

REPOSITORIO ACADÉMICO DIGITAL INSTITUCIONAL

“Sistema de realidad aumentada para la comercialización de bienes inmuebles”

Autor: Arturo Huerta Diaz

**Tesis presentada para obtener el título de:
Maestro en Ciencias Computacionales**

**Nombre del asesor:
Luis Mateo Patricio Pineda**

Este documento está disponible para su consulta en el Repositorio Académico Digital Institucional de la Universidad Vasco de Quiroga, cuyo objetivo es integrar organizar, almacenar, preservar y difundir en formato digital la producción intelectual resultante de la actividad académica, científica e investigadora de los diferentes campus de la universidad, para beneficio de la comunidad universitaria.

Esta iniciativa está a cargo del Centro de Información y Documentación “Dr. Silvio Zavala” que lleva adelante las tareas de gestión y coordinación para la concreción de los objetivos planteados.

Esta Tesis se publica bajo licencia Creative Commons de tipo “Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada”, se permite su consulta siempre y cuando se mantenga el reconocimiento de sus autores, no se haga uso comercial de las obras derivadas.





UVAQ

M.R.

**UNIVERSIDAD
VASCO DE QUIROGA**

FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS
COMPUTACIONALES

“SISTEMA DE REALIDAD AUMENTADA PARA LA
COMERCIALIZACION DE BIENES INMUEBLES”

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MAESTRO EN CIENCIAS COMPUTACIONALES

PRESENTA

ARTURO HUERTA DIAZ

ASESOR

Luis Mateo Patricio Pineda

CLAVE: 16PSU0049F

ACUERDO: MAES091101

MORELIA, MICHOACÁN

AGOSTO-2015

Dedicatoria

A mis padres Jorgina y Arturo por su amor y por su apoyo en todo sentido para la consecución de mis grandes sueños.

A mis hermanas por ser fuente de respeto, cariño y apoyo en todo momento.

A todas aquellas personas que de una u otra manera colaboraron para hacer de este sueño realidad.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	V
ABSTRACT	VII
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	VIII
ANTECEDENTES	X
OBJETIVOS	XIX
ALCANCES Y LIMITACIONES	XX
JUSTIFICACIÓN	XXII
CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 2 MARCO TEORÍCO	3
2.1 TEORÍAS DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA CUALITATIVA	3
2.1.1 <i>Constructivismo</i>	4
2.1.2 <i>Etnografía</i>	6
2.2 GEOLOCALIZACIÓN.....	8
2.2.1 <i>Sistema de Información Geográfica</i>	11
2.3 REALIDAD AUMENTADA.....	13
2.4 COMPARACIÓN DE IMÁGENES.....	14
2.4.1 <i>Método de descripción y pareamiento</i>	15
2.5 RELACIÓN ENTRE TECNOLOGÍAS.....	16
2.6 BIENES RAÍCES	17
2.6.1 <i>Compraventa de bienes raíces</i>	17
2.6.2 <i>Permuta</i>	18
2.6.3 <i>Arrendamiento</i>	18
2.6.4 <i>Los corredores inmobiliarios</i>	18
2.6.5 <i>Los inquilinos</i>	19
2.7 ESTADO DEL ARTE	19
2.8 ORIGINALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	31
CAPÍTULO 3 REVISIÓN TÉCNICA	32
3.1 BASE DE DATOS.....	32
3.2 DESARROLLO DE LA APLICACIÓN MÓVIL	34
3.3 RECONOCIMIENTO DE IMÁGENES.....	36
3.3.1 <i>Descriptores de imágenes</i>	36
3.3.1.1 <i>Descriptor SIFT</i>	39
3.3.1.2 <i>Descriptor SURF</i>	40
3.3.1.3 <i>Descriptor BRIEF</i>	40
3.3.1.4 <i>Bibliotecas de descriptores</i>	41
3.4 DESARROLLO WEB	43
CAPÍTULO 4 METODOLOGÍA	47
4.1 INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN.....	49
4.1.1 <i>La investigación bibliográfica y electrónica</i>	49
4.1.2 <i>Observación</i>	50
4.1.3 <i>Entrevistas</i>	50

4.1.4 Aplicación móvil de bienes raíces con realidad aumentada (programa desarrollado para la investigación).....	51
4.1.5 Pruebas de campo con la aplicación desarrollada.....	51
CAPÍTULO 5 DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.....	53
5.3 Entrevistas del proceso actual de compra/renta de bienes raíces	59
5.4 Aplicación móvil de bienes raíces con realidad aumentada (programa desarrollado para la investigación).....	62
5.5 Pruebas	70
5.6 Entrevistas del proceso de compra/renta de bienes raíces utilizando la aplicación móvil.....	75
CAPÍTULO 6 GRADO DE APORTACIÓN	77
CAPÍTULO 7 RESULTADOS	78
CAPÍTULO 8 CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO	86
BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS ELECTRÓNICAS	89
ÍNDICE DE FIGURAS	92
ÍNDICE DE TABLAS	94
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	95
APÉNDICE 1 ENCUESTAS	98
APÉNDICE 2 CURRÍCULUM VITAE DEL AGENTE INMOBILIARIO.....	104

RESUMEN

Esta investigación por medio de la observación, encuestas y entrevistas se adentra en la problemática que se les presenta a las personas que quieren comprar o rentar un inmueble desde la manera en la que realizan una búsqueda hasta ir a conocer el inmueble, como por ejemplo: no ser atendidos por una persona capacitada, que no sepa informarle acerca de las características del inmueble, que el vendedor no esté disponible, entre otros casos.

Se propone como solución a la problemática de investigación el desarrollo e implementación de una aplicación para dispositivos móviles con sistema operativo Android que implemente Realidad Aumentada, mejorando las existentes al no contar con características similares; dicha aplicación guía al usuario en el proceso de buscar y conocer un inmueble de una manera fácil y rápida pudiendo realizar una búsqueda expedita por precio o colonia, ver la ubicación y la ruta a seguir hacia el inmueble, y ya en el lugar conocer las características del inmueble con realidad aumentada a través de la cámara y pantalla del dispositivo móvil y poder visualizar imágenes de muebles dentro de los espacios del inmueble.

Para este propósito, la aplicación se vale de varias tecnologías que convergen para generar la realidad aumentada y poder informar las características del inmueble; siendo una de las principales problemáticas encontradas durante el desarrollo de la aplicación el detectar en qué habitación del inmueble se encontraba el observador, en este sentido se solucionó dicha problemática haciendo una comparación entre imágenes previamente almacenadas contra otras tomadas en tiempo real por medio de la cámara hasta encontrar correspondencia entre ellas, en dicha comparativa de imágenes se utilizaron los descriptores digitales de imágenes SIF, SURF, BRIEF, ORB y BRISK, dando como resultado que el algoritmo que utiliza el descriptor BRIEF fue el que obtuvo los mejores resultados de rendimiento, encontrando correspondencia entre imágenes de una manera más rápida y eficiente.

Como parte de la investigación se realizaron pruebas de campo, con los resultados de estas pruebas se concluyó que la aplicación realmente sí les sirvió a las personas que buscan casas como una forma de solucionar su problemática, dándoles una herramienta que les sirve como guía desde la búsqueda inicial del inmueble hasta el momento de conocer el inmueble.

ABSTRACT

This investigation through observation, surveys and interviews explores the problems that are presented to people who want to buy or rent a property from the way you conduct a search to go to a properties, such as: not be serviced by a qualified person who cannot tell you about the characteristics of the property, the seller is not available, among other cases.

It is proposed as a solution to the problems of research development and implementation of an application for mobile devices with Android operating system that implements Augmented Reality, improving existing by not having similar characteristics; application that guides the user in the process of finding and find a property easily and quickly can make an expedited search by price or neighborhood, the location and the route to follow to the property, and already in place to know the characteristics of the property with augmented reality through the camera and mobile device screen to display images and furniture within the spaces of the building.

For this purpose, the application uses several technologies that converge to create augmented reality and to report the characteristics of the property; being one of the main problems encountered during the development of the application to detect what room of the property the observer was, in this sense this problem was solved by a comparison with other previously stored images taken in real time via the camera to find correspondence between them in such comparative digital image descriptors images SIF, SURF, BRIEF, ORB and BRISK were used, resulting in that the algorithm that uses the descriptor BRIEF was the one who had the best performance results found correspondence between images more quickly and efficiently.

As part of the investigation field trials were conducted and the results of these tests, it was concluded that the application actually did serve to people seeking homes as a way to solve their problems by giving them a tool that serves as a guide from the initial search of the property until about the property.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Para la presente investigación el problema de estudio es **“conocer y ayudar a solucionar la problemática existente en el proceso de compra o renta de un bien inmueble desde su búsqueda inicial hasta la visita al lugar, tanto desde la perspectiva del comprador o arrendatario así como del vendedor”**.

En el ámbito de los bienes raíces, cuando una persona está buscando un inmueble ya sea para comprar o rentar rastrea la mejor opción para sí mismo de acuerdo a sus necesidades y posibilidades utilizando diferentes medios para ello, al realizar dicho proceso de búsqueda se pueden presentar conflictos como:

- La empresa inmobiliaria no cuenta con personal disponible para atender un cliente.
- La inseguridad ha llevado a las empresas a no confiar en los clientes y en ciertos casos prefieren no llevarlos a ver los inmuebles, o van con temor.
- Las personas que muestran los inmuebles (a menudo veladores, encargados de la seguridad, no propiamente los vendedores), no saben todas las características del inmueble.
- Los clientes en especial que vienen de otros estados no saben con quién acudir para ver inmuebles.
- Los vendedores pueden llegar a olvidar los detalles que son importantes para poder realizar la venta.
- Los desarrolladores de inmuebles en ciertos casos prefieren no contratar vendedores.
- Las personas que buscan los inmuebles pero que no conocen la ciudad pueden experimentar mayor dificultad para encontrar el bien raíz que se adapte mejor a sus necesidades.

Preguntas de Investigación.

Además de los objetivos concretos de la investigación, se buscará abordar los siguientes cuestionamientos:

1. ¿Qué herramientas utilizan los clientes para realizar la búsqueda de inmuebles?
2. ¿Qué alternativas tienen los vendedores para mostrar un inmueble?
3. ¿Qué problemática se presenta cuando un cliente realiza el proceso de búsqueda del inmueble?
4. ¿Qué problemática se le presenta al vendedor cuando tiene que atender un cliente?
5. ¿Qué tecnologías se pueden emplear para generar una solución al problema?

ANTECEDENTES

Para el desarrollo de la investigación se tuvieron que abordar 3 áreas del conocimiento humano: los bienes raíces, el cómputo móvil y la realidad aumentada.

Por lo que a modo de preámbulo a continuación se describirán los antecedentes y la evolución que han venido teniendo las tres aéreas de interés que se presentan en la investigación.

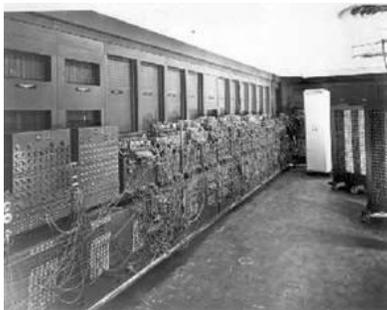
Computo Móvil

En el transcurso del tiempo se observa cómo han ido evolucionando las computadoras y los diversos medios de procesar y presentar información; al principio de la informática había computadoras de gran tamaño cuya principal ventaja era que procesaban grandes volúmenes de información de manera automatizada a gran velocidad, como la llamada ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Computer). Esta máquina fue desarrollada a gran escala, derivada de las ideas no patentadas de Atanasoff. Este aparato trabajaba con el sistema decimal y tenía todas las características de las computadoras de hoy en día. Las dimensiones de la ENIAC eran inmensas, ocupando un espacio de 30 X 50 pies, un peso de 30 toneladas, y un consumo de 160 kilovatios de potencia. Conducía electricidad a través de 18,000 tubos de vacío, generando un calor inmenso; contaba con un aire acondicionado especial para mantenerla fría. La primera vez que se encendió este sistema menguaron las luces de toda Filadelfia[29].

Después con los avances en la miniaturización electrónica, la creación de los circuitos integrados y el microprocesador de Intel fueron desarrolladas las computadoras de escritorio más pequeñas y con mayor capacidad de procesamiento como la IBM PC y la Apple II. Esta última contaba con la simulación de una hoja de cálculo llamada VisiCalc. Era una computadora de escritorio compacta tenía una arquitectura de 8 bits basada en el procesador 6502 con 4K de memoria y una velocidad de reloj de 1.0.

Debido a la necesidad de movilidad de las personas, y a que es poco práctico transportar las computadoras personales, se empezaron a desarrollar tecnologías de cómputo móviles como las computadoras portátiles, por ejemplo la Epson HX-20 (desarrollada en 1981), la Osborne 1, hasta llegar a la reciente MacBook Air que es la computadora más ligera y portátil de Apple. Esta última fue lanzada el 15 de enero del 2008 con una pantalla LED de 13 pulgadas con resolución de 1280x800 pixeles, Procesador: Intel Core 2 Duo (doble núcleo) a 1.6GHz, memoria RAM: 2GB, disco duro: 80GB, duración de la batería: 5 horas, sistema operativo: OS X 10.5.1 hasta OS X 10.7.5, dimensiones: .16 a .76 pulgadas de altura, 12.8 pulgadas de ancho y 8.9 pulgadas de profundidad, peso: 1.36 kilogramos[30].

Siguiendo con la miniaturización, en los últimos años la tendencia ha sido poder tener la misma capacidad de procesamiento de una computadora en un dispositivo móvil pequeño como lo son los teléfonos inteligentes.



ENIAC



Apple II



MacBook Air

Figura 1. Desarrollo de las computadoras en la historia

El teléfono inteligente es un dispositivo electrónico que funciona como un teléfono móvil con características similares a las de una computadora personal, construido sobre una plataforma de informática móvil, con la posibilidad de instalar aplicaciones para cualquier uso. El término “inteligente” hace referencia a la capacidad de usarse como una computadora de bolsillo[7].

El primer teléfono inteligente fue diseñado por IBM en 1992 y se llamó Simon. Se presentó como un producto concepto en ese año en la expo COMDEX. Fue liberado

al público en 1993 y comercializado por BellSouth. Aparte de ser un teléfono móvil, contenía calendario, libreta de direcciones, reloj mundial, calculadora, libreta de anotaciones, correo electrónico, enviaba y recibía FAX e incluía juegos. No tenía botones físicos para marcar, en su lugar usaba una pantalla táctil[7].



Figura 2. A la izquierda el primer teléfono inteligente "Simon" y a la derecha teléfono inteligente actual.

También se desarrollaron las llamadas Tablet que es un tipo de computadora portátil, de mayor tamaño que un teléfono inteligente, integrado en una pantalla táctil con la que se interactúa primariamente con los dedos, sin necesidad de ratón ni teclado físico, estos últimos se ven reemplazados por un teclado virtual[8].

Los primeros ejemplos del concepto tableta de información se originaron en el siglo XX, principalmente como prototipos e ideas conceptuales, de los cuales el más prominente fue el Dynabook de Alan Kay en 1972. Los primeros dispositivos electrónicos portátiles basados en este concepto aparecieron a finales del siglo XX[9].

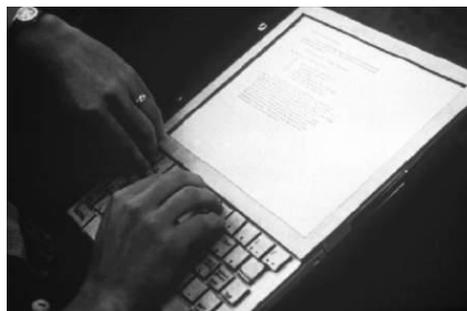


Figura 3. Dynabook

Durante la década del 2000 Microsoft lanzó el Microsoft Tablet PC que tuvo relativamente poco éxito aunque logró crear un nicho de mercado en hospitales y negocios móviles (por ej., fuerzas de venta). Finalmente en 2010 Apple Inc. presenta el iPad, basado en su exitoso iPhone[9].



Microsoft Tablet PC



iPad

Figura4. Microsoft Tablet PC, iPad

Con los teléfonos inteligentes y las tabletas se comenzaron a desarrollar aplicaciones móviles en las cuales los usuarios pudieran realizar tareas específicas y así aprovechar todo el potencial que estos dispositivos ofrecen. En donde aplicación móvil es un software escrito para dispositivos móviles que realiza una tarea específica como: un juego, un calendario, un reproductor de música, etc.

En los últimos años se han generado miles de aplicaciones que están presentes en muchos y varios ámbitos, como son: la arquitectura, el entretenimiento, la educación, el arte, la medicina o las comunidades virtuales.

Realidad Aumentada

Realidad Aumentada (Augmented Reality) (RA), es un campo de investigación computacional que trata de combinar en tiempo real el mundo real con datos generados por computadora, a diferencia de la Realidad Virtual que trata de meter al usuario en un mundo simulado. El campo de estudio principal trata sobre integrar imágenes virtuales sobre video digitalmente procesado, para “aumentar” la percepción que tenemos del mundo real[10].

Debemos entender que Realidad Virtual y Realidad Aumentada han ido prácticamente de la mano. En 1950 Morton Heilig escribió sobre un **“Cine de Experiencia”**, que pudiera acompañar a todos los sentidos de una manera efectiva integrando al espectador con la actividad en la pantalla. Construyó un prototipo llamado el Sensorama en 1962, junto con 5 filmes cortos que permitían aumentar la experiencia del espectador a través de sus sentidos(vista, olfato, tacto, y oído)[10].

En 1968, Ivan Sutherland, con la ayuda de su estudiante Bob Sproull, construyeron lo que sería ampliamente considerado el primer visor montado en la cabeza o Head Mounted Display (HMD) para Realidad Virtual y Realidad Aumentada. Era muy primitivo en términos de Interfaz de usuario y realismo, y el HMD usado por el usuario era tan grande y pesado que debía colgarse del techo, y los gráficos que hacían al ambiente virtual eran simples **“modelos de alambres”**. A finales de los 80 se popularizo el término Realidad Virtual por Jaron Lanier, cuya compañía fundada por él creó los primeros guantes y anteojos de Realidad Virtual[10].

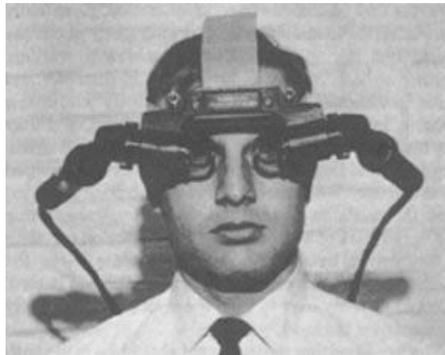


Figura 5. Primer visor montado en la cabeza

El termino Realidad Aumentada fue introducido por el investigador Tom Caudell en Boeing, en 1992. Caudell fue contratado para encontrar una alternativa a los tediosos tableros de configuración de cables que utilizan los trabajadores. Salió con la idea de anteojos especiales y tableros virtuales sobre tableros reales genéricos, es así que se le ocurrió que estaba **“aumentando”** la realidad del usuario. El término Realidad Aumentada fue dado al público en un paper en 1992[31].

