios acerca de las ideas extraídas del análisis etnográfico, la forma en que deberían irse representando, y por supuesto se recibieron las sugerencias de parte de ellos.

El prototipo consistió básicamente en unas pantallas con tamaño reducido, asemejándolo al tamaño de un dispositivo móvil, donde son mostradas las secciones de deporte para control de calorías, dieta con el fin de desplegar recetas de cocina saludables y económicas, recordatorio de ingesta de medicamentos, gestión de citas, y manejo de estrés.

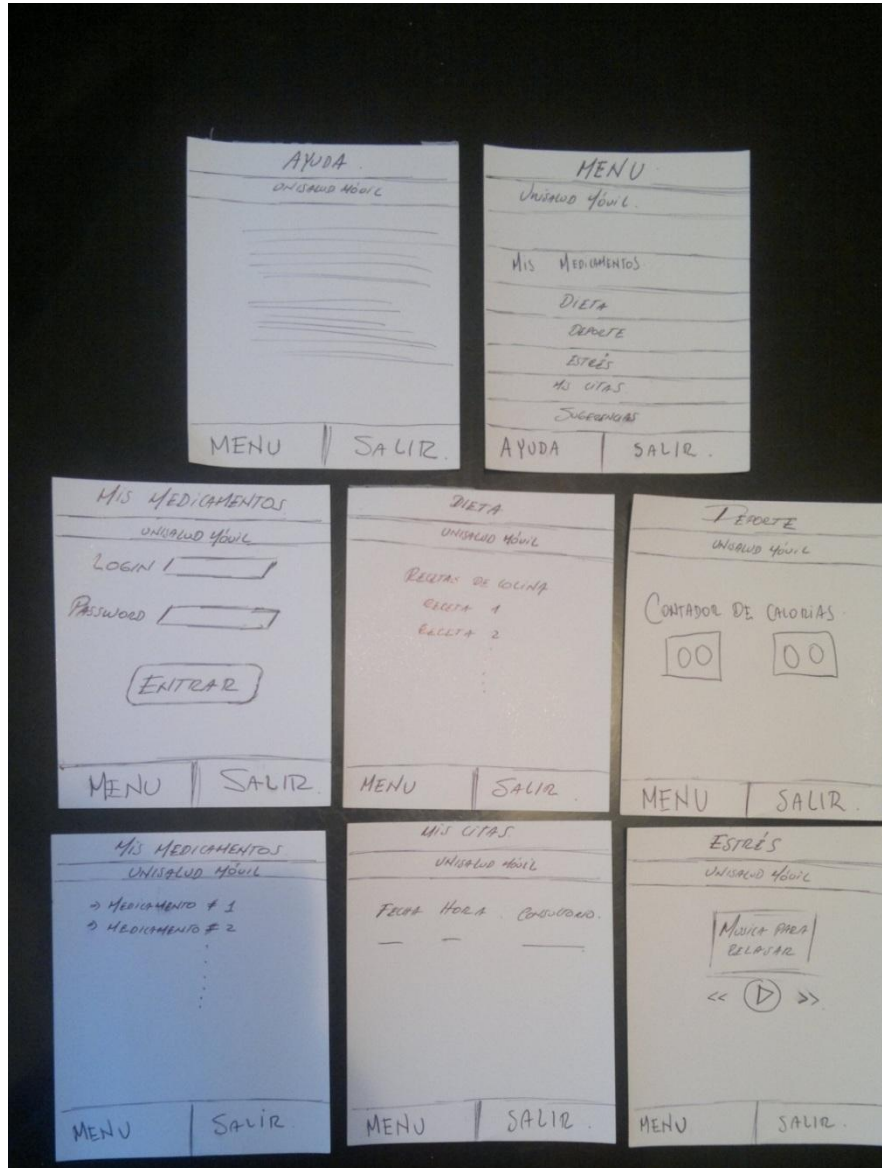


Figura 33. Primer prototipo de tipo boceto.

#### 4.1.2.1 Evaluación del primer prototipo

El FocusGroup arrojó como resultados, la satisfacción de los pacientes con las ideas planteadas, notando prioridad por algunas de las otras ideas sugeridas en el encuentro, entre ellas la inclusión de un historial de hipertensión, con el fin de verificar el avance o desempeño de la presión arterial a medida que transcurren los meses. En conclusión la aplicación para la prevención y control de la hipertensión, estaría conformada por una serie de mini aplicaciones, cuyas funciones se resumen en lo siguiente:



- Control de dieta.
- Control de deporte.
- Historial de hipertensión.
- Control de peso.
- Control de calorías.
- Recordatorio de ingesta de medicamentos con voces agradables.
- Incorporar datos de dispositivos de toma de presión o glicemia, al móvil.
- Red social entre pacientes y personal de la unidad de salud.
- Noticias y mensajes de salud y motivación personal.
- Llamada de emergencia

Como puede observarse, hay una gran cantidad de requerimientos por parte de los usuarios; sin embargo, con el fin de entregar un piloto en términos exactos del cronograma, y responder a las funciones prioritarias sugeridas, la cantidad de funcionalidades son reducidas. De este modo, las escogidas para conformar la aplicación fueron las siguientes:

- Control de dieta.
- Control de deporte, incluyendo control de calorías.
- Historial de hipertensión.
- Llamada de emergencia.

Aquí concluye la fase de análisis de requisitos, por lo cual, para poder materializar las ideas en funciones y tareas se da paso a la fase de diseño.

### **4.1.3 DISEÑO**

#### **4.1.3.1 Diseño de la actividad**

Una vez determinadas las funciones de la aplicación, el paso siguiente es definir las tareas de cada función y las actividades a realizar para alcanzar una tarea. Para esto, es utilizado el paradigma de Task Computing, el prototipado y la evaluación. Primero son planteadas las posibles tareas que podrían conformar a las cuatro funciones descritas recientemente. Luego se hizo un filtro de las tareas más útiles e innovadoras para el paciente, analizadas con el fin de adecuarlas al contexto móvil y su afinidad en dicho contexto, y finalmente fue definida la secuencia de actividades para las tareas que fueron seleccionadas.

Gracias a tres prototipos, sus evaluaciones y la correspondiente retroalimentación por parte de los usuarios y del experto evaluador quien fue el Ingeniero Cesar Collazos, Doctor en ciencias de la computación y experto en interacción persona ordenador, se caracterizó completamente el diseño de la actividad.

Para entender los conceptos de función, tareas y actividades, es realizado un esquema donde muestra un ejemplo de la funcionalidad de control de dieta, con el fin de ayudar al lector en la comprensión de esta fase. Cabe aclarar que las demás funcionalidades estarán representadas de la misma manera. Las funciones principales corresponden a control de dieta, deporte, historial de hipertensión y llamada de emergencia, cada función contiene unas tareas que pueden realizarse de varias maneras, es decir con varias secuencias de actividades, que buscarán ser llevadas a cabo de la manera más simple, de acuerdo al modelo mental de los pacientes.

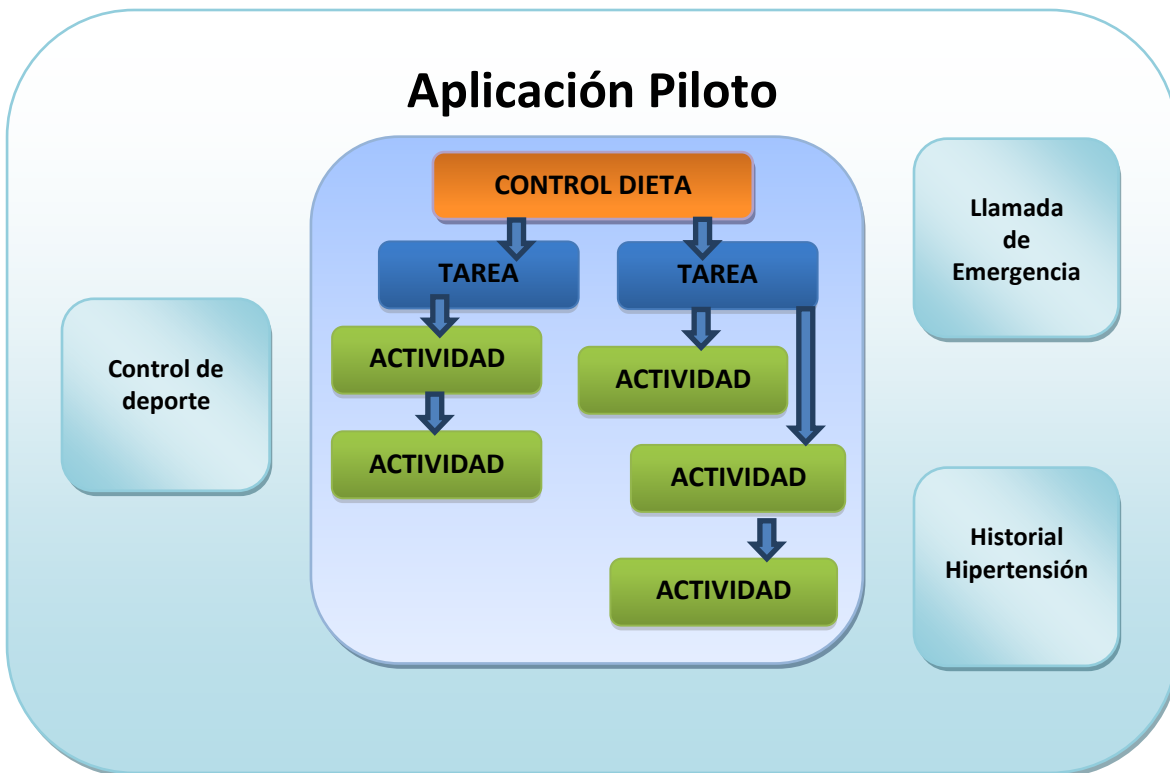


Figura 34. Esquema de funciones, tareas y actividades de la aplicación piloto

A continuación, son mostradas las funciones con las respectivas tareas planteadas por el equipo de desarrollo.

**Función: Control de dieta:**

Para esta función son presentadas las siguientes tareas:

- Recibir información de recetas alimenticias saludables y económicas, por medio de imágenes y texto.
- Visualizar alimentos económicos y saludables con sus respectivas calorías, agrupados en un componente animado.

- Utilizar el componente animado de visualización de alimentos para crear recetas saludables.
- Obtener información de nutrición/dieta por medio de enlaces a páginas relacionadas al tema.
- Obtener información vía RSS de las mejores noticias acerca de la nutrición para las personas hipertensas.
- Utilizar un contador de calorías.

#### **Función: Control de deporte:**

Todas las posibles tareas de esta función, están relacionadas con la actividad física de caminar, debido a las recomendaciones médicas encontradas en el análisis etnográfico. Las posibles tareas son:

- Utilizar un contador de calorías mientras el paciente realiza una caminata como actividad física.
- Visualizar el trayecto del recorrido.
- Visualizar información de la caminata como la distancia recorrida y el tiempo invertido.
- Permitir al usuario configurar la ruta por la que va a desplazarse.

#### **Función: Historial de hipertensión:**

Las tareas de esta función son:

- Gestionar una gráfica de las presiones mensuales del paciente y del índice de glicemia.
- Utilizar una tabla o registro, para visualizar de modo mas ordenado los valores representados en la gráfica anterior.

#### **Función: Llamada de emergencia:**

La tarea de esta función es:

- Realizar una llamada hacia una entidad de emergencias de la manera más rápida posible.

#### **4.1.3.2 Definiendo tareas con Task Computing**

A partir de las tareas presentadas son escogidas las que podrían ser de mayor utilidad/innovación para los pacientes y que permitieran cumplir con requisitos de tiempo de la investigación. Esto se definió en conjunto con la enfermera encargada del programa.

En algunos casos se hizo una composición de varias de ellas, para crear una sola.

De esta forma son presentadas las funciones con las tareas definitivas.

### **Función: Control de dieta**

Para esta función son presentadas las siguientes tareas:

- Presentar un componente animado que permita visualizar alimentos económicos con sus respectivas calorías.
- Funcionalidad por definir. Esta tarea pretende hacer uso del componente de visualización, sin embargo a este punto no hay una definición concreta de la función, esperando hacerlo en la presentación del segundo prototipo.

### **Función: Control de deporte**

Teniendo en cuenta las tres primeras tareas nombradas anteriormente, queda definida como una sola tarea y es presentada de la siguiente manera:

- Realizar una caminata como actividad física, mientras el dispositivo presenta un contador de calorías del ejercicio, además de información sobre el trayecto, la distancia recorrida y el tiempo invertido.

### **Función: Historial de hipertensión**

- Llevar un registro de la presión arterial del paciente por mes.

### **Función: Llamada de emergencia:**

- Realizar una llamada hacia una entidad de emergencias.

#### **4.1.3.3 Definiendo secuencia de actividades con Task Computing**

En este orden de ideas, según Task Computing debe definirse la secuencia de actividades para que el usuario pueda realizar una tarea exitosamente. Como es posible observar existen varias posibilidades por cada tarea. Esto es realizado bajo tres criterios que son:

1. El menor flujo de actividades.
2. Simplicidad en la organización de los elementos de la interfaz, y affordance.
3. Resultados de la evaluación del segundo prototipo. Este criterio contribuirá a la redefinición de la secuencia de actividades, una vez que se haya evaluado la propuesta inicial basada en los dos primeros criterios.

## **Función: Control de dieta**

**Tarea 1:** Presentar un componente animado que permita visualizar alimentos económicos con sus respectivas calorías.

**Actividades:** para las siguientes actividades es necesario tener en cuenta que lo primero que debe hacer el usuario es presionar el botón “Dieta” que es mostrado en la vista menú.

1. Se presenta una lista vertical de imágenes de alimentos. En el evento en que el usuario da clic sobre alguno de ellos, despliega a otra vista en la que es mostrada información calórica y bondades del mismo. Para devolverse a la lista inicial, el usuario deberá presionar el botón de regreso.

2. La actividad consiste en desplegar un Slide con su respectiva imagen e información de calorías. El usuario debe desplazarse de manera horizontal por la pantalla para descubrir más alimentos.

3. Desplegar un carrusel de imágenes, donde el usuario tendrá unas flechas laterales para que al hacer clic sobre ellas, pueda desplazarse horizontalmente para descubrir más alimentos.

**Tarea 2:** definir funcionalidad. Se espera que esta funcionalidad quede definida completamente en la presentación del prototipo 2.

