



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

**APLICACIÓN MÓVIL PARA LA GESTIÓN AUTOMÁTICA DE PERFILES, USANDO  
TECNOLOGÍAS DE POSICIONAMIENTO GLOBAL E INTELIGENCIA ARTIFICIAL**

**Carlos Arturo Rodríguez Furlán**

**Francisco René Ardón Guerra**

Asesorado por el Ing. Sergio Arnaldo Méndez Aguilar

Guatemala, octubre de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**APLICACIÓN MÓVIL PARA LA GESTIÓN AUTOMÁTICA DE PERFILES, USANDO  
TECNOLOGÍAS DE POSICIONAMIENTO GLOBAL E INTELIGENCIA ARTIFICIAL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**CARLOS ARTURO RODRÍGUEZ FURLÁN**

**FRANCISCO RENÉ ARDÓN GUERRA**

ASESORADO POR EL ING. SERGIO ARNALDO MÉNDEZ AGUILAR

AL CONFERÍRSELES EL TÍTULO DE

**INGENIEROS EN CIENCIAS Y SISTEMAS**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Jurgen Andoni Ramírez Ramírez
VOCAL V	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Pedro Pablo Hernández Ramírez
EXAMINADOR	Ing. César Augusto Fernández Cáceres
EXAMINADOR	Ing. Herman Igor Véliz Linares
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

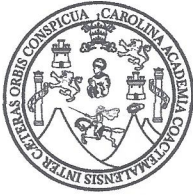
En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presentamos a su consideración nuestro trabajo de graduación titulado:

**APLICACIÓN MÓVIL PARA LA GESTIÓN AUTOMÁTICA DE PERFILES, USANDO  
TECNOLOGÍAS DE POSICIONAMIENTO GLOBAL E INTELIGENCIA ARTIFICIAL**

Tema que nos fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, con fecha febrero de 2016.

  
**Francisco René Ardón Guerra**

  
**Carlos Arturo Rodríguez Furlán**



**Universidad de San Carlos de Guatemala**  
**Facultad de Ingeniería**  
**Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas**

Guatemala, 28 de diciembre de 2016.

Señor  
Ing. Carlos Azurdia  
Carrera de Ciencias y Sistemas  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Guatemala, Ciudad

Respetable Ing. Azurdia:

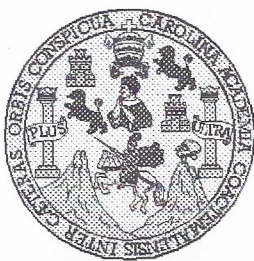
El motivo de la presente es para informarle que como asesor de los estudiantes Carlos Arturo Rodríguez Furlán y Francisco Rene Ardon Guerra he procedido a revisar el trabajo de graduación titulado "Aplicación móvil para la gestión automática de perfiles usando tecnologías de posicionamiento global e inteligencia artificial" y que de acuerdo a mi criterio el mismo se encuentra concluido.

He tenido comunicación periódica con los estudiantes y luego de haber revisado cuidadosamente el trabajo, considero que cumple con los requisitos de calidad y profesionalismo que deben caracterizar a un futuro profesional de la informática.

Sin otro particular me suscribo de usted,

Atentamente,

*Sergio Arnaldo Méndez Aguilar*  
Ingeniero en Ciencias y Sistemas  
Colegiado No. 10958  
**Ing. Sergio Arnaldo Méndez Aguilar**



Universidad San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

Guatemala, 25 de Enero del 2017


Ingeniero  
**Marlon Antonio Pérez Türk**  
Director de la Escuela de Ingeniería  
En Ciencias y Sistemas

Respetable Ingeniero Pérez:

Por este medio hago de su conocimiento que he revisado el trabajo de graduación de los estudiantes **CARLOS ARTURO RODRIGUEZ FURLÁN** con carné **201212947**, y **FRANCISCO RENÉ ARDÓN GUERRA** con carné **201114417**, titulado: **“APLICACIÓN MÓVIL PARA LA GESTIÓN AUTOMÁTICA DE PERFILES USANDO TECNOLOGÍAS DE POSICIONAMIENTO GLOBAL E INTELIGENCIA ARTIFICIAL”**, y a mi criterio el mismo cumple con los objetivos propuestos para su desarrollo, según el protocolo.

Al agradecer su atención a la presente, aprovecho la oportunidad para suscribirme,

Atentamente,

  
**Ing. Carlos Alfredo Azurdia**  
Coordinador de Privados  
y Revisión de Trabajos de Graduación





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA EN  
CIENCIAS Y SISTEMAS  
TEL: 24188000 Ext. 1534

*El Director de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del asesor con el visto bueno del revisor y del Licenciado en Letras, del trabajo de graduación, “**APLICACIÓN MÓVIL PARA LA GESTIÓN AUTOMÁTICA DE PERFILES, USANDO TECNOLOGÍAS DE POSICIONAMIENTO GLOBAL E INTELIGENCIA ARTIFICIAL**” realizado por los estudiantes, CARLOS ARTURO RODRÍGUEZ FURLÁN y FRANCISCO RENÉ ARDÓN GUERRA, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.*

**“ID Y ENSEÑAD A TODOS”**

  
Ing. Marlon Antonio Pérez Türk  
**Director**



**Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas**

Guatemala, 10 de octubre de 2017

Universidad de San Carlos  
de Guatemala



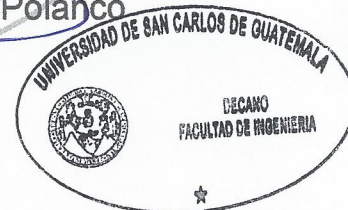
Facultad de Ingeniería  
Decanato

Ref.DTG.D.471.2017

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, al trabajo de graduación titulado: **APLICACIÓN MÓVIL PARA LA GESTIÓN AUTOMÁTICA DE PERFILES, USANDO TECNOLOGÍAS DE POSICIONAMIENTO GLOBAL E INTELIGENCIA ARTIFICIAL**, presentado por los estudiantes universitarios: **Carlos Arturo Rodríguez Furlán y Francisco René Ardón Guerra**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano



Guatemala, octubre de 2017

/cc



## **ACTO QUE DEDICO A:**

**Dios**

Por darme todo lo que necesito para lograr mis metas.

**Mis padres**

Arturo Rodríguez y Lissette Furlán de Rodríguez, por su incondicional apoyo durante toda mi vida.

**Carlos Arturo Rodríguez Furlán**

## **ACTO QUE DEDICO A:**

**Augusto y Lucila Guerra**      Por ser una importante influencia en mi carrera y apoyarme con su cariño incondicional.

**Mis hermanos**                      José Alejandro y Mariela Lucía, por su amor incondicional, apoyo y consejos.

**Francisco René Ardón Guerra**

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por haberme dado la oportunidad de formarme profesionalmente.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por proveerme de las herramientas y el conocimiento necesario para culminar mis estudios universitarios.
<b>Mi asesor</b>	Ing. Sergio Méndez, por todo su apoyo durante el desarrollo de este trabajo.
<b>Francisco Ardón</b>	Por su amistad y apoyo en el desarrollo de este trabajo.

**Carlos Arturo Rodríguez Furlán**

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por ser mi segunda casa, que me brindó enseñanzas profesionales y personales.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por brindarme acceso a los cursos que apoyan mi pasión por aprender.
<b>Dios</b>	Por ser fuente de sabiduría, haberme brindado la oportunidad de estudiar y una familia y amigos tan excepcionales.
<b>Mis padres</b>	Augusto René y Lucila Guerra, por haberme apoyado en mis decisiones y protegido durante toda mi vida.
<b>Mis hermanos</b>	Mariela Lucía Ardón Guerra y José Alejandro Ardón Guerra, por siempre apoyarme con consejos y enseñanzas sobre cómo seguir sus pasos.
<b>Mi compañero de tesis</b>	Carlos Rodríguez, por su amistad y apoyo incondicional en el desarrollo de este proyecto.
<b>Mi asesor</b>	Ingeniero Sergio Méndez, por el apoyo que me brindó en la búsqueda del desarrollo de un trabajo de calidad.

**Mi supervisor**

Carlos Azurdia, por haberme guiado y apoyado en el desarrollo de este proyecto.

**Francisco René Ardón Guerra**



# ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
GLOSARIO .....	IX
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN .....	XIX
1. ASPECTOS GENERALES .....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Necesidades de seguridad .....	2
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Dispositivos móviles .....	5
2.1.1. Historia de los sistemas operativos móviles .....	5
2.1.2. Generaciones del celular .....	6
2.1.2.1. Generación 0 .....	6
2.1.2.2. Generación 1 .....	7
2.1.2.3. Generación 2 .....	7
2.1.2.4. Generación 3 .....	8
2.1.3. Evolución de los sistemas operativos móviles .....	9
2.1.3.1. Primeros sistemas operativos móviles .....	9
2.1.3.1.1. Symbian .....	9
2.1.3.1.2. Windows CE .....	10
2.1.3.2. Sistemas operativos modernos.....	11
2.1.3.2.1. Android .....	11

	2.1.3.2.2.	iOS .....	12
	2.1.3.2.3.	Windows Phone .....	13
	2.1.4.	Apps .....	14
2.2.		Desarrollo de aplicaciones móviles .....	14
	2.2.1.	Diferencia entre aplicaciones web y móviles .....	15
	2.2.2.	Tipos de aplicación según su desarrollo .....	15
	2.2.2.1.	Aplicación Nativa .....	15
	2.2.2.2.	Aplicación híbrida .....	16
2.3.		Gamificación .....	16
	2.3.1.	Integración social .....	17
3.		SISTEMAS DE POSICIONAMIENTO GLOBAL .....	19
	3.1.	Historia del GPS .....	19
	3.2.	Conceptos básicos de GPS .....	20
	3.2.1.	BRG (Bearing) .....	20
	3.2.2.	CMG (Course Made Good) .....	20
	3.2.3.	ETE (Estimated Time Enroute) .....	21
	3.2.4.	DOP (Dilution of Precision) .....	21
	3.2.5.	ETA (Estimated Time to Arrival) .....	21
	3.3.	Cálculo de la posición .....	21
	3.3.1.	Trilateración .....	22
	3.3.2.	Medición de distancia .....	22
	3.3.3.	Temporización .....	22
	3.4.	Tecnologías previas .....	23
	3.4.1.	Mapas Cane .....	23
	3.4.2.	Plus Fours Route Finder .....	24
	3.4.3.	Inter-Auto .....	24
	3.5.	Arquitectura de GPS .....	24
	3.5.1.	Segmento de espacio .....	25

3.5.2.	Segmento terrestre .....	26
3.5.3.	Segmento de usuario.....	26
3.6.	Empresas que usan GPS en Guatemala.....	26
3.6.1.	Detektor .....	27
3.6.2.	Star Trak GPS .....	27
3.6.3.	Waze .....	27
3.7.	Integración de GPS a dispositivos móviles.....	27
4.	INTELIGENCIA ARTIFICIAL .....	29
4.1.	Historia de la inteligencia artificial.....	29
4.1.1.	Silogismos (300 A.C.).....	29
4.1.2.	La primera máquina autocontrolada (205 A.C.).....	30
4.1.3.	Lógica proposicional (1847 D.C.).....	30
4.1.4.	Redes neuronales artificiales (1943 D.C.) .....	30
4.1.5.	Prueba Turing (1950 D.C.).....	30
4.1.6.	Sistemas expertos (1970-1980).....	31
4.2.	Categorías de sistemas expertos .....	31
4.2.1.	Sistemas expertos basados en reglas .....	32
4.2.2.	Sistemas expertos basados en casos (CBR).....	33
4.2.3.	Sistemas expertos basados en redes bayesianas..	33
4.3.	Evaluación de casos.....	34
4.3.1.	Arboles de decisión .....	34
4.3.2.	<i>Machine learning</i> .....	35
4.3.3.	Algoritmos de búsqueda .....	36
4.3.4.	Algoritmos genéticos .....	37
4.4.	Rama de sistemas expertos a utilizar .....	38
4.4.1.	Un sistema más controlado .....	39
4.5.	Aplicación de reglas a un sistema experto .....	40
4.5.1.	Uso de premisas en un sistema experto.....	41

4.5.2.	Desarrollo de las premisas .....	42
4.6.	Aplicación del sistema experto .....	44
4.6.1.	Primera premisa .....	45
4.6.2.	Segunda premisa .....	47
4.6.3.	Tercera premisa .....	47
4.6.4.	Cuarta premisa.....	47
4.7.	Justificación de las herramientas .....	48
5.	ARQUITECTURA.....	49
5.1.	Evaluación de <i>framework</i> de desarrollo .....	49
5.1.1.	Ionic.....	49
5.1.2.	Móvil Angular UI .....	50
5.1.3.	Intel XDK .....	50
5.2.	Arquitectura de servicio web .....	51
5.2.1.	Vista lógica .....	51
5.2.1.1.	Clase Tesis.....	52
5.2.1.2.	Clase Matriz .....	53
5.2.2.	Vista de procesos.....	54
5.2.3.	Vista física .....	55
5.2.4.	Vista de despliegue .....	57
5.2.5.	Casos de uso .....	58
5.2.5.1.	Consultar perfil .....	59
5.2.5.2.	Ingresar perfil .....	60
5.2.5.3.	Registro .....	60
5.2.5.4.	Obtener todos los perfiles.....	60
5.2.5.5.	Obtener posición .....	60
5.3.	Arquitectura de aplicación móvil.....	60
5.3.1.	Descripción del software .....	60
5.3.1.1.	Paquete <i>activities</i> .....	61

5.3.1.2.	Paquete menú <i>Fragments</i> .....	62
5.3.1.3.	Paquete <i>profile Management</i> .....	62
5.3.1.4.	Paquete <i>services</i> .....	62
5.3.1.5.	Paquete <i>utils</i> .....	63
CONCLUSIONES .....		65
RECOMENDACIONES .....		67
BIBLIOGRAFÍA.....		69
APÉNDICES .....		73





# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Diagrama de arquitectura GPS .....	25
2.	Diagrama de sistema experto .....	31
3.	Ejemplo de red bayesiana.....	34
4.	Árbol de algoritmo de búsqueda .....	36
5.	Flujo de algoritmo genético .....	37
6.	Flujo de cumplimiento de una premisa.....	42
7.	Jerarquía de premisas.....	43
8.	Diagrama de clases WS.....	52
9.	Diagrama de procesos .....	55
10.	Diagrama de vista física .....	56
11.	Diagrama de despliegue .....	57
12.	Diagrama general de casos de uso.....	59
13.	Distribución en paquetes App .....	61

## TABLAS

I.	Representación de hechos en una IA .....	32
II.	Características de árboles de decisión.....	35
III.	Comparación de matriz y árbol .....	38
IV.	Matriz basada en reglas .....	39
V.	Matriz de decisión .....	39
VI.	Ejemplo de matriz de un día.....	46
VII.	Principales características de Ionic .....	49

VIII.	Métodos de la clase Tesis .....	52
IX.	Métodos de la clase Matriz .....	53
X.	Descripción de procesos.....	54
XI.	Descripción de elementos de vista física .....	56
XII.	Definición de casos de uso .....	58

## GLOSARIO

<b>AND</b>	Compuerta lógica básica. Acepta un resultado si y solo si todas las condiciones de entrada se cumplen.
<b>AngularJS</b>	Es un marco de trabajo o <i>framework</i> basado en JavaScript para páginas web.
<b>App</b>	Es una aplicación informática diseñada para ser ejecutada en teléfonos inteligentes, tabletas y otros dispositivos móviles.
<b>Bootstrap</b>	Es un <i>framework</i> que permite crear interfaces web con CSS y JavaScript, adaptando la interfaz del sitio web al tamaño del dispositivo en que se visualice.
<b>CSS</b>	Cascading Style Sheets, es un lenguaje utilizado para definir estilos en un documento estructurado escrito en HTML.
<b>Caso de uso</b>	En ingeniería del software, un caso de uso es una técnica para la captura de requisitos potenciales de un nuevo sistema.
<b>Compilador</b>	Es un programa informático que traduce un programa escrito en un lenguaje de programación a otro lenguaje de programación.

<b>Cordova</b>	Es un marco de desarrollo móvil de código abierto. Permite utilizar las tecnologías estándar web como HTML5, CSS3 y JavaScript, para desarrollo multiplataforma.
<b>DOM</b>	Es la estructura de objetos que genera el navegador cuando se carga un documento. Se puede alterar mediante Javascript para cambiar dinámicamente los contenidos y el aspecto de la página.
<b>Diagrama de flujo</b>	Representación del flujo de actividades para realización de una tarea.
<b>GPS</b>	Es un sistema que permite determinar la posición de un punto sobre la superficie de la tierra.
<b>Geolocalización</b>	Está estrechamente relacionado con el uso de sistemas de posicionamiento, pero puede distinguirse de estos por un mayor énfasis en la determinación de una posición significativa.
<b>Google Maps</b>	Es un servidor de aplicaciones de mapas en la web que ofrece imágenes de mapas desplazables, así como fotografías por satélite del mundo.
<b>HTML</b>	Acrónimo para denotar Hypertext Markup Language. Es el lenguaje predominante para la elaboración de páginas web.
<b>HTML5</b>	Es la quinta revisión del lenguaje básico de HTML.