En 1994 Steven Feiner, Blair MacIntyre y Doree Seligmann realizaron la primera utilización importante de un sistema de Realidad Aumentada en un prototipo llamado KARMA, presentado en la conferencia de la interfaz gráfica. Ampliamente citada en la publicación Communications of the ACM al siguiente año. En 1999 Hirokazu Kato desarrolla ARToolKit en el HitLab y se presenta en SIGGRAPH (siglas que se refieren al Grupo de Interés Especial en Graficación por Computadora el cual es parte de la Asociación en Maquinaria de Cómputo (ACM)) ese mismo año. Ya en el año 2000 Bruce H. Thomas desarrolla ARQuake, el primero juego al aire libre con dispositivos móviles de Realidad Aumentada, y se presenta en el International Symposium on Wearable Computers. En 2008 AR Wikitude Guía sale a la venta el 20 de octubre con el teléfono Android G1. En 2009 AR Toolkit es portado a Adobe Flash (FLARToolkit) por Saqoosha, fue él quien ha hecho posible que la Realidad Aumentada pueda portarse a Flash y manipularse con conocimientos de ActionScript, con lo que la realidad aumentada llega al navegador Web[31].

En 2009 se crea el logo oficial de la Realidad Aumentada con el fin de estandarizar la identificación de la tecnología aplicada en cualquier soporte o medio por parte del público general[31].



Figura 6. Logo oficial de la Realidad Aumentada

Bienes Raíces

El concepto de bienes raíces deriva del concepto de bien que es definido por el Diccionario de la Lengua Española de la Real Academia Española como “Patrimonio, cosa material o inmaterial en cuanto objetos de derecho”.

Por su naturaleza los bienes se pueden clasificar en muebles (los que se pueden mover) e inmuebles.

De acuerdo al mismo diccionario de la real academia española; bienes raíces es un concepto del Derecho sinónimo de “bienes inmuebles”, que a su vez son definidos como “Tierras, edificios, caminos, construcciones y minas, junto con los adornos o artefactos incorporados, así como los derechos a los cuales atribuye la ley esta consideración”.

Al respecto el Código Civil Federal Mexicano en su artículo 750 estipula que “Son bienes inmuebles:

- I. El suelo y las construcciones adheridas a él;...
- XII. Los derechos reales sobre inmuebles”[36].

Sobre los bienes inmuebles se puede realizar un breve resumen pormenorizado de su evolución histórica:

1. En los inicios de la época prehistórica los bienes inmuebles no son del interés del ser humano ya que se tenía un modo de vida nómada. Sin embargo con el surgimiento de las sociedades agrícolas cobran importancia los bienes inmuebles, principalmente las tierras de cultivo aunque el concepto de propiedad individual no se había desarrollado con un carácter jurídico y prevalecía más bien un tipo de propiedad pública o colectiva sobre los bienes raíces.
2. En la Edad Antigua con el desarrollo del derecho romano surge el concepto de propiedad individual y se estipulan las leyes civiles y comerciales que atañen al uso y transferencia de los bienes inmuebles.

3. En la Edad Media con sus sociedades feudales la propiedad de la tierra es del rey quien le adjudicaba a los señores feudales el derecho civil para usar, disfrutar y disponer de los bienes raíces, y para mandar sobre las personas que estaban establecidas en aquellos lugares.
4. En la Edad Moderna, con la revolución francesa se suprimen los derechos señoriales y la tierra deja de ser propiedad del rey y de los señores feudales. En el Código de Napoleón se declara que el derecho de propiedad es absoluto para usar y disponer de una cosa, la propiedad de los bienes inmuebles pasa a los particulares.
5. En la Edad Contemporánea la propiedad sobre los bienes inmuebles sigue siendo de las personas particulares, y está respaldada por los códigos civiles de cada país, se establece que la propiedad sobre los bienes inmuebles es inviolable y que no puede ser atacada sino por utilidad pública y previa indemnización.

Para los fines de esta investigación el objeto de estudio es el proceso de renta/venta de los bienes inmuebles. Este es un mecanismo de interacción social realizado entre los propietarios de un bien inmueble (titulares de derechos y obligaciones), por una parte, y quienes desean arrendar o adquirir bienes inmuebles para su uso y disfrute (ya sea vivienda, locales comerciales e industriales).

Y toda la interacción, así como la posterior transacción comercial, se lleva a cabo inmerso en el mercado de Bienes Inmuebles, que es la expresión de un comportamiento racional pues tanto el espacio como su localización son bienes sujetos de oferta y demanda. Dependiendo su uso y aprovechamiento es el costo y la demanda[37].

Ahora bien, la problemática que se desea resolver es la que se presenta en el proceso de interacción entre propietarios o corredores de inmuebles y los posibles compradores y arrendatarios; el cuál comienza con el proceso de búsqueda del bien inmueble que anteriormente iniciaba con la consulta de clasificados en periódicos locales, búsqueda directa con recorridos por la calle, asistiendo a agencias de bienes

inmobiliarios o bien por referencias entre conocidos y personas del círculo social del interesado.

Con la integración de las nuevas tecnologías al quehacer diario del ser humano han surgido nuevas formas de realizar la búsqueda del bien inmueble como son: consulta de sitios web especializados en la comercialización de bienes, consulta de anuncios clasificados en Internet, consulta de páginas Web de las inmobiliarias, llamadas telefónicas, etc.

Convergencia de cómputo móvil, realidad aumentada y bienes raíces.

El momento histórico en el que se realiza la presente investigación se caracteriza por aplicar la computación en todas las áreas del quehacer y conocimiento humano, para integrarse y formar parte de la operación del día a día en prácticamente cualquier profesión, oficio e interacción humana. Por lo que las áreas relacionadas a los bienes raíces, como su búsqueda y comercialización, han estado experimentando la inclusión de los medios informáticos cada vez con mayor fuerza.

Así mismo el propio cómputo está siguiendo la mega-tendencia de universalizar el cómputo móvil e incipientemente de utilizar la realidad aumentada como parte de ese cómputo móvil.

En este contexto es en el que se puede entender que esta investigación se desarrolle premisamente sobre la convergencia entre:

- Cómputo móvil.
- Realidad Aumentada en el cómputo.
- Proceso de compra-venta o renta de Bienes raíces.

OBJETIVOS

El objetivo de esta investigación es:

Explorar la problemática que hay entre comprador-vendedor en el proceso de compra o renta de bienes inmuebles y generar una solución para estos conflictos mediante una aplicación móvil con realidad aumentada.

Objetivos específicos:

Como resultado de la investigación también deberían resolverse los siguientes objetivos:

1. Adentrarse en la problemática cliente-vendedor realizando encuestas y entrevistas a las personas involucradas dentro de la investigación.
2. Realizar observaciones de como es el proceso cuando un vendedor atiende a un cliente; esto con el objetivo de captar todas las circunstancias, factores, hechos y conflictos que se puedan generar en el proceso.
3. Adentrarse y ampliar los conocimientos del investigador acerca de las tecnologías existentes para el desarrollo de la aplicación de manera que la aplicación desarrollada sea de calidad.
4. Desarrollar la aplicación en base al análisis de las encuestas y entrevistas con los clientes y vendedores.
5. Una vez desarrollada la aplicación móvil hacer pruebas de campo para validar y verificar la aplicación encontrar los errores y recoger las opiniones de las personas acerca de su funcionamiento; para finalmente concluir si ésta sirvió como una solución a su problemática.

ALCANCES Y LIMITACIONES

Alcance

La presente investigación explorará la problemática que hay entre comprador-vendedor dentro de la ciudad de Morelia; en esta ciudad se realizarán: la observación, encuestas y entrevistas. Estas últimas se aplicarán a profesionales de los bienes raíces que cuenten con una empresa o que sean vendedores por su cuenta.

En el mismo tenor, las encuestas se aplicarán a los clientes de estos profesionales de la promoción de bienes raíces, y estarán delimitadas a personas que han buscado o comprado un inmueble. Como parte de la investigación se incluirá a personas de otro municipio o estado que hayan o estén buscando un inmueble dentro de Morelia, ya que es muy importante para la investigación saber que problemática experimentan cuando una persona no conoce la ciudad.

En cuanto al desarrollo de la aplicación móvil se planea desarrollarla para Android ya que entre todos los sistemas operativos móviles es el más popular y de mayor uso, además de que sus dispositivos son más económicos, por lo que se tendría un mayor alcance de usuarios potenciales. Por otro lado se cuenta con los recursos tecnológicos e intelectuales para su desarrollo ya que el investigador es ingeniero en sistemas computacionales y cuenta con una computadora donde programar la aplicación y un dispositivo móvil con sistema operativo Android sobre el cual puede probar la aplicación[12].

Tabla 1. Muestra el porcentaje de sistemas operativos para móvil en uso [12].

Sistema operativo	2014	2013	2012	2011	2010	2009
Android	52.3%	70.1%	49.2%	38.5%	22.7%	3.5%
iOS	13.4%	21%	18.9%	19.4%	15.7%	17.1%
Windows Phone	12.4%		10.8%	5.6%	4.2%	
BlackBerry OS	16.3%		12.6%	13.4%	16.0%	20.7%
Symbian	5.4%		5.2%	19.2%	37.6%	44.6%
Otros	.23%	8.9%	3.4%	3.9%	3.8%	14.1%

Limitaciones

Una limitante es que el costo que implica tener una página web en línea, y además construir una base datos con la información de los inmuebles que pueda estar disponible en todo el mundo, así como el tiempo requerido para desarrollarla se salen del presupuesto del investigador por lo cual no se construirá.

La aplicación móvil propuesta se podrá utilizar en dispositivos que cuenten con sistema operativo Android, pero no con los que tengan iOS, BlackBerry OS o Windows Phone 7.

Una limitante más es que el investigador depende del tiempo de los profesionales de bienes raíces para realizar las entrevistas y no se sabe si estarán disponibles, así que solo se aplicarán las entrevistas a aquellos que sean contactados y deseen colaborar con la investigación.

La investigación la realiza solo una persona, por lo que solo se cuenta con los recursos económicos y el tiempo del investigador por lo cual la aplicación se probará solo en 2 equipos:

- Samsung Galaxy S3
- Samsung Galaxy S2.

Por las mismas limitantes de recursos humanos, tiempo y presupuesto las observaciones, entrevistas y estudios quedarán limitadas a la ciudad de Morelia, Michoacán.

JUSTIFICACIÓN

Con la creación y el avance de teléfonos inteligentes y las herramientas que brindan como la cámara, sensores especializados, GPS etc. en los últimos años se han desarrollado aplicaciones para estos dispositivos, de todo tipo, con la finalidad de crear herramientas que faciliten la vida de las personas y le ayuden en sus tareas cotidianas como apoyo, en el trabajo, al hacer ejercicio, realizar tareas del hogar, tareas escolares, propósitos comerciales, diversión, entre muchas otras.

Parte de la motivación de la investigación es que hasta la fecha no existe una herramienta que tenga las características necesarias para resolver la problemática existente en el proceso de búsqueda de bienes raíces, ya que no cumplen con el enfoque adecuado. Por lo que, al finalizar la investigación se espera que se contribuya al uso de tecnologías modernas, actualizadas e innovadoras en el campo de los bienes raíces.

Desde la perspectiva de la empresa o del vendedor el resultado de la investigación le dará la oportunidad de ofrecer un servicio alternativo y más completo a sus clientes, agilizar los recorridos para mostrar inmuebles y finalmente hacer que la tecnología trabaje por ellos para lograr su objetivo de negocio, que es cerrar más ventas.

Desde la perspectiva del cliente, éste se verá beneficiado en el sentido de que tendrá una herramienta que le ayude en caso de que se le presente alguno de los conflictos planteados en la problemática de la investigación, utilizando una aplicación móvil nueva e innovadora en este campo.

Capítulo 1

INTRODUCCIÓN

Se ha podido observar a lo largo de la historia como ha ido evolucionando la manera en que las diferentes empresas de cualquier ramo manejan la información y procesos, así como también las estrategias de ventas y la forma en la que dan a conocer sus productos. A medida que la tecnología avanza las empresas se han beneficiado utilizando dichos avances, por ejemplo implementando sistemas informáticos, páginas web, la utilización de las redes sociales, aplicaciones móviles, todo esto con el propósito de manejar mejor la información, la atracción de clientes, dar a conocer sus productos, aumentar las ventas, tener un mejor control de sus operaciones, entre otras ventajas.

Las empresas de bienes raíces no son la excepción, y han implementado este tipo de tecnologías para que los usuarios puedan hacer búsquedas de inmuebles a través de páginas web o aplicaciones para teléfonos inteligentes, donde muestran fotos y características de los inmuebles con la finalidad de que el usuario conozca el inmueble.

Por otro lado el usuario se beneficia al utilizar dichas herramientas tecnológicas haciendo su vida más fácil, ejemplo de ello es la manera en la que utilizan los teléfonos inteligentes y sus aplicaciones, en los cuales el usuario puede hacer operaciones que antes requerían de mayor tiempo o desplazamiento, y ahora las realizan con mayor rapidez; como puede ser comprar o pagar servicios, hacer transferencias bancarias, saber dónde está ubicado, saber la descripción de su entorno, que lugares de interés se encuentran a su alrededor. Recientemente se están empezando a desarrollar aplicaciones con realidad aumentada en las cuales el usuario además puede interactuar con la realidad y elementos virtuales.

La motivación de la investigación, parte de la observación de los conflictos que se presentan cuando una persona desea comprar o rentar un inmueble, por ello la investigación se adentra en dicha problemática desde las dos perspectivas por un

lado desde la perspectiva de los vendedores y por el otro sus clientes, buscando resolver estos conflictos con una herramienta tecnológica en este caso una aplicación móvil. Ya que no se ha desarrollado una aplicación desde esta perspectiva.

Se verán temas que involucran tecnologías móviles, abarcando varias ramas de las ciencias de la computación como: realidad aumentada, visión computacional, comparación de imágenes, posicionamiento global, multimedia; así varias tecnologías convergen para crear una herramienta diferente.

Capítulo 2

MARCO TEORÍCO

Para el desarrollo de la investigación es necesario explorar, analizar e implementar varias ramas de las ciencias; dentro de las teorías de la investigación científica cualitativa, es necesario abordar "el constructivismo y la etnografía"; dentro de las ciencias computacionales **"la geolocalización, realidad aumentada, reconocimiento de imágenes, multimedia, desarrollo web y cómputo móvil"**; desde la sociología "los bienes raíces y la interacción humana". De esta manera es conveniente saber qué temas aborda cada una de ellas, qué metodología utilizan y sus características con la finalidad de llevar a cabo el desarrollo de la investigación y así poder alcanzar los objetivos planteados, por lo cual para tener una visión más amplia a continuación se describirá cada una de ellas.

2.1 Teorías de la investigación científica cualitativa

Las teorías de la investigación científica cualitativa se aplican en varias formas, dentro del proyecto de investigación se utiliza como estrategia para la obtención de información a través de la observación, encuestas y la experiencia que va desarrollando el investigador, y así establecer modelos y teorías de la realidad del objeto de estudio obteniendo una explicación del comportamiento y las actitudes las cuales pueden estar acompañadas de variables que afecten los procesos que realizan, esto con la finalidad en un principio de comprobar si lo que se plantea como problema realmente este sucediendo y finalmente concluir que con el desarrollo de la solución propuesta realmente funcione como tal.

En base a las características del objeto de estudio y los procesos que realizan se empleará la teoría constructivista y la etnografía, el constructivismo porque a través del desarrollo de la investigación se va construyendo el conocimiento y al ser una práctica social la búsqueda de inmuebles se empleará la etnografía.

2.1.1 Constructivismo

El constructivismo tiene sus raíces en la filosofía, psicología, sociología y educación, el verbo construir proviene del latín *struere*, que significa 'arreglar' o 'dar estructura', el principio básico de esta teoría proviene justo de su significado. La idea central es que el aprendizaje humano se construye, que la mente de las personas elabora nuevos conocimientos a partir de la base de enseñanzas anteriores. El aprendizaje de los estudiantes debe ser activo, deben participar en actividades en lugar de permanecer de manera pasiva observando lo que se les explica[32].

La teoría constructivista se enfoca en la construcción del conocimiento a través de actividades basadas en experiencias ricas en contexto. El constructivismo busca ayudar a los estudiantes a internalizar, reacomodar, o transformar la información nueva. Esta transformación ocurre a través de la creación de nuevos aprendizajes y esto resulta del surgimiento de nuevas estructuras cognitivas (Grennon y Brooks, 1999), que permiten enfrentarse a situaciones iguales o parecidas en la realidad. El constructivismo difiere con otros puntos de vista, en los que el aprendizaje se forja a través del paso de información entre personas, en este caso construir no es lo importante, sino recibir. En el constructivismo el aprendizaje es activo, no pasivo.

Una suposición básica es que las personas aprenden cuándo pueden controlar su aprendizaje y están al corriente del control que poseen. Esta teoría es del aprendizaje, no una descripción de cómo enseñar. Los alumnos construyen conocimientos por sí mismos. Cada uno individualmente construye significados a medida que va aprendiendo. Las personas no entienden, ni utilizan de manera inmediata la información que se les proporciona, en cambio, el individuo siente la necesidad de construir su propio conocimiento. El conocimiento se construye a través de la experiencia.

La experiencia conduce a la creación de esquemas. Los esquemas son modelos mentales que se almacenan en nuestras mentes. Estos esquemas van cambiando, agrandándose y volviéndose más sofisticados a través de dos procesos

complementarios: la asimilación y el alojamiento (J. Piaget, 1955). El constructivismo social tiene como premisa que cada función en el desarrollo cultural de las personas aparece doblemente: primero a nivel social, y más tarde a nivel individual; al inicio, entre un grupo de personas (inter psicológico) y luego dentro de sí mismo (intra psicológico). Esto se aplica tanto en la atención voluntaria, como en la memoria lógica y en la formación de los conceptos. Todas las funciones superiores se originan con la relación actual entre los individuos (Vygotsky, 1978).

El ambiente de aprendizaje constructivista se puede diferenciar por ocho características:

1. El ambiente constructivista en el aprendizaje provee a las personas del contacto con múltiples representaciones de la realidad.
2. Las múltiples representaciones de la realidad evaden las simplificaciones y representan la complejidad del mundo real.
3. El aprendizaje constructivista se enfatiza al construir conocimiento dentro de la reproducción del mismo.
4. El aprendizaje constructivista resalta tareas auténticas de una manera significativa en el contexto en lugar de instrucciones abstractas fuera del contexto.
5. El aprendizaje constructivista proporciona entornos de aprendizaje como entornos de la vida diaria o casos basados en el aprendizaje en lugar de una secuencia predeterminada de instrucciones.
6. Los entornos de aprendizaje constructivista fomentan la reflexión en la experiencia.
7. Los entornos de aprendizaje constructivista permiten el contexto y el contenido dependiente de la construcción del conocimiento.
8. Los entornos de aprendizaje constructivista apoyan la construcción colaborativa del aprendizaje, a través de la negociación social, no de la competición entre los estudiantes para obtener apreciación y conocimiento (Jonassen, 1994).

El constructivismo ofrece un nuevo paradigma para la era de la información motivado por las nuevas tecnologías que han surgido en los últimos años. Con estas tecnologías (redes sociales, wikis, blogs), las personas no sólo tienen a su alcance información ilimitada, sino que también les ofrece la posibilidad de controlar ellos mismos la dirección de su propio aprendizaje.

Así para la presente investigación, partiendo de la observación, encuestas, entrevistas y tecnologías existentes en el proceso de compra o renta de un inmueble se va construyendo el conocimiento con la finalidad de crear una herramienta tecnológica con el objetivo de crear una solución a la problemática planteada.

2.1.2 Etnografía

La etnografía (del griego, ethnos —εθνος, "tribu, pueblo"— y grapho —γραφω, "yo escribo"— literalmente "descripción de los pueblos") es probablemente el método más popular y utilizado en la investigación educativa para analizar la práctica docente, describirla (desde el punto de vista de las personas que participan en ella) y enfatizar las cuestiones descriptivas e interpretativas de un ámbito sociocultural concreto[33].