**Selección:** para la tarea 1 es escogida la secuencia de actividades número 3, debido a que el carrusel es un componente gráfico que permite mostrar más información ocupando muy poco espacio, en tan solo una vista, y las flechas son bastante reveladoras de que hay algo en esa dirección. La secuencia 1 utiliza un componente vertical donde es necesario ocupar mucho espacio además de otra vista para poder desplegar la información de los alimentos. En la secuencia 2 el slide solo muestra una imagen a la vez, que ocuparía toda la pantalla, por lo cual probablemente la persona no entienda que existen mas alimentos para ver detrás de la imagen desplegada, y por otro lado, obtener la información de los alimentos seria mas demorado con un slide, por el mismo hecho de que solo muestra una imagen a la vez.

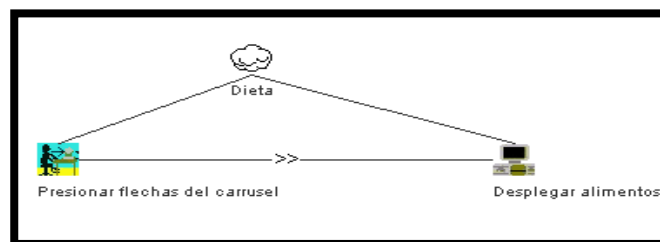


Figura 35. Modelado de actividades de la funcionalidad de Dieta.

## **Función: Control de deporte**

**Tarea:** realizar una caminata como actividad física, mientras el dispositivo presenta un contador de calorías del ejercicio, además de información sobre el trayecto, la distancia recorrida y el tiempo invertido.

**Actividades:** para las siguientes actividades es importante tener en cuenta que lo primero que debe hacer el usuario, es presionar el botón de nombre “Deporte” que se encuentra en el menú.

1. El usuario ingresa a una vista donde aparece un mensaje motivante que le indica los beneficios a nivel arterial, de realizar una caminata diaria. Seguidamente aparece un texto que le indica al usuario que al presionar el botón llamado “Listo” puede empezar a desplazarse, dándole paso a una nueva vista donde aparece un mapa con la posición actual de la persona mientras camina. Bajo el mapa hay un botón que dice “Ver trayectoria, que al ser presionado, da paso a nueva vista donde muestra en el mapa la trayectoria seguida por el usuario mas un botón de nombre “Ver datos” que al ser presionado da paso a una nueva vista donde es desplegada la información de la caminata que corresponde a los valores de las calorías quemadas, distancia recorrida y tiempo empleado.

2. El usuario ingresa a una vista con un botón llamado “Inicio” y un mapa con la posición actual del usuario, cuando el botón inicio se pulsa, el mapa empieza a desplegar la trayectoria del usuario. En la parte inferior de la página hay un elemento que muestra la calorías y distancia que se van consumiendo y empleando en la caminata.

3. Desplegar un mapa con la posición actual del usuario, mas un botón de nombre “Listo” que al presionarse conduce a una vista con el mapa desplegando la trayectoria de la persona mientras se desplaza y un botón de nombre “Ver datos” que al ser presionado conduce a una vista donde despliega la información de la caminata que corresponde a los valores de las calorías quemadas, distancia recorrida y tiempo empleado.

**Selección:** Para la segunda función la secuencia de actividades número 2, ya que es la opción que puede realizarse con el menor numero de pasos (presionar un botón) y esta en constante realimentación con el usuario.



Figura 36. Modelo de actividades de la funcionalidad de deporte.

## Función: Historial de hipertensión

**Tarea:** Llevar un registro de la presión arterial del paciente por mes.

**Actividades:** para las siguientes actividades se debe tener en cuenta que lo primero que debe hacer el usuario es presionar el botón de nombre “Historial Hipertensión” que está en el menú.

1. Desplegar una página que contiene dos cajas de entrada de texto mas un botón de nombre calendario para que el usuario escoja la fecha de ingreso de datos, además es presentado un botón de nombre “**Graficar**” que al ser pulsado da paso a una nueva vista que contiene una gráfica de presión arterial contra tiempo. En la barra de navegación se observa una opción para devolverse a la primera vista.

2. Mostrar una vista o pantalla que contiene una gráfica vacía de presión contra tiempo, abajo se ven dos cajas de entrada de texto y el mismo calendario y botón de la primera opción. El usuario verá que la gráfica actualiza su estado a medida que introduce nuevos valores en las cajas de entrada de texto y presiona el botón graficar.

**Selección:** La secuencia de actividades escogida en este caso es la número 2, ya que es la opción en la que el usuario puede tener realimentación directa, y solo es necesaria una vista para poder cumplir con la función.

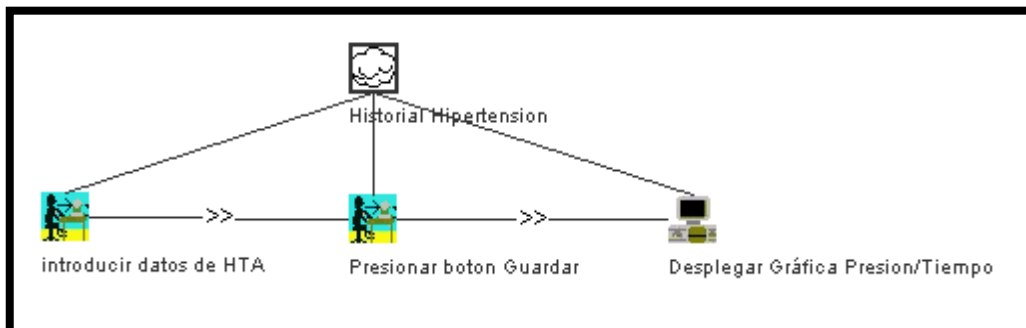


Figura 37. Modelado de actividades de la función de Historial de Hipertensión.

**Función: Llamada de emergencia:**

**Tarea:** Realizar una llamada hacia una entidad de emergencias.

**Actividades:**

1. Desde el menú principal hay un botón de nombre “Llamada emergencia” el cual al ser presionado realizará directamente la llamada al número de emergencias locales.

**Selección:** para esta función solo hay una secuencia de actividades que trata de ser la mas simple posible.

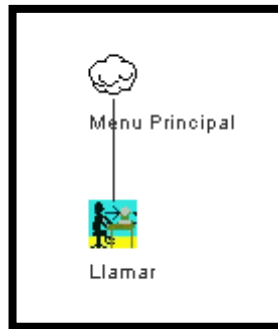


Figura 38. Modelado de actividades de la funcionalidad de llamada de emergencia.

Teniendo como base las tareas definidas, el paso a seguir es diseñar un segundo prototipo, basado en algunas reglas generales de diseño.

**4.1.4 Segundo prototipo: Storyboard Navegacional**

El segundo prototipo introducido es llamado Storyboard Navegacional, y se presenta por medio de un papel con todas las vistas de la aplicación, de un tamaño similar a una pantalla de un dispositivo móvil, dotadas de sus elementos de interacción y unas flechas que comunican las vistas con el fin de representar la navegación entre ellas. La siguiente imagen muestra el prototipo.



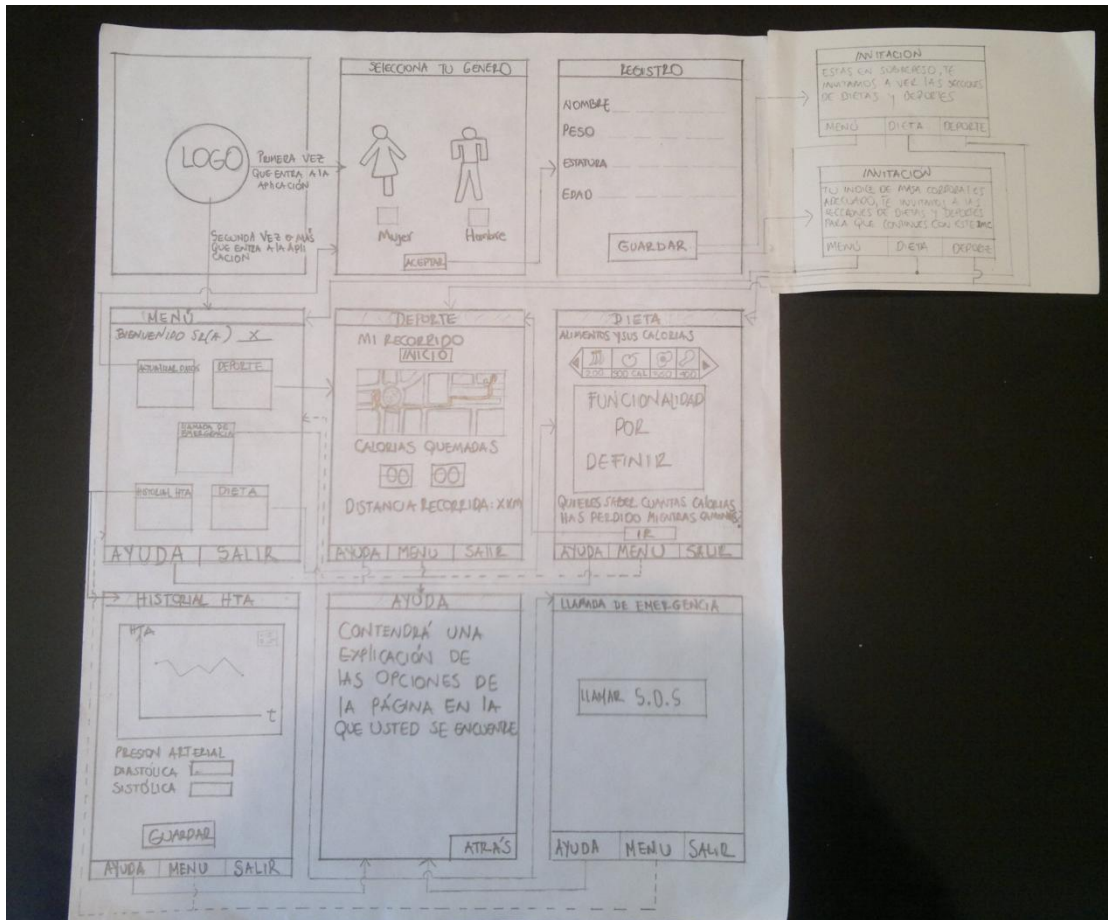


Figura 39. Segundo prototipo correspondiente a un Storyboard Navegacional.

En la figura 39 se observan 10 vistas, las cuales van a ser explicadas a continuación.

La primera vista (esquina superior izquierda) corresponde al icono o logo de la aplicación, el cual, al ser pulsado por primera vez, da paso a una vista donde el paciente selecciona su género, presiona el botón aceptar e inmediatamente es desplegada la vista de **registro** donde debe introducir algunos datos personales, y pulsar el botón Guardar, con lo cual recibirá una notificación llamada **Invitación**, que le dará información sobre el estado de su índice de masa corporal (IMC) y lo invitará a visitar las secciones de deporte y dieta para regular o conservar el valor de IMC. Para visitar las secciones de dieta y deporte desde la vista de invitación, existe una barra de navegación en la parte inferior de la página, que permite además, acceder a la sección del menú principal de la aplicación.

La segunda vez que el usuario pulse el icono de la aplicación, ingresará inmediatamente a la página del menú principal.

Las siguientes vistas tendrán en la barra de navegación inferior, las opciones de **Ayuda, Menú, Salir**, y en algunas ocasiones estará la opción de devolverse o **Atrás**.

La primera vista de la segunda fila del storyboard, al lado izquierdo, corresponde a la sección del menú, aquí son presentados 5 botones que hacen referencia a cada una de las funciones principales, más una barra de navegación con las opciones de **salir** de la aplicación y **Ayuda** para dirigirse a la vista donde se dará una explicación sobre cómo manejar la página del menú.

La vista de **Deporte**, al lado derecho del menú, presenta un **botón inicio**, para indicarle al usuario el comienzo de su actividad física. Al momento de pulsar el botón se despliega en el mapa el trayecto del paciente mientras realiza la caminata, al mismo tiempo que es expuesto en la parte inferior de la página un contador de calorías y la información de la distancia recorrida.

La vista de **Dieta**, al lado derecho de la vista de Deporte, presenta en su parte inicial un carrusel, que contendrá las imágenes de alimentos con sus respectivos valores calóricos, y con base en este componente se espera implementar una función complementaria. Existe en la parte inferior un enlace a la página de deporte.

La primera vista de la tercera fila del storyboard, al costado izquierdo, presenta el **Historial de hipertensión**, en el que es mostrada una gráfica de hipertensión contra tiempo, dos cajas de texto para introducir los valores de la presión y un botón **guardar**, para representar los datos introducidos en la gráfica.

Al lado del historial de hipertensión, es presentada la vista de **Ayuda**, que contiene una explicación para que el paciente encuentre información que le permita manejar la página en la que se encuentre. A continuación es enseñada la vista de **Llamada en emergencia**, en la que se observa un botón, que al ser pulsado permitirá realizar la llamada a una entidad de emergencia.

#### **4.1.4.1 Evaluación del storyboard navegacional**

La evaluación de este prototipo está hecha de dos maneras, la primera llevada a cabo por un experto en usabilidad y la segunda realizada con usuarios. El objetivo de esta evaluación es verificar el manejo que le dan los usuarios a la navegación entre vistas, y comprobar el nivel de entendimiento de los usuarios con la funcionalidad de los elementos de interacción dispuestos en el prototipo.

#### 4.1.4.1.1 Evaluación por recorrido cognitivo

La primera evaluación fue de tipo **recorrido cognitivo** y la realizó el ingeniero experto en usabilidad César Collazos. Para llevar a cabo la evaluación se entregó al evaluador el storyboard navegacional, con un documento que contenía:

1. Una síntesis de la afinidad tecnológica y habilidades de los usuarios:

- **Paciente 1A (46 años).** Ama de casa y dueña de una empresa casera. No tiene dispositivo celular. Presenta gran interés por las redes sociales, los chats, los correos, etc. Experiencia en curso básico de informática.
- **Paciente 2A (45 años).** Fisioterapeuta. Tiene dispositivo celular de gama baja cuyo uso es básico (llamadas y SMS). Utiliza Internet para revisar correo electrónico únicamente.
- **Paciente 3A (45 años).** Trabaja en atención al público en la unidad de Salud de la Universidad del Cauca. Tiene dispositivo celular de gama baja cuyo uso es básico (llamadas y SMS). Tiene experiencia en el manejo de computadores, programas informáticos relacionados con el manejo de datos. Uso de Internet para revisión de correos electrónicos.
- **Paciente 4A (53 años).** Trabajó en el sector administrativo de la Universidad del Cauca. Actualmente pensionada. Tiene dispositivo celular de gama baja cuyo uso es básico (llamadas y SMS). Ha tenido experiencia en el manejo de computadores, programas informáticos relacionados con el manejo de datos, y adicionalmente tiene un dominio alto en búsquedas de páginas por internet, como del uso de herramientas software de comunicación (Por Ejemplo: Skype).
- **Paciente 1 (60 años)** Comerciante ocasional. Tiene dispositivo celular de gama baja cuyo uso es muy básico (ocasionalmente llamadas). No usa Internet.
- **Paciente 2 (50 años)** Trabaja como coordinador de Televisión en la Universidad del Cauca. Uso del dispositivo celular básico (llamadas y SMS). Tiene gran habilidad en el uso del computador debido a su desempeño profesional. Usa frecuentemente el correo electrónico, lee páginas web de interés.
- **Paciente 3 (52 años).** Monitor General del laboratorio de medios de transmisión de la Universidad Del Cauca, Biólogo de profesión, con gran habilidad y conocimiento en la reparación, creación y mantenimiento de dispositivos eléctricos y electrónicos. Tiene dispositivo celular de gama

baja cuyo uso es de tipo medio (llamadas, SMS, juegos, y habilidades de navegación.)