<b>JavaScript</b>	Lenguaje de programación interpretado, muy utilizado en programación de páginas web.
<b>LCD</b>	Es una pantalla delgada y plana formada por un número de píxeles en color o monocromos, colocados delante de una fuente de luz o reflectora.
<b>Lúdico</b>	Es un conjunto de estrategias diseñadas para crear un ambiente de armonía en la población objetivo que está inmersa en el proceso de aprendizaje.
<b>MVC</b>	Es un patrón de arquitectura de software que separa los datos y la lógica de negocio de la interfaz de usuario del módulo encargado de gestionar los eventos y las comunicaciones.
<b>Matriz</b>	Es una estructura para el almacenamiento de datos y direccionamiento por medio de parámetros.
<b>Motor de inferencia</b>	Es la porción del sistema experto que razona utilizando el contenido de la base de conocimiento en una secuencia determinada.
<b>Multiplataforma</b>	Es un atributo conferido a programas informáticos, o métodos y conceptos de cómputo que son implementados en múltiples plataformas informáticas.

<b>NOT</b>	Compuerta lógica básica. Se refiere al hecho de cambiar un valor de entrada por su opuesto negativo.
<b>Nodo</b>	Es un espacio en el que confluyen parte de las conexiones de otros espacios reales o abstractos que comparten sus mismas características y que, a su vez, también son nodos.
<b>OR</b>	Compuerta lógica básica. Se refiere al hecho de aceptar un resultado si y solo si una de las dos condiciones de entrada se cumple.
<b>Pirámide de Maslow</b>	Teoría que explica una jerarquía de necesidades humanas.
<b>Red Bayesiana</b>	Es un modelo probabilístico que representa un conjunto de variables aleatorias y sus dependencias condicionales a través de un grafo a cíclico dirigido.
<b>Servidor de aplicaciones</b>	Es un servidor en una red de computadores que ejecuta ciertas aplicaciones y las sirve a base de solicitudes.
<b>Servidor de base de datos</b>	También conocidos como RDBMS (Relational Data Base Management Systems). Son programas que permiten organizar datos en una o más tablas relacionadas.

**Smartphone**

Es un tipo de teléfono móvil construido sobre una plataforma informática móvil, con mayor capacidad de almacenar datos y realizar actividades, semejante a la de una minicomputadora.

**Vector**

Es una magnitud física definida en un sistema de referencia.

**Waze**

Es una aplicación de tráfico y navegación basada en la información que brinda su comunidad de usuarios.



## RESUMEN

Este trabajo consiste en la investigación y práctica de los conceptos necesarios para crear una aplicación que gestione automáticamente los perfiles de un dispositivo móvil, usando tecnologías de posicionamiento global e inteligencia artificial.

El primer capítulo habla sobre por qué hacer este trabajo de investigación y el desarrollo de la herramienta, planteando los antecedentes y necesidades de las que surge esta idea.

En el segundo capítulo se presentan conceptos y definiciones técnicas sobre las herramientas que se utilizaron para el desarrollo de esta tesis. Este capítulo también abarca la historia de las tecnologías utilizadas y la evolución de estas a través del tiempo.

El tercer capítulo contiene un análisis del origen de las tecnologías de posicionamiento global, su diseño, arquitectura y los usos más comunes que se les da a estas herramientas hoy en día.

En el cuarto capítulo se discuten las diferentes ramas de la inteligencia artificial, evaluando sus ventajas y desventajas, para luego exponer cuáles fueron los algoritmos utilizados en esta tesis.

Por último, se describe la arquitectura de la aplicación desarrollada, dando una descripción de su funcionamiento y los componentes que la integran.



# OBJETIVOS

## General

Desarrollar una herramienta capaz de gestionar los perfiles de un dispositivo móvil automáticamente, haciendo uso de sistemas de posicionamiento global y algoritmos de inteligencia artificial.

## Específicos

1. Diagnosticar de manera correcta una necesidad no suplida por aplicaciones móviles ya existentes.
2. Crear una aplicación que brinde sugerencias al usuario sobre su estado actual y posibles estados futuros.
3. Elaborar un sistema estructurado que almacene la rutina de un sujeto.
4. Elaborar una estructura eficiente y eficaz en el ámbito de la recolección de datos.
5. Elaborar una aplicación atractiva para el usuario, y que provea información valiosa.





## INTRODUCCIÓN

El constante avance en la computación móvil ha llegado a tal punto que las personas llevan, dentro de sus bolsillos, todo el tiempo, dispositivos con una gran cantidad de procesamiento y almacenamiento. Debido a la tendencia acelerada con la que estas tecnologías avanzan cada día existen nuevas herramientas que extienden la funcionalidad de estos dispositivos aprovechando sus crecientes capacidades.

El desarrollo de aplicaciones móviles es una industria que se encuentra en crecimiento. Mediante el desarrollo de aplicaciones para móviles es posible alcanzar una gran cantidad de usuarios, cosa que no resulta tan fácil con software desarrollado para otras plataformas.

La aplicación desarrollada en este documento permite a los usuarios la creación de perfiles personalizados para su dispositivo móvil y, a través de estos, la posibilidad de realizar un monitoreo con base en la posición geográfica del usuario, con lo que se logra que la aplicación aprenda sobre el comportamiento del usuario y, luego de un período de aprendizaje, pueda llegar a predecirlo. En los siguientes capítulos se describen los conceptos básicos en los que se apoyó el desarrollo de la aplicación.



# 1. ASPECTOS GENERALES

En este capítulo se describen las situaciones que dieron origen al tema de este trabajo de investigación y la necesidad que se cubre con la aplicación desarrollada.

## 1.1. Antecedentes

Para entender el por qué de esta aplicación, primero se debe entender la pirámide de Maslow dentro del *marketing*. En un artículo, escrito el 4 de agosto del 2009, llamado *La base del marketing en la pirámide de Maslow*, Mr. Gorsky<sup>1</sup> explica la forma en que las necesidades de las personas se sacian y en qué orden. Así se puede ver que las necesidades básicas van seguidas de las de seguridad, y la aplicación se desarrolla dentro de la segunda. El hecho de programar las actividades se realiza con base en poder cumplir un evento importante en la vida como: trabajos, tareas y citas, siempre en cuanto a agendas virtuales o físicas<sup>2</sup>. Sin embargo, siempre y cuando este evento se repita en la agenda, debe anotarse y, si no se quiere que se recuerde cada día, configurarlo, lo que ciertamente no es la mejor manera, pues la mejor manera sería si el sistema se configura basándose en una rutina.

El desarrollo acelerado de la tecnología ha permitido que, aunque las necesidades de las personas siempre ingresen en alguna de estas categorías, las necesidades mismas evolucionan y es por ese hecho que ahora es

---

<sup>1</sup> GORSKY. *La base del marketing (I): la pirámide de Maslow*. <https://mrgorsky.wordpress.com/2009/08/04/la-base-del-marketing-i-la-piramide-de-maslow/>. Consulta: 3 de agosto de 2016.

<sup>2</sup> MARTÍNEZ, Elena. *Pirámide de Maslow*. <http://depsicologia.com/piramide-de-maslow/>. Consulta: 3 de agosto de 2016.

necesario Internet para poder ser parte de un mundo más demandante en un ambiente profesional.

Estas necesidades también ingresan lentamente al principio de la pirámide como necesidades fisiológicas, de esta manera la brecha entre necesidades de seguridad y fisiológicas se hace más corta. El tiempo es una variable que debe tomarse en cuenta. Siempre es necesario hacer algo el día siguiente de hoy, la hora siguiente a esta, y olvidarlo puede afectar una rutina completa, lo que causa un gran estrés, por lo que siendo esta la era de la tecnología se requiere de sistemas que puedan siempre estar un paso adelante, el hecho de que la información sea parte de estos grandes sistemas que predigan lo que se necesita antes de configurarlos, o que puedan brindar una opinión siempre fuera de los márgenes de error que todas las personas cometen. Una necesidad que viene a ser cumplida ahora es la de poder ordenar un cronograma, evitando el evento de configuración y simplemente cumpliendo con la rutina un par de veces, permitiendo un desarrollo en un ámbito en el que las necesidades requerirán de menos esfuerzo para ser solventadas; una se puede suplir de manera óptima con el GPS.

## **1.2. Necesidades de seguridad**

En cuanto a la geolocalización, ¿cómo podría omitirse este importante elemento dentro de la necesidad de seguridad?. No hay siquiera que mencionar sus cualidades o por qué se utiliza esta herramienta. Es una importante fuente de información al momento de crear una aplicación que se desea para organizar la rutina diaria. Toma la posición cada cierto momento y logra tomar una decisión, pero ¿Por qué es una cuestión de seguridad?

El uso de una herramienta que siga los movimientos de una persona puede ser cuestionada, por el hecho de la violación a la libertad y porque una persona, sabiendo la rutina de otra, puede ser una razón de riesgo. Pero tomando en cuenta el hecho de que la geolocalización se utiliza en la mayoría de redes sociales como una opción disponible, se brinda también el uso de una aplicación que permite no solo brindar seguridad al momento de saber dónde está el usuario, sino también brindar seguridad al hecho de moverse en el camino conocido.

Vale plantearse el siguiente caso hipotético: al olvidar realizar una tarea y salir más rápido de casa, corriendo, provoca que pueda olvidarse algo o tomar una ruta insegura para llegar temprano a la cita. Sin embargo, si estas no son opciones diarias, alguna razón habrá. Una aplicación que permita mantener siempre al día las tareas, sin necesidad de recordar programarlas, facilita la vida diaria de manera que, a menos que un evento inesperado se programe, la aplicación podrá acoplarse fácilmente.



## **2. MARCO TEÓRICO**

Este capítulo trata sobre las bases y conceptos básicos que fueron necesarios para el desarrollo de una herramienta de gestión automática de perfiles, usando algoritmos de inteligencia artificial y sistemas de posicionamiento global, así como las herramientas que fueron necesarias para su desarrollo.

### **2.1. Dispositivos móviles**

Este apartado trata sobre el inicio de los sistemas operativos orientados a dispositivos móviles, para poder entender de dónde provienen las plataformas que predominan en el mercado hoy en día y cómo llegaron a ser lo que son hoy. También se habla sobre el concepto de App móvil y cómo esta idea revolucionó la computación en móviles y la transformó en lo que hoy es.

#### **2.1.1. Historia de los sistemas operativos móviles**

Es fácil decir que los dispositivos móviles se han vuelto uno de los inventos más populares que han existido. La primera generación de dispositivos móviles que se creó utilizaba varios sitios interconectados entre ellos, para así poder enviar y recibir llamadas de un sitio a otro. Fue en Chicago en 1977 que se creó la primera red celular, aunque comenzó a funcionar correctamente hasta 1978. En 1979 NTT lanzó una red celular en Japón que cubría toda el área de Tokio, haciendo uso de 23 estaciones base para lograr la comunicación. Esta red se expandió hasta cubrir todo Japón y se convirtió en la

primera red 1G nacional<sup>4</sup>. El primer objetivo que se tuvo en mente cuando se crearon los primeros dispositivos móviles fue facilitar las tareas que se realizan en ambientes de oficina. Es por esta razón que los primeros dispositivos que salieron al mercado tenían como funciones primarias ser agendas o planificadores digitales para sus usuarios. Esto fue cambiando con el tiempo, poco después de la explosión en la popularidad de estos dispositivos estos empezaron a transformar sus funciones primarias, ya no para buscar ayudar en aspectos laborales sino más bien comenzaron a adoptar funciones de otros dispositivos, como reproductores de música, consolas de videojuegos, radios y otros dispositivos de entretenimiento.

### **2.1.2. Generaciones del celular**

En los siguientes incisos se hablará de las diferentes generaciones por las que han pasado los teléfonos celulares y dispositivos electrónicos personales en general, así como las tecnologías más importantes en cada generación y los cambios que se dieron en cada una de ellas.

#### **2.1.2.1. Generación 0**

Siempre se dice que las guerras incentivan la inventiva humana, no solo a nivel armamentístico sino a otros muchos niveles tales como el de las comunicaciones. La Segunda Guerra Mundial no fue una excepción. La compañía Motorola lanzó el Handie Talkie H12-16, un dispositivo que permitía la comunicación a distancia entre las tropas, mismo que se basaba en la transmisión mediante ondas de radio, lo cual supuso una revolución de enormes proporciones.

---

<sup>4</sup> GARCÍA, Gaby. *Dispositivos móviles: historia de los dispositivos móviles*. <http://dispmovs.blogspot.com/2012/03/historia-de-los-dispositivos-moviles.html>. Consulta: 14 de marzo de 2016.



Esta tecnología fue aprovechada para crear una gran variedad de aparatos de radio y de comunicación a distancia, utilizados en su mayor parte por servicios públicos como bomberos, ambulancias o taxis. Los primeros estándares en los que se fundamentó la generación 0 fueron:

- Estándar PTT (Push To Talk): pulsar para hablar.
- Estándar IMTS (Improved Mobile Telephone System): Sistema de Telefonía Móvil Mejorado.

#### **2.1.2.2. Generación 1**

Surgen a partir de 1973 y se caracterizan por tener un tamaño y peso inmanejable. Estos dispositivos funcionaban de manera analógica, es decir que sus protocolos de transmisión y recepción operaban sobre un conjunto de ondas de radio que variaban continuamente. Existían varios inconvenientes al funcionar de manera analógica, como que únicamente podían ser utilizados para la transmisión de voz o su bajo nivel de seguridad, lo cual hacía que una persona externa pudiera escuchar llamadas ajenas con un simple sintonizador de radio. Los estándares más utilizados en la generación 1 fueron:

- NMT: Nordic Mobile Telephone
- AMPS: Advanced Mobile Phone System

#### **2.1.2.3. Generación 2**

Esta generación no es un estándar concreto, sino que marca la transición de la telefonía analógica a la digital. Este avance permitió la mejora en el manejo de llamadas, enlaces simultáneos y la integración de servicios adicionales al de voz, de entre los que destaca el servicio de mensajes cortos.

Los nuevos protocolos introducidos en la segunda generación de los dispositivos celulares fueron implementados por diversas compañías, lo que dio origen a uno de los principales problemas de esta generación: la incompatibilidad de protocolos. Este problema causó que el radio de utilización del dispositivo fuera limitado al área en el que su compañía le brindara cobertura. Los estándares más utilizados en la generación 2 fueron:

- GSM: Global System for Mobile
- CDMA: Code Division Multiple Access
- GPRS: General Packet Radio Service

#### **2.1.2.4. Generación 3**

Fue la introducción de las pantallas a color LCD para dispositivos móviles lo que abrió las puertas en cuanto a la adaptación de nuevas funciones se refiere. Pronto el usuario pudo experimentar el nacimiento de nuevos dispositivos que se consideraban como futuristas, al incorporar funciones de cámara fotográfica digital, la posibilidad de grabar videos, servicios de mensajería instantánea, juegos en tercera dimensión, sonido en formato MP3 o poder mantener conversaciones en videoconferencia gracias a una tasa de transferencia de datos más aceptable y a un soporte para Internet correctamente implementado. Este conjunto de nuevos servicios integrados en el dispositivo, junto con un nuevo estándar, dio lugar a lo que hoy se conoce como la tercera generación de móviles o móviles 3G. El estándar más utilizado en esta generación fue:

- UMTS: Universal Mobile Telecommunications System

### **2.1.3. Evolución de los sistemas operativos móviles**

Con el auge de la computación móvil surgió una gran cantidad de plataformas para la administración y gestión del hardware de estos nuevos dispositivos. Se dio un proceso de evolución acelerado en lo que concierne al sistema operativo para las diferentes plataformas móviles. Varias empresas jugaron un papel importante en el desarrollo de los sistemas operativos modernos que se conocen hoy en día. A continuación se describen algunas de las plataformas más notorias y la evolución por la que pasaron.

#### **2.1.3.1. Primeros sistemas operativos móviles**

Los sistemas operativos móviles que se mencionan a continuación fueron los pioneros en esta área. Fueron los primeros en introducir funciones como los mensajes de texto y el concepto primitivo de lo que en el futuro se llegaría a convertir en las Apps.