La investigación etnográfica es definida por Rodríguez Gómez et al. (1996) como el método de investigación por el que se aprende el modo de vida de una unidad social concreta, pudiendo ser ésta una familia, una clase, un claustro de profesores o una escuela. Para ello, es preciso llevar a cabo, durante largos períodos de tiempo, una observación del quehacer cotidiano que permita la recogida de minuciosos registros y la realización de entrevistas, revisión de materiales, registros de audio y vídeo. Tras esto, el resultado que se obtendrá plasma una gran "fotografía" del proceso estudiado que junto a referentes teóricos, ayudan a explicar los procesos de la práctica estudiada.

Según la complejidad de la unidad social estudiada, Spradley (1980) establece un continuum entre las macro etnografías, cuyo objetivo es la descripción e

interpretación de sociedades complejas, hasta la micro etnografía, cuya unidad social viene dada por una situación social concreta.

La etnografía está más cerca al estudio de procesos que al estudio de la realidad. Las investigaciones se centran en algunos temas especialmente, como puede ser el análisis y comprensión de los contextos educativos diferentes, multiculturales, la socialización de alumnos y profesores en la escuela, estudio de casos sobre maestros noveles; sobre estos estudios se realiza un análisis que se centra en los cambios, desarrollos y procesos.

Características de la etnografía:

Las características de la etnografía como forma de investigación social según Del Rincón (1997) son:

1. Un carácter fenomenológico o fenoménico: Se trata de interpretar los fenómenos sociales viendo “desde dentro” la perspectiva del contexto social de los participantes permitiendo al investigador tener un conocimiento interno de la vida social.
2. Supone una permanencia relativamente persistente, dentro del grupo a estudiar con el fin de conseguir su aceptación y confianza. Una vez conseguido esto, debemos comprender la cultura que les rodea. Esta característica trata de dar un paso más allá en la investigación de tal manera que el etnógrafo viva en primera persona la realidad social del grupo, así será capaz de observar cómo acontecen las cosas en su estado natural y comprender los diferentes comportamientos que se producen en un determinado contexto.
3. Es holística y naturalista: Recoge una visión global del ámbito social estudiado desde distintos puntos de vista:
 - Desde un punto de vista interno, el de los miembros del grupo.
 - Desde un punto de vista externo, la interpretación del investigador.

Con lo cual, son etnografías muy detalladas y ricas en significados sociales debido a los dos puntos de vista de la realidad.

4. Tiene un carácter inductivo: La etnografía es un método de investigación basado en la experiencia y la exploración. Parte de un proceso de observación participante como principal estrategia de obtención de la información permitiendo establecer modelos, hipótesis y posibles teorías explicativas de la realidad objeto de estudio.

En esta investigación se observa una práctica cultural: la búsqueda de viviendas, partiendo de la observación de las conductas que se evidencian en la interacción de las personas y descubriendo el significado cultural de tales conductas desde la óptica de los propios participantes y del investigador; para posteriormente ir generando hipótesis o interrogantes que conecten los estados subjetivos de los individuos y la acción social.

Estas hipótesis se van precisando, modificando y/o profundizando a medida que se avanza en el ciclo metodológico. De esta manera en el proceso de la investigación, cuando se asume un aspecto subjetivo es porque es producto de un consenso metodológico.

2.2 Geolocalización

En un entorno móvil como el actual, aprovechar el valor de la ubicación geográfica se ha convertido en una herramienta clave para obtener información que puede ser de vital importancia para las compañías. La tecnología de geolocalización se basa en el sistema de información geográfica GIS para la gestión, análisis y visualización de conocimiento geográfico.

Geolocalización: La geolocalización es la capacidad de asignar coordenadas geográficas a la información por medio de herramientas informáticas. La generalización de la tecnología GPS (Global Positioning System en español sistema de posicionamiento global) en dispositivos de uso personal como los teléfonos móviles y computadoras personales ha permitido que esta capacidad esté al alcance de cualquier ciudadano, y como consecuencia, el desarrollo de aplicaciones en distintos campos[34].

Georreferenciación: La Georreferenciación es el uso de coordenadas de mapa para asignar una ubicación espacial a entidades cartográficas. Todos los elementos de una capa de mapa tienen una ubicación geográfica y una extensión específicas que permiten situarlos en la superficie de la Tierra o cerca de ella[34].

Geoetiquetado: Éste es el resultado de incluir información geográfica (etiquetas geográficas o geoetiquetas) junto a alguna información publicada en cualquier formato (fotografías, vídeos, páginas web, etc.). Por tanto estas geoetiquetas son metadatos, cuyo objetivo es enriquecer la información al asociarle una localización espacial. Su empleo está en pleno auge, conforme se está haciendo habitual el uso de dispositivos móviles (Smartphone o teléfonos inteligentes) con cámara de fotos digital y receptor GNSS integrados, con conexión a internet, lo que permite tomar una fotografía, etiquetarla con las coordenadas del punto de disparo y subirla a internet.

Donde GNSS acrónimo inglés que significa (Sistema Global de Navegación por Satélite), es una constelación de satélites que transmite rangos de señales utilizados para el posicionamiento y localización en cualquier parte del globo terrestre, ya sea por tierra, mar o aire. Dado que se pretende que estas geoetiquetas sean utilizadas por gran público, sin necesidad de disponer de formación específica, suelen incluir información bastante sencilla, siendo el caso más simple el incluir las coordenadas de latitud y longitud[35].

Cómo obtenerla Georreferenciación

Existen varias maneras de obtener una Georreferenciación, y para conseguirlo existen muchos dispositivos: teléfono inteligente, GPS, sistemas de navegación, cámaras con GPS integrado, algunos celulares, computadoras (conectadas a alguna red), entre muchos otros, pero estos son los más conocidos y quizá los más usados.

Existen principalmente 3 maneras de obtener la Georreferenciación:

1. Por medio de GPS que ubica a escala mundial la posición de un objeto, una persona, un vehículo o una nave. Estos obtienen su localización triangulando las señales de una red de satélites construida con este fin, es la más usada y

confiable de todas, por la cobertura, movilidad y sobre todo la precisión que ofrece. Ejemplo: GPS Dedicados, Sistemas de Navegación, sensores GPS de algunos Teléfonos Inteligentes. La precisión del GPS puede llegar a determinar los puntos de posición con errores mínimos de centímetros, aunque en la práctica con instrumentos GPS comerciales comunes el error en realidad es de varios metros.

Funcionamiento del sistema GPS

Para fijar una posición, el navegador GPS localiza automáticamente como mínimo 4 satélites de la red, de los que recibe unas señales indicando la posición y el reloj de cada satélite. El navegador GPS sincroniza su reloj y calcula el retraso de las señales (que viene dado por distancia al satélite), calculando la posición en que éste se halla. Estimadas las distancias, se fija con facilidad la propia posición relativa del GPS respecto a grupos de tres satélites. Conociendo además las coordenadas o posición de cada uno de ellos por la señal que emiten, se obtiene la posición absoluta o coordenadas reales del punto de medición.

2. Triangulación de antenas de redes celulares, es la más distribuida y la menos usada, esto debido a que no está muy difundido por las compañías y el costo no es muy accesible, en muchos casos las mismas compañías bloquean el acceso. Aunque la precisión no es tan buena, se aproxima bastante a lo real. Ejemplo: Celulares de las 2 últimas generaciones, algunos teléfonos inteligentes lo usan como alternativa, con conexiones 3G.
3. Por dirección IP, ya muchos scripts y nuevos estándares son capaces de ofrecernos información sobre nuestra localización por medio de IP, sin embargo, es aún de las más inexactas en la mayoría de las ciudades, debido a que localiza el último nodo que nos distribuye señal a nuestro hogar u oficina, a veces puede ser muy cercano, aunque a veces puede no serlo, dependerá de nuestro proveedor de INTERNET, que tan bien mapeados y

distribuidos estén sus nodos de conexión. De hecho si se conectan mediante un Proxy o un Túnel a otra IP nos dará la localización de esa IP y no la nuestra realmente.

2.2.1 Sistema de Información Geográfica

Un Sistema de Información Geográfica (SIG o GIS, en su acrónimo inglés Geographic Information System) es una integración organizada de hardware, software y datos geográficos diseñada para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión geográfica.

También puede definirse como un modelo de una parte de la realidad referido a un sistema de coordenadas terrestre y construido para satisfacer unas necesidades concretas de información. En el sentido más estricto, es cualquier sistema de información capaz de integrar, almacenar, editar, analizar, compartir y mostrar la información geográficamente referenciada. En un sentido más genérico, los SIG son herramientas que permiten a los usuarios crear consultas interactivas, analizar la información espacial, editar datos, mapas y presentar los resultados de todas estas operaciones[34].

La tecnología de los Sistemas de Información Geográfica puede ser utilizada para investigaciones científicas, la gestión de los recursos, gestión de activos, la arqueología, la evaluación del impacto ambiental, la planificación urbana, la cartografía, la sociología, la geografía histórica, el marketing, la logística por nombrar unos pocos campos de aplicación. Por ejemplo, un SIG podría permitir a los grupos de emergencia calcular fácilmente los tiempos de respuesta en caso de un desastre natural, el SIG puede ser usado para encontrar los humedales que necesitan protección contra la contaminación, o pueden ser utilizados por una empresa para ubicar un nuevo negocio y aprovechar las ventajas de una zona de mercado con escasa competencia.

El SIG funciona como una base de datos con información geográfica (datos alfanuméricos) que se encuentra asociada por un identificador común a los objetos gráficos de un mapa digital. De esta forma, señalando un objeto se conocen sus atributos e inversamente, preguntando por un registro de la base de datos se puede saber su localización en la cartografía.

La razón fundamental para utilizar un SIG es la gestión de información espacial. El sistema permite separar la información en diferentes capas temáticas y las almacena independientemente, permitiendo trabajar con ellas de manera rápida y sencilla, facilitando al usuario la posibilidad de relacionar la información existente a través de la topología de los objetos, con el fin de generar otra nueva que no se podría obtener de otra forma.

Las principales cuestiones que puede resolver un Sistema de Información Geográfica, ordenadas de menor a mayor complejidad, son:

1. Localización: preguntar por las características de un lugar concreto.
2. Condición: el cumplimiento o no de unas condiciones impuestas al sistema.
3. Tendencia: comparación entre situaciones temporales o espaciales distintas de alguna característica.
4. Rutas: cálculo de rutas óptimas entre dos o más puntos.
5. Pautas: detección de pautas espaciales.
6. Modelos: generación de modelos a partir de fenómenos o actuaciones simuladas.

Para esta investigación la geolocalización es muy importante ya que en base a la geolocalización del usuario y del inmueble la aplicación mostrara la ruta a seguir hacia dicho inmueble, acercándose al inmueble deberá de activar los opciones de realidad aumentada automáticamente, otra de las opciones es que le mostrara una lista con los inmuebles cercanos a su alrededor.

2.3 Realidad Aumentada

El concepto de realidad aumentada, conocida por sus siglas procedentes del inglés AR o Augmented Reality, se define como una tecnología que utiliza un conjunto de dispositivos que añaden información virtual a elementos físicos ya existentes, es decir, superpone los datos almacenados en una base de datos sobre las imágenes captadas de un elemento real, siendo ésta la principal diferencia con la realidad virtual, ya que ésta última sustituye todos los elementos físicos por virtuales[10].

La realidad aumentada es un sistema que combina los suplementos con el mundo real generado por computadora objetos virtuales, que parecen coexistir en el mismo espacio y presentan las siguientes propiedades:

- Combina los objetos reales y virtuales en un entorno real.
- Se ejecuta de forma interactiva en tiempo real.
- Se alinean los objetos reales y virtuales.
- Se aplica a todos los sentidos del usuario.

La idea básica de la Realidad Aumentada es la de superponer gráficos, audio y otros, a un ambiente real en tiempo real. El punto principal dentro del desarrollo de la RA es un sistema de seguimiento de movimiento o *Tracking System*. Desde el principio hasta ahora la RA se apoya en “**Marcadores**” o un arreglo de Marcadores dentro del campo de visión de las cámaras para que la computadora tenga un punto de referencia sobre el cual superponer las imágenes.

Estos marcadores son predefinidos por el usuario y pueden ser pictogramas exclusivos para cada imagen a ser superpuestas, o formas simples, como marcos de cuadros, o simplemente texturas dentro del campo de visión.

En resumen los pasos que sigue el proceso de aplicación de la RA son:

1. Un dispositivo con capacidad de leer imágenes (webcam o similar).
2. Con un software instalado.

3. Lee una imagen en concreto. En algunos casos un código QR (Quick Response Barcode, que es una imagen creada mediante una matriz de puntos conocido como código de barras bidimensional).
4. La identifica a través de la utilización de dicho software.
5. Presentación de la información virtual asociada.

Los Sistemas de realidad aumentada modernos utilizan una o más de las siguientes tecnologías: cámaras digitales, sensores ópticos, acelerómetros, GPS, giroscopios, brújulas de estado sólido, etc. El Hardware de procesamiento de sonido podría ser incluido en los sistemas de realidad aumentada. Los sistemas de cámaras basadas en Realidad Aumentada requieren de una unidad CPU potente y gran cantidad de memoria RAM para procesar imágenes de dichas cámaras. La combinación de todos estos elementos se da a menudo en los teléfonos inteligentes modernos, que los convierten en una posible plataforma de realidad aumentada.

En función del dispositivo que empleemos (teléfonos inteligentes, Tablet, PC, etc.) podremos acceder a distintas aplicaciones y utilidades de realidad aumentada. También, y en función del software que empleemos, la información que se agregue puede ser textual, icónica, sonora o multimedia.

Para esta investigación se pretende aplicar la realidad aumentada para mostrar las características del inmueble por medio de la pantalla del dispositivo móvil, identificando lugares utilizando la cámara del mismo, y conforme el usuario se vaya desplazando por el inmueble la aplicación le debe de mostrar sus características de manera que el usuario vea las descripción a través de texto y sonido; por otro lado podrá agregar imágenes de muebles permitiendo desplazarlas, cambiar de tamaño y agregar o cambiarlas a través de la pantalla.

2.4 Comparación de Imágenes

El objetivo del procesamiento e interpretación de datos sensoriales es lograr una descripción concisa y representativa del universo observado. La información de

interés incluye nombres, características detalladas, relaciones, modos de comportamiento, etc. que involucran a los elementos del universo (objetos, fenómenos, conceptos). Estos elementos se perciben como patrones y los procesos que llevan a su comprensión son llamados procesos perceptuales. El etiquetado (clasificación, asignación de nombres) de esos elementos es lo que se conoce como reconocimiento de patrones. Por lo tanto, el reconocimiento de patrones es una herramienta esencial para la interpretación automática de datos sensoriales[5].

En el análisis de una imagen es fundamental realizar en algún nivel, un reconocimiento de patrones. Un patrón es una descripción estructural o cuantitativa de un objeto o de alguna otra entidad de interés en una imagen. En general, un patrón está formado por uno o más descriptores o características. En otras palabras, un patrón es una disposición de descriptores. Una clase de patrones es una familia de patrones que comparten algunas propiedades comunes.

2.4.1 Método de descripción y pareamiento

La idea básica en la que se apoya el método de descripción y pareamiento es que se puede identificar un objeto describiéndolo primero y luego buscando una descripción de pareamiento en un acervo de descripciones. Los objetos implicados pueden ser simples entidades físicas o abstracciones complicadas[5].

Para identificar un objeto a través de este método se siguen los siguientes pasos:

1. Se describe el objeto mediante una representación adecuada.
2. Después se realiza una búsqueda con un conjunto de objetos ya definidos hasta que haya un pareamiento satisfactorio o se agoten las descripciones.
3. Si se encuentra un pareamiento satisfactorio, se hace saber; si no, se notifica que no hubo éxito.

La identificación de objetos con base en las características es una de las aplicaciones más simples del método de descripción y pareamiento. Los identificadores de objetos con base en las características consisten en un extractor

de características y en un evaluador de características. El extractor mide características simples como el área de un objeto. Los valores obtenidos por el extractor se convierten en las coordenadas de un punto de característica en un espacio de características, un espacio multidimensional en el que se tiene una dimensión por cada característica medida, para identificar un objeto desconocido, se comparan las distancias entre su punto de característica y los puntos de característica de diferentes objetos idealizados. La identidad más probable del objeto desconocido está determinada por la distancia más corta.

Al realizar el pareamiento de los objetos puede ser que no caigan exactamente en el patrón de conocimiento por lo que se tiene que tener una medida de similitud.

Para el desarrollo de esta investigación este método se utilizara para comparar imágenes la cual consiste en tener un acervo de imágenes del inmueble, para que a través de la cámara del dispositivo móvil pueda comparar la imagen de donde se encuentre el usuario (sala, patio, cocina etc.) dando como resultado el mostrar las características de dicho objeto o lugar entendiéndose por lugar un área específica del inmueble por ejemplo una recamara.

2.5 Relación entre tecnologías

Las tecnologías mencionadas son utilizadas por miles de aplicaciones para realizar diferentes tipos de tareas como son la geolocalización, muestran el mapa con la ubicación del objeto de búsqueda, imágenes, características del lugar y efectos de realidad aumentada la cual ofrece nuevas posibilidades de interacción que hacen que esté presente en varios ámbitos, como son la educación, el arte, la medicina, la arquitectura entre otras; los bienes raíces no son la excepción como se mencionó existen varias aplicaciones las cuales cuentan con opciones de realidad aumentada, localización de inmuebles por medio del GPS entre otras; aunque estas aplicaciones tengan algunas características que en esta investigación se plantean no tienen el enfoque ni cumplen con el objetivo de que la persona realmente tenga una experiencia de realidad aumentada que es lo que en esta investigación se busca.

2.6 Bienes Raíces

Se denomina bienes raíces o inmuebles aquellos que no pueden transportarse de un lugar a otro, como las tierras y minas, y las que se adhieren permanentemente a ellos como los edificios, los árboles. La frase, bien inmueble, bien raíz o propiedad raíz, se refiere al terreno y a las construcciones permanentes en él edificadas. Las principales características de un bien inmueble son: su inmovilidad, su tangibilidad, los derechos y obligaciones inherentes a él[36].

La ley considera inmuebles, aunque por su naturaleza no lo sean, las cosas que están permanentemente destinadas al uso, cultivo y beneficio de un inmueble.

En resumen, son inmuebles los predios rurales y urbanos, así como las casas o edificios que se encuentran en ellos. También existen ciertos bienes muebles que la ley considera inmuebles por destinación, pero éstos se consideran muebles para efectos de constituir derechos a favor de terceros, es decir, por lo que no se le aplican las reglas de los inmuebles para efectos de su transferencia.

La concesión minera es también un inmueble. Se aplican a ésta las reglas generales contenidas en el Código Civil y las especiales establecidas en la legislación minera.

En general, la ley sujeta a los actos que tienen por objeto un inmueble a requisitos especiales en consideración a su importancia patrimonial. Tales requisitos son formalidades para la validez del acto o bien para proteger el patrimonio del propietario o a los terceros ajenos al acto[36].

En los siguientes puntos se explicará brevemente algunos actos que tienen por objeto un bien inmueble.

2.6.1 Compraventa de bienes raíces.

La compraventa es un contrato en que una de las partes se obliga a dar una cosa y la otra a pagarla en dinero.