- **Paciente 4 (54 años).** Trabaja en mantenimiento de la piscina en el CDU en la Universidad del Cauca. Aspirante al título de Teólogo. Tiene dispositivo celular de gama baja cuyo uso es muy básico (ocasionalmente llamadas). No usa Internet.

2. La siguiente serie de tareas a desarrollar con el prototipo:

- Registrarse:
  - Seleccionar el género.
  - Ingresar datos
  - Guardar datos
  - Prestar atención a las sugerencias del registro. (Arroja dato de Índice de Masa Corporal IMC)
  - Escoger opciones de navegación (ir al menú, dieta o deporte)
- Realizar deporte:
  - Pulsar el botón “inicio”, para iniciar un recorrido.
  - Observar los resultados que arroja el sistema, como calorías quemadas y distancia recorrida.
  - Escoger opciones de navegación (ir al menú, ayuda o salir de la aplicación)
- Realizar control de dieta:
  - Escoger del carrusel los alimentos a consumir.
  - Funcionalidad por definir.
  - Escoger opciones de navegación (ir al menú, ayuda o salir de la aplicación)
- Revisar historial de Hipertensión arterial:
  - Ingreso de los valores mínimo (diastólica) y máximo (sistólica) de la presión arterial.
  - Guardar los valores ingresados.
  - Observar la actualización de la gráfica con los valores ingresados.
- Realizar llamada de emergencia:
  - Pulsar botón de llamada de emergencia.

➤ Actualizar datos:

➤ Las mismas actividades de la tarea Registro.

3. Unas preguntas, con las que él debería decidir si la interfaz era adecuada para los usuarios. Los resultados de la evaluación son expuestos por medio de las siguientes respuestas.

#### **4.1.4.1.2 Resultados de la evaluación por recorrido cognitivo**

1. ¿Son adecuadas las acciones disponibles de acuerdo a la experiencia y al conocimiento del usuario?

Respuesta:

Son adecuadas.

2. ¿Percibirán los usuarios que está disponible la acción correcta? Esto es relacionado con la visibilidad y la comprensibilidad de las acciones en la interfaz. Aquí no es discutible si la acción se encuentra en el sitio adecuado o no, sino que se incidirá en si ésta está presente y si es visible.

Respuesta:

- En la segunda tarea modificar la secuencia, primero seleccionar deporte y luego pulsar el botón de “inicio”.
- Establecer diferenciación entre los clickeable y lo no clickeable.

3. Una vez encontrada la acción en la interfaz, ¿Asociarán estos usuarios la acción correcta al efecto que se alcanzará?

Respuesta: si

4. Una vez realizada la acción, ¿Entenderán los usuarios la realimentación del sistema? Tanto si la acción se ha realizado con éxito como en el caso contrario?

Respuesta:

- En la vista de Registro debería existir la opción de devolverse y dar pistas sobre las unidades de los datos a introducir (Kg, cm, etc.)
- Resaltar las opciones seleccionadas.

En la vista de historial de hipertensión:

- Cambiar la palabra HTA, quizá no sea del entendimiento de los pacientes.
- No se entiende que los elementos rectangulares que están en frente de las palabras diastólica y sistólica son cajas de entrada texto para ingresar datos o solo texto que presenta información de los valores de presión arterial.

- En cuanto a los valores de la presión arterial, sería bueno colocar unos rangos para que el usuario pueda escoger en vez de introducir valores.

#### 4.1.4.1.3 Evaluación por recorrido cognitivo con usuarios

La segunda forma de evaluación es realizada por medio de un **recorrido cognitivo con usuarios**, para la cual es presentada al paciente el Storyboard navegacional, solicitando que realice las tareas nombradas en la evaluación por recorrido cognitivo tomando nota de aquellas en que le presenta dificultad.

#### 4.1.4.1.4 Resultados de la evaluación por recorrido cognitivo con usuarios

La presentación del prototipo comprende la realización de un recorrido en el que el usuario ingresa a la aplicación y explora cada una de sus alternativas.



Figura 40. Paciente en evaluación del segundo prototipo. Recorrido cognitivo con usuarios.

La siguiente tabla resume los resultados hallados, sobre las tareas que no pudieron ser llevadas a cabo de manera correcta, sobre la preferencia estética de los pacientes para la futura interfaz gráfica de la aplicación piloto y los comentarios o aportes recibidos de parte de ellos.

Paciente	Tarea no exitosa	Colores	Comentarios
1	Presenta inconvenientes con la página de invitación, no le es comprensible casi que en su totalidad. No comprende el concepto de "MENÚ" como un contenedor de las funciones principales, al que debe volverse para seleccionar	Colores vivos pero no psicodélicos y que hagan buen contraste.	Su esquema mental sugiere que debe realizar las actividades en orden, es decir, primero debe realizar el deporte, y luego ingresar a la dieta y no al revés.

	<p>otra de ellas.</p> <p>No comprende el funcionamiento del carrusel de alimentos, es decir no le es familiar el hecho de que las flechas le indiquen la posibilidad de desplazarse hacia los lados, para hallar más alimentos.</p>		
<b>2</b>	<p>Presenta un buen nivel de comprensión de las interfaces.</p>	<p>Azul, amarillo, colores vivos.</p>	<p>Sugiere que los alimentos que se consideren en la dieta, sean económicos ya que considera que una de las principales razones por las que la gente no lleva una dieta sana, es por el costo elevado asociado a ella.</p> <p>Sugiere, si es posible, la inclusión de voz cuando el sistema arroje datos como por ejemplo las calorías consumidas en un recorrido deportivo.</p> <p>Sugiere, si es posible, la inclusión de "tips" o cápsulas de información sobre Hipertensión arterial y vida sana, que podrían llegar al correo electrónico, o aparecer en el sistema.</p>
<b>3</b>	<p>Este paciente, dados sus conocimientos tecnológicos, no presenta mayor dificultad en el manejo de la interfaz.</p>	<p>Colores vivos, podría ser un verde de fondo y para los elementos de interacción un amarillo.</p>	<p>Aportes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Debido a que la funcionalidad de la sección de "DIETA" hasta el momento no está establecida, el propone realizar un contador de calorías, que se irá incrementando a medida que sean agregados alimentos seleccionados del carrusel de alimentos, para formar una especie de menú del día y hacer un cálculo para saber si las necesidades energéticas recomendadas medicamente se suplen con los alimentos seleccionados.</li> <li>2. Incluir rutas estáticas, además de las dinámicas que están planteadas inicialmente para este prototipo.</li> <li>3.</li> </ol>
<b>4</b>	<p>El paciente no comprende la página de invitación. Cuando entra al "MENÚ", cree que es el menú de comidas.</p> <p>No comprende muy bien la funcionalidad de deportes, de entrada no entiende que la imagen que se presenta es un mapa, y cree que es un cronómetro.</p>	<p>Colores vivos, donde los fondos y las letras hagan buen contraste.</p>	<p>En el historial de hipertensión, no le es familiar la palabra "HTA".</p>

<b>1A</b>	No entiende la página de invitación. No entiende que desde ahí irá a otras vistas de la aplicación.	Muy variados y vivos, preferiblemente que hayan cambios de colores y animaciones en las imágenes.	Sugiere, si es posible, la inclusión de mensajes motivantes. Sugiere en la gráfica del historial de hipertensión que cuando la presión esté alta haya un ícono distintivo en la gráfica que exprese esa situación, igual cuando este baja o normal.
<b>2A</b>	No entiende la página de invitación.	Vivos	No tienes inconvenientes con la navegación.
<b>3A</b>	No entiende la página de invitación. En la vista de Deporte pregunta si la persona debe introducir la distancia y calorías que aparecen en la página, tratando de entender que la actividad deportiva sería programada.	Vivos	De resto no tiene inconvenientes con la navegación.
<b>4A</b>	La paciente presenta inconveniente con la navegación de la pagina de invitación, dice que uno debería ir primero al "MENÚ" y de ahí escoger a propia elección hacia la cual funcionalidad dirigirse.	Sugiere que se adhiera un factor innovador y sorpresivo, ya que debido a su edad, ha visto tantas cosas, que quiere ver algo nuevo, diferente, vivo. Colores: los colores que no le agradan para la interfaz son los oscuros (café, negro, verde oscuro, morado oscuro y azul oscuro.)	A parte de la página de invitación, la paciente realiza un manejo correcto de la navegación y de los elementos de interacción de la interfaz. Sugiere que en la funcionalidad del "Historial de hipertensión", sea introducida una tabla para poder visualizar los datos de una manera más ordenada, quizá más entendible. Además, sugiere que no solamente exista la posibilidad de visualización de los datos de la presión arterial, sino que además, se tenga un registro de medidas que les realizan cuando asisten a las citas en la enfermería, dichos datos son: frecuencia cardiaca, contorno de cintura y peso.

Tabla 3. Tabla de resultados de la evaluación por recorrido cognitivo con usuarios.

#### 4.1.4.1.5 Análisis de la evaluación del storyboard navegacional

Los pacientes presentan en su mayoría buena comprensión de la navegación entre vistas. Existe gran dificultad en el entendimiento de la página de invitación, los usuarios no entienden que es una vista con información de un índice de masa corporal y que si el valor es anormal, se sugiere la entrada a las secciones de Dieta y Deporte para que lo regulen o lo mantengan, a la misma vez que es dada la opción de ingresar al menú principal. Por lo anterior, esta página debe ser modificada.

Para el prototipo final, se ha pensando que la vista tenga únicamente la información del IMC calculado a partir de los datos del registro, y un botón de



aceptar que le permita al usuario continuar con el menú principal, para que a partir de él pueda escoger a elección propia, hacia que sección de la aplicación dirigirse. Respecto a la vista de deporte, se ha decidido que las rutas sean dinámicas, con el fin de evitar más introducción de datos [64], atendiendo a la recomendación dada por el experto evaluador Cesar Collazos, ya que en los dispositivos móviles, es una de las características que tiene mayor complejidad para los usuarios. Paralelamente, deben incrementarse las descripciones en la vista ya que se ha observado que los usuarios no comprenden en su totalidad, (dada su falta de experiencia con teléfonos de media/alta gama) como es posible que un teléfono pueda detectar su posición y utilizar esa característica para incluirlo dentro de una rutina deportiva. Sin embargo, y debido a que esta investigación esta dirigida a estos dispositivos, la intención del equipo de desarrollo, es aprovechar las capacidades de los mismos, ofreciéndole al usuario, además, la posibilidad de inclusión digital.

Respecto a la sección de dieta, es tomada en cuenta una idea del paciente 3, que consiste en incluir un contador de calorías, que irá incrementándose a medida que sean agregados alimentos seleccionados del carrusel de alimentos, para formar una especie de menú del día y hacer un cálculo para saber si las necesidades energéticas recomendadas medicamente son suplidas con los alimentos seleccionados. Esta idea, según la doctora Pardo, puede incluirse como una ayuda en la alimentación del paciente, ya que la ingesta calórica especifica para cada persona, requiere de un estudio bastante dispendioso. En este sentido, los alimentos incluidos en la funcionalidad de la dieta, componen una dieta hipo sódica (baja en sal), recomendada expresamente de la Doctora para los pacientes hipertensos.

Para la funcionalidad de la llamada de emergencia será incluida en la vista de registro una caja de entrada del número telefónico al que el paciente desea llamar en caso de emergencia.

En este sentido, se sabe que un factor crucial en el entendimiento de secciones como el deporte o el desplazamiento a través de un carrusel de imágenes, es la manipulación de elementos de interacción, ya que la naturaleza del prototipo en papel, no pertenece al contexto interactivo.

Respecto a los colores, todos se inclinan por los colores vivos y que hagan buen contraste entre figuras, letras y fondos.

#### **4.1.3 Generación automática de interfaces gráficas de usuario**

Con todo el estudio realizado con los usuarios, es momento de empezar con el proceso de generación automática, que como se ha dicho, está basado en el uso

de herramientas software que automatizan la creación de las interfaces. La primera actividad para obtener una interfaz generada automáticamente, es realizar el modelado de tareas, el cual está basado en las tareas, secuencia de actividades definidas y los resultados de la evaluación del segundo prototipo, y se lleva a cabo haciendo uso de la herramienta **CTTE**. El objetivo más próximo a perseguir con la realización de este modelado, es elaborar un tercer prototipo denominado Maqueta Digital, que parte de la **FUI** generada.

#### 4.1.3.1 Modelado de tareas

La siguiente imagen muestra el modelado realizado en CTTE, para efectos de visibilidad se muestra solo una pequeña parte. Ver modelado completo en anexo Anexo digital.

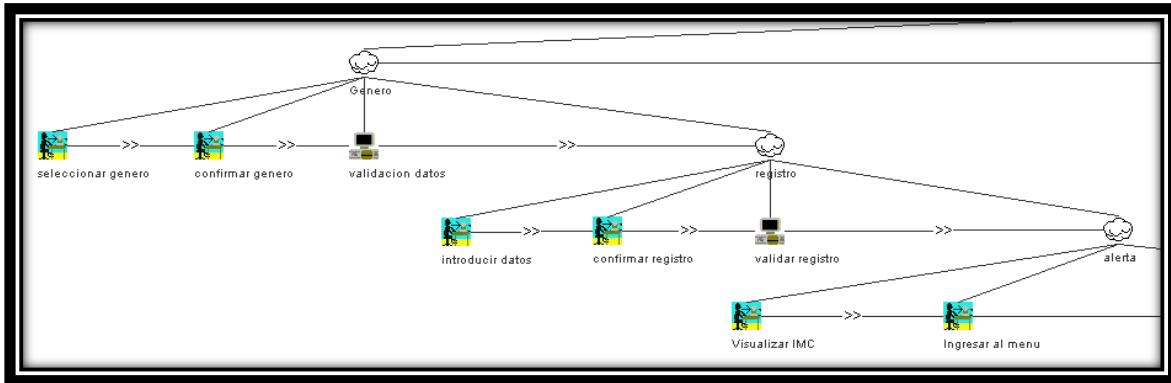


Figura 41. Parte del modelado de tareas CTT.