##### **2.1.3.1.1. Symbian**

Symbian se originó en la década de 1980, pero su existencia fue formalizada hasta 1998, cuando una compañía que fabricaba dispositivos PDA, llamada Psion, cambió su nombre a Symbian y recibió fondos de los mayores productores de teléfonos móviles en aquella época, incluyendo a Ericsson y Motorola, para convertirse en los desarrolladores oficiales de un nuevo sistema operativo para móviles. Nokia siempre fue la empresa más involucrada con Symbian, produjeron millones de unidades que operaban con este sistema operativo y siempre mantuvieron lazos muy cercanos. Juntos dominaron el mercado de los teléfonos móviles por casi 20 años; de hecho, Symbian

permaneció como el mayor vendedor de teléfonos móviles hasta finales del 2010.

Según Nokia, lo que causó el fin de la plataforma Symbian fue su complejidad. En sus reportes, la compañía culpa a la estructura poco amigable del código fuente de Symbian, que causaba que el tiempo para crear un dispositivo que corriera con este sistema operativo fuera demasiado largo. En un caso típico, tomaría 22 meses de tiempo de desarrollo crear una nueva terminal con el sistema operativo Symbian, mientras que con el sistema de Microsoft tomaba menos de un año. En una industria que cambia en cuestión de semanas, el tiempo que toma crear nuevos productos es clave<sup>6</sup>.

#### **2.1.3.1.2. Windows CE**

Fue en 1996 que Microsoft liberó la primera versión de Windows CE, que era una versión más ligera de su sistema operativo para computadoras de escritorio Windows 95. Estaba diseñado para ser amigable al usuario, fácil de manejar y familiar para los que ya fueran usuarios de Windows 95. Para hablar del desarrollo de Windows CE se debe recordar los eventos que ocurrieron en el verano de 1992. Los pasos inaugurales de algunas de las tecnologías que llegarían a dominar en Windows CE se dieron en este año. El proyecto WinPad fue un compromiso de Microsoft para cambiar la manera en que los usuarios interactúan con sus dispositivos. Para 1994, Microsoft había incluido a siete de las más grandes fabricantes de terminales móviles en el proyecto WinPad. Desafortunadamente, WinPad estaba demasiado adelantado a su tiempo y el

---

<sup>6</sup> NULL, Christopher. *The end of Symbian: Nokia ships last handset with the mobile OS. PC World*. <http://www.pcworld.com/article/2042071/the-end-of-symbian-nokia-ships-last-handset-with-the-mobile-os.html>. Consulta: 18 de marzo de 2016.

hardware de la época no pudo cubrir las ambiciosas expectativas de Microsoft para su nuevo proyecto<sup>7</sup>.

### **2.1.3.2. Sistemas operativos modernos**

A medida que el hardware fue aumentado sus capacidades de procesamiento y memoria, así también el software debería de adaptarse y ser capaz de explotar los nuevos límites que el hardware ofrece. Como consecuencia de los avances tecnológicos, las grandes empresas que ya se encontraban en la industria del desarrollo de software hicieron uso de las nuevas tecnologías e innovaron el software que las manejaba. En las siguientes secciones se describe cómo fue que surgieron algunos de los sistemas operativos para móviles más populares de la actualidad.

#### **2.1.3.2.1. Android**

Varios años antes de que existiera Android existió una pequeña compañía de desarrollo de software llamada Danger, que había sido fundada por Andy Rubin, un ingeniero veterano de Apple. Lo que diferenciaba a Danger de otras compañías era Hiptop, un *smartphone* con teclado horizontal y software que hacía que la mensajería instantánea, navegación web y correos electrónicos fueran parte importante de la interfaz. El éxito de Danger radicó en darle prioridad a la venta de servicios sobre a la venta del hardware. Al poco tiempo Larry Page y Sergey Brin, los fundadores de Google, fueron vistos usando los productos de Danger.

---

<sup>7</sup> TILLEY, Chris. *The history of Microsoft Windows CE-Index & Humble Beginnings-HPC Factor*. <http://www.hpcfator.com/support/windowsce/>. Consulta: 18 de marzo de 2016.

Al poco tiempo la junta de directores de Danger votó por reemplazar a Rubin. Usando una marca que había registrado anteriormente, fundó una nueva compañía que se enfocó en desarrollar una plataforma móvil que estuviera abierta para todos los diseñadores de software. De esta manera nació Android, Inc. Al mismo tiempo Google se estaba viendo en la necesidad de crear una compañía que compitiera con Microsoft y BlackBerry en el área de los teléfonos inteligentes. Google quería más teléfonos inteligentes que usaran su motor de búsqueda y una plataforma abierta como lo era Android era la oportunidad perfecta para lograr ese objetivo<sup>8</sup>.

#### **2.1.3.2.2. iOS**

iOS es el sistema operativo de las terminales móviles producidas por Apple. Durante el anuncio del iPhone original, Apple afirmó que su nueva terminal móvil correría con el mismo núcleo Unix que su sistema operativo para computadoras personales Mac OS X y que utilizaría muchas de las mismas herramientas. Sin embargo, fue claro que, aunque había muchos elementos compartidos entre OS X y este nuevo sistema operativo para móviles, este nuevo producto era lo suficientemente diferente como para ameritar su propia marca. Cuando fue lanzado el primer iPhone, el sistema operativo con el que corría fue llamado iPhone OS y mantuvo ese nombre durante cuatro años, cambiándolo a iOS en el 2010 con el lanzamiento de iOS 4.

Cuando el iPhone fue introducido por primera vez, está muy por detrás de su competencia. Windows Mobile, Palm OS, Symbian e incluso BlackBerry eran sistemas ya bien establecidos en el 2007, con una amplia gama de características. En comparación, el iPhone no soportaba redes 3G, no tenía

---

<sup>8</sup> Central Android. *Android pre-history*. <http://www.androidcentral.com/android-pre-history>. Consulta: 21 de marzo de 2016.

multitareas, no tenía opciones de copiar y pegar, no se podía adjuntar cualquier archivo a un correo electrónico, no tenía soporte para MMS, no se podía personalizar la pantalla de inicio. Pero a Apple no le importaban estas características y todo el mundo lo sabía. En lugar de competir en esa área, Apple se enfocó en hacer bien la experiencia de usuario en su nuevo sistema. Le dio prioridad a la velocidad, consistencia entre aplicaciones y en hacer algunas características radicalmente mejores que lo que ya estaba disponible en 2007<sup>9</sup>.

#### 2.1.3.2.3. Windows Phone

Windows Phone fue la alternativa de Microsoft para los sistemas operativos de Google y Apple que ya tenían la mayor cantidad de usuarios. En febrero de 2010, Apple continuaba dominando el mercado de los teléfonos móviles, Android estaba empezando a despegar y Microsoft no tenía un producto que pudiera competir en este mercado. Es cierto que Microsoft tenía a Windows Mobile, sin embargo, este producto no había recibido una actualización en bastante tiempo y su interfaz gráfica bien podía haber sido una línea de comandos para un usuario regular. Microsoft necesitaba entrar al mercado de los *smartphone* modernos y necesitaba hacerlo rápido. Así que, en el 2010, en una conferencia en Barcelona, la primera versión de Windows Phone como se conoce ahora fue anunciada al mundo<sup>10</sup>.

Aunque no ha logrado el impacto esperado por Microsoft, Windows Phone tiene una porción considerable del mercado de usuarios de *smartphone*. Windows Phone tiene todas las características de sus competidores,

---

<sup>9</sup> STAFF, Verge. *iOS: A visual history*. <http://www.theverge.com/2011/12/13/2612736/ios-history-iphone-ipad>. Consulta: 21 de marzo de 2016.

<sup>10</sup> ALLISON, Michael. *A history of Windows Phone-MSPoweruser*. <http://mspoweruser.com/a-history-of-windows-phone-the-road-to-threshold/>. Consulta: 21 de marzo de 2016.

aplicaciones de terceros, multitareas, soporte para redes de última generación, entre otras que se pueden mencionar. Aunque la mayoría de fabricantes prefieren que sus terminales corran con Android, Microsoft aún tiene alianzas con empresas como Nokia y HTC, que le siguen dando presencia a Windows Phone en el mercado.

#### **2.1.4. Apps**

Una aplicación móvil, mejor conocida como *app*, es un programa de computadora que está diseñado para ser ejecutado en un dispositivo móvil como lo son los *smartphone* o tabletas, de tal manera que extiendan su funcionalidad básica. La necesidad de los usuarios de agregar más funcionalidad a sus dispositivos dio origen a las *apps*. Las empresas no podían gastar tantos recursos en el desarrollo de tantas aplicaciones, por lo que delegaron indirectamente esta responsabilidad a terceros. Las empresas propietarias de las plataformas móviles dieron a los desarrolladores las herramientas necesarias para que ellos mismos pudieran crear nuevas aplicaciones para sus sistemas operativos. De esta manera la cantidad de aplicaciones existentes para una plataforma móvil creció rápidamente sin que las empresas tuvieran que crear toda esta funcionalidad ellas mismas.

### **2.2. Desarrollo de aplicaciones móviles**

Las aplicaciones móviles son aplicaciones informáticas desarrolladas para ser ejecutadas en teléfonos inteligentes, tabletas u otros dispositivos móviles. Por lo general se encuentran disponibles a través de plataformas de distribución, operadas por las compañías propietarias de los sistemas operativos móviles como las documentadas en el primer capítulo de este documento. Las aplicaciones o *apps* han existido desde que existen los



primeros modelos de dispositivos móviles, pero en esos casos funcionaban solo para aumentar la productividad personal, como en el caso de calendarios, calculadoras, entre otros, y desde ese momento la palabra se ha ido popularizando tanto porque se convirtió en un nuevo modelo de negocios, además que en 2010 se listó como palabra del año. El desarrollo de aplicaciones móviles requiere el uso de entornos de desarrollo integrados. Las aplicaciones que se basan en la posición geográfica del usuario se conocen como LBS, es decir servicios basados en ubicación.

### **2.2.1. Diferencia entre aplicaciones web y móviles**

Las aplicaciones tienen que ser descargadas e instaladas antes de usar y una web puede accederse simplemente usando Internet y un navegador. Una aplicación que se adapta especialmente a un dispositivo móvil se llama «*web responsiva*» y es ejemplo del diseño líquido, ya que se puede pensar en ella como un contenido que toma la forma del contenedor, mostrando la información según sea necesario. Así, columnas enteras, bloques de texto y gráficos de una web, pueden acomodarse en el espacio de una manera diferente.

### **2.2.2. Tipos de aplicación según su desarrollo**

En los siguientes apartados se describen los diferentes tipos de aplicaciones dependiendo de su proceso de desarrollo.

#### **2.2.2.1. Aplicación Nativa**

Las aplicaciones nativas son aquellas que han sido desarrolladas con el software que ofrece cada sistema operativo a los programadores, llamado Software Development Kit (SDK). Así, Android, iOS y Windows Phone tienen

uno diferente y las aplicaciones nativas se diseñan y programan específicamente para cada plataforma, en el lenguaje utilizado por el SDK.

### **2.2.2.2. Aplicación híbrida**

Este tipo de aplicaciones es una especie de combinación entre las dos anteriores. La forma de desarrollarlas es parecida a la de una aplicación web usando HTML, CSS y JavaScript, y una vez que la aplicación está terminada, se compila de forma tal que el resultado final es como si se tratara de una aplicación nativa. Esto permite casi con un mismo código obtener diferentes aplicaciones, por ejemplo, para Android e iOS, y distribuirlas en cada una de sus tiendas.

## **2.3. Gamificación**

El término, en relación con las aplicaciones móviles, se refiere simplemente al empleo de dinámicas de juego en entornos no lúdicos, en este caso en el entorno de aplicativos para celular. Con esta estrategia buscan la motivación, una mayor concentración y esfuerzo por conocer una marca o potenciar el uso de esa aplicación, buscando sobre todo fidelizar al cliente mediante el entretenimiento. Esta estrategia permite influir y motivar en grupos sociales. En ese sentido, las dinámicas de juego generan emociones que influyen positivamente en los tipos de relaciones que se buscan. Una de las maneras en las que se logra la fidelización del cliente en una aplicación móvil es mediante el elemento social. Una persona usará más una aplicación si esta le permite interactuar de alguna manera con sus conocidos. Este aspecto se describe más a detalle en la siguiente sección.

### 2.3.1. Integración social

La integración social en relación con la aplicación móvil tiende a la idea de que el usuario pueda relacionarse en un ambiente conocido con personas que compartan como mínimo el uso de la aplicación y, en estos casos, ingresa a todas las redes sociales y sitios para conocer personas en línea<sup>11</sup>. La aplicación desarrollada solventa una integración social con la posibilidad de poder publicar el lugar geográfico en el que el usuario se encuentra solo si este lo configura de esta manera. Esta publicación podrá directamente relacionarse con las redes sociales que ya tenga instaladas en el dispositivo móvil.

---

<sup>11</sup> MELERO, Berni. *El objetivo último de la gamificación en aplicaciones móviles es fidelizar al usuario*. <https://www.yeeply.com/blog/berni-melero-el-objetivo-ultimo-de-la-gamificacion-en-aplicaciones-moviles-es-fidelizar-al-usuario/>. Consulta: 21 de marzo de 2016.



### 3. SISTEMAS DE POSICIONAMIENTO GLOBAL

En este capítulo se habla sobre el origen de los sistemas de posicionamiento global, los principios fundamentales para su creación y su funcionamiento básico. También se discute cómo fue que se dio su integración al mercado de los dispositivos móviles y las aplicaciones que se le da a estos sistemas hoy en día.

#### 3.1. Historia del GPS

Los sistemas de posicionamiento global, o GPS, por sus siglas en inglés (Global Positioning System), se originaron en la era del Sputnik, cuando los creadores de este satélite fueron capaces de localizarlo mediante cambios en sus señales de radio, también conocidas como el efecto Doppler. La marina de los Estados Unidos condujo experimentos de navegación a mediados de la década de 1960 para rastrear submarinos que llevaban misiles nucleares. Con seis satélites orbitando los polos ellos fueron capaces de detectar los cambios en la señal y calcular correctamente la posición de los submarinos en cuestión de minutos.<sup>13</sup>

A principios de la década de 1970, el Departamento de Defensa de los Estados Unidos quería asegurar que un sistema de navegación robusto y estable estaría disponible. Tomando las ideas previamente establecidas por la marina de los Estados Unidos, el Departamento de Defensa decidió utilizar satélites para construir su propuesta de sistema de navegación. Hoy en día,

---

<sup>13</sup>NASA. *Global Positioning System history*. [http://www.nasa.gov/directorates/heo/scan/communications/policy/GPS\\_History.html](http://www.nasa.gov/directorates/heo/scan/communications/policy/GPS_History.html). Consulta: 25 de marzo de 2016.

GPS es un sistema multiusuario, basado en navegación vía ondas de radio satelitales, propiedad del gobierno de los Estados Unidos, y es operado por su fuerza aérea para cumplir las necesidades civiles, científicas y comerciales que este sistema pueda ofrecer. Actualmente este sistema provee dos niveles de servicio, un sistema de posicionamiento estándar y un sistema de posicionamiento preciso. El acceso al servicio más preciso está restringido para las fuerzas armadas de los Estados Unidos y algunos gobiernos aliados. El servicio estándar está disponible para cualquier usuario a nivel mundial y de manera gratuita.

### **3.2. Conceptos básicos de GPS**

A continuación se describen algunos de los conceptos básicos que es necesario comprender dentro de sistemas que utilizan tecnologías GPS.

#### **3.2.1. BRG (Bearing)**

La dirección en la que apunta la brújula desde la posición actual hacia la posición deseada o de destino. Este concepto es usado para describir la dirección en la que se encuentra un destino o un objeto<sup>14</sup>.

#### **3.2.2. CMG (Course Made Good)**

La única dirección resultante de un punto dado de partida a una posición subsecuente; la dirección del movimiento neto de un punto a otro. Esto a

---

<sup>14</sup> ZAHRADNIK, Fred. *Bearing*. <http://gps.about.com/od/glossary/g/bearing.htm>. Consultado 21 de abril de 2016.

menudo varía por el error causado por direccionamiento inapropiado, corrientes o vientos cruzados<sup>15</sup>.

### **3.2.3. ETE (Estimated Time Enroute)**

Es el tiempo estimado que pasará entre una posición inicial y una final. Usualmente medida en minutos, aunque la unidad de medida dependerá de la magnitud de la distancia entre los puntos que se tomen en cuenta.

### **3.2.4. DOP (Dilution of Precision)**

Es la medida de la precisión de las coordenadas obtenidas mediante GPS, según la distribución de los satélites y la disponibilidad de los mismos<sup>16</sup>.