En el caso de los bienes muebles, basta que las partes se pongan de acuerdo en la cosa y en el precio para que exista o sea válida jurídicamente. Sin embargo, por diversas razones la ley puede establecer que se cumplan determinados requisitos, como por ejemplo, entregar boleta o factura de venta. Pero aunque no se cumpla con ellos el contrato es válido, y por consiguiente, las partes deben dar cumplimiento a sus obligaciones, es decir, entregar el bien, por una parte, y pagar el precio, por la otra, a los cuales pueden agregarse otras obligaciones según hayan convenido. La omisión del requisito en este caso sólo dará lugar a las sanciones que la ley señale, así, por ejemplo, multas[36].

2.6.2 Permuta

La permutación o cambio es un contrato en que las partes se obligan mutuamente a dar una cosa determinada por otra.

Tratándose de bienes raíces, la permuta debe efectuarse por escritura pública e inscribirse en el Registro de Propiedad.

2.6.3 Arrendamiento

El arrendamiento es un contrato en que dos partes se obligan; una a conceder el goce de una cosa, ejecutar una obra o prestar un servicio, y la otra a pagar por este goce, obra o servicio un precio determinado. Cuando el precio se paga periódicamente se denomina renta.

2.6.4 Los corredores inmobiliarios

Participan en el mercado para obtener un valor de cambio. Consiguen beneficios a base de comprar y vender o en base de cobrar un porcentaje por sus gestiones como intermediarios. Para los corredores el valor de uso, consiste en el volumen de transacciones, pues es de éste del que obtienen el valor de cambio.

2.6.5 Los inquilinos

Consumen los diversos aspectos del inmueble de acuerdo con sus deseos y necesidades. El valor de uso de un inmueble está determinado por la conjunción de una situación personal o familiar, en un inmueble y un sitio determinado. El inquilino-propietario se preocupa en general, por el valor de cambio en dos momentos; en el momento de la compra y al realizar importantes reparaciones con un presupuesto limitado. Los inquilinos que pagan algún tipo de alquiler, se encuentran en posición bastante diferente en el sentido de que el valor de uso les proporciona solo motivos limitados para hacer reparaciones, dado que el valor de cambio va a parar al propietario. Pero todos los inquilinos tienen un sólo problema: el de conseguir valores de uso a través de desembolsos en el valor de cambio.

2.7 Estado del arte

En este capítulo se muestra un estudio de las diferentes aplicaciones existentes desarrolladas para bienes raíces, mostrando sus características y forma de operar, por otro lado en relación a las tecnologías tratadas dentro del proyecto, se muestra como se han utilizado en diversas áreas o campos de investigación para el desarrollo de aplicaciones que serán cada vez más frecuentes dentro de la vida diaria de los usuarios en los próximos años, beneficiando tanto a los usuarios como a las marcas o empresas al atraer más clientes, o dar mayores beneficios a los usuarios a través de estas tecnologías.

Buscador de Propiedades España: Aplicación disponible en Google Play, su finalidad es buscar propiedades en un mapa de todas las agencias de bienes raíces más importantes de España para la venta, alquiler y compartir. No cuenta con realidad aumentada, solo muestra el mapa con la ubicación del inmueble, fotografías y características.

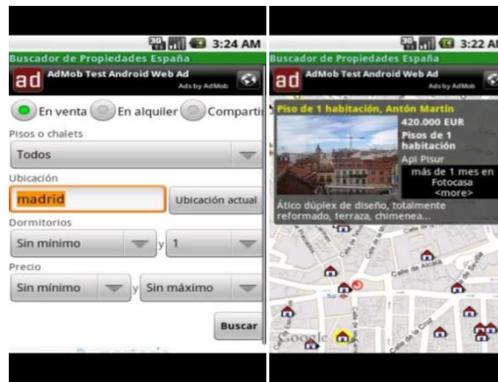


Figura 7. Opciones de búsqueda de la aplicación Buscador de propiedades.

Cymkasa: en esta aplicación puedes hacer búsqueda de inmuebles por ciudad, solo muestra una imagen y sus características.



Figura 8. Opciones de búsqueda de la aplicación Cymkasa.

Fotocasa.es: esta aplicación de España, es la más completa que se encontró ya que en la búsqueda cuenta con varios criterios de búsqueda como son: por ubicación actual, precios, superficie entre otras. Al hacer la búsqueda muestra una sola imagen del inmueble con sus características y una descripción. Cuenta con un buscador por voz. También cuenta con una función de realidad aumentada la cual consiste en mostrar los inmuebles que se encuentren en dirección hacia donde se posiciona la cámara del móvil.

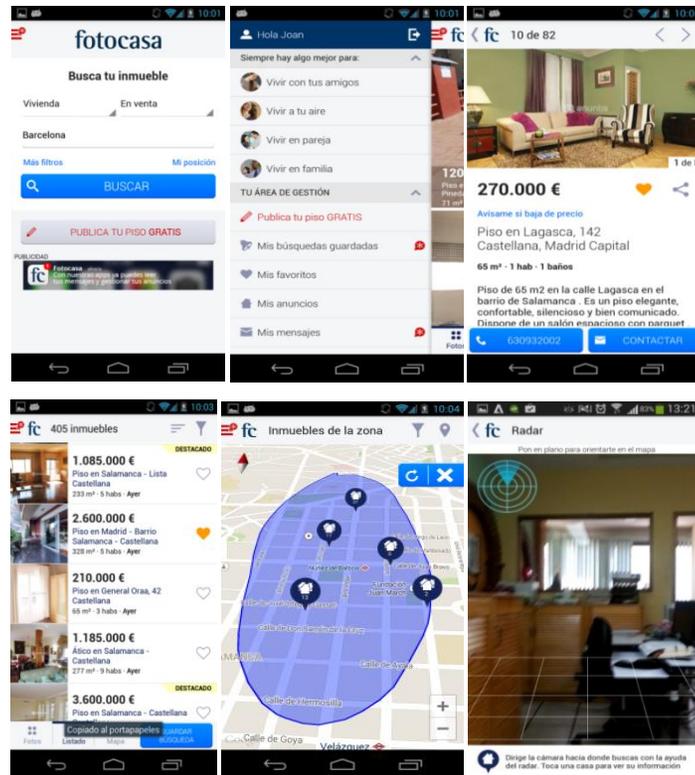


Figura 9. Opciones de búsqueda de la aplicación Fotocasa.es.

Trovit: en esta aplicación puedes buscar inmuebles a través de un mapa en el cual se pone un icono en forma de casa para indicar donde se encuentra disponible un inmueble, se tiene que seleccionar previamente el país donde se quiere buscar, después al tocar el icono muestra su descripción.

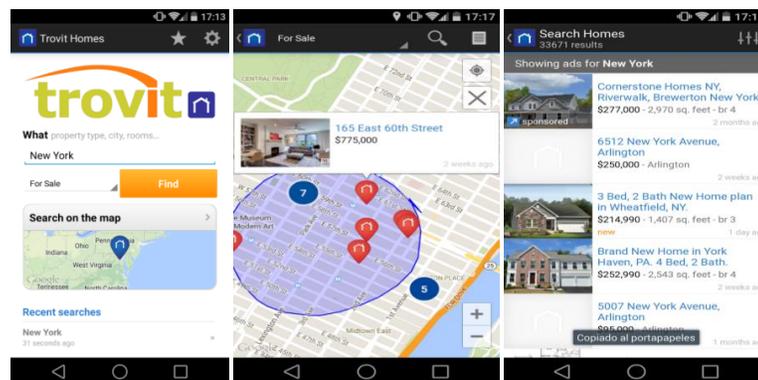


Figura 10. Opciones de búsqueda de la aplicación Trovit.

Habitaclicia: en esta aplicación se puede hacer una búsqueda por tipo de inmueble luego se puede escoger la ciudad y finalmente muestra las fotos con la información de cada uno de ellos.

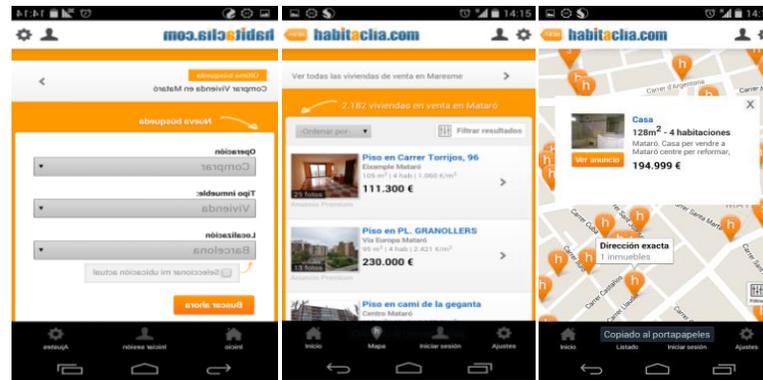


Figura 11. Opciones de búsqueda de la aplicación Habitaclia.

Morizon: cuenta con un menú en el cual puedes buscar por compra o por alquiler con las opciones de buscar por ubicación o señalar en el mapa alguna de las ofertas con las que cuentan, desplegando después una lista con el resultado de la búsqueda, al seleccionar una propiedad muestra su información, imágenes y muestra en el mapa donde se ubica pero no como llegar desde la ubicación del usuario, como búsqueda adicional tiene filtros por superficie o por año de construcción.



Figura 12. Opciones de búsqueda de la aplicación Morizon.

Inmobiliaria Estepona: esta aplicación fue desarrollada para una inmobiliaria, como otras, tiene búsquedas muy sencillas por rango de precio. Al utilizarla se detectó errores en la consulta ya que si introduces cantidades de mayor a menor rango no encuentra nada, cuenta con búsqueda por tipo de inmueble, número de cuartos. Sin embargo al filtrar una búsqueda por ejemplo de 2 recamaras muestra también las que tienen 3 o más. Una de sus principales ventajas es que el usuario no tiene que escribir nada para poder realizar una búsqueda dando una mayor rapidez de uso.



Figura 13. Opciones de búsqueda de la aplicación Inmobiliaria Estepona.

Immowelt.de: aplicación alemana en la cual la principal característica es que se puede hacer búsquedas sobre el mapa señalando en que zona el usuario quiere realizarla, si se encuentran resultados muestra una lista con los diferentes inmuebles, así como también se pueden realizar búsquedas de inmuebles cercanos con un rango de 1 a 30 km.

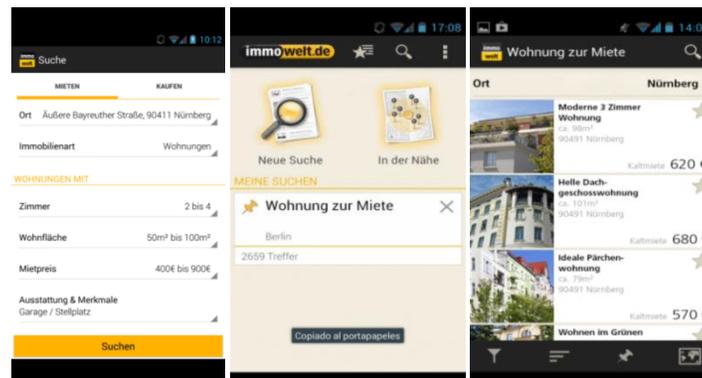


Figura 14. Opciones de búsqueda de la aplicación immowelt.de.

wohnet.at: aplicación alemana, algo complicada de manejar debido a que cuenta con muchas opciones, a diferencia de la aplicación Immowelt, en esta aplicación no se pueden realizar búsquedas porque no son fáciles de entender las interfaces gráficas que maneja y no muestra ningún resultado al aplicar filtros de búsqueda.

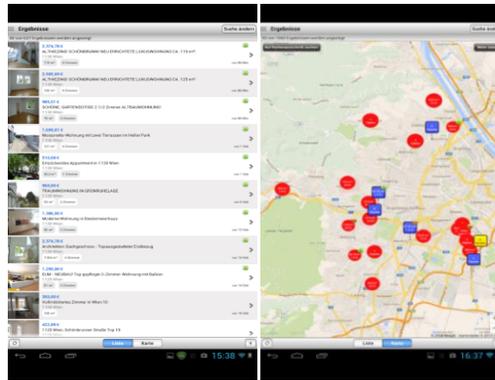


Figura 15. Opciones de búsqueda de la aplicación wohnnet.at.

ÖRAG: Aplicación alemana, cuenta con búsqueda por un catálogo de diferentes inmobiliarias, en la cual el usuario puede seleccionar la inmobiliaria y como resultado muestra una lista con todos los inmuebles con los que cuenta, con filtros por alquiler o compra, al seleccionar de la lista algún inmueble muestra sus características y el mapa para saber dónde está ubicada. La característica diferente a las otras aplicaciones radica en que se puede leer un código QR desde la aplicación para mostrarle al usuario las características del inmueble.

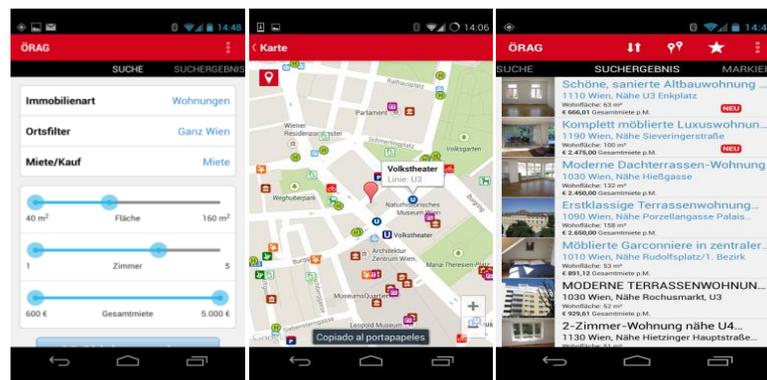


Figura 16. Opciones de búsqueda de la aplicación ÖRAG.

LOGIC-IMMO.84: Aplicación alemana, muestra una lista con los inmuebles que tiene disponibles no es necesarios especificar la búsqueda, al seleccionar alguna muestra las imágenes y características de la propiedad.

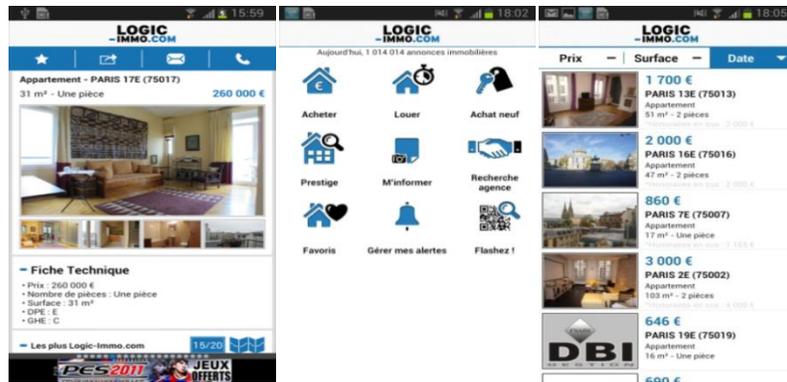


Figura 17. Opciones de búsqueda de la aplicación LOGIC-IMMO.84.

Immonet: Aplicación alemana, esta aplicación está muy completa ya que cuenta con opciones de búsqueda por rango de precios, por tipo de inmueble, inmuebles cercanos, solo que en la búsqueda es obligatorio agregar el rango de precios, también cuenta con búsqueda por código QR, debido a que no se encuentran inmuebles cercanos a la ubicación actual no se pudo realizar una búsqueda con resultados.

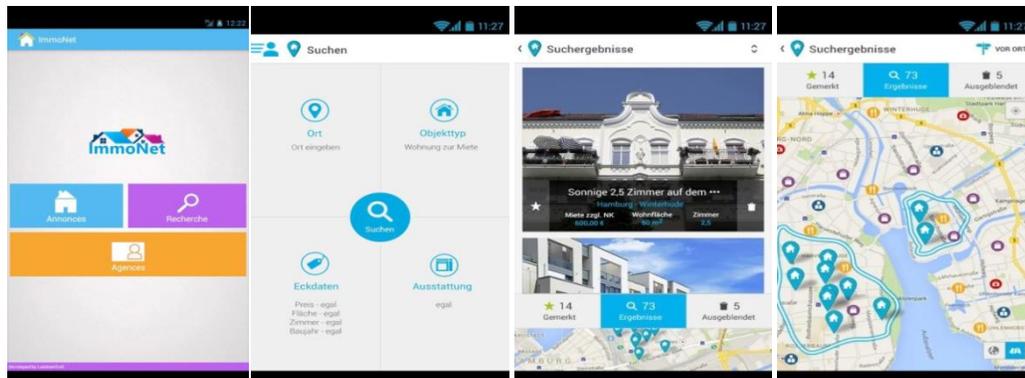


Figura 18. Opciones de búsqueda de la aplicación Immonet.

Century 21: aplicación de México, permite hacer búsqueda por inmuebles cercanos, búsqueda por voz, ya sea para renta o venta.



Figura 19. Opciones de búsqueda de la aplicación Century 21.

Coldwell Banker: al igual que la anterior realiza búsquedas por ubicación mostrando imágenes, caracterizas y ubicación en el mapa de los inmuebles pero al no encontrarse dentro del país no muestra ningún resultado.

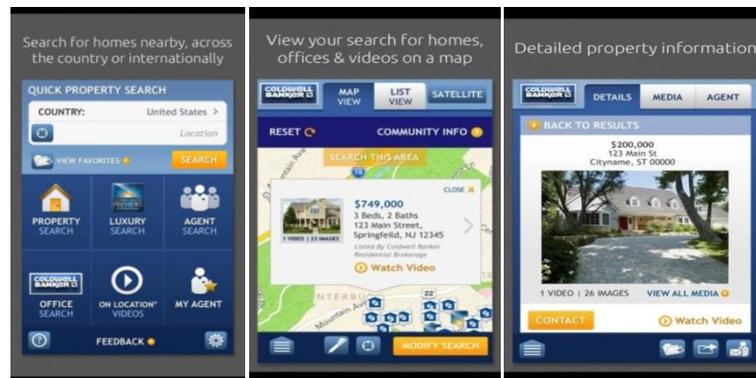


Figura 20. Opciones de búsqueda de la aplicación Coldwell Banker.

En relación a la realidad aumentada, en áreas distintas a los bienes raíces también se está aprovechando su uso, como por ejemplo para crear nuevas formas de atraer al cliente y engancharlo con sus productos, para mejorar algún servicio, en la educación; ya que está marcando tendencia y se ha convertido en un valor agregado para cualquier marca o empresa, dentro de los próximos años se podrán observar este tipo de aplicaciones en la vida diaria, en todas las áreas del conocimiento y quehacer humano, como se puede observar en las figura 21 que a continuación se muestra, dando ejemplo de cómo es aprovechada la realidad aumentada para la enseñanza.



Figura 21. En las imágenes se muestran características propias de la realidad aumentada

Siguiendo en el ámbito en que esta investigación se plantea, en la actualidad existen gran cantidad de personas que utilizan sus teléfonos inteligentes para encontrar productos tanto dentro como fuera de las tiendas. Usando la realidad aumentada pueden crearse catálogos para probar y configurar muebles, complementos decorativos y electrodomésticos directamente desde casa, podrán visualizarlos en tiempo real con un teléfono inteligente o tableta y girarlos a 360° en su propio ambiente, como lo implemento IKEA, empresa líder en venta de muebles. IKEA para su catálogo creó una aplicación llamada Ikea Now, desarrollada por District Nerds, que permite a los usuarios ver cómo quedarían en su propia casa los muebles del catálogo de Ikea antes de comprarlos.



Figura 22. Aplicación con realidad aumentada de la compañía Ikea.