CTTE genera un documento XML del modelado, el cual es importado a MARIAE para generar la interfaz abstracta o **AUI**.

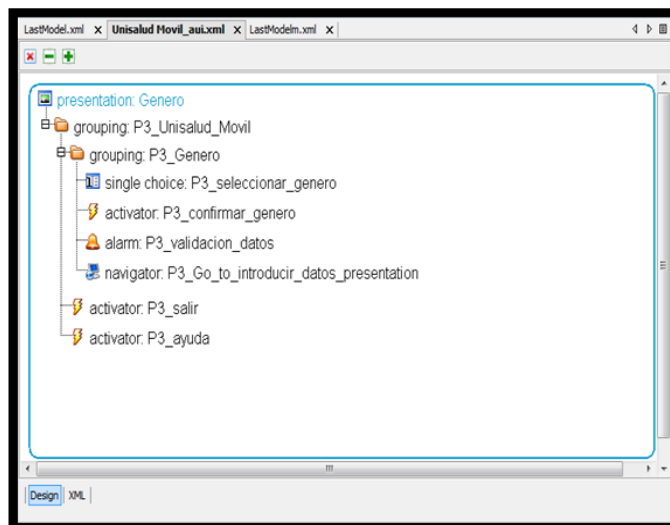


Figura 42. Interfaz de usuario abstracta AUI.

Desde esta misma herramienta es generada la interfaz concreta o **CUI**, y a partir de ella, se genera la **FUI**.

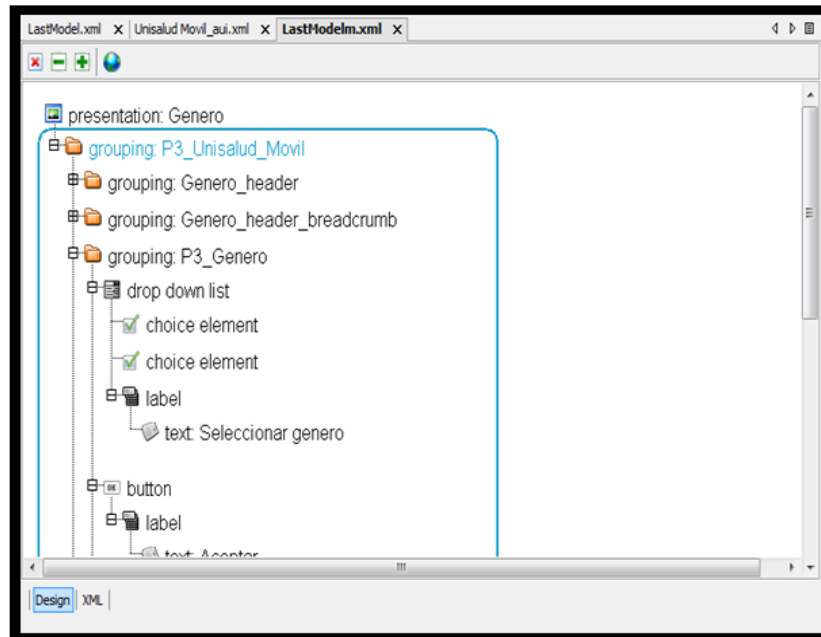


Figura 43. Interfaz de usuario Concreta CUI

La **FUI** es mostrada en la figura 44.



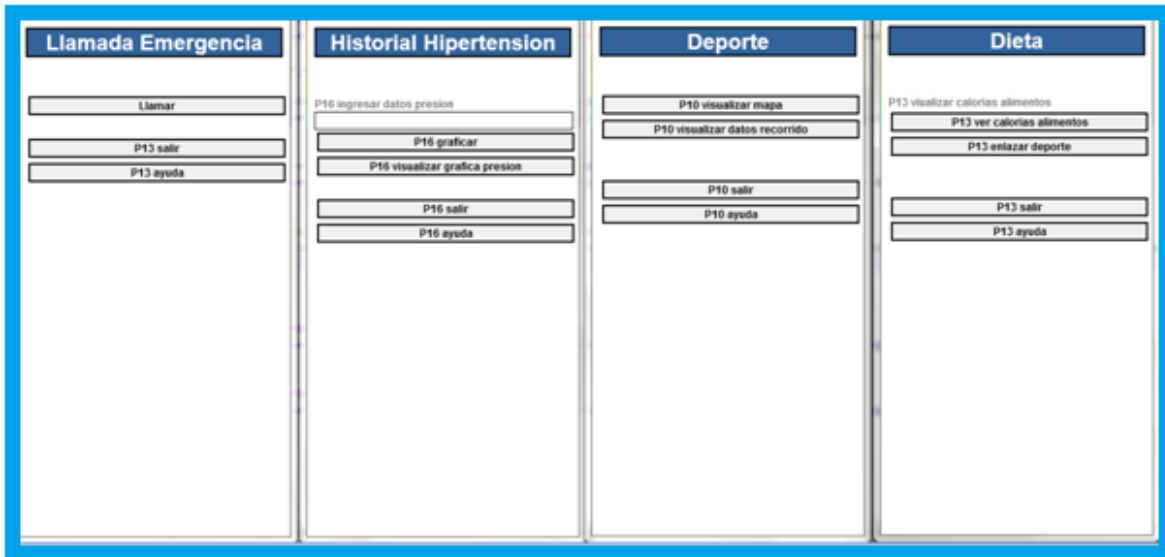


Figura 44. FUI generada por MARIAE.

Como se ha visto en la evaluación del prototipo 2, los usuarios desean una interfaz colorida y contrastada, así que para poder cumplir con ello, se hará uso de la herramienta **Codiqa**, que por medio de componentes JQuery Mobile y CSS3 permitirá cumplir con los requerimientos estéticos de los pacientes, de una manera muy rápida, con solo arrastrar los objetos de interacción al interior, por lo cual no demanda gran tiempo, además permitirá que se incluyan los objetos de interacción adecuados, que hacen falta en la FUI generada por MARIAE. Lo anterior, da paso al diseño de la información, dado que la maqueta digital, como su nombre lo indica, presenta una interfaz a nivel digital con la que el usuario puede interactuar y que al parecerse mucho a la del aplicativo final, requiere que la información sea organizada de tal forma que contribuya al mejoramiento de las falencias encontradas en el prototipo 2.

#### 4.1.4 DISEÑO DE LA INFORMACIÓN

Toda la interfaz ha sido construida teniendo en cuenta las reglas de diseño, generales (Principios de Gestalt y reglas efectivas de diseño) y las orientadas a la parte móvil (Mobile Web BestPractices por la W3C).

Para la sección del menú, fueron incluidos los principios de **similitud y proximidad**, agrupando los botones de tal manera que se cree la sensación de que todos tienen la misma función, que es dirigir a las páginas de dieta, deporte, historial y llamada de emergencia y ubicándolos de manera simétrica.

Para todas las páginas fueron introducidos los principios de **simetría y cierre**, con el fin de marcar el espacio de la actividad principal, este espacio es el que se encuentra entre encabezado y pie de página. Además, atendiendo al principio de **área**, se redujo bastante la zona que ocupan los elementos de interacción.

De esta misma manera, fue empleado el principio de **alineamiento**, haciendo uso de la alineación central para todos los elementos, y fueron **balanceadas** las páginas evitando sobrecargar alguno de sus ejes (Capítulo 2 sección 2.3.2.1).

Atendiendo a las Mobile Web BestPractices fueron incluidas las siguientes reglas:

**Método de interacción de tipo touch.** Las imágenes del carrusel y elementos clickeables deben ser lo suficientemente grandes para que puedan ser fácilmente seleccionables (recomendado que sea mayor a 1 cm).

**Manejo de la variación del contexto de entrega.** Todos los elementos de todas las vistas, pueden escalarse a cualquier tamaño de pantalla.

**Uso de la tecnología CSS3.** Incluyendo gradientes y efectos visuales, con el fin de mejorar el look & feel de la aplicación y distinguir los elementos clickeables de los que no lo son. De acuerdo a lo anterior, la FUI remodelada con Codiqaes mostrada en la figura 45:



Figura 45. FUI remodelada con Codiqa.

#### 4.1.5 Tercer Prototipo: Maqueta Digital

Esta interfaz final producida por Codiqa, da paso a la presentación del prototipo 3 a los pacientes. Para ello, se ha pedido que realicen las siguientes tareas, que son consideradas las de mayor complejidad, ya que lo primero que hacen los usuarios es un registro:

1. Ingresar a deporte, realizar una caminata y visualizar los datos del recorrido.
2. Ingresar a Dieta:
  - Revisar las calorías de los alimentos.
  - La imagen que aparece abajo (contador de calorías) es un ejemplo de lo que podría suceder cuando selecciones una cantidad de alimentos para tu menú.
3. Ingresar a Historial Hipertensión
  - Visualiza en la “Tabla” los datos clínicos (Peso, Frecuencia cardíaca, Presión, Cintura) que obtiene cuando va a consulta.
  - Introducir los valores de tu presión arterial.
  - Guarda los valores para que aparezcan en la gráfica.

Además, se pide al usuario que refiera las figuras que le representan las palabras que están en los botones del menú, con el fin de obtener las metáforas para esta página.

##### 4.1.5.1 Evaluación de la Maqueta Digital

La evaluación de este prototipo corresponde a la técnica “**ThinkingAloud**” y fue realizada haciendo uso de una herramienta software de testeo de usabilidad **MORAE** [65], la cual ha permitido grabar la pantalla del usuario, el sonido del ambiente y el rostro de la persona mientras realiza la prueba, siguiendo además, el movimiento del mouse.

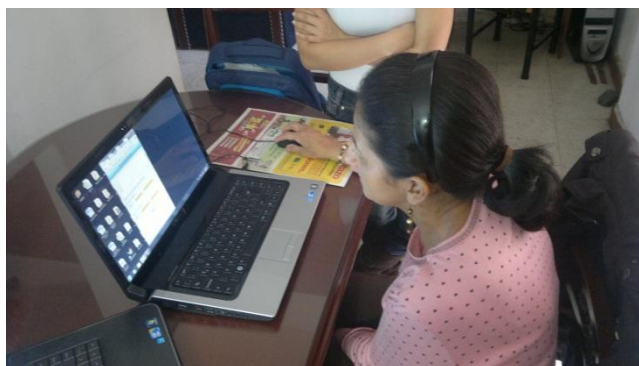


Figura 46. Paciente frente al tercer prototipo, de tipo maqueta digital.

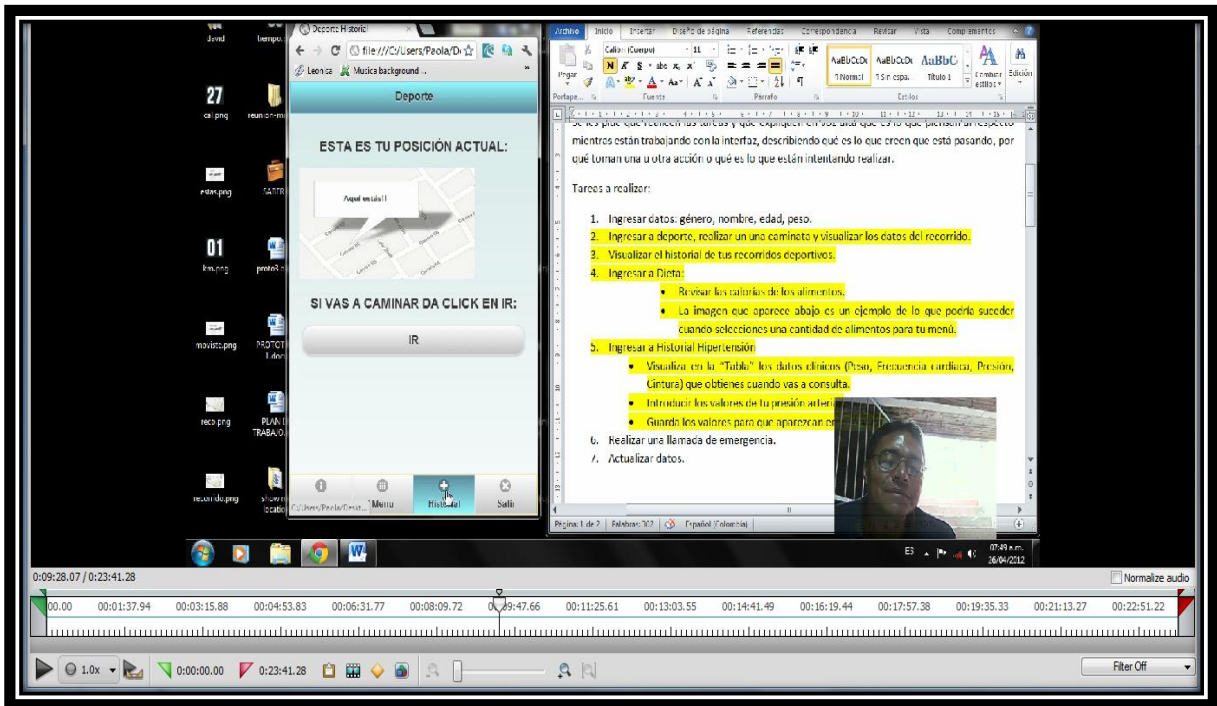


Figura 47. Paciente realizando la evaluación del tercer prototipo haciendo uso de la herramienta Morae

#### 4.1.5.1.1 Resultados evaluación prototipo 3

Este prototipo fue revisado también por el experto en usabilidad, quien hace las siguientes recomendaciones:

- Realizar una Tabla de Criterios de error: examinando que tarea o actividad no pudo realizar un usuario, describir o analizar las razones que lo llevan a eso, y fijarse en el tiempo que le lleva alcanzar con éxito la tarea.
- Rediseñar las funciones más complicadas.
- Test a las nuevas funcionalidades rediseñadas.

Los videos de la evaluación han sido revisados cuidadosamente, y con base en ellos se construyó una tabla con las tareas no exitosas.