### **3.2.5. ETA (Estimated Time to Arrival)**

Es la hora en la que se estima que se llegará al punto de destino. Se calcula con base en la distancia entre el punto inicial y final del recorrido en cuestión y la velocidad a la que se viaja.

## **3.3. Cálculo de la posición**

Los sistemas de posicionamiento global funcionan mediante cinco pasos lógicos. Estos cinco pasos son fundamentales para poder calcular con exactitud la posición de un punto sobre la superficie de la tierra, dado por medidas de latitud y longitud utilizando sistemas GPS.

---

<sup>15</sup> NovAtel. Glossary of Terms. *Knowledge and Learning*. NovAtel. <http://www.novatel.com/support/knowledge-and-learning/published-papers-and-documents/glossary-of-terms/>. Consulta: 21 de abril de 2016.

<sup>16</sup> LANGLEY, Richard. *Dilution of precision*. New Brunswick: University of New Brunswick. 1999.

### **3.3.1. Trilateración**

Es el proceso de determinar la localización absoluta o relativa de puntos mediante la medición de distancias, usando la geometría de círculos, esferas o triángulos<sup>18</sup>. Toda la idea detrás de un GPS es utilizar los satélites orbitando la tierra como puntos de referencia en la superficie. Al medir la distancia de un punto en la superficie a tres diferentes satélites se puede triangular la posición de un punto en cualquier parte del planeta.

### **3.3.2. Medición de distancia**

La medición de la distancia entre el punto que se desea encontrar y cada uno de los satélites que se están usando para la trilateración se logra midiendo el tiempo que le toma a la onda de radio moverse entre el punto y el satélite en cuestión. Si se imagina que el punto que se busca y el satélite reproducen una misma canción y al estar posicionados en el punto se pudieran escuchar ambas fuentes de sonido, estas estarían fuera de sincronización. El tiempo que estuvieran desfasadas ambas canciones es el tiempo que le toma a la onda viajar entre el punto y el satélite y, al multiplicar ese tiempo por la velocidad de la luz, se obtendrá la distancia entre el satélite y el punto que se desea localizar.

### **3.3.3. Temporización**

Siendo la medición de distancia un punto clave para un GPS, entonces el cronómetro que se utilice tiene que ser sumamente exacto, ya que un error de medición de una milésima de segundo se traduce a casi 200 millas de error. La medición de tiempo por parte del satélite es casi perfecta debido a que estos

---

<sup>18</sup> GEOG482. *Trilateración*. [https://www.e-education.psu.edu/geog482spring2/c5\\_p12.html](https://www.e-education.psu.edu/geog482spring2/c5_p12.html). Consulta: 25 de marzo de 2016.



utilizan relojes atómicos. El problema es que utilizar relojes atómicos para todos los dispositivos sería demasiado caro y nadie podría costear este servicio. El problema de la medición del tiempo del lado de la superficie de la tierra se soluciona realizando una cuarta medición. Si tres mediciones perfectas dan un cálculo de posición exacta, entonces cuatro mediciones ligeramente imperfectas pueden dar el mismo resultado.

### **3.4. Tecnologías previas**

Las tecnologías de GPS son un invento relativamente nuevo. Las generaciones más jóvenes no podrán orientarse hoy en día sin este servicio, pero antiguamente existían otros métodos que lograban el objetivo de navegar de un punto a otro sin las tecnologías actuales<sup>20</sup>. Las invenciones que se mencionan en esta sección fueron los primeros dispositivos en lo que a posicionamiento automático se refiere. Fueron estas ideas las que demostraron la necesidad de un sistema de posicionamiento global como lo es la tecnología GPS.

#### **3.4.1. Mapas Cane**

Iniciaron en 1893 en la Feria Mundial de Chicago. En la celebración por el aniversario de 400 años de la entrada de Cristóbal Colón al Nuevo Mundo, la Columbian Novelty Company creó los mapas Cane. El mapa Cane era una manta con mapas impresos en ambos lados. Se enrollaba sobre una varilla de madera. Estos mapas se vendían en tiendas de regalos en las ferias y abrieron el camino para la cartografía moderna.

---

<sup>20</sup> LOSADA, Ignacio. *5 tecnologías de posicionamiento antes del GPS*. Omicrono, <http://www.omicrono.com/2015/03/5-tecnologias-de-posicionamiento-antes-del-gps/>. Consulta: 24 de abril de 2016.

### **3.4.2. Plus Fours Route Finder**

Este era un dispositivo que se usaba alrededor de la muñeca, era una manera práctica y eficiente para asistir el tránsito de las personas. Estos dispositivos, parecidos a un reloj de muñeca, contenían pequeños pergaminos con instrucciones para llegar a ciertos puntos. Los pergaminos se podían rotar a medida que se avanzaba en la ruta. Los pergaminos podían intercambiarse dependiendo de la ruta que se tomara.

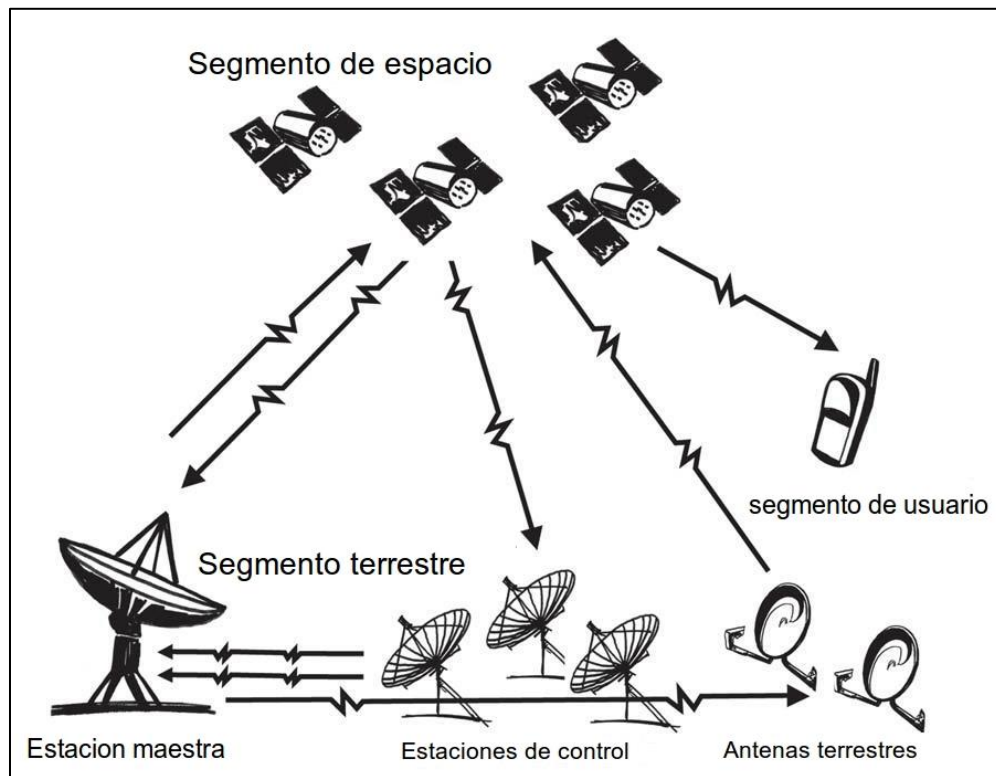
### **3.4.3. Inter-Auto**

En 1932, una empresa italiana lanzó el Inter-Auto, el primer sistema de navegación para autos en el mundo. Este dispositivo contenía un mapa que podía rotarse y adicionalmente se conectaba al medidor de velocidad del vehículo para que la rotación automática del mapa fuera exacta. Similar al GPS moderno, este dispositivo mostraba la posición del navegante en tiempo real.

## **3.5. Arquitectura de GPS**

Para lograr el funcionamiento de GPS como se conoce ahora su arquitectura se dividió en tres segmentos: segmento de espacio, segmento terrestre y segmento de usuario. Esta arquitectura de tres segmentos fue definida por el ejército de los Estados Unidos en el momento de la creación de este sistema.

Figura 1. Diagrama de arquitectura GPS



Fuente: DAS, *Shiv Kumar*. <http://www.omicrono.com/2015/03/5-tecnologias-de-posicionamiento-antes-del-gps/>. Consulta: 25 de abril de 2016.

### 3.5.1. Segmento de espacio

La principal función del segmento de espacio es la de transmitir señales de radio-navegación con una estructura específica, y almacenar y transmitir el mensaje de navegación enviado por el segmento de control. Estas transmisiones son controladas por relojes atómicos de alta exactitud que se encuentran a bordo de los satélites. El segmento de espacio está formado por una constelación de satélites con suficientes satélites para asegurar que los

usuarios tendrán acceso simultáneo a por lo menos 4 satélites desde cualquier punto sobre la tierra en cualquier momento.

### **3.5.2. Segmento terrestre**

El segmento terrestre (también conocido como segmento de control) es el responsable por la correcta operación del servicio GPS. Este segmento está compuesto por una estación de monitoreo de la red, una estación maestra de control y las antenas terrestres. La estación maestra de control procesa las mediciones recibidas por las estaciones de monitoreo para estimar las órbitas de los satélites y errores en la medición, entre otros parámetros, y también genera el mensaje de navegación. Estas correcciones y el mensaje de navegación son cargados a los satélites a través de antenas en la superficie de la tierra que están ubicadas en cuatro de las estaciones de monitoreo.

### **3.5.3. Segmento de usuario**

El segmento de usuario está compuesto por receptores de señales GPS. Su función principal es la de recibir las señales GPS, determinar rangos y otras medidas observables, y resolver la ecuación de navegación para obtener las coordenadas deseadas.

## **3.6. Empresas que usan GPS en Guatemala**

A continuación se presenta una lista de algunas de las empresas que utilizan GPS en Guatemala.

### **3.6.1. Detektor**

Detektor es una empresa multinacional con sede en Guatemala que se especializa en utilizar GPS para ubicar vehículos desaparecidos. Mediante un portal web los usuarios de Detektor pueden conocer la ubicación en tiempo real de su vehículo, en cualquier momento, siempre y cuando cuenten con acceso a Internet. Detektor utiliza la arquitectura de GPS ya existente más el hardware que se instala en cada vehículo para poder proveer sus servicios.

### **3.6.2. Star Trak GPS**

La empresa Star Trak se especializa en el uso de GPS para el rastreo y monitoreo de flotillas de vehículos industriales. Busca proveer soluciones con tecnologías de punta a empresas de cualquier naturaleza. Star Trak cuenta con soporte para dispositivos móviles, permitiendo tener puntos de consulta GPS en cada vehículo aparte de la estación central de monitoreo.

### **3.6.3. Waze**

Waze es una empresa que presta servicios de navegación para vehículos usando GPS mediante una aplicación para dispositivos móviles. Waze calcula la ruta más óptima entre dos puntos, haciendo uso de los datos de navegación que sus usuarios proveen en tiempo real. De esta manera Waze puede evitarles a sus usuarios rutas demasiado concurridas.

## **3.7. Integración de GPS a dispositivos móviles**

El primer uso que se le dio a los sistemas de posicionamiento global fue en la milicia. Esta tecnología era usada por el ejército de los Estados Unidos

para rastrear sus submarinos en el mar. A medida que esta tecnología fue madurando se empezaron a ver todas sus posibles aplicaciones a nivel comercial, por lo que el servicio fue liberado al público. Las primeras aplicaciones que se le dieron a los GPS fueron sistemas de navegación para vehículos particulares. En sus inicios esta tecnología estaba limitada a ciertas regiones donde hubiera cobertura para el servicio, además que el hardware que los usuarios tenían que instalar en sus vehículos era demasiado caro para que este fuera accesible a todos los sectores del mercado.

Esta tecnología comenzó a ser usada a gran escala cuando se introdujo en los teléfonos celulares. Al tener esta tecnología en sus teléfonos celulares, cada persona andaba consigo misma un GPS en su bolsillo. Esto abrió las puertas para grandes oportunidades de desarrollo, ya que, junto al nacimiento de las *apps*, la funcionalidad que se le podía extender a estos dispositivos era inmensa. Aplicaciones como Waze y Google Maps son ejemplos de lo que se puede lograr aplicando GPS al desarrollo de aplicaciones para teléfonos móviles.

## **4. INTELIGENCIA ARTIFICIAL**

Este capítulo explica lo que es una inteligencia artificial y la forma en que este concepto ha intrigado a muchos que han intentado lograr recrear una inteligencia real a través de algoritmos basados en reglas y disciplinas en ciencias de la información como herramientas.

### **4.1. Historia de la inteligencia artificial**

No se puede decir que la inteligencia artificial tuvo un punto en el que comenzó, ya que desde el estudio filosófico del pensamiento ya se estudiaba la posibilidad de crear vida, y esto se puede ver claro en todas las historias en las que se habla de que por medio de cualquier arte se podía dotar de inteligencia a seres no vivos, no pensando en dar solamente vida sino más bien crear una serie de reglas que cumplieran por razonamientos. Algunos de los eventos más relevantes en la historia de la inteligencia artificial se describen en las siguientes secciones.

#### **4.1.1. Silogismos (300 A.C.)**

Manera estructurada en un conjunto de reglas que describen una parte del funcionamiento de la mente humana que, al seguirlas paso a paso, producen conclusiones racionales a partir de premisas dadas.

#### **4.1.2. La primera máquina autocontrolada (205 A.C.)**

Ctesibio de Alejandría construyó un regulador de flujo de agua que actuaba modificando su comportamiento; “racionalmente” era correcto, pero sin razonamiento.

#### **4.1.3. Lógica proposicional (1847 D.C.)**

George Boole aproximó la lógica en una nueva dirección reduciéndola a un álgebra simple, incorporando la lógica en las matemáticas. Agudizó la analogía entre los símbolos algebraicos y aquellos que representan formas lógicas. Su álgebra consiste en un método para resolver problemas de lógica que recurre solamente a los valores binarios 1 y 0 y a tres operadores: AND (y), OR (o) y NOT (no).

#### **4.1.4. Redes neuronales artificiales (1943 D.C.)**

Según Warren McCulloch y Walter Pitts, las redes neuronales pretenden imitar a pequeñísima escala la forma de funcionamiento de las neuronas que forman el cerebro humano, no en vano se trata de imitar a una neurona humana con la mayor exactitud posible, por lo cual se considera el primer trabajo del campo de inteligencia artificial, aun cuando todavía no existía el término.

#### **4.1.5. Prueba Turing (1950 D.C.)**

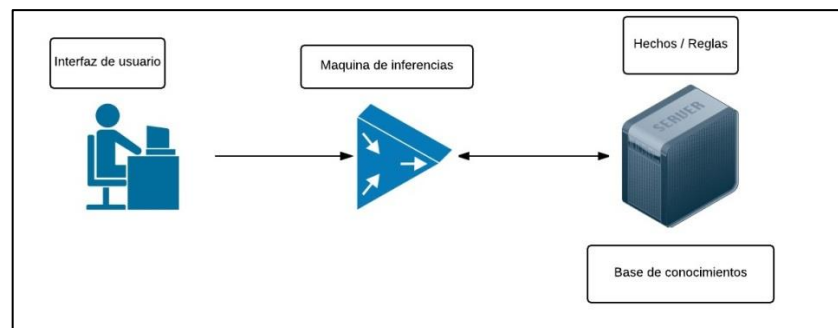
Turing consolidó el campo de la inteligencia artificial con su artículo *Computing machinery and intelligence*, en el que propuso una prueba concreta para determinar si una máquina era inteligente o no, su famosa Prueba de Turing, por lo que se le considera el padre de la inteligencia artificial.



#### 4.1.6. Sistemas expertos (1970-1980)

Llamados así porque emulan el razonamiento de un experto en un dominio concreto y en ocasiones son usados por estos. Con los sistemas expertos se busca una mejor calidad y rapidez en las respuestas, dando así lugar a una mejora de la productividad del propio experto al usar este tipo de sistemas informáticos. Como se puede observar, en la siguiente gráfica se halla una base de conocimientos en que se registran todas las reglas y hechos que pueden suceder, estos sirven de guía para la máquina de inferencias que filtra las reglas con base en los hechos y logra encontrar una única respuesta a la solicitud de eventos que se generó desde la interfaz de usuario.

Figura 2. Diagrama de sistema experto



Fuente: elaboración propia.