Otra empresa llamada REALMORE cuenta con otra aplicación llamada Realmore™ para Mobiliario es la solución de realidad aumentada personalizada para empresas del sector del mueble, desarrollada para dar facilidades a sus clientes a la hora de

elegir una decoración, para ayudarles a que sus compras planificadas se realicen satisfactoriamente o para estimar el precio de compra de bienes duraderos para el hogar de gran tamaño (por ejemplo sofás, cocinas, muebles, etc.), desarrollando en la práctica las funciones de un catálogo virtual[27]. Algunas de sus características son:

- **Elección de materiales y colores:** permite modificar en tiempo real los colores y los materiales del mueble visualizado o de parte del mismo.
- **Rotación y posicionamiento:** se puede mover el mueble a lo largo de los ejes "X" e "Y" y girarlo 360° para colocarlo en la zona que se quiere decorar.
- **Dimensionamiento:** permite visualizar en infografía tridimensional las dimensiones de los objetos.
- **Acoplamiento:** se pueden combinar todos los muebles entre sí, bien sea introduciendo los que se hayan elegido previamente o bien consultando la lista de aquellos que la aplicación nos aconseja.
- **Favoritos:** permite guardar los muebles configurados y los acoplamientos en la misma cuenta.
- **Compartir:** se puede tomar una foto de nuestra habitación decorada y enviarla a través de un email, un MMS, o bien publicarla en las redes sociales más populares.
- **Comprar:** cuando se esté convencido de que los muebles configurados son perfectos para nuestro ambiente, podremos comprarlos directamente a través de la aplicación, o entrar en la web del fabricante para finalizar la compra, solicitar más información sobre las modalidades de pago o visualizar el punto de venta más cercano.



Figura 23. Aplicación con realidad aumentada de la empresa REALMORE.

Otro tema que trata, es describir con realidad aumentada el lugar donde se encuentra el usuario, dándole las características, utilizando la cámara y la pantalla para presentar la información, existen aplicaciones con estas características dentro de otros campos, las cuales dan información de un área en específico, por ejemplo cómo utilizar componentes, dispositivos, aparatos electrónicos esto con la finalidad de sustituir los manuales o instructivos que pueden llegar a ser demasiado extensos y en ocasiones algo complejos, o no se tiene el tiempo de leerlo, por ejemplo el del automóvil.

La compañía Audi ha desarrollado una aplicación de realidad aumentada llamada eKurzinfo, y que inicialmente reconoce tan sólo 65 elementos del vehículo, en la cual al enfocar la cámara sobre algún instrumento muestra las características, otro ejemplo es en caso de que se encienda un testigo ya no será necesario buscar en el manual, ahora solo basta con enfocar la cámara y la aplicación mostrará toda la información relativa al mismo. También indicará en qué lugar exactamente se encuentra el depósito del refrigerante o semejantes.



Figura 24. Aplicación con realidad aumentada de la compañía Audi.

Cabe señalar que dentro de las tecnologías tratadas en la investigación, como son los algoritmos para comparación de imágenes, se encontraron papers, tesis y proyectos desarrollados, donde se identificaron los algoritmos más utilizados, propuestas de nuevos algoritmos y mejoras a los ya existentes, a continuación se listan algunos de estos trabajos:

- **Paper "Detección de características en imágenes basadas en el tensor de color"**. En el cual propone un descriptor de color basado en el Tensor de Color de Di Zenzo, que mejora el desempeño del Sift original, manteniendo las invariancias con respecto a traslaciones, rotaciones, cambios de iluminación, sombras y reflejos.
- **Proyecto "Estudio comparativo de descriptores visuales para la detección de escenas cuasi-duplicadas"**. Presenta un estudio comparativo en profundidad de diversos descriptores de imagen con una exhaustiva evaluación de los mismos dentro del marco de la detección automática de imágenes afectadas por diferentes transformaciones tanto geométricas como fotométricas y pertenecientes a distintos tipos de escenas.
- **Tesis "Procesado de imágenes para plataformas móviles"**. W2B es una aplicación móvil, desarrollada para ser ejecutada bajo el sistema operativo de código abierto Android, que ofrece al usuario de una manera muy intuitiva la posibilidad de acceder a tiendas online donde comprar prendas de vestir extraídas de una imagen dada. Dicha imagen podrá ser tomada en el acto a través de la cámara o estar almacenada en el dispositivo (Galería).
- **Tesis "Recuperación de imágenes mediante rasgos descriptores globales y locales"**. En este trabajo se propone una metodología para extraer y clasificar características aplicada a la recuperación de las escenas naturales. La propuesta consiste en usar puntos aleatorios como entrada de un clasificador 1-NN con el propósito de verificar que tan discriminantes son las características de la media, la desviación estándar y la homogeneidad proveniente de una matriz de co-ocurrencia para describir las diferentes clases de objetos presentes en una escena.

Como no es el objetivo de la investigación realizar alguna mejora o crear un nuevo algoritmo pero si saber cuál es el más eficiente y apropiado para el desarrollo de la aplicación dichos estudios son de gran utilidad para lograr los objetivos planteados.

2.8 Originalidad de la Investigación

Como se puede observar en la investigación realizada acerca del estado del arte, existen muchas aplicaciones alrededor del mundo para la búsqueda de inmuebles sin embargo solo se encontró una con realidad aumentada, y aunque estas aplicaciones tengan algunas características que en esta investigación se plantean tienen un enfoque diferente ya que no cuentan con el recorrido del inmueble con realidad aumentada por lo cual no cumplen con el objetivo de la investigación (que la aplicación le sirva como guía en el proceso de compra o renta de un inmueble).

Acerca de las características con las que cuentan las aplicaciones más completas que se encontraron se realizó una comparativa que se resume en la tabla 2 que a continuación se muestra, destacando las opciones que se plantean en la investigación y que sirven para guiar a las personas en la tarea de buscar y conocer un inmueble. La aplicación propuesta en esta investigación se presenta con el nombre "**KASAM**".

Tabla 2. Tabla comparativa de las características de las principales aplicaciones

CARACTERISTICAS	KASAM	FOTOSCASA.ES	Morizon	Trovit
Integración con cámara	X	X		
Localización por GPS	X	X	X	X
Realidad Aumentada	X	X		
Interacción con Objetos virtuales	X			
Localización en interiores	X			

Capítulo 3

REVISIÓN TÉCNICA

En este capítulo se hará un estudio de las diferentes tecnologías existentes que son favorables para el correcto desarrollo de la aplicación, y así poder cumplir con los objetivos planteados en su totalidad, se tiene que tomar en consideración que la aplicación consta de varias etapas de desarrollo y componentes como son: la base datos, aplicación web y aplicación móvil. Por lo cual se hará una revisión de las características, ventajas y desventajas entre las diferentes opciones tecnológicas que existen y que se involucran en cada una de las etapas, esto con la finalidad de poder decidir cuál es la más favorable para el proyecto de investigación.

3.1 Base de Datos

Al hacer una revisión de los diferentes manejadores de base de datos se buscó principalmente que contara con licencias gratuitas, se encontraron varios como PostgreSQL, FireBird, DB2 Express, Apache Derby, MySQL. Por otro lado las principales características como velocidad, rendimiento, facilidad de administración, conexión con otros productos, buena documentación y soporte, además de esto teniendo en consideración lo siguiente:

1. Se va a desarrollar una aplicación web, por lo que tendrá prioridad la velocidad de acceso a los datos desde la aplicación móvil y desde el sitio mismo.
2. La base de datos podría crecer hasta tener miles de registros conforme la aplicación se vaya haciendo más popular.
3. Se busca facilidad de trabajo, la existencia de herramientas gráficas y de administración, la documentación, etc.

Teniendo en cuenta estas consideraciones los estudios y comparativas entre uno y otro, se encontró que PostgreSQL y MySQL son las que mejor se adecuan a las necesidades del proyecto ya que cuentan con las características mencionadas.

MySQL es un sistema administrativo relacional de bases de datos (RDBMS por sus siglas en inglés Relational Database Management System). Este tipo de bases de datos puede ejecutar desde acciones tan básicas, como insertar y borrar registros, actualizar información o hacer consultas simples, hasta realizar tareas tan complejas como la aplicación lo requiera[23].

MySQL es un servidor multi-usuarios muy rápido y robusto de ejecución de instrucciones en paralelo, es decir, que múltiples usuarios distribuidos a lo largo de una red local o Internet podrán ejecutar distintas tareas sobre las bases de datos localizadas en un mismo servidor.

Utiliza el lenguaje SQL (Structured Query Language) que es el estándar de consulta a bases de datos a nivel mundial, además cuenta con las siguientes características:

- **Velocidad al realizar las operaciones:** lo que le hace uno de los gestores con mejor rendimiento. En algunos estudios PostgreSQL es mejor para entornos donde la integridad de datos es fundamental como en el desarrollo de aplicaciones, a nivel de rendimiento MySQL es mejor.
- **APIS disponibles:** para C, C++, Eiffel, Java, Perl, PHP, Python, Ruby, y Tcl.
- **Bajo costo en requerimientos:** para la elaboración de bases de datos, ya que debido a su bajo consumo puede ser ejecutado en una máquina con escasos recursos sin ningún problema.
- **Facilidad de configuración e instalación:** Soporta gran variedad de Sistemas Operativos Baja probabilidad de corromper datos, incluso si los errores no se producen en el propio gestor, sino en el sistema en el que está.
- **Conectividad, velocidad, y seguridad:** hacen de MySQL Server altamente apropiado para acceder bases de datos en Internet.
- **Herramientas gráficas, documentación:** MySQL proporciona una amplia documentación y multitud de herramientas gráficas de gestión y de conectividad. PostgreSQL también cumple con los requisitos en el tema de documentación y plataformas soportadas. Es importante poder disponer en

MySQL de una herramienta de Diseño de Bases de datos, como es MySQL Workbench, que es una herramienta visual de diseño de bases de datos, permite definir modelos relacionales, generar las sentencias SQL[22].

3.2 Desarrollo de la Aplicación Móvil

Para el desarrollo de una aplicación móvil existen dos grandes sistemas operativos para elegir: Android OS e iOS. iPhone OS utiliza como lenguaje de desarrollo Objective-C, Android utiliza principalmente como lenguaje de programación Java, aunque existen otras opciones alternas para una u otra plataforma de las cuales se describirán algunas de las más relevantes:

- **Appcelerator Titanium:** permite crear aplicaciones móviles para las diferentes plataformas iOS, Android, BlackBerry, Windows Phone. Es uno de los IDE más famosos, cuenta con su propio entorno de desarrollo (Titanium Studio). Ofrece un ambiente nativo, permitiendo publicar aplicaciones desde el propio IDE sin pasar por Xcode en el caso de iOS. Titanium es capaz de generar código 100% nativo para la plataforma en la que se quiera publicar la aplicación. Cuenta con una extensa API en JavaScript, con la cual se puede hacer uso de todas las funcionalidades del dispositivo para el desarrollo de aplicaciones móviles como son la geolocalización, cámara, acelerómetro, etc.
- **NDK Android(Native Development Kit):** es un conjunto de herramientas que permite incorporar los componentes que hacen uso de código nativo en las aplicaciones de Android. Permite implementar partes de sus aplicaciones utilizando código nativo lenguajes como C y C++.
- **Rhobile Rodes:** es un framework basado en Ruby que permite crear aplicaciones multiplataforma. Una de las principales característica es la posibilidad de utilizar el hardware integrado en el dispositivo GPS, cámara de manera fácil y sencilla además es el único framework que cuenta con MVC. Obliga a comprar una licencia si se quiere distribuir aplicaciones con fines comerciales.

- **Basic4 Android:** es una plataforma de programación para aplicaciones Android cuyo lenguaje base de programación es Visual Basic. Esta plataforma no es gratuita.

Además de estas cuatro opciones existen otras como Clojure, Kawa Mirah o también alternativas comerciales como Mono o Adobe Air. Aunque algunas de estas herramientas permiten desarrollar para ambas plataformas siempre hay partes específicas que se deben de programar para una y para otra plataforma ya que se manejan de diferente manera, por ejemplo la navegación en iOS y en Android son diferentes además de no contar con las APIS de uno y otra al 100%, si requiere desarrollar una aplicación muy especializada como es el caso de este proyecto no es conveniente utilizar este tipo de herramientas.

En cuanto a plataformas de desarrollo Android es una plataforma de código abierto distribuida bajo la licencia Apache 2.0 por lo que su distribución es libre y posibilita el acceso y modificación de su código fuente, por lo cual ofrece a los desarrolladores la posibilidad de utilizar plataformas abiertas y la libertad para utilizar herramientas adyacentes para el desarrollo. Esto permite incorporar distintas características a la aplicación, además de más funcionalidades. Por otra parte Apple es bastante restrictiva con sus pautas de desarrollo, el desarrollador en este caso obtiene un conjunto fijo de herramientas para el desarrollo y no puede hacer uso de ninguna otra fuera de este, además de requerir una Mac para poder compilar y subir cualquier aplicación a la App Store.

El SDK (Software Development Kit) de Android, hace posible desarrollar aplicaciones utilizando Java como lenguaje de programación comprende bibliotecas, un simulador de teléfono y documentación. La plataforma de desarrollo es Eclipse con el complemento ADT (Android Development Tools plugin), además el SDK soporta versiones antiguas de Android, por si es necesario instalar aplicaciones en dispositivos más antiguos y pueden controlarse dispositivos Android que estén conectados.

El SDK cuenta con varias bibliotecas y clases ya implementadas que son muy importantes para el desarrollo de la aplicación en la parte de conexión con el servidor web así como también con los servicios de Google Maps, cuenta con clases definidas para este tipo de conexiones, ya que éstas, se deben de realizar en segundo plano, en la parte de realidad aumentada también existen bibliotecas para el manejo de la cámara.

3.3 Reconocimiento de Imágenes

La visión artificial (computer vision) es un campo de la inteligencia artificial. Su propósito es que mediante la utilización de técnicas adecuadas la computadora o el sistema implementado entienda una escena o características de una imagen, permite la obtención, procesamiento y análisis de cualquier tipo de información especial obtenida a través de imágenes digitales[18].

Encontrar correspondencia entre dos imágenes de una misma escena es un problema común en el área de la visión artificial, muchas aplicaciones dependen para su éxito de que se resuelva correcta y eficientemente, la mayoría de las veces lo deben de resolver en tiempo real y muchas veces deben ejecutarse en dispositivos con capacidades limitadas, por lo cual, algoritmos más simples y más eficientes representan una ventaja importante.

3.3.1 Descriptores de imágenes

Las imágenes con las que se trabaja frecuentemente son fotografías tomadas en instantes de tiempo diferentes, lo que implica condiciones cambiantes, como iluminación y condiciones que dependen del modo de captura, como lo es el tipo y configuración de la cámara, posición física y orientación. La forma más habitual para resolver este tipo de problemas consiste en caracterizar cada imagen mediante un conjunto de descriptores; los cuales como su nombre lo indica describen las características elementales de la imagen, Así el problema de encontrar correspondencia entre imágenes pasa a ser el problema de encontrar correspondencia entre descriptores, y el éxito depende en gran medida de las

características y eficiencia del descriptor usado. Es posible clasificarlos en dos grandes grupos:

- **Descriptores de información general:** engloban los descriptores también llamados de bajo nivel, que proporcionan una descripción respecto del color, formas, regiones, texturas y movimientos presentes en la imagen.
- **Descriptores de información de dominio específico:** también llamados descriptores semánticos, proporcionan información acerca de los objetos y eventos que constituyen la escena[18]. Un ejemplo podría ser el reconocimiento de objetos dentro de una imagen.

Dentro de los descriptores de información general, los podemos clasificar según el nivel de aplicación sobre el que actúan, es decir, sobre que regiones de la imagen realizan diversas operaciones para generar los resultados que componen el descriptor [19], y son los siguientes:

- **Descriptores Globales:** Resumen el contenido de la imagen en un único vector o matriz de características, poseen la ventaja de encapsular una gran cantidad de información de la imagen requiriendo una pequeña cantidad de datos para describirla. A pesar de su simplicidad, este tipo de descriptores han resultado ser ampliamente utilizados para diferentes tareas debido entre otras cosas a su bajo costo computacional unido a unas prestaciones relativamente buenas[20].
- **Descriptores Locales:** Son utilizados en aquellas tareas en las que una descripción local del contenido de la imagen resulta más apropiado. Actúan sobre regiones de interés, previamente calculadas o identificadas, construyendo un vector de características de esa región que tiene en cuenta la información contenida tanto en el punto de interés como en la región adyacente al mismo o vecindario. Normalmente las regiones escritas se conocen como puntos de interés, también llamados puntos destacados o keypoints, sin embargo estas regiones suelen referirse a bordes o pequeñas partes de la imagen[21].

De lo antes mencionado el tipo de descriptor que interesa para el presente desarrollo son los descriptores locales para encontrar correspondencias entre pequeños sectores de cada imagen, llamados patches. Este proceso se divide en al menos tres pasos:

1. **Detección:** en esta etapa se aplica a una imagen, un algoritmo detector que busca puntos que cumplan ciertas características. Lo que se desea es que aplicando el algoritmo a diferentes imágenes de la misma escena se obtengan aproximadamente los mismos puntos. Cada uno de los puntos detectados se denomina indistintamente punto de interés o keypoint.
2. **Extracción de descriptores:** para cada uno de los puntos de interés detectados en la etapa anterior se genera una firma que lo identifique. La información contenida en la firma, como en el caso anterior, la determina el algoritmo aplicado. Esta firma es comúnmente llamada descriptor local, debido a que *“describe”* el patch de imagen correspondiente, se refiere a que cada descriptor debe permitir, mediante comparación con otros descriptores, determinar si pertenece al mismo patch de imagen, o a patches distintos, con el mínimo error posible. La calificación de local se agrega para distinguir este tipo de descriptores de los descriptores globales.
3. **Determinación de correspondencias (matching):** la última etapa es la búsqueda de un descriptor *“correspondiente”* para cada uno de los descriptores extraídos anteriormente. Para esto se examina un conjunto de descriptores extraídos en forma previa desde la imagen o imágenes que forman la base de datos de búsqueda. Un par de descriptores formará una correspondencia, o match, cuando la distancia entre ellos sea mínima. El criterio exacto puede variar pero, en rasgos generales, la imagen almacenada en la base de datos que más descriptores en común tenga con la imagen de consulta, es la que se devuelve como resultado del problema de reconocimiento. Sólo basta con que una parte de los descriptores extraídos coincidan con los de la imagen en la base de datos para que el algoritmo

tenga éxito, característica que hace al método tolerante a errores y robusto ante oclusiones parciales en las imágenes.

Haciendo una búsqueda en el estado del arte se encontraron descriptores que se acercan al caso planteado. Los más relevantes son los descriptores siguientes:

3.3.1.1 Descriptor SIFT

Fue desarrollado por David Lowe, que sentó un precedente sobre cómo resolver satisfactoriamente el problema de reconocimiento de imágenes. Es un algoritmo capaz de detectar puntos característicos estables en una imagen. Estos puntos son invariantes frente a diferentes transformaciones como traslación, escala, rotación, iluminación y transformaciones afines. Originalmente fue desarrollado para el reconocimiento de objetos de manera general y realiza la correspondencia entre puntos basada en los vectores de características de cada punto que componen el descriptor de la imagen[13]. El algoritmo SIFT se compone principalmente de cuatro etapas que se describen siguiendo la implementación de Lowe:

1. **Detección de Extremos en el Espacio Escala:** La primera etapa del algoritmo realiza una búsqueda sobre las diferentes escalas y dimensiones de la imagen identificando posibles puntos de interés, invariantes a los cambios de orientación y escalado. Esto se lleva a cabo mediante la función DoG (Diferencia de Gaussianas).
2. **Localización de los Puntos Clave:** Para seleccionar los puntos clave, también llamados puntos de interés, de forma precisa, se aplica una medida de estabilidad sobre todos ellos para descartar aquellos que no sean adecuados.
3. **Asignación de la Orientación:** Se asignan una o más orientaciones a cada punto de interés extraído de la imagen basándose en las direcciones locales presentes en la imagen gradiente. Todas las operaciones posteriores son realizadas sobre los datos transformados según la orientación, escala y localización dentro de la imagen asignados en esta etapa, proporcionando así la invariancia respecto de estas transformaciones.