Paciente	Tarea no exitosa	Razones	Tiempo
1A	1. Revisar calorías de los alimentos y comprender el significado de la funcionalidad de la DIETA.	1.La observación le genera algo de nervios.  Comentarios: es curioso que esta vez no entienda el concepto del carrusel, porque en el prototipo dos, que era en papel lo entendió perfectamente.	Dieta: 1.2 min. Duración total: 12, 11 min.
1	1. Desconocimiento de las funciones que le da la vista de Deporte, confusión con el manejo no solo de la vista, sino de la	1. NO LEE las instrucciones. No obtiene la información del tiempo, distancia y calorías gastadas en el recorrido.	Deporte: 4 min Registro: 1 min

	<p>aplicación en general Propone nuevas funciones, aunque la función actual supera sus expectativas.</p> <p>2. Realiza con éxito la funcionalidad en el historial de hipertensión, pero no comprende el objetivo de la página. La tabla de historial de hipertensión no refleja los valores que acaba de introducir.</p>	<p>2. Cree que toda la aplicación esta ligada. Primero debe tomarse la presión, luego hace deporte, luego come y vuelve a tomar la presión y el historial le dirá si su presión esta bien o no.</p> <p>Comentarios: El usuario no comprende como manejar los elementos de interacción de la vista de Registro, debido al desconocimiento con los objetos de interacción de la vista, sin embargo después de explicarle al usuario, las dos últimas opciones de ingresar datos, lo hace exitosamente.</p> <p>Sugiere que la llamada de emergencia sea solo una opción y que sea deje al final del menú.</p> <p>Quisiera programar su recorrido. Confusión con la función salir.</p>	<p>Duración total: 14 30 min</p>
<b>4A</b>	<p>Deporte: Tiene la duda de que las rutas del deporte pueden ser programadas estáticamente.</p>	<p>Realiza bien el manejo de los elementos de interacción, pero tiene la duda de la funcionalidad de la vista. La duda se presenta cuando ve la última vista donde hay datos de calorías, distancia y tiempo. Esto es atribuido a la experiencia que ha tenido, en gimnasios por ejemplo, donde las maquinas son programadas antes de empezar el ejercicio.</p>	<p>Duración total: 4 23 min</p>
<b>4</b>	<p>1. Demora bastante en entender la función de deporte porque en la primera vista no aparece la información del tiempo, distancia y calorías.</p> <p>2. Historial: no encuentra la tabla de historial clínico con rapidez.</p> <p>3. Dieta: Hay confusión con las imágenes del carrusel, a pesar de que entiende que son clickeables, no encuentra la relación con la tabla de calorías, que se encuentra en la misma vista. Cree que para ingresar un nuevo valor hay que escribirlo. Sin embargo comprende el propósito de la funcionalidad.</p>	<p>1. Se siente algo presionado por la observación, no lee todas las frases de cada página.</p> <p>2. Concentra su atención en el contenido central de la página, y poco observa la barra de navegación inferior.</p> <p>3. Falta de experiencia tecnológica.</p> <p>Comentarios: omite colocar su nombre en el campo de entrada de texto del registro. Ingresa la estatura en unidades erradas. Prefiere que los evaluadores le colaboren en ingresar los datos, ya que el manejo táctil le parece difícil. De entrada no entiende la funcionalidad del menú. Pero al explicarle una vez, ya la comprende por completo. Cree que salir sirve para volver al menú. No entiende los conceptos de diastólica y sistólica.</p>	<p>Deporte: 3:35 min</p> <p>Historial Hipertensión: 5: 06 min</p> <p>Dieta: 2:31 min</p> <p>Duración total: 23:41 mins</p>



3		Comentarios: No coloca el nombre en el registro. La acción es atribuida a falta de atención. Sugiere la inclusión de una opción para eliminar algún alimento del menú creado en la funcionalidad de la dieta.	Duración total: 4: 09 min
2A	No tiene problema alguno. El tiempo de más que demora, comparado con el tiempo del paciente de menor tiempo, es por que lee pausadamente.	Comentarios: Asiste a la prueba con su nieto de 3 años que está alrededor, el cual pide su atención en algunas ocasiones.	Duración total: 6:41 min
2	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. No entiende el propósito de la función de deporte. Ejecuta las actividades mecánicamente.</li> <li>2. Empieza haciendo una actividad que esta después de la primera. No entiende la relación entre el carrusel y la tabla de alimentos.</li> <li>3. Historial: En la tabla de historial de hipertensión intenta modificar los valores.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. No sigue la hoja de las tareas a realizar, pasa rápidamente por cada actividad. No coloca atención a las indicaciones iniciales. Cuando observa el mapa, revisa si la dirección que en el aparece, corresponde al sitio en el que se encuentra, al ver que no es así (ya que el mapa es una imagen de ejemplo), siente algo de confusión.</li> <li>3. Siente un poco de presión por la observación. Al terminar la prueba comenta que estuvo nervioso. Comentarios: No lee los place holder, por tanto coloca unidades erradas en la estatura</li> </ol>	Deporte: 1:16 min Dieta: 1:42 min Duración total: 7:12 min
3A	1. Realiza perfectamente la funcionalidad de deporte, entiende bien el fin de la página de la funcionalidad, aunque demora un poco en entenderla.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. No presta atención a los detalles y frases que son expuestos en la página. Falta de conocimiento de aplicaciones que usen mapas. Falta de experiencia con dispositivos móviles y sus características relativamente modernas, como en este caso el uso del GPS. Comentarios: Siente incomodidad con el ingreso de datos en la vista de registro. Las "flechas se pegan". "Como dispendioso no?" Esto es atribuido a su falta de costumbre usando dispositivos touch. Presiona un botón por error, que la lleva a otra página pero se devuelve fácilmente. Olvida colocar el nombre en el registro.</li> </ol>	Deporte: 2:18 min Duración total: 13 59 min.

Tabla 4. Tareas no exitosas en la realización del tercer prototipo.

#### 4.1.5.1.2 Análisis de la evaluación del tercer prototipo

Con base en la tabla anterior, han podido observarse las tareas de mayor dificultad para los usuarios. A modo de resumen es presentada la siguiente tabla (tabla 5), que presenta una X en la celda cuando el usuario ha podido cumplir con

la tarea y se observa vacía cuando ocurre lo contrario. Las tareas relacionadas, en el resumen son numeradas correspondiendo a la siguiente lista.

1. Ingresar a deporte, realizar una caminata y visualizar los datos del recorrido.
2. Ingresar a Dieta.
3. Revisar las calorías de los alimentos.
4. La imagen que aparece abajo es un ejemplo de lo que podría suceder cuando selecciones una cantidad de alimentos para tu menú. Esta tarea consiste en comprender la relación entre la imagen que resume las calorías, y el carrusel de imágenes.
5. Ingresar a Historial Hipertensión.
6. Visualizar en la “Tabla” los datos clínicos (Peso, Frecuencia cardíaca, Presión, Cintura) que obtienes cuando vas a consulta.
7. Introducir los valores de tu presión arterial.
8. Guardar los valores para que aparezcan en la gráfica.

Paciente	Tarea 1	Tarea 2	Tarea 3	Tarea 4	Tarea 5	Tarea 6	Tarea 7	Tarea 8
1		x	x	x	x		x	x
2		x			x		x	x
3	x	x	x	x	x	x	x	x
4		x			x		x	x
1A	x	x			x	x	x	x
2A	x	x	x	x	x	x	x	x
3A	x	x	x	x	x	x	x	x
4A	x	x	x	x	x	x	x	x
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>8</b>

Tabla 5. Análisis de las tareas realizadas en el tercer prototipo.

La fila **total** que aparece de última, representa el número de paciente que pudo llevar a cabo determinada tarea. Como puede verse en las grabaciones (adjuntas en los anexos de la investigación), la prueba empieza ingresando los datos desde la selección del género hasta el ingreso de datos en una vista de registro, esas actividades, al considerarse de menor complejidad no han sido tenidas en cuenta en esta evaluación, pero cabe resaltar que han sido realizadas por los usuarios en su mayoría de la manera correcta, aunque dos de ellos, omitieron escribir su nombre, a pesar de que habían placeholder en los campos de entrada de datos, que les indicaban que en ese objeto debería escribirse un nombre o alguna unidad de medida particular (figura 48). La navegación entre las dos vistas se ha realizado correctamente.

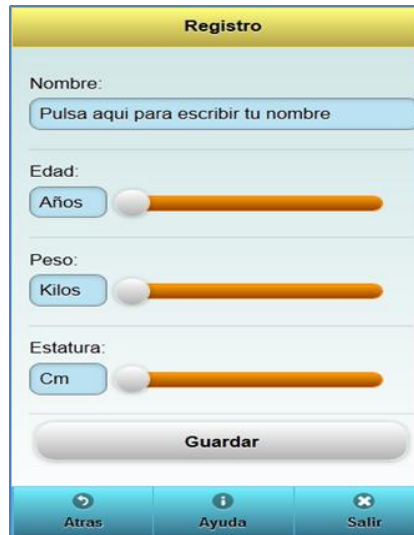


Figura 48. Vista de Registro de la aplicación piloto.

Las tareas 3 y 6, fueron colocadas para reiterar la observación de la navegación, y como puede verse en la tabla 4, los 8 pacientes pudieron realizarlas sin inconvenientes.

Las tareas que corresponden a las funciones de deporte y dieta son las que presentan mayor inconveniente, por tal motivo, se hará un rediseño de las mismas, el cual será presentado en un último prototipo. Respecto a la función de deporte, es necesaria la inclusión de un cambio en la organización de los elementos de la interfaz, reduciendo el número de vistas para evitar que el paciente se confunda en el significado correcto, como sucedió en la evaluación del paciente 1 y 4. Respecto a las metáforas, se hizo un consenso entre las descritas por los usuarios. Para las funciones dieta y deporte, los usuarios escogieron casi que en su mayoría la misma metáfora. Para el historial de hipertensión y la llamada de emergencia se hizo una combinación de todas las ideas sugeridas, que en algunas ocasiones coincidían. En general, estos iconos evitan el incremento de procesos de reconocimiento en los usuarios, al tener un significado directo de sus funcionalidades subyacentes [66]. Los seleccionados son:

- **Actualizar datos:** persona con un lápiz al interior de la flecha de actualizar de los navegadores.
- **Dieta:** alimentos variados.
- **Deporte:** persona corriendo.
- **Historial hipertensión:** folder con una cruz roja, mostrando información de un paciente.
- **Llamada emergencia:** sirena de emergencia roja con un teléfono blanco dentro.



Figura 49. Metáforas seleccionadas para los iconos de la página del Menú.

Para poder ingresar a una cuarta fase de prototipado, es necesario fijarse en el análisis arrojado del prototipo tres, y devolverse a la fase de diseño para hacer los cambios respectivos.

El análisis deja ver que los problemas mas frecuentes están en las funciones de Dieta y Deporte, y que el problema más que estar en la navegación, está en el entendimiento de la funcionalidad de los objetos de interacción presentes en la interfaz. Lo que quiere decir que el modelo conceptual del usuario esta errado, por lo cual este actúa sin entender el significado de las acciones que lleva a cabo. Esto tiene dos motivos principales:

1. Falta de experiencia del usuario con los entornos computacionales. Esto se ve reflejado en el paciente 4, el cual poco o nada de experiencia tiene con el uso básico de entornos computacionales, por ello, se observa que trata de hacerse una idea de cada función, según su experiencia, en el caso del ingreso al menú, entiende esta palabra como si fuese **un menú de comidas**. Sin embargo después de que se le ha explicado la primera vez que es el **menú**, el usuario ha manejado a la perfección la navegación desde y hacia él.
2. Falta de atención del usuario en la prueba, muy probablemente debido al temor de fallar. En tres de las pruebas, a pesar de las indicaciones recibidas antes de su inicio, y de que todo el trabajo se realizó con mucha cordialidad, confianza, y con acuerdo de confidencialidad previo, entre el equipo de desarrollo y los pacientes, estos estuvieron tensos por el hecho de que su prueba estaba siendo grabada.

Por tanto, para corregir esta situación, lo primero que debe hacerse es realizar algunos cambios en el diseño de la información, y para producir el prototipo final será necesario regresar a la fase de generación automática, específicamente a la CUI, ya que en ella se modifican las posiciones de los objetos de interacción o los objetos en si mismos, hasta obtener la FUI lista para ingresarla a la fase de implementación.

#### **4.1.6 IMPLEMENTACIÓN**

Con las interfaces finales generadas como resultado de la evaluación realizada al prototipo 3, debe incluirse la funcionalidad completa a la aplicación, dando paso a la fase de implementación que tendrá como resultado un último prototipo software. Para ello, se ha hecho uso de tecnologías web como JavaScript, HTML5, CSS3, JQuery y las APIs Google Chart y Google Geolocation.

En este orden de ideas, la herramienta codiqa da como resultado un archivo .zip que contiene: un documento en html (App.html), un archivo en Javascript (My.js) donde es incorporada la lógica de la aplicación, y las APIs de Google; y un archivo My.css, donde será ingresada parte del estilo de la aplicación.

##### **4.1.6.1 Técnica adaptada para la creación del código de interfaz gráfica de usuario en plataformas móviles**

Como fue explicado en el capítulo 3, esta técnica permite, que se escriba el código (web) una sola vez, y sea desplegado en diferentes plataformas móviles, pudiéndose realizar de dos maneras, una en la que es necesario instalar entornos de desarrollo, el framework Phonegap, SDKs, y otras herramientas dependiendo de la plataforma móvil de destino; y otra manera en la que sólo se construye el código y se referencia el archivo Javascript de Phonegap en el documento HTML, con lo cual luego sólo basta con utilizar el servicio en la nube de Phonegap Build. Esta técnica es una gran oportunidad para reducir tiempo y costos de implementación de aplicaciones web móviles.

En principio, para poder hacer las pruebas con diferentes plataformas se utilizó un emulador llamado Ripple, y desarrollado por la empresa RIM, que puede emular con bastante fidelidad 23 tipos de dispositivos móviles, entre los que se encuentran Iphone 3G/3GS/4/4S, Ipad, Android Nexus ONE/S, BlackberryTorch/Style/Pearl/Curve/Bold/Playbook, Hewlett Packard Pre 3/Veer, Nokia N8/N97, HTC G1/Legend/Tatto y Palm Pre 2. A continuación es mostrada una imagen donde es posible apreciar la ejecución del emulador.