#### 4.2. Categorías de sistemas expertos

La inteligencia artificial se puede representar en muchas formas como las anteriores, cada una se desarrolló por medio de una lógica distinta que intenta simular la toma de decisiones, sin embargo, existen estructuras que pueden considerarse las más aplicadas en este ámbito, como lo son los sistemas

expertos, principalmente el sistema desarrollado en este documento, que ingresa a otra categoría dentro de los sistemas expertos llamado sistema basado en reglas. Los sistemas expertos se clasifican en 3 tipos:

- Basados en reglas
- Basado en casos
- Basado en redes bayesianas

#### 4.2.1. Sistemas expertos basados en reglas

Los sistemas trabajan con base en reglas, comparación de resultados y aplicación de nuevas reglas que a su vez modifican las anteriores; estos sistemas, para tomar una decisión, primero realizan comparaciones. Los hechos son afirmaciones que se refieren a los conceptos (clases y objetos) y las relaciones entre ellos (atributos). Las formas de representar el conocimiento de un sistema experto se expresan en un grupo de oraciones también llamadas reglas de inferencia o reglas de producción. Las siguientes oraciones son ejemplo de representación de las reglas:

Tabla I. **Representación de hechos en una IA**

El usuario <Sujeto>	Está en <relación>	Posición <Concepto>
La posición <Atributo>	Del usuario <Sujeto>	Será la misma <Valor>

Fuente: elaboración propia.

Este concepto se amplía durante el desarrollo de la aplicación, con reglas más amplias que pueden tener a su vez muchos atributos y en consecuencia muchos valores.

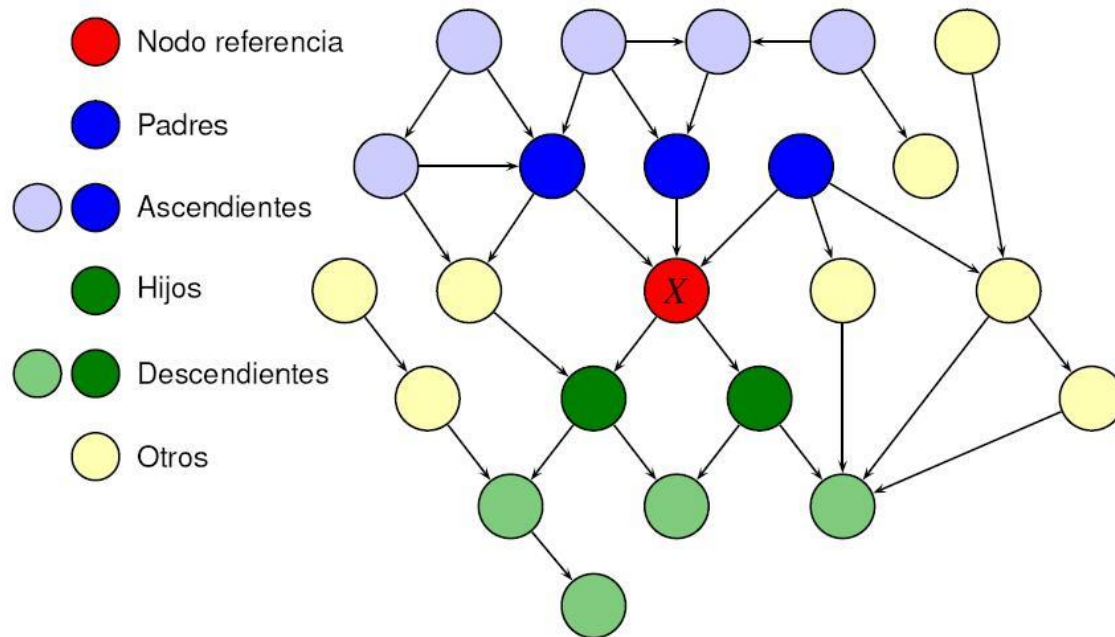
#### **4.2.2. Sistemas expertos basados en casos (CBR)**

Es el proceso de solucionar problemas actuales con base en problemas anteriores, un mecánico que arregla un motor porque recuerda cómo arreglar un motor, por ejemplo, es utilizar un razonamiento basado en casos. En el caso de la aplicación que se desarrolla, esta genera un seguimiento de perfiles con base en lo que recuerda de los lugares de los que ha tomado información antes, entonces esta también toma decisiones de esta manera.

#### **4.2.3. Sistemas expertos basados en redes bayesianas**

Se basan en un modelo grafoprobabilístico que representa un conjunto de variables aleatorias y sus dependencias condicionales a través de un grafo acíclico dirigido. Por ejemplo, una red bayesiana es perfectamente usada para predecir enfermedades con base en síntomas. Dados los síntomas, la red bayesiana puede ser usada para computar la presencia de varias enfermedades.

Figura 3. **Ejemplo de red bayesiana**



Fuente: elaboración propia.

### 4.3. Evaluación de casos

En esta sección se evalúan las diferentes maneras en que se puede aplicar inteligencia artificial a la aplicación desarrollada.

#### 4.3.1. Árboles de decisión

Estas estructuras son consideradas las mejores para el ámbito de la toma de decisiones en sistemas computarizados, debido a que una búsqueda a través de ellas es mucho más rápida y requiere menos consumo de recursos para obtener la solución.

Tabla II. **Características de árboles de decisión**

<b>Características de un árbol de decisión:</b>
Plantea el problema desde distintas perspectivas de acción.
Permite analizar de manera completa todas las posibles soluciones.
Provee un esquema para cuantificar el costo del resultado y su probabilidad de uso.
Ayuda a realizar las mejores decisiones con base en la información existente y en las mejores suposiciones.
Su estructura permite analizar las alternativas, los eventos, las probabilidades y los resultados.

Fuente: elaboración propia.

Para el desarrollo de la aplicación documentada, sí era importante la toma de decisiones, pero un árbol de decisión no se acopla correctamente al problema descrito en este documento y se da por el alto consumo de nodos que se podría requerir, por lo que la aplicación empezó a tender hacia una matriz de decisión equivalente a la que se denota en un algoritmo genético.

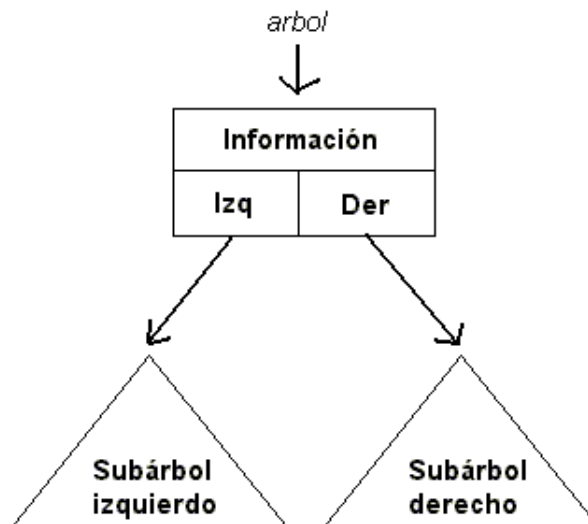
#### **4.3.2. *Machine learning***

El término *machine learning*, como su nombre lo indica, es un sistema que puede aprender que, aunque no es un concepto nuevo en este documento, tiende a la diferencia de basarse en algoritmos y la toma de una gran cantidad de información basada en *data mining* de muchos usuarios, lo cual no brinda un análisis personalizado sino más global, como sería el caso de la aplicación para la comunidad (como lo es Waze). Sin embargo, la *machine learning* es el concepto que permite generar conocimiento suficiente que pueda generar un comportamiento a partir de la información no estructurada que se le suministra en forma de ejemplos. Estos sistemas tienen una amplia gama de aplicaciones, incluyendo diagnósticos médicos, detección de fraude en tarjetas de crédito, motores de búsqueda, análisis del mercado de valores, entre otros.

### 4.3.3. Algoritmos de búsqueda

Un algoritmo de búsqueda es aquel que está diseñado para localizar un elemento con ciertas propiedades dentro de una estructura de datos. El ejemplo más común puede ser la búsqueda de elementos en un árbol. Se trata de un algoritmo de búsqueda enfocado en el desarrollo de la aplicación documentada de la siguiente forma: primero que nada, debe aclararse ¿qué es lo que este algoritmo busca dentro de la estructura?. Se busca un nodo que cumpla con el día, la hora y el perfil del teléfono; se busca una muestra que sea equivalente a las que hay en el momento en el que el teléfono notifica que ha habido un cambio de horario y su posición también ha cambiado. En el caso de un algoritmo de búsqueda sobre un árbol binario, el nodo resultante será el izquierdo o el derecho, pero lo elegirá con base en la información que tenga que buscar.

Figura 4. **Árbol de algoritmo de búsqueda**

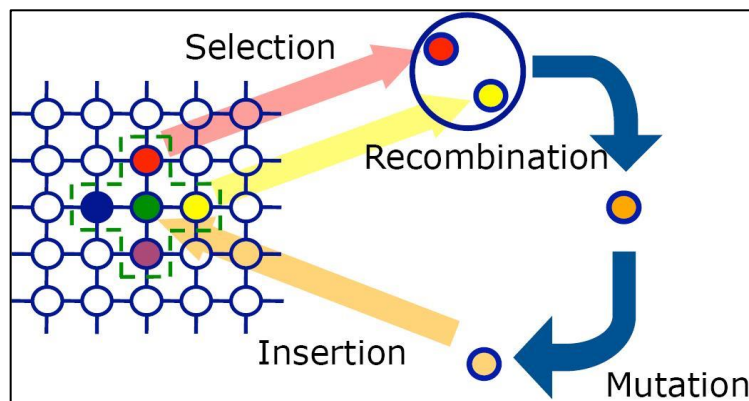


Fuente: elaboración propia.

#### 4.3.4. Algoritmos genéticos

Son llamados así porque se inspiran en la evolución biológica y su base genético-molecular. Estos algoritmos hacen evolucionar una población de individuos sometiéndose a acciones aleatorias semejantes a las que actúan en la evolución genética (mutaciones y recombinaciones genéticas), así como a una selección de acuerdo con algún criterio, en función del cual se decide cuáles son los individuos más adaptados, que sobreviven, y cuáles los menos aptos, que son descartados. Los algoritmos genéticos se enmarcan dentro de los algoritmos evolutivos, que incluyen también las estrategias evolutivas, la programación evolutiva y la programación genética. Dentro del desarrollo de esta aplicación se aplica un concepto de algoritmos genéticos que es el de tomar el mejor espécimen, o bien el más apto, que cumpla con la mayor cantidad de variables; estas variables pueden ser el día, la hora y el lugar. Aunque el lugar tiene una mayor jerarquía en la toma de la decisión, brindando así un hijo que puede ser o no parecido a algún otro nodo o a un nodo que puede estar un poco más cerca de la solución esperada.

Figura 5. Flujo de algoritmo genético



Fuente: elaboración propia.

#### 4.4. Rama de sistemas expertos a utilizar

De las ramas expuestas anteriormente, la mejor de las opciones o ramas es un sistema experto basado en una matriz de decisión, esto se debe a que representa una estructura más controlada, suponiendo que otra estructura como un árbol de decisión no sea una buena opción, ya que un árbol de decisión es la estructura de búsqueda más óptima de todas, sin embargo, una matriz de decisión se acopla perfectamente a este propósito de desarrollo, y como bien se ha mencionado antes, el fin es desarrollar un sistema experto que, basado en reglas, logre suplir todos los casos que pudiera enfrentar esta aplicación. Estas razones ayudan a entender por qué logra suplirse la aplicación, pero ¿por qué una matriz y no un árbol? ¿Qué significa un sistema más controlado? Estas dos preguntas se resuelven a continuación.

Tabla III. Comparación de matriz y árbol

Matriz	Árbol
<ul style="list-style-type: none"><li>• limita la cantidad de datos.</li><li>• Búsqueda relativamente rápida.</li><li>• Estructura escalable.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Nodos posiblemente ilimitados.</li><li>• Nodos deben repetirse muchas veces.</li><li>• Búsqueda lógica difícil de modificar.</li></ul>

Fuente: elaboración propia.

Tomar en cuenta que esta tabla solo aplica al concepto de la aplicación. La razón primordial es que una matriz es más factible que un árbol porque permite limitar la cantidad de nodos que se tendrán y también una búsqueda más accesible, tomando en cuenta que las filas se consideran las horas del día en las que el teléfono se está desarrollando. Esto permite un control más óptimo de fases de la rutina del día y también un control del máximo total de



nodos, ya que un sobrante de nodos puede afectar terriblemente el consumo de los recursos sobre un servidor.

#### 4.4.1. Un sistema más controlado

Debe definirse la matriz basada en reglas como el sistema de un horario, esto puede verse en la siguiente tabla:

Tabla IV. **Matriz basada en reglas**

	Día	Día	Día	Día
Hora inicio	Nodo			
Hora		Nodo		
Hora			Nodo	
Hora final				Nodo

Fuente: elaboración propia.

Si se toma de esta manera se pueden limitar las columnas a un total de 4, igual a los días al mes, es decir 4 lunes al mes en una matriz y la hora de inicio y la hora de fin y, tomando en cuenta que es un sistema ininterrumpido y se genera información del teléfono cada 20 minutos, la matriz entonces cuenta con un máximo de 72 filas y 4 columnas, las cuales permiten un registro de las actividades en tiempo, de las cuales un cambio grave en su posición puede ser interceptado sin fallas. La siguiente tabla es una representación de la matriz de decisión con un nodo que contiene la información relevante para tomar una decisión:

Tabla V. **Matriz de decisión**

Matriz de decisión	Lunes	Lunes	Lunes	Lunes				
8:00	<table border="1"> <tr><td>Nodo1</td></tr> <tr><td>id:user</td></tr> <tr><td>Posición (geo): x,y,x</td></tr> <tr><td>Perfil: a,b,c,d,e.</td></tr> </table>	Nodo1	id:user	Posición (geo): x,y,x	Perfil: a,b,c,d,e.			
Nodo1								
id:user								
Posición (geo): x,y,x								
Perfil: a,b,c,d,e.								

Fuente: elaboración propia.

#### 4.5. Aplicación de reglas a un sistema experto

Este sistema basado en reglas se basó en varios pasos, fuera de solo definir lo que es la estructura. Se debe tomar en cuenta las premisas que permiten cumplir o por lo menos cuestionar qué acciones debería tomar el sistema en ciertas ocasiones. Es aceptable pensar que puede llenarse un sistema con las reglas que vienen surgiendo por la necesidad de un caso que no ha sido tomado en cuenta, en este ámbito el sistema es fuerte ante nuevos eventos pero nada óptimo y muy débil al momento de querer escalar o agregar una regla que puede contradecir otra. Otra cuestión es que el cambio de una regla puede afectar todo el sistema, por lo que las reglas no pueden definirse primero para lograr resolver el algoritmo, sino que en su lugar es necesario aplicar un concepto conocido como las premisas, que va siendo muy parecido a los casos de uso que se definen de la aplicación, sin embargo, en un concepto más básico se pueden considerar como las bifurcaciones o caminos que la aplicación puede tomar en caso se dé un evento en grandes rasgos y que a su vez se divide en reglas.

Aunque las premisas serán expuestas más adelante, el sistema basado en reglas requiere que estas sí estén definidas antes de empezar a trabajar, ya que sin ellas las reglas pueden ser cada vez más difíciles de localizar. Estas se pueden ver más claramente en las oraciones que se dictan en:

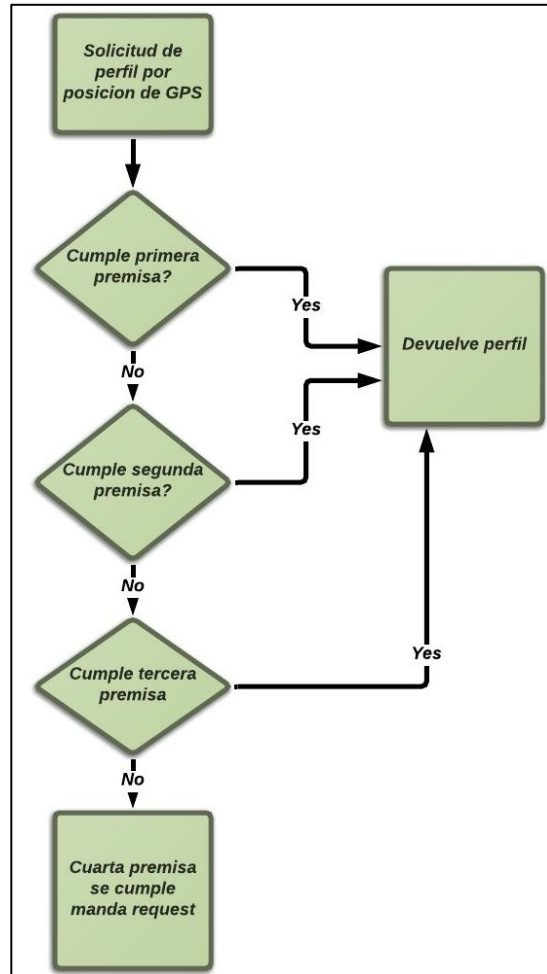
<si yo tengo> {entonces} [¿Qué pasa?]  
y entonces si pasa, ¿qué es lo que hago?