4. **Descriptor del Punto de Interés:** La última etapa hace referencia a la representación de los puntos clave como una medida de los gradientes locales de la imagen en las proximidades de dichos puntos clave y respecto de una determinada escala. Cada punto de interés corresponde a un vector de características compuesto por 128 elementos, que le confiere una invariancia parcial a deformaciones de forma así como cambios de iluminación.

3.3.1.2 Descriptor SURF

Donde sus autores proponen un reemplazo para SIFT, definiendo un descriptor mucho más rápido, y obteniendo mejores resultados. Tal es así que hoy, el descriptor SURF, se ha convertido en el descriptor estándar a usar en este tipo de tareas[14]. El descriptor SURF guarda cierta similitud con la filosofía del descriptor SIFT, las diferencias más originales respecto del descriptor SIFT son las siguientes:

- Velocidad de cálculo considerablemente superior sin ocasionar pérdida del rendimiento.
- Mayor robustez ante posibles transformaciones de la imagen.
- La normalización o longitud de los vectores de características de los puntos de interés es considerablemente menor, concretamente se trata de vectores con una dimensionalidad de 64, lo que supone una reducción de la mitad de la longitud del descriptor SIFT.
- El descriptor SURF utiliza siempre la misma imagen, la original.
- Utiliza el determinante de la matriz Hessiana para calcular tanto la posición como la escala de los puntos de interés.

Estas mejoras se consiguen mediante la reducción de la dimensionalidad y complejidad en el cálculo de los vectores de características de los puntos de interés obtenidos, mientras continúan siendo suficientemente característicos e igualmente repetitivos.

3.3.1.3 Descriptor BRIEF

Está constituido por una cadena de bits, a diferencia de SIFT y SURF que representan vectores, la cual se genera como resultado de un conjunto de test

binarios muy simples calculados a partir de una imagen integral, tiene un enfoque novedoso, define un nuevo tipo de descriptor mucho más rápido que el propio SURF, obteniendo resultados similares en muchos casos prácticos[15]. Es el más simple de los métodos, se utiliza un patrón de muestreo consiste en 128, 256, 512 o las comparaciones (lo que equivale a 128, 256 o 512 bits), con puntos de muestreo seleccionados al azar centrados en la ubicación de características.

Estas características de velocidad y economía de representación, lo hacen especialmente atractivo para emplearse en aplicaciones que deban ejecutarse en tiempo real, requerimiento habitual en una aplicación de realidad aumentada. Dada su construcción simple y compacto almacenamiento, BRIEF tiene los más bajos requisitos de almacenamiento y computación[15].

Esta característica, hace que resulte apropiado el uso de la distancia de Hamming para determinar la similitud entre descriptores, lo cual resulta particularmente conveniente porque la distancia de Hamming es muy simple de calcular, hasta pudiéndose realizar mediante una única instrucción de máquina en algunos procesadores modernos, y definitivamente más simple que el cálculo de la distancia Euclidiana entre vectores de dimensiones comparables. Una ventaja adicional es que la práctica demuestra que, generalmente, un descriptor BRIEF de 256 bits (32 bytes) es suficiente para lograr resultados similares a los que se obtienen mediante un descriptor SURF estándar de 64 dimensiones (256 bytes).

3.3.1.4 Bibliotecas de descriptores

Existen otros descriptores como ORB, BRISK, FREAK, los cuales no se verán a profundidad porque escapa al objetivo de este proyecto, Habiendo analizado y entendido lo anterior, se encontraron diferentes librerías y bibliotecas las cuales cuentan con clases y funciones para el procesamiento y comparación de imágenes, librerías tales como:

- **JavaCV:** es una interfaz para usar OpenCV con Java. De hecho comparte la misma documentación que OpenCV. Ha quedado relegada a un segundo

plano con la salida de la última versión de OpenCV, la 2.4.4, que soporta Java.

- **Jon's Java Imaging Library (JJIL):** es una biblioteca para el procesamiento de imágenes en Java. Incluye una arquitectura de procesamiento de imágenes y más de 60 rutinas para diversas tareas de procesamiento de imágenes. Está especialmente dirigida a aplicaciones móviles. Es eficiente tanto espacio como en tiempo sobre teléfonos móviles. Incluye interfaces para que las imágenes se puedan convertir hacia y desde formatos nativos para J2ME, Android, y J2SE.
- **OpenCV (Open Computer Vision):** Es una biblioteca de código abierto de visión artificial originalmente desarrollada por Intel. Desde que apareció su primera versión alfa en el mes de enero de 1999, se ha utilizado en infinidad de aplicaciones. Cuenta con los descriptores descritos anteriormente, ya implementados en sus librerías.

OpenCV es libre para uso académico y comercial. Cuenta con interfaces de C++, C, Python y Java y es compatible con Windows, Linux, Mac OS, iOS y Android. Fue diseñado con un fuerte enfoque en las aplicaciones en tiempo real, escrito y optimizado en C y C++, la biblioteca puede tomar ventaja de procesamiento multinúcleo, cuenta con más de 2500 algoritmos optimizados, estos algoritmos se pueden utilizar para detectar y reconocer rostros, identificar objetos, clasificar las acciones humanas en los videos, rastrear los movimientos de cámara, seguir objetos en movimiento, extraer modelos 3D de objetos, encontrar imágenes similares a partir de una base de datos de imágenes, reconocer paisajes y establecer marcadores de superposición con la realidad aumentada, etc.

OpenCV cuenta con más de 47 mil habitantes en la comunidad de usuarios y el número estimado de descargas es superior a 7 millones. La biblioteca se utiliza ampliamente en las empresas, grupos de investigación y los organismos gubernamentales.

3.4 Desarrollo Web

Existen varias tecnologías para el desarrollo de la aplicación web dentro de las más importantes se encuentran PHP y JSP, existen otras como ASP. En principio hay que tener en consideración los objetivos del proyecto para hacer una buena elección, por lo cual se deben de analizar los siguientes puntos:

- Independientemente de cómo se maneje la aplicación web, debe tener una conexión permanente con la aplicación móvil para consultar la base de datos, ya que tanto usuarios de la aplicación móvil como la web estarán interactuando con la base datos.
- Debe contar con funciones o bibliotecas para recibir parámetros desde la aplicación móvil y debe hacerlo de una manera rápida y eficiente.
- Debe controlar el flujo de las consultas desde la aplicación móvil al recibir los parámetros debe asignar la consulta a la base de datos que le corresponde y regresar a la aplicación la respuesta.
- Debe contar con funciones para el manejo de imágenes ya que se tienen que escalar a un determinado tamaño para que le sea más fácil al sistema hacer la comparación de las imágenes.
- Debe contar con funciones para facilitar la conversión tanto de las imágenes, como el sonido, a base 64, ya que es la manera en la que desde la aplicación web se envían hacia la aplicación móvil, como una cadena de texto.
- Finalmente debe tener facilidad de uso con objetos de tipo JSON ya que por medio de estos objetos se mandara la respuesta desde el servidor a la aplicación móvil, siendo esta una parte muy importante por cual se describirá de una mejor manera a continuación.

Primero se describirá que es JSON (JavaScript Object Notation), es un formato ligero de intercambio de datos. Leerlo y escribirlo es simple para humanos, mientras que para las máquinas es simple interpretarlo y generarlo. Está basado en un subconjunto del Lenguaje de Programación JavaScript. JSON es un formato de texto que es completamente independiente del lenguaje pero utiliza convenciones que son ampliamente conocidos por los programadores de la familia de lenguajes C,

incluyendo C, C++, C#, Java, JavaScript, Perl, Python, y muchos otros. Estas propiedades hacen que JSON sea un lenguaje ideal para el intercambio de datos[24].

JSON está constituido por dos estructuras:

- Una colección de pares de nombre/valor. En varios lenguajes esto es conocido como un objeto, registro, estructura, diccionario, tabla hash, lista de claves o un arreglo asociativo.
- Una lista ordenada de valores. En la mayoría de los lenguajes, esto se implementa como arreglos, vectores, listas o secuencias.

Estas son estructuras universales; virtualmente todos los lenguajes de programación las soportan de una forma u otra. Es razonable que un formato de intercambio de datos que es independiente del lenguaje de programación se base en estas estructuras.

Un objeto es un conjunto desordenado de pares nombre/valor. Un objeto comienza con { (llave de apertura) y termine con } (llave de cierre). Cada nombre es seguido por : (dos puntos) y los pares nombre/valor están separados por ,(coma) un ejemplo para este caso de lo que retornaría el servidor sería:

- **`{"ciudades": { "id": "1", "name": "Morelia" }}`**

Descrito lo anterior a continuación se describirán las características de PHP y JSP.

PHP (acrónimo recursivo de PHP: Hypertext Preprocessor) es un lenguaje de código abierto muy popular especialmente adecuado para el desarrollo web y que puede ser incrustado en HTML. Su sintaxis coincide con el lenguaje C, con solo muy pocas diferencias[25].

PHP se escribe dentro del código HTML, lo que lo hace realmente fácil de utilizar. Es independiente de la plataforma, puesto que existe un módulo de PHP para casi cualquier servidor web. Esto hace que cualquier sistema pueda ser compatible con el lenguaje y significa una ventaja importante, ya que permite portar el sitio desarrollado

en PHP de un sistema a otro sin prácticamente ningún trabajo. El código es interpretado por un servidor web con un módulo de procesador de PHP que genera la página Web resultante. A diferencia de JSP este lenguaje es un poco más flexible en cuanto a su sintaxis, y es muy rápido.

JSP (Java Server Pages), es una tecnología basada en el lenguaje Java que permite incorporar contenido dinámico a las páginas web. Los archivos JSP combinan HTML con etiquetas especiales y fragmentos de código Java[26].

JSP tiene bastantes ventajas frente a otras orientaciones, como ASP o PHP. Al ser JSP una especificación, se puede elegir entre diversas implementaciones, comerciales o gratuitas, sin tener que depender de un proveedor en particular. Quizá la ventaja fundamental es que se puede tener toda la potencia del lenguaje Java, con sus ventajas como reusabilidad, robustez, multiplataforma, etc.

El código fuente de una página JSP puede contener:

- **Directivas:** Indican información general de la página, como puede ser importación de clases, página a invocar ante errores, si la página forma parte de una sesión, etc.
- **Declaraciones:** Sirven para declarar métodos o variables.
- **Scriptlets:** Código Java embebido.
- **Expresiones:** Expresiones Java que se evalúan y se envían a la salida.
- **Tags JSP:** Etiquetas especiales que interpreta el servidor.

Otra ventaja con la que cuenta Java es la utilización de servlets, que son programas en java que se ejecutan directamente en el servidor web, corren dentro y fuera del contexto de la aplicación web y extienden la funcionalidad del mismo, actúan como capa intermedia entre:

- Petición proveniente de un Navegador Web u otro cliente HTTP.
- Bases de Datos o Aplicaciones en el servidor HTTP.

Al ser invocado o llamado por una PC remota o dispositivo móvil, si el servidor recibe la petición por primera vez, el servlet es cargado, y si ya está iniciado convierte la petición en un nuevo hilo así puede manejar múltiples peticiones de diferentes usuarios y evita sobrecargarlo cada vez que el usuario realiza una petición, finalmente procesa la petición y la regresa al usuario. Su utilización es muy variada por ejemplo puede mandar como resultado una página HTML, o un objeto de tipo JSON, dependiendo de lo que se requiera puede realizar las siguientes tareas:

- Leer los datos enviados por el cliente.
- Extraer cualquier información útil incluida en la cabecera HTTP o en el cuerpo del mensaje de petición enviado por el cliente.
- Generar dinámicamente resultados.
- Formatear los resultados en un documento HTML.
- Establecer los parámetros HTTP adecuados incluidos en la cabecera de la respuesta (por ejemplo: el tipo de documento, cookies, etc.)
- Enviar el documento final al cliente.

Con esta comparación no se pretende decir cual tecnología es mejor siempre existen diferentes variables a considerar para tomar la decisión sobre una tecnología o la otra, en este caso lo más importante son las características y dimensiones del proyecto, se deben estudiar todos los puntos descritos anteriormente para encontrar un equilibrio entre lo que la tecnología nos ofrece y las necesidades del proyecto.

Capítulo 4

METODOLOGÍA

Haciendo un estudio de las metodologías existentes, y tomando en cuenta las características, variables, problemática y objetivos planteados en la investigación, se llegó a la conclusión de que la investigación que se está llevando a cabo sigue una metodología cualitativa ya que busca el entendimiento de un fenómeno social y no la medición de las variables involucradas, además de que no se pretende asociar los resultados de la investigación con información numérica ni de manera estadística.

La investigación cumple con las características de la metodología cualitativa ya que el objeto de estudio no se puede cuantificar lo que se busca es comprender la perspectiva de los participantes en este caso de la persona que va a comprar o rentar un inmueble y por otro lado el vendedor, acerca de los fenómenos que los rodean, profundizar en sus experiencias, perspectivas, opiniones y significados, es decir, la forma en la que perciben su realidad, analizando cual es la problemática para cada una de las partes, los factores que intervienen para que este fenómeno se dé, y finalmente encontrar una solución, la cual se plantea en esta investigación que es el desarrollo de una aplicación para dispositivos móviles la cual resuelva la problemática planteada.

El diagrama de la figura 25 que a continuación se muestra las diferentes fases del proceso cualitativo las cuales se tomaron como base para el desarrollo de la investigación.

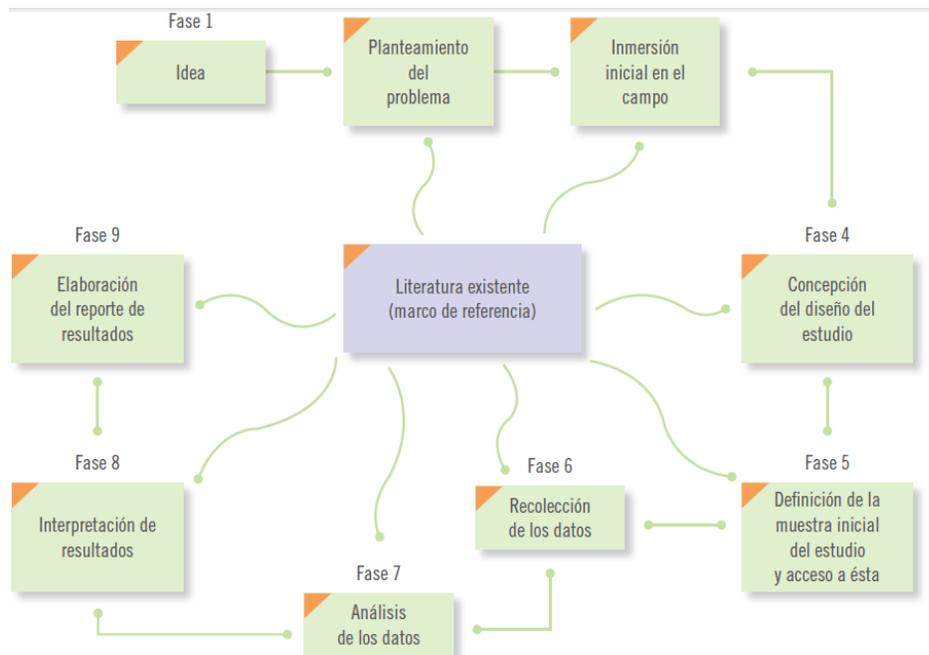


Figura 25. Proceso cualitativo de Sampieri.

Con base en el diagrama del proceso de la metodología cualitativa de Sampieri se desarrolló el diagrama de la figura 26, en el cual se describe el proceso dentro de la metodología cualitativa que se siguió para la realización de la investigación, la cual consta de 13 fases, partiendo de la idea principal, la cual es el objeto de estudio; hasta la fase 8 se sigue la metodología cualitativa de Sampieri pero debido al desarrollo de la aplicación móvil, a partir de la fase 9 se define el mapa de la aplicación así como también la metodología a seguir para lograr los objetivos planteados en base al análisis e interpretación de la información recabada a través de la observación, entrevistas, encuestas y la experiencia adquirida en las fases anteriores.

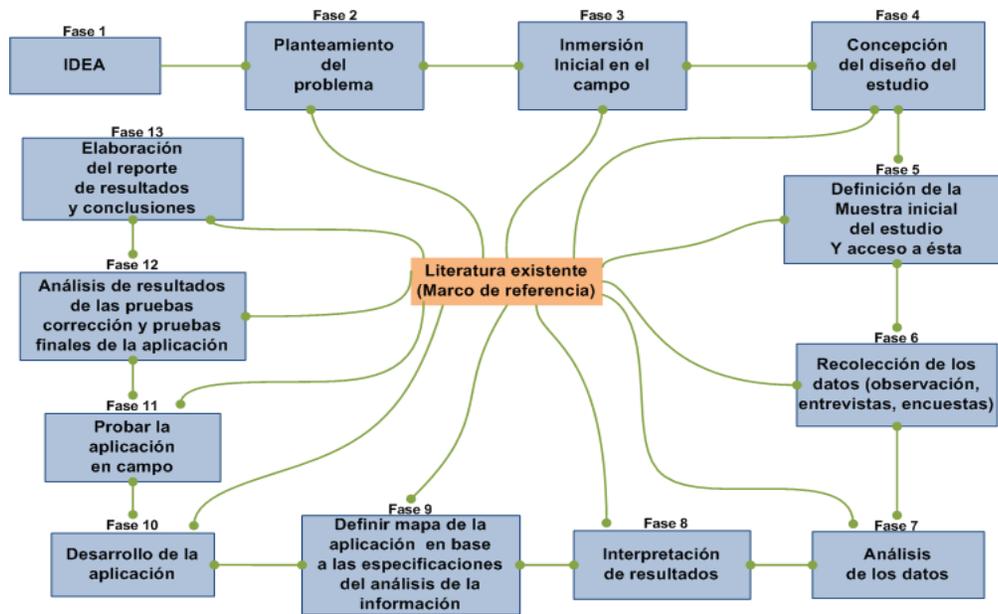


Figura 26. Metodología cualitativa de la investigación.

4.1 Instrumentos de Investigación

En este apartado se verán los mecanismos a utilizar con el propósito de recabar, registrar, analizar y transmitir toda la información necesaria relacionada con las variables de estudio y así acercarse a los hechos sobre los cuales se investiga.

4.1.1 La investigación bibliográfica y electrónica

La investigación bibliográfica y electrónica se encuentra dentro de la fase 1 de la metodología cualitativa y se comenzará realizando una búsqueda en tesis, papers, páginas web que traten acerca del tema de investigación para asegurarse que no se haya desarrollado algo similar, por otro lado se investigaran los diferentes temas que son necesarios para el desarrollo de la investigación los cuales son los siguientes:

1. Inteligencia artificial.
 - Comparación de imágenes.
 - Método de descripción y pareamiento.
2. Metodología de la investigación.
3. Desarrollo de sistemas para Android.
4. Desarrollo web.
 - Desarrollo de páginas en JSP y PHP.

- Conexión entre el dispositivo móvil y el servidor.
5. Realidad aumentada.
 6. Geolocalización.
 7. Bienes raíces.