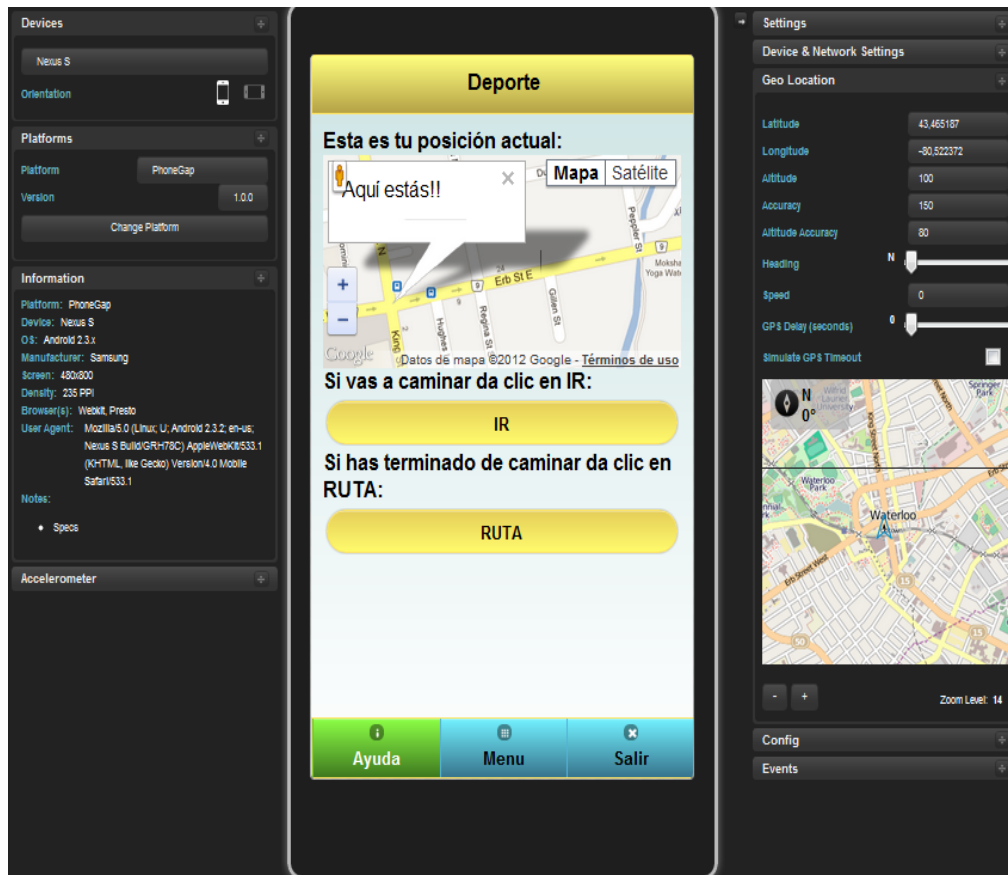


Figura 50. Emulador Ripple desplegando la aplicación piloto en un dispositivo Android Nexus S.

Como puede observarse en la figura 50, se expone el Nexus S de Android que es apreciado en la parte central de la imagen, presentando en la interfaz de la pantalla del dispositivo la funcionalidad de deporte. En las partes derecha e izquierda de la imagen pueden observarse las respectivas especificaciones, y características que pueden emularse, como la geolocalización o el acelerómetro.

Para tener una apreciación más aproximada de la adaptación de la interfaz en los diferentes dispositivos se presentará esta misma vista en los siguientes Smartphones.

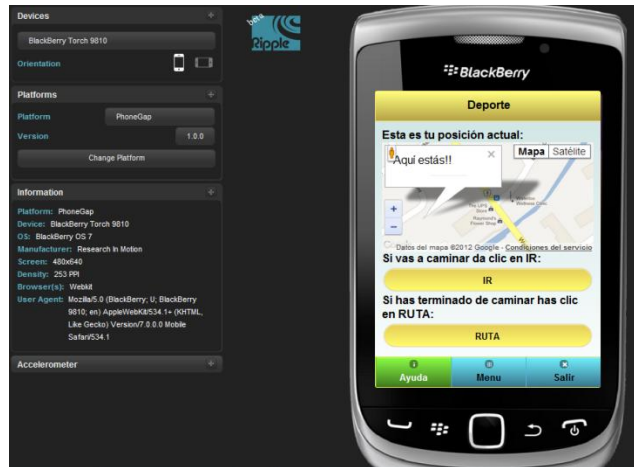


Figura 51. BlackberryTorch 98/10 en el emulador Ripple.

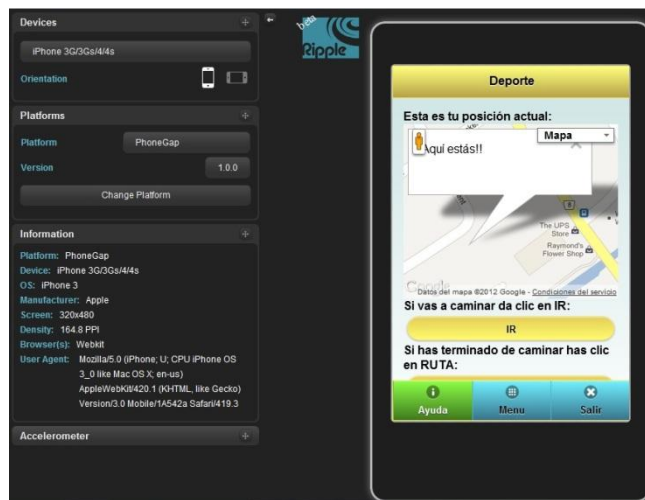


Figura 52. Iphone 3G-4S en el emulador Ripple.

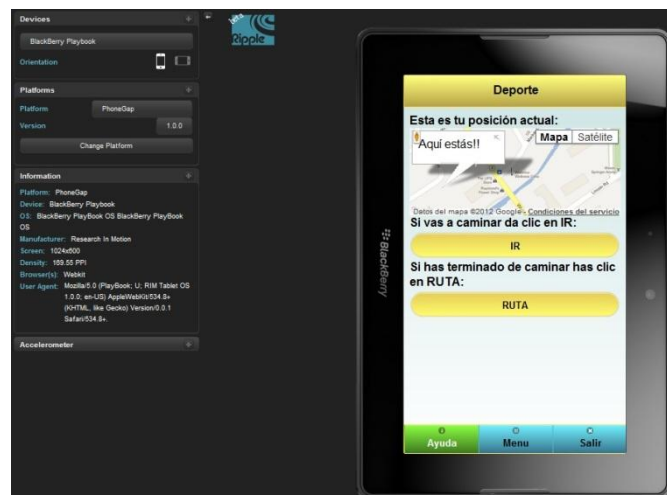


Figura 53. BlackberryPlaybook en el emulador Ripple.

Posteriormente, para desplegar la aplicación en dispositivos reales se hizo uso de la técnica de despliegue del servicio de Phonegap Build, con el fin de generar archivos ejecutables (.apk) para un dispositivo Android Nexus S con sistema operativo Android 4.0 Icecream. Para compilar la aplicación en un teléfono Nokia Lumia 800, con sistema operativo Windows Phone 7, fue utilizado el entorno de Visual Studio 2010 Express for Windows Phone. Los dos dispositivos utilizados para ejecutar la técnica fueron facilitados por el Departamento de Telemática de la Universidad del Cauca y el despliegue de la aplicación en cada uno de los teléfonos, reveló unas pocas diferencias, que son:

1. El diseño estético de la interfaz fue realizado con niveles de opacidad y transparencias, y estas características se vieron omitidas en el teléfono Windows Phone, mostrando únicamente colores planos.
2. Los placeholder que incluidos en los campos de entrada de datos, como ayuda para los usuarios, no se hicieron visibles en el teléfono Android.

En general, toda la funcionalidad y elementos de interacción se comportaron del modo correcto, por lo cual puede concluirse que esta herramienta es bastante confiable cuando se trata de disminuir la fragmentación en dispositivos móviles.



Figura 54. La imagen deja ver los dos teléfonos en los que fue desplegada la aplicación.

En ese sentido, se muestra el último prototipo creado, correspondiente a un prototipo software.



#### 4.1.7 Cuarto prototipo: Prototipo software

Inicialmente, se presenta la vista del menú principal, el cual consta de las 5 funcionalidades, representadas por medio de las metáforas definidas en el prototipo 3.



Figura 55. Vista principal de la aplicación correspondiente al menú.

La función de deporte, fue rediseñada, utilizando solo dos vistas, una que contiene los dos botones que permiten al usuario iniciar la acción, estos son “IR” y “RUTA”, de modo que lo único que cambiará cuando el usuario presione el botón IR, será el mensaje que aparece en el mapa, que dirá “Aquí vas!!” (Figura 56), indicando que el GPS del teléfono empezará a sensar la posición del usuario que va desplazándose. La otra vista podrá visualizarse cuando el paciente haya finalizado su caminata, y presione el botón “RUTA”, pudiendo ver los datos del recorrido más, el detalle de la ruta que trazó (Figura 58). Aunque es totalmente necesaria la realimentación (capítulo 2: sección 2.3.2.2) desde la aplicación hacia el usuario (motivo por el cual dos de los pacientes no comprendieron la funcionalidad de deporte), debe comprenderse que el tamaño de la pantalla del dispositivo no permite que sean ubicados la cantidad de elementos de interacción necesarios para una funcionalidad sin que se tenga la sensación de sobrecarga. Por ello, ha tratado de utilizarse el menor número de vistas (en este caso 2), que permita al usuario obtener la realimentación con la menor cantidad de pasos posible.



Figura 56. Comparación vista de deporte prototipo 3 (izquierda) prototipo 4 (derecha)

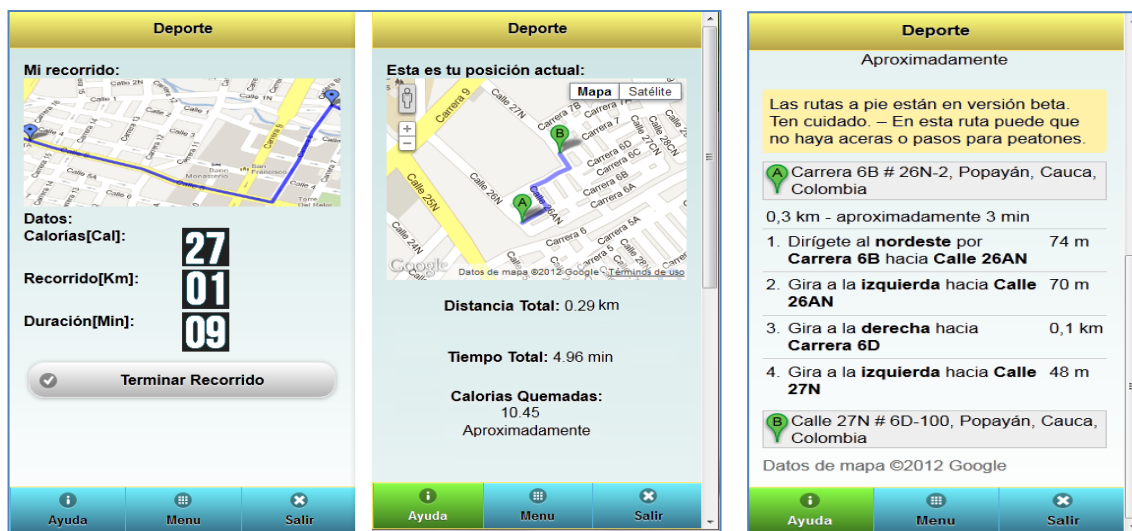


Figura 57. Comparativa segunda vista de deporte prototipo 3 (imagen de la izquierda) y prototipo 4 (imágenes del centro y la derecha).

Adicionalmente se ha colocado la opción “Ayuda” de la barra de navegación inferior, de color verde, haciendo un gran contraste con los colores que hay en la página, para que el usuario tenga en cuenta que en esa parte de la página hay una barra de opciones de navegación, ya que como se observó en la evaluación con la herramienta Morae, algunos de ellos se demoraban en percibir este elemento de interacción, y por supuesto para que aclare las dudas que tenga respecto a la funcionalidad de la vista.



Figura 58. Funcionalidad de dieta del prototipo 4

En la Figura 57, la imagen de la derecha es lo que el paciente observará una vez se desplace hacia abajo desde la misma vista de la imagen del centro.

Respecto a la función de dieta, han sido colocadas en la página unas descripciones mas precisas, que indican la funcionalidad de modo más claro. Los alimentos se encuentran en un carrusel que tiene unas flechas a los lados de color blanco, en contraste con el negro de fondo del carrusel. Las calorías están en la parte inferior de las imágenes junto con el nombre del alimento. Seguidamente se encuentra una descripción que dice “Y aquí te las contabilizamos en calorías” más una descripción que dice “Total calorías: 0” lo cual indica que nada ha sido seleccionado. Cuando es presionado alguna imagen (alimento) se va llenando una tabla que aparece debajo del carrusel. Esta tabla contiene el alimento, sus calorías y las unidades del elemento seleccionado. Adicionalmente en el extremo derecho aparece una metáfora que indica la posibilidad de eliminar algún elemento de la lista, la cual fue introducida debido a la sugerencia hecha por el paciente 3, aludiendo a la eventualidad de seleccionar algún alimento no deseado.

La funcionalidad de historial de hipertensión, a diferencia de las demás, necesitó que fuera incluida una vista de más, debido a que en una sola no fue posible mostrar la grafica y los controles para graficar, dado el tamaño reducido de la pantalla de los dispositivos móviles. Sin embargo como se vio en la evaluación del prototipo 3, esta funcionalidad no ha tenido mayor problema en su entendimiento. Una variación de más que se ha hecho en esta funcionalidad es que ha sido retirada la tarea que correspondía a la “tabla” de registro clínico, para evitar mas ingreso de datos, ya que se observó en el prototipo 3 lo incómodo que es realizar esta labor en un dispositivo táctil (touchpad de un portátil), y como podrá verse mas

adelante, el ingreso de datos en un dispositivo móvil touch es realmente incómodo para este tipo de usuarios.



Figura59. Página del historial de hipertensión del prototipo 4.

En la figura 59, en la página de la izquierda, son ingresados los valores de la presión y la fecha, y en la segunda página, de la derecha, se observa la gráfica de presión contra tiempo.

Adicionalmente, fue incluido un elemento de interacción que permite una segunda opción de entrada de datos, este es un slider con el que solo basta desplazarse sobre él para obtener un valor en el campo de entrada de datos de la izquierda.

Finalmente, la funcionalidad de llamada de emergencia, tuvo cambios ligeros, ya que cuando la funcionalidad fue probada en los dispositivos móviles, se observó que habilitaba la pantalla de marcado con el número telefónico escrito en el registro por el paciente, de tal modo que para realizar la llamada, solo bastaba con pulsar el icono de llamar; por esta razón, fue quitado el paso intermedio de dirigirse desde el icono del menú hacia una página de llamada de emergencia donde había un botón que al ser presionado iniciaba la llamada (como fue concebido desde el segundo prototipo), la cual había sido colocada con el fin de que el paciente tuviera la posibilidad cancelar la llamada en caso de presionar el icono de emergencia por error. De esta manera, la llamada se realiza al presionar el icono de emergencia del menú principal de la aplicación y el icono de llamar de la vista de marcado del dispositivo móvil.