Entonces se puede decir que al llegar a esta última pregunta se ha definido una premisa que se puede o no componer de varias reglas, pero no cayendo en confusiones, ya que por lo menos tiene que contar con una regla que cumpla con totalidad la premisa.

#### **4.5.1. Uso de premisas en un sistema experto**

En la siguiente figura se muestra el flujo en forma detallada de lo que ocurre dentro del sistema cuando se cumple una premisa.

Figura 6. Flujo de cumplimiento de una premisa



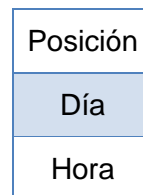
Fuente: elaboración propia.

#### 4.5.2. Desarrollo de las premisas

Ya definido esto debe notarse que las premisas deben poseer y compartir variables para poder desarrollarse. Las variables en esta ecuación serían: posición geográfica, día y hora. Otras variables, como el perfil actual, no se toman en cuenta, ya que siempre se verifica si el perfil concuerda y si lo hace o

no de todas formas es necesario revisar. Ya que las variables están definidas, simplemente se deben tomar los escenarios en los ámbitos más generales, siempre intentando compartir la mayor cantidad de variables entre cada una de ellas. Un aspecto muy importante a tomar en cuenta en las variables que comparten las premisas es que estas cuentan con jerarquía, es decir: una variable puede tener una importancia mayor en la toma de decisión que otra.

Figura 7. **Jerarquía de premisas**



Fuente: elaboración propia.

El perfil puede bien concordar con el de un día o una hora, pero si la posición geográfica no concuerda en alguna de las premisas es imposible asumir que el usuario requiera de ese perfil en un entorno diferente a donde lo presentó, aunque el perfil actual sea el mismo. De la misma forma entre el día y la hora, ya que el día define por completo la matriz.

Ahora se definen las premisas, sabiendo que estas solo se aplican cuando la posición concuerda, si hay un perfil guardado, pero el perfil no es el que debería estar guardado. También se debe tomar en cuenta que no se expondrán las reglas, estas se indican más adelante. Las premisas son:

- 2 o 3 posiciones coinciden con la posición actual en la hora actual, pero el perfil entre opciones no coincide.
- Una de las posiciones por lo menos es igual y está a la misma hora.

- Una posición está parcialmente cerca de la posición donde se encuentra un perfil.
- Ninguna posición concuerda en la hora y día que se desean analizar.

#### **4.6. Aplicación del sistema experto**

La matriz cuenta con un total de 72 x 4 casillas, cantidad de posiciones total que hace estimar que la información por geolocalización que no se tome en cuenta se hace despreciable. Esta matriz se construye con base en vectores y, al permitir un lenguaje orientado a objetos, permite poder almacenar nodos en cada una de sus casillas. Estos mismos nodos cuentan con atributos como la posición geográfica y el perfil. El primero se maneja con base en latitud y longitud, que el GPS del teléfono brinda basándose en números flotantes con una cantidad igual o mayor a 8 decimales, por lo que reducir la incertidumbre de este número se hace una tarea muy importante al momento de determinar si se encuentra dentro o fuera del rango de una ubicación donde estaba el día de ayer. En el segundo campo el perfil es un poco más complicado, este se basa en una cadena de texto que se compone de una estructura de números separados por comas, cada uno de estos valores representa un valor a una configuración unitaria en el teléfono, como lo puede ser el brillo, el sonido, el estado (vibración), entre otros.

Estos valores son los que se guardarán como perfiles o se consultarán en caso de que el sistema decida que sea necesario enviar la ubicación y, de esta manera, poder trabajarlo. Las x en el perfil pueden significar números de un estado de una configuración. Estos números pueden ser los mismos o pueden estar totalmente separados de dominio.

Otro dato importante a tomar en cuenta es que los objetos guardados de esta manera permiten la posibilidad de serializar el objeto y guardar el objeto de una manera segura. No se guarda información como el nombre del campo, para que sea solo reconocida por la persona que está utilizando el servicio, en este caso el cliente. Ya explicadas las ventajas y el funcionamiento de los nodos de la matriz, se entra en un ámbito más complejo, que es el funcionamiento: este se puede expresar con base en las 4 premisas que pueden parecer insuficientes, pero estas mismas cuentan con tantas reglas dentro que logran cumplir con los lineamientos de un sistema basado en reglas, dejando la posibilidad de aumentar la capacidad.

#### **4.6.1. Primera premisa**

2 o 3 posiciones coinciden, pero el perfil entre ellas no coincide. Esta es la primera premisa, refleja el caso en el que en una matriz (que representa solo un día y cuenta con 72 filas que representan las horas) un evento de un perfil no concuerda con la posición del nodo que se verifica, pero sí con la posición de los nodos vecinos. En ese caso se representan los días adyacentes de la siguiente forma: asumiendo que se está en el lunes primero del mes, con la posición geográfica (x,x) y en el horario de 08:00 am.

Tabla VI. **Ejemplo de matriz de un día**

	Lunes primero	Lunes segundo	Lunes tercero	Lunes cuarto
08:00	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <div style="background-color: #4a86e8; color: white; padding: 2px;">Nodo actual</div> <div style="padding: 2px;">posición:(y,y)</div> <div style="padding: 2px;">perfil1</div> </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <div style="background-color: #4a86e8; color: white; padding: 2px;">Nodo</div> <div style="padding: 2px;">posición:(x,x)</div> <div style="padding: 2px;">perfil2</div> </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <div style="background-color: #4a86e8; color: white; padding: 2px;">Nodo</div> <div style="padding: 2px;">posición:(x,x)</div> <div style="padding: 2px;">perfil3</div> </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <div style="background-color: #4a86e8; color: white; padding: 2px;">Nodo</div> <div style="padding: 2px;">posición:(x,x)</div> <div style="padding: 2px;">perfil4</div> </div>
08:20		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <div style="background-color: #4a86e8; color: white; padding: 2px;">Nodo</div> <div style="padding: 2px;">posición:(x,x)</div> <div style="padding: 2px;">perfil2</div> </div>		
08:40				

Fuente: elaboración propia.

El nodo actual no cumple con la posición, por lo tanto devolver el perfil queda fuera de toda posibilidad, pero viendo los demás lunes del mes, sí se cumple la posición donde se encuentra la persona ubicada, pero cambia el perfil. En este caso lo importante es tomar en cuenta cuál de los perfiles que se tienen como opciones es el más óptimo con base en reglas. La primera sería la de asumir que ninguno está vacío y verificar cuál de los perfiles se utiliza más tiempo durante el día, además de si está directamente cerca de las casillas de la matriz del perfil que se están buscando, es decir el nodo actual. Entonces, si el perfil 2 se utiliza más que el perfil 3 y más que el perfil 4 y está cerca del día que se está buscando por eliminación, esta es la opción más fiable. Este nodo entonces es reemplazado por el nodo que sí cumple con la posición y con el perfil adecuado, pero no se reemplaza ninguno de sus hermanos de horas más abajo.



#### **4.6.2. Segunda premisa**

Una posición por lo menos es igual en la misma hora. En esta segunda premisa la decisión se hace más clara ya sabiendo qué variable tiene más prioridad que otra. Así se puede intuir que si solo un perfil coincide con el horario y la posición en la que se encuentra actualmente el teléfono, entonces es considerada la única solución devolver el perfil de este nodo, siempre y cuando pertenezca a las variables descritas anteriormente.

#### **4.6.3. Tercera premisa**

Ninguna de las posiciones concuerda en el mismo horario y misma posición del mismo día, por lo que se toma un valor de incertidumbre asumiendo un grado de error en la latitud y longitud, y se toma una posición si es que esta se encuentra en un rango cercano a la posición actual. Este grado de incertidumbre no se define todavía por el hecho de que aún no se ha definido y puede cambiar dependiendo de su uso cuando está en fase de pruebas.

#### **4.6.4. Cuarta premisa**

Ninguna de las posiciones concuerda en el mismo horario y misma posición del mismo día. Esta posición puede tener un poco de contradicción, pero según la guía de sistemas expertos referenciada en la bibliografía siempre debe crearse una premisa en la que ninguna de las variables de relación cumple, esto con el fin de ver cómo se desarrolla el sistema en ambientes no cooperativos. Para el caso del sistema documentando se tomó la decisión de no mandar ninguna notificación cuando se cumpla esta premisa, ya que al realizar

pruebas se llegó a la conclusión de que podían llegar a ser molestas cada vez que el usuario tiene un día libre o su rutina cambia de manera muy brusca.

#### **4.7. Justificación de las herramientas**

Se puede considerar que la aplicación, por el hecho de tener bien definidas sus premisas, cumple un mayor control de sus resultados como sistema experto. Si bien el sistema parece más simple con una matriz que con un árbol de decisión, este sí pertenece a un sistema experto que soluciona un problema y toma decisiones estadísticas, basándose en reglas cuyo fin es el funcionamiento de todo sistema de inteligencia artificial. El uso de la matriz en un horario es por mucho la mejor de las opciones disponibles en cuanto a estructuras. El código es fácilmente escalable para poder desarrollar un negocio emprendedor basándose simplemente en la ruta en que se mueven mayormente los usuarios de la aplicación, ya sea para negocios o estudios. Esto significa que el sistema puede brindar información para ámbitos como minería de datos.

## 5. ARQUITECTURA

Este capítulo se enfoca en la explicación de la arquitectura física y de software utilizada en el desarrollo de la aplicación presentada en este trabajo.

### 5.1. Evaluación de *framework* de desarrollo

En esta sección se evalúan diferentes *frameworks* de desarrollo de aplicaciones móviles, con el objetivo de escoger el más óptimo para la aplicación desarrollada.

#### 5.1.1. Ionic

Ionic es un *framework* que permite crear aplicaciones multiplataforma utilizando HTML5, CSS y componentes Javascript muy ligados de AngularJS. Este *framework* trabaja bajo el modelo vista controlador o MVC. Una de las características más destacadas es la inclusión de una potente interfaz de línea de comando.

Tabla VII. Principales características de Ionic

Alto rendimiento	Ionic: está construido para ser rápido gracias a la mínima manipulación del DOM, con cero jQuery y con aceleraciones de transiciones por hardware.
Ionic utiliza AngularJS	Con el fin de crear un marco más adecuado para desarrollar aplicaciones ricas y robustas.

Continuación de la tabla VII.

Centro nativo	Ionic se inspira en las SDK de desarrollo móviles nativos más populares, por lo que es fácil de entender. Lo interesante es que se desarrollan una vez y se compilan para varios usuarios.
Bonito diseño	Limpio, sencillo y funcional. Ionic ha sido diseñado para poder trabajar con todos los dispositivos móviles actuales.

Fuente: elaboración propia.

### 5.1.2. Móvil Angular UI

Es un *framework* móvil y desarrollador web, combina HTML5 con AngularJS & Bootstrap, muy parecido al anterior, ya que también es un sistema híbrido que permite el desarrollo que aparenta ser nativo y cuenta con las mismas cualidades, a excepción que no cuenta con un control del árbol DOM como en el caso anterior.

### 5.1.3. Intel XDK

Es una herramienta para desarrollar *apps* multiplataforma utilizando HTML5. Con XDK, los desarrolladores pueden programarse usando tecnologías estándar como HTML5 y desde una misma base de código generar *apps* para distintas plataformas. Con XDK es posible construir *apps* para las siguientes plataformas:

- Aplicaciones móviles: iOS Android (Native, Cordova, Crosswalk), Windows 8 Store, Windows Phone 8, Tizen, y Nook.

- Aplicaciones web: Web, Chrome App, Facebook App.

El XDK cuenta con un ambiente de desarrollo que permite emular *apps* en dispositivos virtuales para darse cuenta de cómo se verá un *app* en distintos dispositivos (iPhone, Microsoft Surface, Google Nexus, entre otros). XDK también ofrece la capacidad de que los desarrolladores puedan almacenar su código en la nube de manera gratuita.

## **5.2. Arquitectura de servicio web**

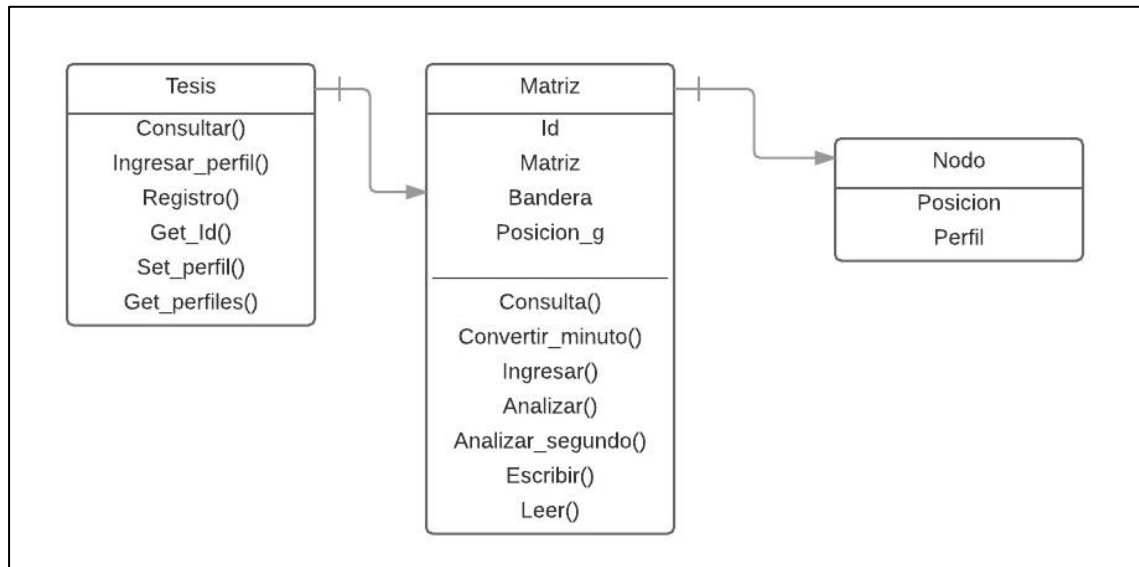
En las siguientes secciones se describen diferentes vistas de la arquitectura del software desarrollado, tanto en la parte del servidor como en la aplicación móvil.

### **5.2.1. Vista lógica**

Este inciso se enfoca en el desarrollo y explicación de los métodos de cada una de las clases y descripción de los atributos. Las clases a abordar son las siguientes:

- Tesis
- Matriz

Figura 8. Diagrama de clases WS



Fuente: elaboración propia.

### 5.2.1.1. Clase Tesis

Esta clase permite presentar los servicios que el cliente utilizará. Esta será la interfaz entre el cliente y el servidor, ya que proveerá solo la información que el cliente va a utilizar. Esto se denomina eficacia.

Tabla VIII. Métodos de la clase Tesis

Métodos	Descripción
Consultar	Método que realiza una consulta con base en parámetros enviados sobre la matriz que administra los perfiles.
Ingresar_perfil	Permite el registro de un perfil creado dentro de la matriz objetivo para ser consultado próximamente.
Registro	Permite al usuario agregarse dentro del ámbito que maneja la aplicación.

Continuación de la tabla VIII.

Get_id	Permite al usuario obtener su <i>id</i> respecto a su cuenta de registro.
Set_perfil	Permite el ingreso de un perfil seleccionado dentro de una posición de la matriz.
Get_perfiles	Permite la búsqueda y presentación de todos los perfiles que el usuario ha registrado dentro de la aplicación.

Fuente: elaboración propia.

### 5.2.1.2. Clase Matriz

En la clase Matriz se manejan todos los datos que se recopilan sobre el usuario para poder procesarlos y presentarlos como información útil posteriormente dentro de la aplicación.

Tabla IX. **Métodos de la clase Matriz**

Métodos	Descripción
Consulta	Primer paso para analizar las premisas definidas en el sistema experto.
Ingresar	Registra un perfil en la posición correcta dentro de la matriz.
Analizar	Primer paso para análisis de la primera premisa definida en el capítulo de inteligencia artificial.
Analizar segundo	Segundo paso para análisis sobre el método a analizar.
Escribir / Leer	Permite la modificación y consulta de los documentos serializados que almacenan las estructuras de control de perfiles.

Fuente: elaboración propia.