4.1.2 Observación

Antes de realizar cualquier tipo de desarrollo informático se realizara la observación en campo, la cual pertenece a la fase 6 de la metodología de la investigación cualitativa, esta fase servirá para comprender la perspectiva de los participantes, los fenómenos que los rodean, así como para profundizar en sus experiencias, perspectivas, opiniones y significados.

4.1.3 Entrevistas

Las entrevistas y encuestas realizadas como parte de la fase 6 de la metodología de la investigación cualitativa, serán aplicadas a las personas involucradas dentro del objeto de estudio, para adentrarse en su contexto, conocer más a fondo cuál es la problemática que los rodea al comprar un inmueble.

Para las entrevistas algunas de las preguntas más relevantes son las siguientes:.

Preguntas a los vendedores:

1. ¿Qué hace si no puede atender al cliente en el momento que lo requiera?
2. ¿Le ha pasado que no tenga a la mano toda la información necesaria sobre una casa que está mostrando?
3. ¿Qué información importante para la venta es difícil tener / recordar al momento de mostrar una casa?
4. ¿Cuáles son los conflictos más frecuentes que tiene en su trabajo?
5. ¿Qué características le interesaría que tuviera un programa de computadora ó aplicación de celular para considerarlo de utilidad en su trabajo?

Preguntas a los clientes:

1. ¿Qué conflictos padece cuando quiere comprar un inmueble?
2. ¿Qué información importante para la compra considera que le han faltado / olvidado los agentes de bienes raíces cuando le han mostrado algún inmueble?
3. ¿Al preguntar por una casa ha sido atendido por la persona que cuida el inmueble (velador, vigilante, guardia, etc.)?
4. ¿Qué información le interesaría que tuviera un programa de computadora ó aplicación de celular para considerarlo de utilidad al buscar inmuebles?
5. ¿Considera que le facilitaría la búsqueda una aplicación para dispositivo móvil que lo guiara en un bien inmueble como si un agente de bienes raíces se lo mostrara?

4.1.4 Aplicación móvil de bienes raíces con realidad aumentada (programa desarrollado para la investigación).

Dentro de la fase 9 y 10 de la metodología planteada se tiene contemplado el desarrollo de la aplicación, una vez que se compruebe en base a las fases anteriores como la observación, entrevistas y encuestas realizadas a las personas involucradas, que lo que se plantea como un problema exista realmente, ya que si los resultados no son favorables no tendría sentido desarrollar la aplicación.

Una vez comprobado lo anterior se hará el mapa estructural de la aplicación y posteriormente el desarrollo de los diferentes módulos y características en base a los requerimientos de las personas y especificaciones planteadas dentro de los objetivos.

4.1.5 Pruebas de campo con la aplicación desarrollada

Dentro de las fases 11 y 12 se tiene contemplado realizar las pruebas de la aplicación las cuales se realizaran por fases de desarrollo, consistirán en ir haciendo pruebas de cada módulo que se vaya terminando, una vez comprobado que el módulo funcione correctamente, se llevaran a cabo pruebas de campo con las

personas previamente elegidas que estén o hayan rentado o comprado un inmueble. Una vez realizando dichas pruebas se analizarán los resultados para saber si fue aceptado por las personas o si requieren de alguna modificación ya sea por petición de las personas o algún error que se pueda presentar.

Capítulo 5

DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

En este capítulo se verá la manera en la que se desarrolló cada una de las etapas, los factores, escenarios y conflictos que se encontraron en el desarrollo de la investigación.

5.1 Investigación bibliográfica y electrónica

La investigación bibliográfica y electrónica comenzó buscando tesis, papers, páginas web que trataran acerca del tema de investigación para asegurarse que no se fuera a desarrollar algo similar y se encontró que efectivamente no existe algo similar en cuanto a bienes raíces.

Una vez verificado que no hubiera algo similar, la investigación continuo buscando libros acerca de los diferentes tipos de metodología de la investigación existentes, para darse cuenta qué tipo de metodología que se tenía que seguir en base a las características específicas del problema en cuestión que se quiere solucionar, así como también nutrirse de ideas en cuanto a métodos de recolección de datos y análisis.

Uno de los libros consultados lleva por título ***"metodología de la investigación" fue consultada la 5ta Edicion del autor Sampieri;*** se eligió por recomendación y porque describe muy claramente y con ejemplos la metodología de la investigación cualitativa.

Otro tema que es parte de la investigación es la realidad aumentada, al respecto se buscaron libros en los cuales se diera una explicación del concepto, características y la manera de implementarla en Android los libros ***"Hand book of Augmented Reality"*** y ***"Pro Android Augmented Reality"*** muestran dichas características, por esta razón se eligieron, ya que contienen ejemplos de código e imágenes de cómo se implementa la realidad aumentada en las aplicaciones para Android.

En cuanto al desarrollo de la aplicación se requirió un estudio amplio dentro de la literatura existente sobre los diversos temas que involucran las especificaciones de la aplicación, los de mayor interés fueron los libros: **"Beginning Android"**, **"Beginning Android™ Application Development"** se eligieron porque tenían varios de los temas necesarios para el desarrollo de la aplicación.

En relación a las páginas visitadas destaca **"<http://developer.android.com/>"** que es donde se encuentra la api de Android para el uso de cualquiera de sus bibliotecas.

Del área de la inteligencia artificial se buscó información acerca de la comparación de imágenes y reconocimiento de patrones, en este tema se eligió el libro **"Inteligencia Artificial Tercera Edición"** ya que en él, se encontró el método de descripción y pareamiento el cual es la base de la comparación de imágenes.

Adentrándose en el tema de comparación de imágenes existen los llamados descriptores los cuales emplean métodos y funciones con los cuales se realiza la comparación de las imágenes, por lo cual se tuvo que realizar una investigación para saber cuál descriptor es el mejor y más apropiado para la aplicación, en base a esto se eligieron la tesis **"Estudio comparativo de descriptores visuales para la detección de escenas cuasi-duplicadas"**, en la cual se hace dicho estudio y la tesina cuyo nombre es **"mcBrief: un descriptor local de features para imágenes color"**, la cual también realiza un estudio de los diferentes descriptores mostrando sus características, ventajas, desventajas y comparación entre ellos; esto ayudó para analizar los diferentes descriptores, lo cual lleva al siguiente paso que es su implementación.

Para la fase de implementación se investigó en Internet los diversos métodos de implementación con Android encontrando la página **"<http://opencv.org/>"** en la cual muestra la descripción y manera como OpenCV implementa los descriptores en Android.

En la parte de conexión entre la aplicación Android y la base de datos que se encuentra en una computadora remota se investigaron libros de Java y JSP que mostraran este tipo de conexión, se escogió como base el libro "**Java for the Web with Servlets, JSP, and EJB: A Developer's Guide to J2EE Solutions**" para el desarrollo ya que muestra diferentes tipos de conexión entre una aplicación web JSP por medio de un servlet con otro tipo de aplicación en este caso la aplicación Android.

Finalmente desde la aplicación móvil se tiene que mandar la consulta al servidor en la cual viaja la información que el usuario solicita, por lo cual se realizó un estudio para saber qué tipo de datos pueden viajar entre la aplicación y el servidor, se encontró que la mejor manera es por medio de un objeto de tipo JSON; en la página oficial "<http://www.json.org/>" se encontró toda la información pertinente para la utilización de este tipo de datos dentro del desarrollo.

5.2 Observación

El proceso de Observación se dividió en 3 etapas tal y como se desarrolla una cita para conocer un inmueble, siendo atendidos por diversos vendedores con o sin experiencia, con el propósito de recabar toda la información, factores, conductas y hechos que se involucran dentro del proceso antes, durante y después de una cita, estas etapas son las siguientes:

1. **Primera etapa:** Factores, conductas y escenarios que intervienen en el tiempo previo de la cita en ambas partes.
2. **Segunda etapa:** Factores, conductas y escenarios que intervienen durante la cita en ambas partes.
3. **Tercera etapa:** Factores, conductas y escenarios que se dan después de la cita en ambas partes.

Primera etapa de Observación

Dentro de la primera etapa de la observación se analizaron varios casos que se fueron dando antes de que la persona pueda conocer el inmueble los cuales influyen

y condicionan el desarrollo de la cita, esto es dependiendo del modo en el que hayan buscado el inmueble, dichos casos son los siguientes:

- **Primer caso:** Porque iban pasando por la ubicación vieron el teléfono y llamaron al vendedor.
- **Segundo caso:** Porque la vieron anunciada por diversos medios como internet o periódico.
- **Tercer caso:** Cuando la persona ya es cliente del vendedor y le llama directamente.

Estos escenarios cambian la perspectiva tanto del vendedor como de la persona que quiere comprar o rentar, para el primer caso las personas tuvieron que esperar al vendedor alrededor de media hora cuando el vendedor estaba disponible; cuando el vendedor estaba atendiendo a otra persona, la persona tuvo que esperar una hora en lo que terminaba la cita actual más el tiempo de traslado, en otros casos tuvieron que hacer una cita posteriormente como cuando las personas que vienen de fuera de la ciudad y cuentan con un tiempo limitado.

Otro factor en ciertos casos fue que el vendedor primero tiene que conseguir la llave del inmueble ya que no siempre el dueño le da una copia.

En este caso fue un tanto incómodo para ambas partes, ya que influyen varios factores adversos para que la cita se lleve a cabo, este tipo de circunstancias se dieron entre otros casos por el hecho de que la empresa no cuenta con varios vendedores debido a factores que influyen en la toma de decisiones para contratar más personal, para el caso de Morelia una de estas razones son las pocas ventas en la actualidad y el hecho de evitar la creación de más competencia entre ellos mismos ya que contratan a personal y después dichas personas ponen su propia empresa, de estos hechos hizo mención la agente de bienes raíces y propietaria de la inmobiliaria "**JAJOR S.A. de C.V.**" la Sra. Jorgina Díaz Sánchez, por otro lado la persona tiene que esperar al vendedor por un largo periodo de tiempo.

En el segundo caso pueden tener varios escenarios el primero es si la persona llama al vendedor para conciliar una cita, o si van directamente al inmueble en el cual se pueden encontrar varias situaciones como si al llegar no se encuentra un vendedor de guardia, entonces pueden llegar a caer en la misma situación del primer caso, por otro lado en muchas ocasiones en los fraccionamientos solo se les permite el paso a personas que vayan acompañadas de un vendedor autorizado por lo cual la persona no podría ver el inmueble, en otros casos cuentan con alguien que tiene la llave, como el vigilante en ciertos fraccionamientos sin ninguna experiencia en ventas.

En el tercer caso se observó que al realizarse una cita se pueden dar dos casos, uno cuando acuerdan verse en el domicilio del inmueble y otro en el que el vendedor pasa por las personas a su domicilio, en este sentido se observó que en ciertas ubicaciones de inmuebles les costaba trabajo llegar, por ejemplo a fraccionamientos que tienen cotos que son muy similares aun yendo con el vendedor. Cabe señalar que en todos los casos el vendedor al realizar una cita le mostraba más de una opción de compra o renta por lo que la cita constaban de un recorrido de más de un inmueble.

Segunda etapa de la Observación

Se pudo observar a los diferentes tipos de vendedores lo cuales en algunos casos eran gente con experiencia en ventas y en otros casos el dueño los había puesto como responsables de mostrar el inmueble a un hermano o familiar los cuales no contaban con experiencia en ventas. En pocos casos el dueño era el que atendía a la persona pero este tipo de vendedores conocían más sobre los materiales y estilos del inmueble, en otro casos los dueños les dejaban las llaves al vigilante o velador solo para abrir las casas, en este tipo de casos las personas solo entraron observaron pero no pudieron hacer una consulta sobre las dudas que pudieran tener acerca del inmueble.

Una vez que las personas llegaron al inmueble comenzaron a interactuar con el vendedor observando y haciéndoles preguntas acerca de las características del

inmueble en todos los casos ya sea con vendedores con experiencia y sin experiencia les hacían preguntas acerca de las características del inmueble.

De las preguntas planteadas las que más fallaban los vendedores eran acerca de los materiales empleados como el tipo de madera de la cocina o closets, los tipos de acabados, los metros de construcción, las medidas del terreno, si los baños eran ahorradores de agua, que estilo de casa era. Por lo que los vendedores en ocasiones llamaban al dueño para preguntar o realizaban otra cita estando el dueño presente para aclarar ese tipo de dudas, en otros casos dando un aproximado de las medidas, en base a la experiencia y tipo de inmueble (residencial, interés social etc.), de igual manera en los casos de acabados o estilo.

Tercera etapa de observación

Una vez que las personas terminaban de ver el inmueble lo más común que se observó fueron las opiniones que dieron; en caso de haberles gustado decían que tenían que ver la posibilidad de un crédito y comenzaban a cuestionar al vendedor acerca de ello, sobre los diferentes bancos cual era el más conveniente o si aceptaban crédito de INFONAVIT, a lo que los vendedores daban su opinión en caso de tener experiencia en ese aspecto, les pedían los datos como los ingresos para poder checar historial crediticio y buro de crédito y así poder hacer una corrida financiera en distintos bancos, con el objetivo de saber cuánto les prestaban.

Así mismo, el vendedor les daba la opción de hacer una cita con el dueño para negociar sobre el precio y para que algún otro familiar o cónyuge la pudiera ver, después continuaban viendo más opciones de compra o renta la cita terminaba cuando la persona se iba o el vendedor las dejaban en algún punto de la ciudad.

Por otro lado los vendedores informaban al dueño ya sea por teléfono en caso de que no estuviera en ese momento o personalmente sobre las opiniones de las personas y acerca del ofrecimiento monetario que habían realizado, en base a esto el dueño decidía si aceptar o realizar una cita directamente con la persona.

También trataban los temas acerca de las preguntas que les hicieron y no pudieron contestar como el tipo de acabados. Este tipo de problemática de no saber ciertas características del inmueble se dio por diversos motivos como el hecho de que hay gran variedad de acabados, estilos de vivienda y van saliendo nuevos constantemente, pero la principal razón fue por desinformación del dueño hacia el vendedor por diversos motivos como por ejemplo el trato de trabajar como promotor del inmueble se hace por teléfono y de manera rápida por lo cual el vendedor puede llegar a olvidar o no alcanzar a anotar la información.

5.3 Entrevistas del proceso actual de compra/renta de bienes raíces

Para el desarrollo de las entrevistas se tomó en consideración a vendedores de diferentes empresas con el propósito de captar sus emociones, apreciaciones y saber la manera en la que manejan las distintas circunstancias que se les van presentado antes, durante y después de tener una cita y así tener un panorama amplio del contexto y problemática desde su perspectiva, así como también la información que puedan aportar en base a su experiencia para el desarrollo de la aplicación.

Por otro lado también se entrevistaron clientes que tuvieran las siguientes características:

- Personas que en algún momento hayan buscado un inmueble para compra o renta.
- Personas que sean de fuera que hayan buscado un inmueble dentro de la ciudad.

Entrevistas a vendedores

Se entrevistó a varios agentes de bienes raíces de diferentes empresas aunque por motivos de seguridad no quisieron que sus nombres aparecieran dentro de la investigación, las inmobiliarias que manejan son: Grupo Navarro, Inmobiliaria Balvi, Porto Inmobiliaria, Círculo Rojo, JAJOR entre otros que son independientes, la

manera que se contactó con las personas fue gracias al contacto que se tiene entre vendedores, se le hizo la petición a un agente de bienes raíces de la inmobiliaria JAJOR que si podía llamar a los otros agentes para conciliar una cita, de esta manera se pudieron realizar las entrevistas llevándose a cabo en su lugar de trabajo.

Se tuvo una plática en la cual se les explico que se estaba llevando a cabo una investigación en la cual se pretende dar una solución a los conflictos que se presentan al momento de buscar y conocer un inmueble con una herramienta tecnológica, la entrevista se centró en las situaciones y conflictos que se les presentan dentro de su trabajo al momento de atender a un cliente y en general de su trabajo, por otro lado se les pregunto acerca de qué características necesitarían que tuviera una aplicación para que les fuera de utilidad para la solución de los conflictos, algunos de los comentarios fueron las siguientes:

"Los conflictos que más se presentan son no poder atender a la persona en el momento ya que muchas veces ven los teléfonos en carteles directamente en el inmueble y en muchas ocasiones no es posible alcanzar a llegar para atenderlos por lo que se hace una cita para otro día u otra hora, por otro lado la situación actual del estado ha llevado a tener miedo de mostrar los inmuebles, se han dado casos en los que asaltan a compañeros y los dejan encerrados en los inmuebles que muestran, de las características que se olvidan más o no se tiene a la mano la información son los metros de construcción, materiales de construcción el tipo de madera empleada, si se tuviera una herramienta tecnológica se necesita que le pudiera mostrar cómo llegar al inmueble a la persona ya que ha pasado que no encuentran el domicilio, que le dé información precisa según sus necesidades, que sea fácil de usar y que realmente ayude para cerrar más ventas ".

Representante de Círculo Rojo.

"Entre los conflictos más comunes que ocurren son por ejemplo que la gente es muy impuntual quedan a una hora y llegan media hora después por lo cual si se tiene otras citas programadas no es posible atenderlas a hora acordada, la delincuencia ha

obligado a ser temerosos para realizar una cita teniendo que pedir más referencias acerca de las personas, otro problema es que en la actualidad en la ciudad de Morelia no hay muchas ventas por lo que no es conveniente contratar a más personal, por otro lado un tiempo después estos vendedores que se contratan ponen su propia empresa creando más competencia, lo que se necesita de una aplicación es que le muestre la información a la persona de manera fácil que no tenga que quebrarse la cabeza con demasiadas características como en ciertas páginas, que le sirva al vendedor como un apoyo para atraer más clientes y así cerrar más ventas".

Representante de Inmobiliaria JAJOR.

Entrevistas a los clientes

Se buscaron personas entre conocidos que se sabía que ya habían comprado o rentado un inmueble, en este caso se buscó directamente en su lugar de trabajo o por teléfono, por otro lado con los clientes del agente de bienes raíces al momento de realizar una cita se acompañó al agente para poder platicar con sus clientes se les explico que se estaba llevando a cabo una investigación en la cual se pretende dar una solución a los conflictos que se presentan en el proceso de renta o compra de un inmueble de manera tecnológica, en este caso las entrevistas se llevaron a cabo en el lugar de la cita en donde se les mostró el inmueble.

Se captaron las opiniones de las personas preguntando acerca de los conflictos que se les han presentado, medios de búsqueda, y que características les interesaría que tuviera la aplicación para que le fuera de utilidad al momento de buscar un inmueble, tanto las entrevistas como las encuestas se llevaron a cabo de manera anónima y en la ciudad de Morelia, algunos de sus comentarios fueron los siguientes:

"Los medios más comunes para búsqueda de casa son por el periódico o por internet pero al momento de realizar una búsqueda en internet en páginas como la de Century 21 con demasiadas opciones que al final no encuentra resultados, en ocasiones no es clara la ubicación del inmueble, si hay veces que hay que esperar demasiado tiempo a que el vendedor llegue a la ubicación del inmueble, los

vendedores no están capacitados, de una aplicación sería que tenga toda la información que se necesita, fácil de usar, que mostrara la ubicación del inmueble".

"Para la búsqueda de inmuebles se realizó por internet y visitando la zona en la cual se deseaba el inmueble, los problemas más comunes son que el vendedor no sepa todas las características del inmueble como los materiales de construcción, tardan en llegar al lugar o hay que hacer cita para otro día, difícil acceso al inmueble, si hubiera una aplicación sería bueno que pudiera mostrar la ubicación del inmueble, que se pudiera ver la casa decorada de diferente manera, mostrara fotos, que tuviera todas las características de materiales que se emplearon y que fuera fácil de usar".