#### 4.1.7.1 Evaluación prototipo software

El prototipo final fue presentado a los pacientes, en un espacio abierto con el fin de probar la funcionalidad de deporte, y tomando atenta nota de las tareas que no pudieran ser llevadas a cabo con éxito, de la misma manera que en el prototipo 3. Finalmente se presentó un cuestionario denominado MMUMS realizado por el Grupo de investigación en Factores Humanos de la Universidad de Cork [67] de Irlanda, presidido por el Doctor Jurek Kirakowski, por medio del cual pudo corroborarse el grado de afinidad del usuario con la interfaz del sistema presentado y claramente de las funciones ofrecidas, al arrojar porcentajes sobre 6 factores referentes a la usabilidad de un sistema software.



Figura60. Imágenes de la presentación del último prototipo en los dispositivos móviles.

#### 4.1.7.2 Resultados y análisis de la evaluación del cuarto prototipo

La evaluación dejó ver que no hubo inconvenientes que impidieran desarrollar una tarea, más que pequeñas observaciones para mejorar, por ejemplo el tamaño de la letra del carrusel de alimentos, o cambiar el color la figura para eliminar un alimento de la lista (la paciente 1A pensó que había algún error en los productos seleccionados debido a color rojo de la X que apareció en la tabla).

Por otro lado se notaron algunas confusiones con el botón salir de algunas vistas de la aplicación, ya que tres pacientes asumieron que este realizaba la funcionalidad del botón para ir hacia atrás o ver la anterior vista. Además, se observó que hubo cierta incomodidad en el ingreso de datos, ya que los teclados de los dispositivos son realmente pequeños. Sin embargo en general los pacientes estuvieron bastante complacidos con el resultado de la aplicación, sugiriendo que se implementara dentro del plan de prevención y control de la hipertensión con el fin de difundirse como ayuda para los demás pacientes.

En este sentido, para esta evaluación se llevó a cabo la técnica de *cuestionarios* de tipo *Indagación*, donde se le presentó al paciente una serie de preguntas de tipo escalar, es decir el usuario respondió sobre un punto específico en una escala numérica de 1 a 5, donde 1 corresponde a “completamente de acuerdo” y 5 corresponde a “completamente en desacuerdo”. Este cuestionario (Ver Anexo Digital (CD)) tiene un puntaje máximo de 86.46 y un mínimo de 17.01, y tras introducir las respuestas de los pacientes en una herramienta facilitada por el grupo de investigación irlandés denominada MMUMS, son generados automáticamente los cálculos sobre los factores de usabilidad nombrados en el capítulo 2 sección 2.3.5.

En la siguiente tabla son mostrados los resultados del cuestionario realizado.

Paciente	Atracción	Control	Eficiencia	Utilidad	Aprendibilidad	Emoción	Puntaje Global
1	86,46	86,46	86,46	86,46	86,46	73,44	84,29
2	86,46	82,12	86,46	86,46	84,29	77,78	83,93
3	86,46	82,12	86,46	84,29	86,46	77,78	83,93
4	84,29	84,29	84,29	86,46	86,46	77,78	83,93
1A	84,29	86,46	86,46	84,29	86,46	73,44	83,56
2A	84,29	86,46	86,46	86,46	86,46	75,61	84,29
3A	84,29	86,46	86,46	86,46	84,29	73,44	83,56
4A	86,46	86,46	86,46	86,46	86,46	77,78	85,01

Tabla 6. Resultados de la presentación del cuestionario MMUMS a los pacientes.

Como puede observarse en la tabla 6 el porcentaje global alcanzado oscila entre 83,56 y 85,01 lo cual es considerado un resultado bastante interesante al calificar la usabilidad de este sistema, que refleja la conformidad de los usuarios con el producto diseñado con la inclusión de ellos en el proceso de desarrollo y puede



ver cumplidos los objetivos de usabilidad planteados en el capítulo 3. Al respecto cabe destacar el desempeño del paciente 4, el cual, como puede observarse en todo el proceso era quien menos afinidad tenía con los dispositivos celulares y con la tecnología en sí; sin embargo, la última prueba fue realizada de la manera más correcta incluso, sin las dudas de pequeños detalles señaladas por algunos de los usuarios más expertos, en un cuarto del tiempo empleado en el tercer prototipo, y luego de un mes después de realizado dicho prototipo.

No obstante, luego de la prueba se incluyeron algunos retoques finales para mejorar el puntaje referente al factor *emoción*, para ello, fueron incluidos mensajes motivantes al ingresar a las diferentes funcionalidades de la aplicación, y se hicieron los cambios respectivos a las sugerencias hechas durante la prueba.

Finalmente fue entregado un certificado a cada paciente, como símbolo de agradecimiento por la colaboración brindada al proyecto.



Figura 61. Certificado otorgado a los pacientes que colaboraron en este trabajo de grado.

#### 4.1.8 Lanzamiento

Para la fase de lanzamiento, se espera poder dejar la aplicación alojada en un servidor de la universidad del Cauca, con el fin de que el paciente de la unidad de salud pueda hacer uso de ella en su versión web inicialmente, ya que como pudo observarse en el análisis etnográfico la mayoría disponen de teléfonos de gama baja, para los cuales no está diseñada la aplicación piloto. No obstante, se encuentra disponible la versión para smartphones cuando se requiera.

# Capítulo 5

## Conclusiones, Aportes y Trabajos Futuros

### 5.1 Resumen

Con el incremento de dispositivos móviles en el mercado, no solo a nivel nacional sino mundial, la cantidad de aplicaciones móviles se ha disparado a un número donde puede encontrarse fácilmente una aplicación que ayude frente a un evento o satisfaga una necesidad. Desde luego la utilización de una aplicación u otra depende de varios factores, como las capacidades hardware del dispositivo, la disponibilidad de ésta en diferentes equipos, el nivel de experiencia tecnológica de los usuarios o su contexto, y la atracción que genere el diseño de las interfaces de la aplicación. De esta manera pueden percibirse dos hechos importantes, la fragmentación de las plataformas móviles, que lleva al programador a desarrollar la aplicación en distintos lenguajes de programación, lo cual sería complejo tanto por tiempo y costos, y la confusión que puede experimentar un usuario, al manejar la interfaz de una aplicación que no le sea comprensible. Al respecto, si el manejo de una aplicación es trasladada a un contexto donde se presentan personas con adultez media y mayor, los inconvenientes incrementarían, comenzando por alguna dificultad física (p. ej. poca visión) que pueda presentar el usuario, el tamaño de pantalla reducida que obliga a reducir los tamaños de letra o a desorganizar el contenido, y el modo de interacción (Touch o por teclado), bastante incómodo para este tipo de personas. Por lo anterior es imprescindible mejorar el proceso de creación de interfaces gráficas, como también proponer alternativas para un despliegue de aplicaciones multiplataforma.

Partiendo de este análisis, el presente trabajo propone una forma de mejorar el proceso de generación de interfaces gráficas de usuario para dispositivos móviles, al incluir la metodología MPIU+a y el paradigma Task Computing, estudia las diferentes técnicas de despliegue móvil multiplataforma y realiza una experimentación en un entorno real, con el fin de conseguir una alta usabilidad en sus interfaces. Lo anterior, es realizado para elegir una vía que optimice el proceso de generación automática de las interfaces gráficas en dispositivos móviles, y con ello plantear una adaptación de los diferentes componentes o conceptos para crear un mecanismo que permita alcanzar los objetivos propuestos.

Como punto de partida para la realización del proceso de generación automática de las interfaces, se toma como base al framework conceptual CAMELEON que propone el proceso de generación apoyado tanto por la notación CTT para el modelamiento de las tareas como de dos herramientas software: CTTE y MARIAE.



En relación con lo anterior, se emplea el paradigma de Task Computing a nivel conceptual, contribuyendo con el diseño de la actividad de la aplicación piloto, y es utilizado el framework de despliegue multiplataforma Phonegap en su versión de servicio en la nube, Phonegap Build que se adapta perfectamente al framework CAMELEON ya que los dos trabajan con tecnologías WEB. Adicionalmente para obtener interfaces en gran medida usables, es incorporado el Diseño centrado en el Usuario bajo su Metodología MPIU+a, que sirve como la estructura general para el desarrollo de la aplicación móvil piloto. Se resalta que la aplicación del modelo asegura una buena usabilidad de las interfaces pero no al 100%, al final siempre serán necesarias pruebas adicionales con expertos y usuarios. Al respecto el mecanismo propuesto intenta contribuir en esa parte.

Finalmente, se elabora un caso de estudio donde se trabaja con los pacientes del Programa de Prevención y Control de la Hipertensión Arterial de la Unidad de Salud de la Universidad del Cauca, los cuales son catalogados como personas de la media y tercera edad. También es realizado un piloto que ayuda a controlar y a prevenir la hipertensión arterial, debido a que aplica todo el mecanismo propuesto, lo cual favorece los propósitos de evaluación de usabilidad del presente trabajo de grado.

## **5.2 Contribuciones del Trabajo de Grado**

1. *Base de conocimiento sobre la generación automática de interfaces gráficas de usuario para dispositivos móviles aplicando los conceptos de MPIU+a Y Task Computing.* La realización del mecanismo está sustentada por una sólida base de conocimiento, empezando por una metodología de desarrollo de diseño centrado en el usuario, que incorpora los distintos conceptos para el desarrollo de las interfaces, más las consideraciones técnicas que son utilizadas en el proceso de generación de las mismas. Las conclusiones más importantes son:

- Semejora el proceso de generación automática de interfaces gráficas de usuario para dispositivos móviles, propuesto por el framework conceptual CAMELEON, debido a que la inclusión de la metodología MPIU+a y el paradigma de Task Computing adaptadas al ambiente móvil y al modelo mental del usuario final, permite generar interfaces fáciles de usar y aprender, según las cuatro evaluaciones hechas por usuarios y expertos en usabilidad.
- La naturaleza iterativa de los métodos de evaluación de usabilidad, hace que el producto software vaya evolucionando a través del proceso, de esta forma es conseguido un gran desempeño en la realización de las tareas, como el fácil manejo de las interfaces. Al respecto, el emplear varios

prototipos y evaluaciones, provoca un acercamiento al modelo mental del usuario, por lo que la interfaz le será muy fácil de usar y recordar.

- Una aplicación móvil tiene gran acogida por parte de las personas, cuando el enfoque de su realización es diferente, no basta con un equipo de desarrollo sino con un equipo multidisciplinar (enfermeras, nutricionistas, desarrolladores de software, gerente de proyectos, etc.), donde se tenga al usuario como enfoque prioritario desde el inicio hasta el final del proceso de construcción del software en el ámbito móvil.

2. *Base de conocimiento de la Técnica para el despliegue de aplicaciones móviles multiplataforma.* Fue definida la técnica encargada de realizar esta tarea, la cual es adaptada al proceso de generación automática de interfaces e involucra el framework de empaquetamiento Phonegap. De esta manera son descritas las conclusiones más importantes en el uso de Phonegap:

- El proceso de generación automática de interfaces se ve optimizado al involucrar una técnica de despliegue multiplataforma en dispositivos móviles entre la fase de implementación y lanzamiento, ya que al atenuar la fragmentación en el ámbito móvil y disminuir los tiempos de despliegue, se convierte en una mejora innovadora en el desarrollo tradicional de las aplicaciones móviles.
- La técnica de despliegue de las aplicaciones multiplataforma, se ajusta perfectamente al proceso de generación automática de las interfaces gráficas realizado bajo los lineamientos de CAMELEON, ya que los dos procesos trabajan bajo las mismas tecnologías web.
- Las tecnologías web tienen una gran calidad y capacidad, debido a que se convierten en un atractivo ecosistema para desarrollar aplicaciones móviles multiplataforma, sin necesidad de aprender numerosos e interminables lenguajes de programación y permitiendo acceder a una cantidad considerable de las capacidades de los teléfonos.
- La aplicación piloto fue desplegada en dos plataformas móviles que fueron Android con el Smartphone Nexus S y Windows Phone con el Smartphone Lumia 800. El despliegue se vio funcionalmente igual, aunque en la estética hubo ciertas diferencias, ya que en el dispositivo Windows Phone, se vieron atenuados los matices de los colores diseñados por el equipo de desarrollo y algunas de las pistas (placeholders) para ubicar al usuario no aparecieron.
- Herramientas como Codiqa permiten hacer un prototipado rápido y generar interfaces web (HTML) con elementos de interacción fácilmente reconocibles y estilos modernos.

3. Evaluación de usabilidad de las interfaces multiplataformacreadas bajo el *mecanismo de generación automática de interfaces gráficas de usuario a través del planteamiento de un caso de estudio en el marco del programa de prevención de la Hipertensión Arterial de la Universidad del Cauca*. En relación con lo anterior se presentan las siguientes conclusiones:

- La unidad de salud ofrece un escenario bastante interesante para evaluar el mecanismo propuesto, no sólo por el hecho de desarrollar las diferentes actividades que están planeadas y postuladas por la metodología, sino porque permite la oportunidad de realizar una aplicación móvil multiplataforma sin el incremento de tiempo debido a la fragmentación que puede mejorar la calidad de vida y la salud de un paciente.
- Involucrar al usuario en todo el proceso de desarrollo, siguiendo las fases postuladas por la metodología de usabilidad, hace que éste presente mayor confianza en el uso de sistemas interactivos. Este hecho se ve reflejado al final del proceso donde se vislumbró por parte de los pacientes, la gran aceptación y motivación para usar la aplicación.
- El piloto realizado a partir del mecanismo propuesto, supera las expectativas del paciente, cumpliendo con cada uno de los requisitos planteados en las tempranas fases de la metodología de usabilidad. Esto lo corroboran los resultados de las evaluaciones a que fue sometida la aplicación piloto, en las que siempre se buscó la realimentación del usuari.

4. *Aporte a la actividad investigativa del Grupo de interés en el Desarrollo de Aplicaciones Móviles e Inalámbricas W@PColombia.*

- Este trabajo constituye una contribución importante a los esfuerzos de investigación que son realizados al interior del semillero de investigación W@pColombia, adscrito al Grupo de Ingeniería Telemática –GIT, específicamente en la línea de desarrollo de *Aplicaciones móviles*, por la amplia base de conocimiento de la presente investigación, por los resultados obtenidos realizados en una ambiente real y también por las diferentes técnicas innovadoras en el desarrollo de aplicaciones móviles.
- Se socializa la técnica de despliegue multiplataforma a partir de los dos modos que comprende el framework de empaquetamiento Phonegap en el seminario taller sobre el "Desarrollo de Aplicaciones Móviles Multiplataforma usando estándares Web" orientados por los autores del presente trabajo de grado. En este seminario también se exponela técnica y la herramienta de prototipado rápido Codiqa como maqueta digital.

### 5.3 Publicaciones

- Artículotitulado: "User-Centered Design Methodology for Cross-Platform MHealth Applications Development", el cuál fue sustentado en: 5th world congress on social media, mobile apps, and internet / web 2.0 in health, medicine and biomedical research, 2012. Harvard Medical School, Boston, USA, 15 y 16 de septiembre de 2012.