### 5.2.2. Vista de procesos

La vista de procesos nos presenta los procesos más relevantes en el desarrollo de la aplicación:

- El proceso terminal
- Gestión de solicitud para tarea principal
- Gestión de búsqueda estructurada
- Gestión de análisis de matriz de control lógico

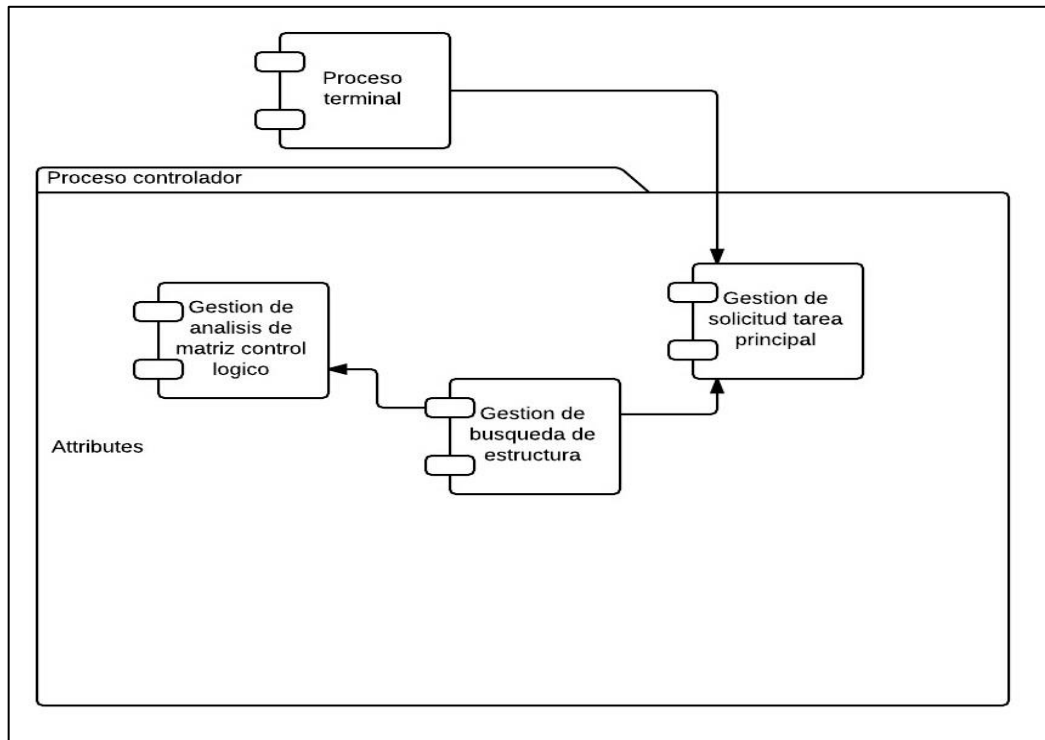
Tabla X. Descripción de procesos

Proceso	Definición
<b>Proceso terminal</b>	El primero se encarga del manejo de los procesos, en los que se almacena en memoria los recursos necesarios para hacer una solicitud al sistema de solicitud de tarea principal.
<b>Gestión de solicitud para la tarea principal</b>	El proceso de gestión de solicitud administra la solicitud para que el servicio procese una solicitud de búsqueda de un documento adecuado, el cual es el objetivo a ser analizado.
<b>Gestión de búsqueda estructurada</b>	Este proceso administra los recursos necesarios, los cuales son archivos serializados que contienen la matriz objetivo en la que se realizará la búsqueda. Este proceso es de gran importancia, debido al manejo constante de lectura y escritura de archivos puede consumir un gran número de recursos.
<b>Gestión de análisis de matriz de control lógico</b>	Este proceso es el que administra la gestión de recursos para el rápido procesamiento en busca de una opción después de recorrer la matriz y satisfacer las reglas lógicas en el sistema experto.

Fuente: elaboración propia.



Figura 9. Diagrama de procesos



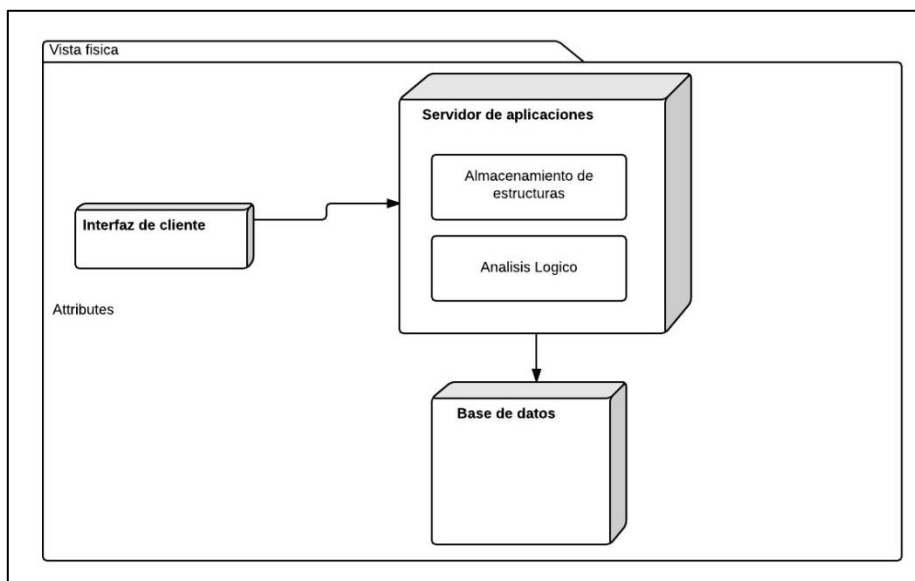
Fuente: elaboración propia.

### 5.2.3. Vista física

Este inciso se enfoca en presentar los diferentes componentes lógicos en sus ámbitos físicos. Los componentes físicos que conforman la construcción del servicio web son los siguientes:

- Interfaz del cliente
- Servidor de aplicaciones
- Base de datos

Figura 10. Diagrama de vista física



Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. Descripción de elementos de vista física

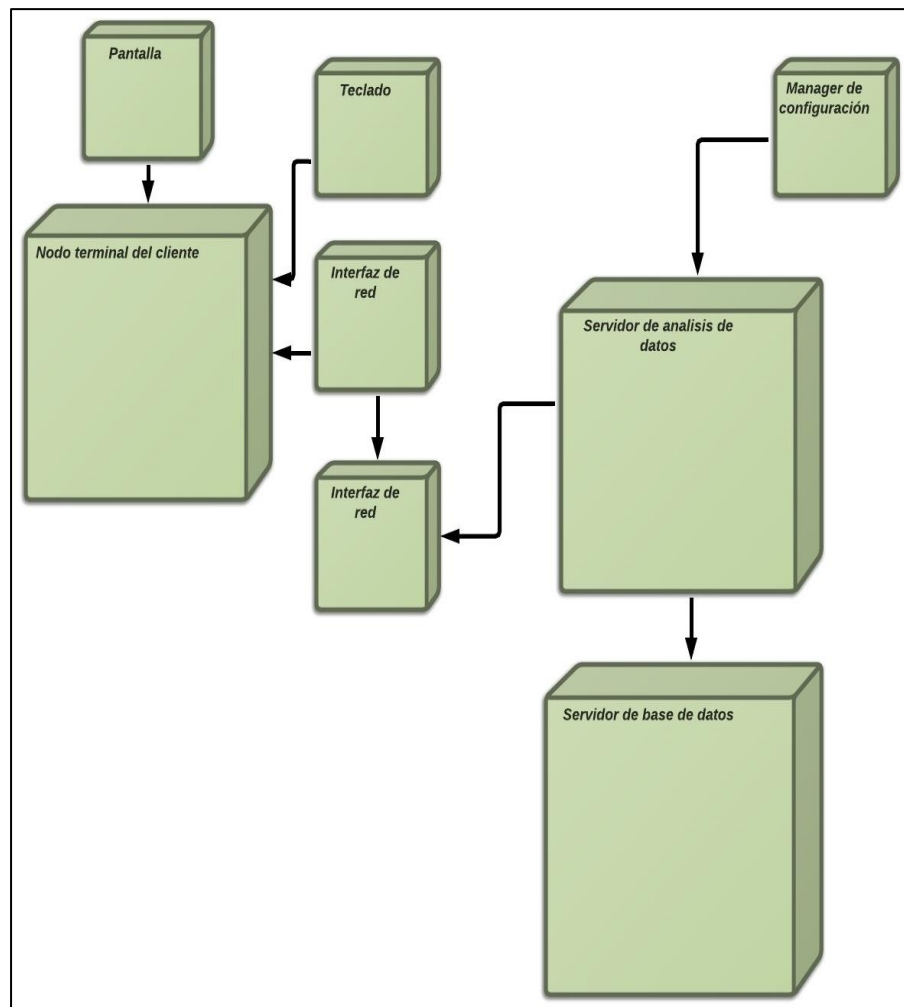
Elemento	Descripción
Interfaz de cliente/usuario	Este elemento describe la interfaz de cliente, es decir la aplicación dentro del dispositivo. Esta es la encargada de la comunicación asíncrona entre el cliente y el servidor. Esta se encarga de la importante labor de obtener la información que el servidor necesita para evaluar las reglas ya definidas.
Servidor de aplicaciones	Este segmento describe la parte del servidor que administra las solicitudes del cliente, como puede ser las consultas de perfiles, el ingreso de perfiles, el registro de usuarios, entre otros. Esta parte también se encarga del almacenamiento de las estructuras serializadas.
Base de datos	Este último elemento permite el almacenamiento de la información de registro del usuario.

Fuente: elaboración propia.

#### 5.2.4. Vista de despliegue

La vista de despliegue representa a todos los elementos que conforman la solución una vez que estos se encuentran en un ambiente real ya listos para ser consumidos por el usuario. A continuación se presenta el diagrama de despliegue del software descrito en este trabajo.

Figura 11. Diagrama de despliegue



Fuente: elaboración propia.

### 5.2.5. Casos de uso

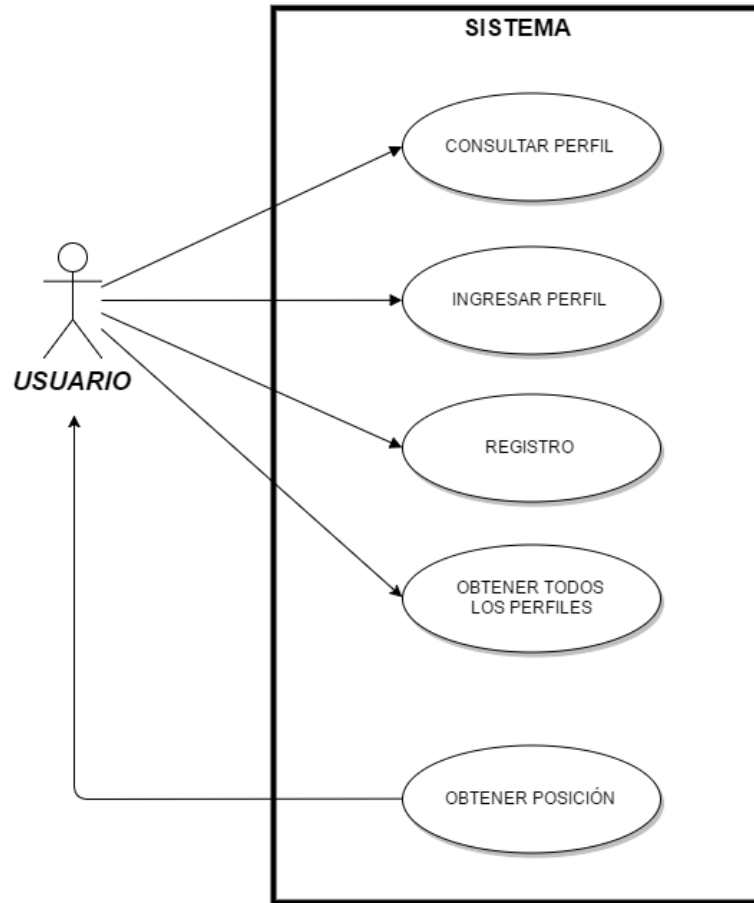
En esta sección se describen los casos de uso que se implementaron en el servicio web que utiliza la aplicación desarrollada.

Tabla XII. **Definición de casos de uso**

Caso de uso	Actor
Consultar perfil	Usuario
Ingresar perfil	Usuario
Registro	Usuario
Obtener todos los perfiles	Usuario
Get posición	Usuario

Fuente: elaboración propia.

Figura 12. Diagrama general de casos de uso



Fuente: elaboración propia.

### 5.2.5.1. Consultar perfil

Este caso de uso corresponde al proceso que debe seguir la aplicación cada cierto rango de tiempo, para obtener un perfil adecuado con base en las variables de consulta como la hora y la posición.

#### **5.2.5.2. Ingresar perfil**

Este caso de uso corresponde al proceso de registrar un perfil en el horario actual sobre la posición actual dentro de la matriz.

#### **5.2.5.3. Registro**

Este caso de uso corresponde al proceso de ingreso al ámbito de control de perfiles para un nuevo usuario.

#### **5.2.5.4. Obtener todos los perfiles**

Este caso de uso corresponde al proceso de solicitud de todos los perfiles creados a través de la aplicación.

#### **5.2.5.5. Obtener posición**

Este caso de uso corresponde al proceso de solicitud de la posición del usuario actualmente, para poder tomar decisiones lógicas sobre su registro.

### **5.3. Arquitectura de aplicación móvil**

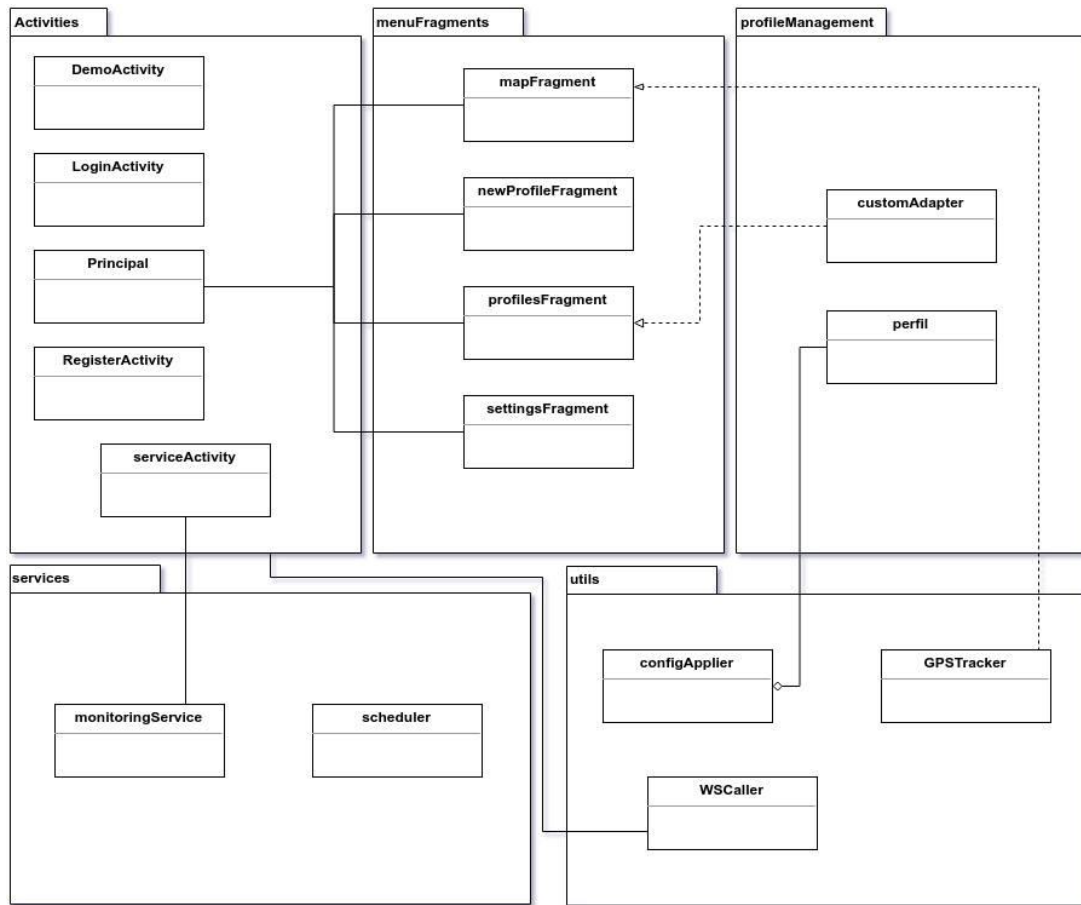
En esta sección se describe la arquitectura de software que se utilizó para el desarrollo de la aplicación móvil descrita en este trabajo.

#### **5.3.1. Descripción del software**

A continuación se describe la distribución en diferentes paquetes de las clases utilizadas en el desarrollo de la aplicación móvil. Se dividió el código

fuente en los paquetes que se muestran a continuación, para darle una mayor facilidad de entendimiento y facilitar su mantenimiento.

Figura 13. **Distribución en paquetes *App***



Fuente: elaboración propia.

### 5.3.1.1. **Paquete *activities***

Las clases contenidas en este paquete heredan de la clase *Activity* provista por el *core* de Android, representan diferentes pantallas dentro de la aplicación y contienen todos los métodos para responder a acciones que realice

el usuario sobre ellas. Estas clases también manejan las transiciones de una pantalla a otra validando permisos de autenticación.

#### **5.3.1.2. Paquete menú *Fragments***

Estas clases permiten reemplazar partes de la interfaz gráfica en una pantalla ya existente. Al usar un fragmento se puede agregar funcionalidad a una *Activity* ya existente, simplemente agregando un nuevo fragmento en tiempo de ejecución. Los fragmentos contenidos en este paquete se insertan en la clase Principal para cambiar su funcionalidad y aspecto visual en tiempo de ejecución al momento en que el usuario selecciona una determinada opción.

#### **5.3.1.3. Paquete *profile Management***

Las clases de este paquete sirven para automatizar la manera en que se manejan los diferentes perfiles que crea el usuario dentro de la aplicación. De esta manera se facilita el desarrollo y se mantiene el código más entendible.

#### **5.3.1.4. Paquete *services***

Dado que la aplicación necesita de tareas que se realicen periódicamente en segundo plano se crearon las clases contenidas en el paquete *services*. Estas clases se ejecutan en segundo plano y realizan tareas como programación de alarmas o comunicación con el servidor.



### **5.3.1.5. Paquete *utils***

Este paquete agrupa todas las clases con funcionalidades extras para tareas de cualquier naturaleza, por ejemplo la clase para comunicarse con el servidor web o la clase para obtener datos del GPS del dispositivo.



## CONCLUSIONES

1. Es posible construir una aplicación que prediga el comportamiento de sus usuarios mediante GPS y algoritmos de inteligencia artificial.
2. La aplicación debe integrarse con redes sociales para que los usuarios estén dispuestos a usarla y no la desechen después de un tiempo.
3. La aplicación debe tener una interfaz gráfica atractiva para poder competir con otras herramientas del mercado.
4. En los sistemas de inteligencia artificial, cuando es necesario aprender rutinas, la mejor de las opciones es un sistema experto.
5. Un sistema experto basado en reglas es quizá la opción más sencilla entre las ramas del mismo, pero es la que más se acopla a las necesidades de desarrollo de la aplicación en este documento.
6. Si se quiere desarrollar un sistema experto que sea profesional siempre es necesario redactar las premisas del pensamiento de las reglas en forma de reglas de inferencia o reglas de producción.



## RECOMENDACIONES

1. Para la aplicación descrita en este documento, con un alcance tan orientado a profesionales, se recomienda que pueda ser publicado el APK en foros de las escuelas de la Facultad Ingeniería para que pueda ser usado por los estudiantes y catedráticos por igual, ya que se aplica a ambos grados.
2. Si en algún momento se desea realizar, por medio de otro estudiante o grupos de estudiantes visionarios, algún tipo de escalonamiento, se recomienda un sistema que pueda realizar una toma de decisiones con base en el conocimiento colectivo para el recordatorio del horario de clases y sus respectivos salones, basándose principalmente en los cursos que la mayoría estudia en el pensum.
3. A cualquier institución que desee optar por escalar este sistema, que se aplique un sistema basado en inteligencia de negocios respaldado en la información de un conocimiento individual o colectivo.



## BIBLIOGRAFÍA

1. ALLISON, Michael. *A history of Windows Phone-MSPoweruser*. [en línea]. <<http://mspoweruser.com/a-history-of-windows-phone-the-road-to-threshold/>>. [Consulta: 21 de marzo de 2016].
2. BASTERRETICHE, Juan. *Generaciones del celular en dispositivos móviles*. Universidad Nacional del Nordeste, Facultad de Ciencias Exactas, Naturales y Agrimensura. 2007. 506 p.
3. BELTRÁN, Gerson. *Seguridad y geolocalización*. [en línea]. <<http://gersonbeltran.com/2012/08/06/seguridad-y-geolocalizacion/>>. [Consulta: 3 de agosto de 2016].
4. CARLY. *Before GPS and geocaching existed: three navigation systems*. The Geocaching Blog. [en línea]. <<https://www.geocaching.com/blog/2014/11/before-gps-and-geocaching-existed-three-navigation-systems/>>. [Consulta: 24 de abril de 2016].
5. Central Android. *Android pre-history*. [en línea]. <<http://www.androidcentral.com/android-pre-history>>. [Consulta: 21 de marzo de 2016].
6. CERVANTES, Humberto. *Documentación de arquitectura*. [en línea]<<http://sg.com.mx/revista/30/documentacion-arquitectura#.V6FqAmgrJle>>. [Consulta: 3 de agosto de 2016].

7. DAS, Kumar. *GPS, GIS and their uses*. General Technical Information. [en línea]. <<https://shivkumardas.wordpress.com/agri-tech/an-introduction-to-gps-gis-and-its-uses-in-agriculture/>>. [Consulta: 13 de mayo de 2016].
8. EESA. *GPS Architecture-Navipedia*. [en línea]. <[http://www.navipedia.net/index.php/GPS\\_Architecture](http://www.navipedia.net/index.php/GPS_Architecture)> [Consulta: 24 de abril de 2016].
9. GARCÍA, Gaby. *Dispositivos móviles: historia de los dispositivos móviles*. [en línea]. <<http://dispmovs.blogspot.com/2012/03/historia-de-los-dispositivos-moviles.html>>. [Consulta: 14 de marzo de 2016].
10. GEOG482. *Trilateración*. [en línea]. <[https://www.e-education.psu.edu/geog482spring2/c5\\_p12.html](https://www.e-education.psu.edu/geog482spring2/c5_p12.html)> [Consulta: 25 de marzo de 2016].
11. GORSKY. *La base del marketing (I): la pirámide de Maslow*. 2009. [en línea]. <<http://mrgorsky.wordpress.com/2009/0804/la-base-del-markenting-i-la-piramide-de-maslow/>> [Consulta: 3 de agosto de 2016].
12. LANGLEY, Richard. *Dilution of precision*. New Brunswick: University of New Brunswick. 1999. 202 p.
13. LINE. *Historia y evolución de la inteligencia artificial*. [en línea]. <<https://line.do/es/historia-y-evolucion-de-inteligencia6gx/vertical>> [Consulta: 3 de agosto de 2016].



14. LOSADA, Ignacio. *5 tecnologías de posicionamiento antes del GPS*. Omicrono, [en línea]. <<http://www.omicrono.com/2015/03/5-tecnologias-de-posicionamiento-antes-del-gps/>>. [Consulta: 24 de abril de 2016].
15. MARTÍNEZ, Elena. *Pirámide de Maslow*. [en línea]. <<http://depsicologia.com/piramide-de-maslow/>>. [Consulta: 3 de agosto de 2016].
16. MELERO, Berni. *El objetivo último de la gamificación en aplicaciones móviles es fidelizar al usuario*. Blog de Desarrollo de Apps, Webs y Juegos móviles. [en línea]. <<https://www.yeeply.com/blog/bernimelero-el-objetivo-ultimo-de-la-gamificacionenaplicacionesmoviles-es-fidelizar-al-usuario/>> [Consulta: 21 de marzo de 2016].
17. MERELO, Julián. *Informática evolutiva: algoritmos genéticos*. [en línea]. <<http://geneura.ugr.es/~jmerelo/ie/ags.htm>> [Consulta: 3 de agosto de 2016].
18. NASA. *Global Positioning System history*. [en línea]. <[http://www.nasa.gov/directorates/heo/scan/communications/policy/GPS\\_History.html](http://www.nasa.gov/directorates/heo/scan/communications/policy/GPS_History.html)> [Consulta: 25 de marzo de 2016].
19. NovAtel. Glossary of Terms. *Knowledge and Learning*. NovAtel. [en línea]. <<http://www.novatel.com/support/knowledgeandlearning/published-papers-and-documents/glossary-of-terms/>> [Consulta: 21 de abril de 2016].

20. NULL, Christopher. *The end of Symbian: Nokia ships last handset with the mobile OS.* *PC World.* [en línea]. <<http://www.pcworld.com/article/2042071/the-end-of-symbian-nokia-ships-last-handset-with-the-mobile-os.html>> [Consulta: 18 de marzo de 2016].
21. STAFF, Verge. *iOS: A visual history.* [en línea]. <<http://www.theverge.com/2011/12/13/2612736/ios-history-iphone-ipad>> [Consulta: 21 de marzo de 2016].
22. *Sistemas expertos.* La Habana: Amazon Kindle, 2015.
23. TILLEY, Chris. *The history of Microsoft Windows CE-Index & Humble Beginnings-HPC Factor.* [en línea]. <<http://www.hpcfactor.com/support/windowsce/>> [Consulta: 18 de marzo de 2016].
24. Trimble. *Trimble-GPS Tutorial.* [en línea]. <[http://www.trimble.com/gps\\_tutorial/](http://www.trimble.com/gps_tutorial/)> [Consulta: 25 de marzo de 2016].
25. ZAHRADNIK, Fred. *Bearing.* [en línea]. <<http://gps.about.com/od/glossary/g/bearing.htm>> [Consulta: 21 de abril de 2016].

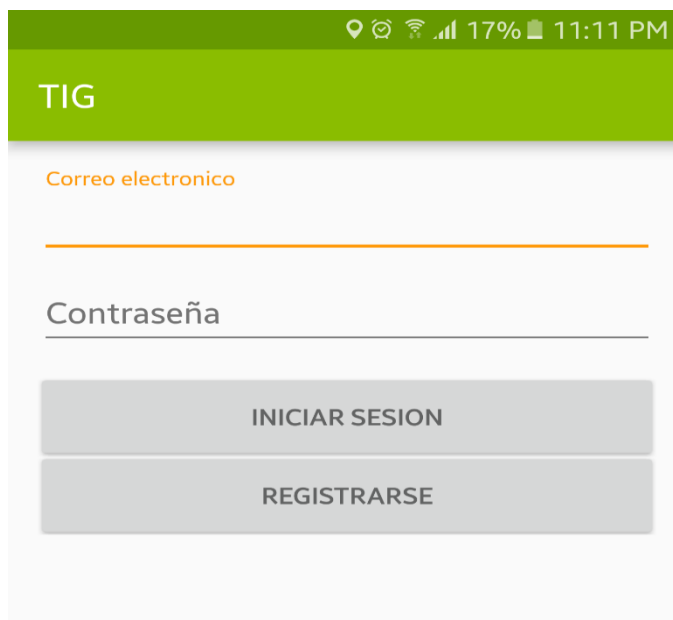
## APÉNDICES

### Apéndice 1. **Manual de usuario**

Para instalar la aplicación TIG en un dispositivo Android se puede descargar el instalador APK del siguiente enlace:

<https://drive.google.com/drive/folders/0BwVZU2nibstsZVI5R1J2T2dqb0E?usp=sharing>

Una vez instalada la aplicación en el dispositivo basta con tocar el ícono para ejecutarla. Al ejecutarla por primera vez se verá la pantalla de *login* donde se solicita un correo y una contraseña. En esta pantalla también se presenta la opción de registrar nuevos usuarios.



Continuación del apéndice 1.

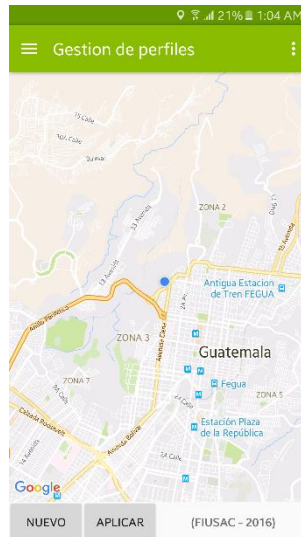
Para registrar nuevos usuarios se utiliza otra pantalla en la que se solicitan todos los datos necesarios de los nuevos usuarios. Al formulario de registro se puede acceder desde la pantalla de *login* y una vez terminado el proceso de registro se retorna a esta pantalla para ingresar las credenciales recién creadas.



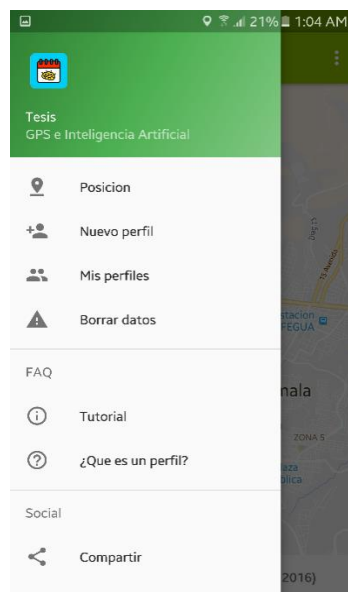
The image shows a mobile application registration screen. At the top, there is a green header with the word "Registro" in white. Below the header, the screen contains four input fields: "Correo electronico" (with an orange underline), "Nombre y apellido", "Contraseña", and "Confirmar contraseña". At the bottom, there are two grey buttons labeled "ACEPTAR" and "CANCELAR". The status bar at the top of the phone shows the time as 11:11 PM and a battery level of 17%.

Cuando un usuario ingresa en la aplicación usando credenciales válidas será llevado a la pantalla principal de la aplicación. En esta pantalla se le muestra al usuario su posición actual y las opciones para aplicar y crear perfiles.

Continuación del apéndice 1.

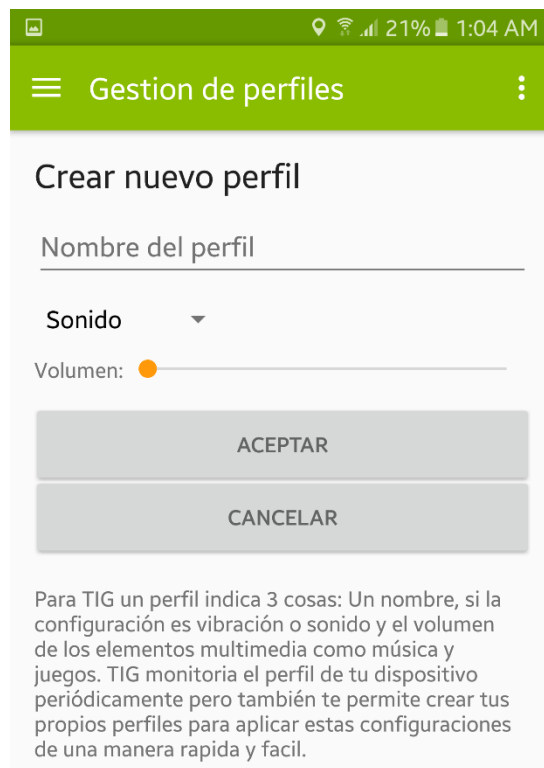


Desde el lado izquierdo de la pantalla el usuario puede deslizar para sacar a la vista el menú completo de la aplicación. En este menú se muestran las opciones de ir a la pantalla principal, crear nuevo perfil, ver una lista de los perfiles ya creados y compartir en redes sociales.



Continuación del apéndice 1.

Para crear un nuevo perfil se solicita el nombre que se le quiere dar, el tipo de perfil (sonido o vibración) y los niveles de brillo y volumen de multimedia que serán asociados al mismo. El formulario con estas opciones se muestra al seleccionar la opción de crear perfil en el menú principal.



The screenshot shows a mobile application interface with a green header bar containing a hamburger menu icon, the text 'Gestion de perfiles', and a vertical ellipsis icon. Below the header, the title 'Crear nuevo perfil' is displayed. The form includes a text input field for 'Nombre del perfil', a dropdown menu for 'Sonido', and a volume slider for 'Volumen:'. At the bottom of the form are two buttons: 'ACEPTAR' and 'CANCELAR'. Below the form, there is a paragraph of explanatory text: 'Para TIG un perfil indica 3 cosas: Un nombre, si la configuración es vibración o sonido y el volumen de los elementos multimedia como música y juegos. TIG monitoria el perfil de tu dispositivo periódicamente pero también te permite crear tus propios perfiles para aplicar estas configuraciones de una manera rapida y facil.'

Los perfiles que el usuario decida crear dentro de la aplicación se guardan en el lado del servidor, por lo que pueden ser aplicados desde cualquier dispositivo en el que el usuario inicie sesión. Para ver una lista de los perfiles que el usuario ha creado se debe seleccionar la opción “mis perfiles” del menú principal de la aplicación. Al seleccionar esta opción en el menú se mostrará una nueva pantalla en la que se descargarán todos los perfiles del usuario autenticado y se mostrarán dentro de una lista desplazable para que el usuario

Continuación del apéndice 1.

pueda visualizarlos a todos. Para aplicar uno de los perfiles basta con tocarlo para que este quede aplicado en el dispositivo.



Fuente: elaboración propia.