### 5.4 Reconocimientos

- Invitación al 5th world congress on social media, mobile apps, and internet / web 2.0 in health, medicine and biomedical research, para presentar en modalidad poster el artículo "User-Centered Design Methodology for Cross-Platform MHealth Applications Development" en el Harvard Medical School.
- Ganadores del primer lugar como mejor propuesta de investigación en el encuentro de semilleros ASIES Cauca, modalidad propuesta de investigación por: "Generación automática de interfaces gráficas de usuario incluyendo los conceptos de MPIU+a y Task Computing". Representando el semillero de investigación W@P Colombia, 2011, Popayán, COLOMBIA.

### 5.5 Trabajos Futuros

El presente trabajo de grado, adapta un mecanismo para la realización de aplicaciones móviles multiplataforma fáciles de usar y aprender, no obstante los aspectos a considerar en cuanto al contexto, la incorporación de tecnologías diferentes para llevar a cabo el mecanismo, entre otros, pueden contemplarse a futuro:

- Aplicar el componente de accesibilidad de MPIU+a, debido a que en el presente trabajo de grado sólo se tuvo en cuenta el concepto de usabilidad del sistema.
- Proponer este mecanismo en otro caso de estudio, por ejemplo en un sector empresarial, donde con esta nueva información del contexto podrían incluirse partes del análisis de requisitos que no se tomaron debido a la naturaleza del caso de estudio como la inclusión de perfiles, roles, objetos, etc.
- Utilizar el mecanismo propuesto en otro tipo de plataforma o con otras modalidades de interacción, ya que CAMELEON y sus herramientas de soporte proveen de una amplia gama de posibilidades de construcción de interfaces para múltiples contextos (interfaces vocales, multimodales<sup>7</sup>, desktop, etc.) [68].

---

<sup>7</sup>La Interacción Multimodal o **Multimodalidad** consiste en un proceso en el cual diversos dispositivos y personas son capaces de llevar a cabo una interacción (auditiva, visual, táctil y gestual) conjunta desde cualquier sitio, en cualquier momento, utilizando cualquier dispositivo y de forma accesible, incrementando así la interacción entre personas, y entre dispositivos y personas [69].

# REFERENCIAS

- [1]. X. Fu, "Mobile Phone UI Design Principles in the Design of Human-machine Interaction Design" Computer-Aided Industrial Design & Conceptual Design (CAIDCD), 2010 IEEE 11th International Conference on, *Vol 1*, pp. 607-701, 17-19 Nov 2010.
- [2]. T. Wasserman. "Software Engineering Issues for Mobile Application Development" *FoSER2010* . Available at: [http://works.bepress.com/tony\\_wasserman/4](http://works.bepress.com/tony_wasserman/4)
- [3]. B. Myers, S. Hudson, and R. Pausch, "Past, Present and Future of User Interface Software Tools." ACM Transactions on Computer Human Interaction, 2000. pp. 3-28.
- [4]. R Balzer, T.E Cheatham y C. Green, "Software Technology in the 1990s: Using a New Paradigm," *IEEE Computer*, Noviembre de 1983.
- [5]. J. M. Rock Leung, Peter Graf, "The Learnability of Mobile Application Interfaces Needs improvement " <http://www.cs.ubc.ca/~rockl/downloads/HCI08LeungMcGrenerGraf.pdf>, 2008.
- [6]. International Standar ISO 13407, "Human-centred design processes for interactive systems," 1999.
- [7]. G. GRIHO, "Modelo de Proceso de la Ingeniería de la usabilidad y de la accesibilidad. MPIu+a," <http://www.grihocitools.udl.cat/mpiua/index.htm>, 2010.
- [8]. G. GRIHO, "Modelo de Proceso de la Ingeniería de la usabilidad y de la accesibilidad. MPIu+a," <http://www.grihocitools.udl.cat/mpiua/modelo.htm>, p. Fases de MPIU+a. Presentacion. Modelo de proceso, 2010.
- [9]. Fujitsu Laboratories of America, "Task Computing – The Technology," <http://taskcomputing.org/>, 2004.
- [10]. A. M. Joël Vogt, "An Adaptive User Interface Framework for eHealth Services based on UIML," <http://aisel.aisnet.org/bled2010/13/>, 2010.
- [11]. G. Eysenbach, "Journal of Medical Internet Research," <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1761894/>, 2001.
- [12]. Martinez-Ruiz, F.J.; Arteaga, J.M.; Vanderdonckt, J; "Context-aware Generation of User Interface Containers for Mobile Devices," Computer Science, 2008. ENC '08. Mexican International Conferenceon, pp. 63-72, 6-10 Octubre de 2008.
- [13]. P. J. Molina, "Especificación de interfaz de usuario. De los requisitos a la generación automática " <http://pjmolina.com/papers/TesisPjmolina.pdf>, 2003.
- [14]. V. Penichet, et al. "Una Aproximación al Proceso de Diseño e Implementación de Interfaces de Usuario para Aplicaciones Groupware". Proceedings IX International Congress of Person-Computer Interaction 2008. University of Castilla-La Mancha. Spain. 2008.
- [15]. Loke, S.W.; Almagrabi, A; "Hierarchical Role-Specific Task-Based User Interfaces for the Mobile Phone," Pervasive Computing (JCPC), 2009 Joint Conferences on,pp. 495-498, 3-5 Diciembre de 2009.
- [16]. E. Kangas, T. Kinnunen, "Applying User-Centered Design to Mobile Application Development". COMMUNICATIONS OF THE ACM. Vol. 48, No. 7. 2005.
- [17]. S. Goyal, et al, "A Consumer-Focused Mobile Application for Prevention and Management of Heart and Stroke Risk Factors". Healthcare Human Factors, University Health Network, Toronto, Canada. Presented in Medicines 2.0: [Social Media, Mobile Apps, and Internet/Web 2.0 in Health, Medicine and Biomedical Research](#). 2012.
- [18]. K. Leichtenstern, E. Andre, "User-Centred Development of Mobile Interfaces to a Pervasive Computing Environment". Institute of ComputerScienceUniversity of Augsburg. 2008.

- [19]. J. D. Foley, "UIDE an Intelligent User Interface Design Environment," *ACM Press. Adison Wesley*, pp. 339-384, 1991.
- [20]. T. Griffiths, P.J. Barclay, N.W. Paton, J. McKirdy, J. Kennedy, P.D Gray, R. Cooper, C.A Goble, P.P da Silva, Teallach: A Model-Based User Interface Development Environment for Object Databases. *Interacting with Computers* 14, 1 (December 2001) 31–68.
- [21]. Cameleon Project, "Cameleon Project. Plasticity of user interfaces," <http://giove.isti.cnr.it/projects/cameleon.html>, 2004.
- [22]. HHS Laboratory. The Human-Computer Interaction Group. <http://giove.isti.cnr.it/tools/MARIAE/home>, 2010.
- [23]. F. Paternò, "Model-Based Design and Evaluation of Interactive Applications," 1999.
- [24]. Motorola Solutions, Rhodes, disponible en: <http://www.motorola.com/Business/US-EN/RhoMobile+Suite/Rhodes>, 2011.
- [25]. Adobe, Phonegap, disponible en: <http://www.phonegap.com/>, 2011.
- [26]. Corona Labs, Corona SDK, disponible en: <http://www.coronalabs.com/products/corona-sdk/>, 2011.
- [27]. Adobe, Adobe Air, disponible en: <http://get.adobe.com/es/air/>, 2009.
- [28]. O. Carreras, "La usabilidad como metodología para el desarrollo de una aplicación", disponible en: <http://olgacarreras.blogspot.com/2007/02/la-usabilidad-como-metodologa-para-el.html/> 2009.
- [29]. International Organization for Standardization, "Estandar ISO 13407", [http://www.iso.org/iso/catalogue\\_detail.htm?csnumber=21197](http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=21197).
- [30]. J. L. Vidal, "GRIHO. Grupo de Investigación en Interacción Persona Ordenador e Integración de Datos," <http://griho.udl.cat/ca/inici.html>, 2010.
- [31]. *ISO/IEC 9126-1 International Standard, Software engineering-Product quality-Part 1: Quality model/capítulo 1/2001.*
- [32]. G. GRIHO, "Modelo de Proceso de la Ingeniería de la usabilidad y de la accesibilidad. MPIu+a.," <http://www.grihocitools.udl.cat/mpiu/a/analisis.htm>, Análisis de requisitos, 2010.
- [33]. G. GRIHO, "Modelo de Proceso de la Ingeniería de la usabilidad y de la accesibilidad. MPIu+a.," <http://www.grihocitools.udl.cat/mpiu/a/recoqidarequisitos.htm>, Análisis etnográfico, 2010.
- [34]. Norman, D, "The design of everyday things. Doubleday", Nueva York, 1990.
- [35]. Rosson, M.B.; Carroll, J.M. "Usability Engineering: scenario-based developement of HCI", (2002).
- [36]. Fco Luis Gutierrez.; Miguel Gea. "El Diseño", Universidad de Granada, pp 38, 2002.
- [37]. How-to-study.com, disponible en: <http://www.how-to-study.com/study-skills/es/artes-del-lenguaje/metaforas.asp> 2012.
- [38]. M. Horn, et al. "Putting Tangible User Interfaces in Context: A Unifying Framework for Next Generation HCI". Tufts University Computer Science and MIT Media Lab Tangible Media Group. pp 2. 2008.
- [39]. J. Albers, "Interaction of Color". Art news. 1987.
- [40]. Fuentes de la tabla comparativa de los Frameworks de empaquetamiento más importantes, disponible en: <http://albertovilches.com/desarrollo-de-aplicaciones-moviles-multiplataforma-phonegap-y-titanium-appcelerator>, <http://www.slideshare.net/andreasc/vision-mobile-crossplatformdevelopertools2012>, <http://www.forbes.com/sites/fredcavazza/2011/09/27/mobile-web-app-vs-native-app-its-complicated/>, 2011.
- [41]. Lenguaje de programación Ruby, disponible en: <http://www.ruby-lang.org/es/> 2012.

- [42]. HTML5, w3c, disponible en: <http://www.w3.org/TR/2011/WD-html5-20110525/#auto-toc-6/2011>.
- [43]. Lua. The Pontifical Catholic University of Rio de Janeiro in Brazil, disponible en: <http://www.lua.org/2012>.
- [44]. AS3, Adobe, disponible en: <http://www.adobe.com/devnet/actionscript.html/2012>.
- [45]. C. Wharton, "Cognitive Walkthroughs: Instructions, Forms and Examples" Technical Report CU-ICS-92-17. University of Colorado, Boulder/1992.
- [46]. T. Granollers, F. Perdrix, J. Lorés, "Incorporación de Usuarios en la Evaluación de la Usabilidad por Recorrido Cognitivo" Interacción 2004. Lleida. AIPO2004.
- [47]. G. GRIHO, "Modelo de Proceso de la Ingeniería de la usabilidad y de la accesibilidad. MPIu+a.," <http://www.grihocitools.udl.cat/mpiua/evaluacionusabilidad.htm#ObsCampo>, Observación de Campo, 2010.
- [48]. MUMMS, "Measuring the Usability of Multi-Media Systems", disponible en: <http://www.ucc.ie/hfra/questionnaires/mumms/index.htm>, 2004.
- [49]. MUMMS, "Measuring the Usability of Multi-Media Systems", 6 factores en el campo del entendimiento de una interfaz de usuario, Atracción, ISO/IEC 9126-1, 2004.
- [50]. A. Seffah et al, "Usability measurement and metrics: A consolidated model". pag. 171. 2006
- [51]. J. L. González, N. Padilla, F. L. Gutiérrez, M. J. Cabrera. "De la Usabilidad a la Jugabilidad: Diseño de Videojuegos Centrado en el Jugador". Universidad de Granada. Presentado en Congreso Interacción 2008. 2008.
- [52]. G. Gaffney, "Usability Techniques series: Participatory design workshops. Information & Design" 1999.
- [53]. G. GRIHO, "Objetos de usabilidad", disponible en: <http://www.grihocitools.udl.cat/mpiua/recogidarequisitos.htm/2011>.
- [54]. I. Pardo, "Investigación en la dieta para hipertensos", Hospital Susana López.
- [55]. R. Masuoka, B. Parsia y Y. Labrou, "Task Computing - the Semantic Web meets Pervasive Computing". Proceedings of 2nd International Semantic Web Conference (ISWC2003), Sanibel Island. 2003
- [56]. W3C, "Mobile Web Application Best Practices", disponible en: <http://www.w3.org/TR/mwabp/>, 2010.
- [57]. B. Sperry, M. Lynch. Codiqa, disponible en: <http://www.codiqa.com/2012>.
- [58]. JQueryMobile, jquery foundation, disponible en: <http://jquerymobile.com/2012>.
- [59]. Nielsen, J. (2000). Why You Only Need to Test With 5 Users. UseIt.com Alertbox. Disponible en: [http://www.uie.com/articles/five\\_second\\_test](http://www.uie.com/articles/five_second_test)
- [60]. Kotonya, G.; Sommerville, I, "Requirements Engineering. Processes and Techniques." John Wiley. 1997.
- [61]. Montero-Yusef Hassan, Santamaría Ortega- Sergio, "Informe APEI sobre Usabilidad", disponible en: <http://www.nosolousabilidad.com/manual/1.htm>, 2009.
- [62]. Asociación Interacción Persona-Ordenador AIPO. Propuesta de Código ético para las pruebas de usabilidad- Mayo 2006.
- [63]. MedLinePLus, "Índice de masa corporal", disponible en: <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/007196.htm>, 2010.
- [64]. A. Luzardo Alliey. DISEÑO DE LA INTERFAZ GRAFICA WEB EN FUNCIÓN DE LOS DISPOSITIVOS MÓVILES. pp 106-107. Argentina. 2009
- [65]. TecchSmith, Morae, disponible en: <http://www.techsmith.com/morae.html>, 2012.

- [66]. L. Xiaoting, C. Qi'an, Y. Rui, "Emotional Research of Small Screen Interface" Department of Computer Science, Xiamen University. 2009.
- [67]. Universidad de Cork, Grupo de investigación en Factores Humanos de la Universidad de Cork, disponible en: <http://www.ucc.ie/en/>, 2012.
- [68]. C. Gaëlle et al. A unifying reference framework for multi-target user interfaces. IJHM-Laboratory CLIPS. InteractingwithComputers Volume 15, issue 3. 2003
- [69]. W3C, "Guia Breve de la Interacción Multimodal", disponible en: <http://www.w3c.es/Divulgacion/GuiasBreves/Multimodalidad>