Por otro lado con la pregunta "*¿Qué información le interesaría que tuviera un programa de computadora o aplicación de celular para considerarlo de utilidad al buscar inmuebles?*", se obtuvieron parte de las especificaciones para desarrollar la aplicación en base a las preferencias de las personas coincidiendo en varias opciones que se habían planteado.

5.4 Aplicación móvil de bienes raíces con realidad aumentada (programa desarrollado para la investigación).

La aplicación móvil se encuentra estructurada inmersa dentro de un sistema computacional compuesto por 3 componentes:

- Base de datos
- Aplicación móvil
- Aplicación web

A continuación se verá que tecnologías se decidió utilizar y la manera en la que fueron implementadas dentro de la aplicación.

Base De Datos

Para la base de datos se decidió desarrollarla en MySQL por contar con licencias gratuitas, por ser la base de datos de código abierto más popular del mundo, cuenta con muy buen soporte y mucha información acerca de su funcionamiento, tiene una

gran capacidad para ejecutarse con miles de usuarios activos, la experiencia que se tiene trabajando con este manejador de base de datos, además de las características que se mencionaron en la revisión técnica.

La aplicación utiliza la base de datos para alojar la información del inmueble, el tipo de información que guarda son campos de tipo alfanumérico, numérico y blob ya que las imágenes del inmueble están guardadas directamente en ella, existen muchas opiniones si es conveniente guardar las imágenes o solo la ruta, pero por el tipo de diseño de la aplicación es conveniente hacerlo de esta manera ya que las imágenes van desde el servidor hacia el Smartphone, para hacer comparaciones entre imágenes, por lo cual se facilita más de esta manera.

Desarrollo de la Aplicación Móvil

Se decidió desarrollar la aplicación para Android con el lenguaje de programación Java, en el entorno de desarrollo Eclipse y el kit de desarrollo Android SDK, debido a las características y especificaciones de la aplicación, dichas herramientas son las más favorables para el proyecto, ya que permiten la interacción y conjunción entre las diferentes tecnologías que son necesarias para el correcto funcionamiento de la aplicación, como JSON, XML, conexión a base de datos, manejo de funciones en segundo plano, conexión vía web, realidad aumentada; teniendo librerías específicas para realizar las diferentes tareas además de contar con una amplia documentación en caso de requerirla.

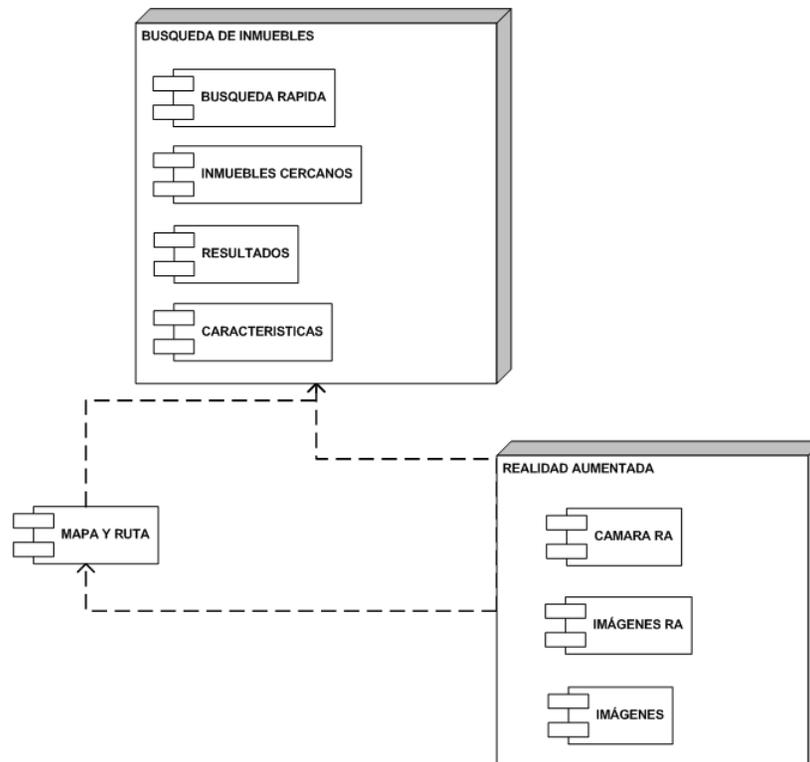


Figura 27. Diagrama de componentes de la aplicación.

En la figura 27. Se muestra un diagrama de componentes el cual contiene la estructura de la aplicación móvil. Los diferentes módulos con los que cuenta; a continuación se describen.

- **Búsqueda Rápida:** cuenta con dos opciones búsqueda por precio y búsqueda por colonia esto debido a que en el estudio que se realizó se llegó a la conclusión que son las dos opciones más comunes que las personas utilizan. En esta búsqueda el usuario no tiene que escribir nada solo tiene que ir seleccionando en base a lo que la aplicación le va mostrando, a diferencia de las otras aplicaciones siempre se asegura que el usuario encuentre algún inmueble ya que solo se muestra lo que realmente se tiene.



Figura 28. Muestra las opciones de Búsqueda rápida.

- **Búsqueda Inmuebles Cercanos:** en donde le muestra al usuario una lista de los inmuebles que se encuentran cerca de su ubicación. A diferencia de lo que se muestra en otras aplicaciones, se muestra una lista con imágenes y características de cada inmueble cercano y una vez seleccionado alguno le puede dar la ruta de cómo llegar hasta su ubicación.

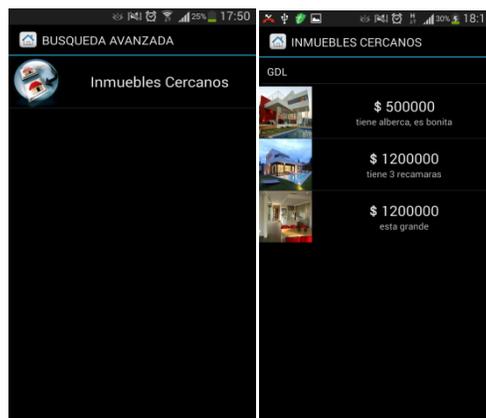


Figura 29. Muestra las opciones y resultados de Inmuebles cercanos.

- **Resultados de la Búsqueda:** muestra al usuario los resultados de la búsqueda en donde le da la información del inmueble características, imágenes y la opción de ver la ruta para saber cómo llegar al inmueble.



Figura 30. Muestra los resultados de la búsqueda.

- **Ruta hacia el Inmueble:** la aplicación le muestra al usuario la ruta que debe de seguir para llegar al inmueble desde su ubicación actual. Este módulo de la aplicación se conecta a los servicios de Google Maps, por cual se necesita hacer una conexión en segundo plano de esta manera está estipulado por Google por lo cual se hace uso de la clase AsyncTask de Android, la cual es utilizada para poner la conexión en segundo plano.

los servicios de Google Maps cuentan con funciones para convertir una dirección dada en coordenadas obteniendo la latitud y altitud de origen y destino con el propósito de pintar la ruta.

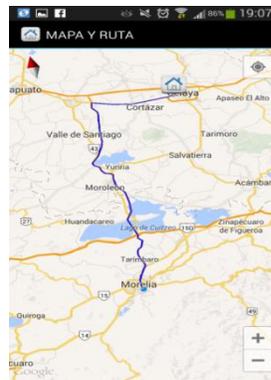


Figura 31. Muestra la ruta hacia el inmueble

- **Cámara RA:** por medio de la cámara el usuario puede enfocar en algún área del inmueble y la aplicación le dará las características en texto sobre la pantalla y también por audio.



Figura 32. Muestra los resultados al encontrar correspondencia entre imágenes.

- **Imágenes RA:** el usuario puede enfocar la cámara enfocarla en algún área, como la sala, para agregar imágenes de muebles desde un catálogo, el usuario puede mover, cambiar tamaño, largo y ancho de la imagen de los muebles, y así darse una idea como pudiera verse con muebles esa área del inmueble.

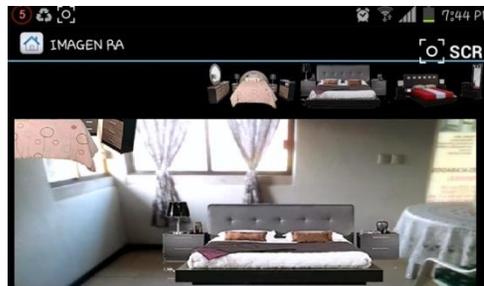


Figura 33. Muestra como se ve al agregar una imagen.

- **Imágenes:** en esta opción el usuario puede agregar imágenes de los muebles estando en cualquier ubicación ya que no es necesario estar dentro del inmueble.

Lo que hace es mostrarle las fotos del inmueble y sobre las mismas el usuario puede agregar las de los muebles, esto para que en cualquier momento pueda pensar cómo se vería el inmueble.



Figura 34. Muestra al usuario los muebles que va agregando desde el catalogo.

Reconocimiento de Imágenes

La aplicación pretende proporcionar al usuario un entorno fácil de utilizar, rápido y eficiente, como ya se describió OpenCV cuenta con librerías implementadas para Android y han sido probadas, comprobando la rapidez y eficacia. Por estas razones y a las pruebas realizadas se decidió utilizar las librerías OpenCV para la comparación de imágenes.

Siguiendo el flujo del sistema en el cual el usuario realiza una búsqueda el reconocimiento de imágenes funciona de la siguiente manera:

1. Al seleccionar un inmueble la aplicación obtiene las imágenes desde la base de datos como bytes.
2. Se convierten a base 64 para que puedan ser enviadas como texto hacia la aplicación.
3. Se encapsula en un objeto de tipo JSON, así es posible pasar toda la información del inmueble de una sola vez como texto, lo cual implica que sea más rápido y sea de menor tamaño la información que viaja desde del servidor.
4. Una vez que se obtiene la información dentro de la aplicación móvil se vuelve a convertir de base 64 a bytes.
5. Al decidir visitar una opción de compra o renta, al estar próximos al inmueble la aplicación abre automáticamente las opciones de realidad aumentada.
6. El usuario selecciona la opción de cámara RA, la aplicación abre la cámara del Smartphone y empieza a captar las imágenes, como el usuario previo a esto ya realizó la búsqueda, comparará con cada una de las imágenes del inmueble en el que está a través del descriptor previamente seleccionado dentro de las bibliotecas que maneja OpenCV, si tienen correspondencia manda las características en pantalla al usuario y comienza a dar la descripción con sonido.

Aplicación Web

Por las características y necesidades del proyecto se decidió desarrollar la aplicación web en JSP, una de las razones es que el proyecto involucra diferentes tecnologías, la lógica del sistema se hace más compleja, por lo cual JSP cuenta con una mayor separación de la lógica debido a las características con las que cuenta Java, esto facilita la interacción entre la aplicación móvil y la aplicación web.

Otra razón es la escalabilidad con la que cuenta Java desde siempre. Se espera que conforme la aplicación se vaya haciendo más popular puede llegar a crecer en gran medida el número de usuarios que estén haciendo peticiones al servidor, por lo cual esta característica es muy importante.

Finalmente el manejo que tiene con los servlets que son muy importantes para el desarrollo de este proyecto, primero por la seguridad con la que cuentan, la única forma de invocar un servlet es a través de un servidor web, esto da un alto nivel de seguridad, especialmente si el servidor web está protegido por un corta fuegos (firewall). Esto significa que el cliente no puede borrar ni modificar nada del propio servidor. Para ampliar la seguridad, se puede definir usuarios y grupos de usuarios.

Como se mencionó anteriormente las conexiones entre la aplicación móvil y el servidor deben de ir en segundo plano ya que así está indicado por Android, los servlets facilitan la tarea junto con clases ya implementadas por el SDK llamadas AsyncTask, las cuales crean un hilo poniendo en segundo plano la conexión, regresan la respuesta al usuario desde el servidor web cerrando la conexión y deteniendo el hilo.

De esta manera el usuario realiza una petición al servidor desde la aplicación móvil, la clase AsyncTask pone en segundo la plano la conexión, mandándole los parámetros de consulta al servlet, que se encuentra activo dentro del servidor. La

importancia del servlet recae en el tipo de operaciones que realiza, ya que funciona como un controlador el cual al recibir los parámetros, los manda a la clase indicada para realizar la consulta a la base de datos, está a su vez regresa el resultado al servlet en un vector el cual se convierte a un objeto de tipo JSON para poder regresar la respuesta desde el servlet a la aplicación móvil, para finalmente ser mostrada al usuario.

5.5 Pruebas

Para la realización de las pruebas se configuró un servidor con la base de datos para acceder de manera remota desde la aplicación móvil, se insertó información real de inmuebles y se dividieron en 2 etapas, pruebas preliminares y pruebas finales.

Se realizaron de esta manera para ir verificando paso a paso cada módulo desarrollado, los resultados y opiniones de los usuarios que se iban obteniendo, así cualquier modificación se realizaría de manera más fácil y al tener la aplicación terminada tendría una mayor aceptación con las modificaciones y correcciones que los mismos usuarios le hicieran, además de las pruebas preliminares realizadas.

A continuación se describirá en que consistieron las pruebas preliminares y finales:

Se denominó pruebas preliminares al conjunto de pruebas realizadas que se llevaron a cabo a cada módulo conforme se iban terminando antes de realizar pruebas con la aplicación completamente terminada. Las pruebas efectuadas en esta etapa fueron:

- **Pruebas unitarias:** se revisó cada una de las funciones de los módulos desarrollados para asegurar que el código funcionaba de acuerdo con las especificaciones y comparar los resultados esperados con los resultados obtenidos, para asegurar que sean correctos.
- **Pruebas de regresión:** debido a que ciertas características de los módulos que funcionan en cascada es decir que el módulo en uso depende de otro módulo, se tuvo que realizar este tipo de pruebas para determinar si al realizar cambios en un módulo de la aplicación, no tuviera efectos adversos en otros.

- **Pruebas de humo:** se realizaron este tipo de pruebas para asegurar los resultados de las pruebas unitarias al realizar la integración de cada módulo terminado, se probó en conjunto para verificar que la aplicación funcione correctamente y los resultados sean los esperados.
- **Pruebas de sistema:** estas pruebas consistieron en ejecutar la aplicación para verificar y asegurar el funcionamiento adecuado de la navegación dentro de la aplicación, además verifican que la selección, procesamiento y recuperación de la información fueran los adecuados.
- **Pruebas de desempeño:** se realizaron pruebas para medir los tiempos de respuesta con la finalidad de probar y mejorar las métricas de desempeño de la aplicación logrando identificar si existe un procesamiento ineficiente o un diseño pobre como tener muchas instrucciones innecesarias, los tiempos en la comparación de las imágenes y uso de la cámara.
- **Pruebas de Integridad de Datos y Base de Datos:** se realizaron para asegurar que los métodos de acceso y procesos funcionan adecuadamente sin ocasionar corrupción de datos y asegurando que hayan sido grabados apropiadamente.
- **Pruebas de GUI:** se verifico la interacción del usuario y la aplicación para asegurar que tiene una fácil navegación y usabilidad a través de las diferentes funciones, eligiendo o cambiando los componentes en base a las pruebas y aceptación de los usuarios.
- **Prueba de Aceptación:** se realizaron pruebas de aceptación al tener desarrollado un módulo de la aplicación, se les proporciono a diferentes usuarios para medir el grado de aceptación y así dar por concluido o realizar modificaciones al mismo.
- **Prueba de Usabilidad:** esto con la finalidad de verificar que el usuario podrá usar y entender la aplicación identificando las áreas de diseño que la hacen difícil de usar.

- **Prueba de Campo:** se realizaron pruebas de la aplicación en ambiente real para encontrar y validar cada una de las especificaciones planteadas.
- **Pruebas Alfa:** antes de realizar las pruebas de campo se realizaron este tipo de pruebas en un ambiente controlado en el cual se seleccionó algunos usuarios y el desarrollador estuvo presente, en el lugar donde fue desarrollada la aplicación con el fin de encontrar errores y realizar una retroalimentación.

Dentro de las pruebas preliminares de aceptación, usabilidad, alfa y de campo se les proporciono la aplicación a personas con diferente tipo de conocimientos, desde informáticos hasta personas adultas que no están acostumbradas a utilizar este tipo de tecnologías, maestros en educación física, ingenieros, vendedores de bienes raíces, instructores, entre otros, con la única restricción que alguna vez hayan buscado un inmueble para compra o renta.

Las pruebas se dividieron en 3 etapas siguiendo el proceso de desarrollo de la aplicación.

1. **Primera etapa:** Aplicación estándar.
2. **Segunda etapa:** Ruta hacia el inmueble.
3. **Tercera etapa:** Realidad aumentada (Agregar muebles en la pantalla sobre el video captado con la cámara, Comparación de Imágenes).

Una vez terminada la primera fase de desarrollo (la cual consistía en tener la aplicación estándar que va desde realizar una búsqueda por precio o por ubicación, hasta mostrarle la información, características e imágenes del inmueble al usuario), se le dio la aplicación a diferentes a personas, y se les explicó únicamente que era una aplicación para búsqueda de inmuebles dejándolos que interactuaran con la aplicación.

En la segunda etapa se realizaron pruebas para ver si pintaba la ruta hacia el inmueble de manera correcta en el mapa, dando en un principio problemas ya que durante fase de desarrollo Google cambio de versión la API de Google Maps,

cambiando las funciones y la manera en la que se tenía que hacer la conexión con los servicios, por lo cual se tuvo que cambiar el tipo de conexión y las funciones por las de la nueva API.

Cabe señalar que antes de realizar cualquier conexión con los servicios de Google se tiene que estar registrado como desarrollador y agregar el proyecto en la consola de desarrolladores que proporciona Google, la información completa se puede obtener en la página oficial "[\(https://developers.google.com/maps/documentation/android/\)](https://developers.google.com/maps/documentation/android/)", una vez hecho esto Google proporciona una llave para agregarla en el proyecto de la aplicación y así de esta manera se puede realizar la conexión, una vez realizando los cambios se probó con diferentes personas las cuales utilizaron la aplicación mostrándoles el mapa de manera correcta, aunque opinaron que si la línea que pinta la ruta se podía hacer más grande y cambiar la posición de la cámara en el mapa, por lo cual se realizaron dichos cambios.

Después de probar constantemente la aplicación dejó de pintar la ruta, al investigar se determinó que existe un número limitado de peticiones permitidas por Google Maps por mes conectándose a sus servicios como desarrollador en fase de pruebas. Esta limitante duro varios días y una vez transcurrido ese tiempo se pudo realizar de nuevo las pruebas con los cambios realizados, las cuales salieron satisfactorias dando una buena opinión de los usuarios que ejecutaban las pruebas.

En la tercera etapa de desarrollo el usuario por medio de la cámara puede agregar imágenes de muebles, la cual se probó con varias personas. En un principio se tenía que solo se podía agregar una imagen a la vez, pero la mayoría de los usuarios opinaron que era necesario agregar una segunda imagen, por lo que se tuvo que hacer la modificación para que se pudieran agregar 2 imágenes.

También se tuvo que crear un sistema de coordenadas para cada imagen, teniendo que desarrollar una función para la detección de colisiones para que los objetos no

se traslaparan si ocupaban las mismas coordenadas, al realizar los cambios se probó con las mismas personas además de otras, quedando conformes con la funcionalidad de la aplicación que estaban viendo.

Dentro de la comparación de imágenes antes de realizar pruebas con personas se realizaron pruebas exhaustivas con objetos como pantallas, laptops, y posteriormente con habitaciones y lugares de una casa con la finalidad de probar los diferentes algoritmos para comparar imágenes, se probaron por el método SIF, SURF, BRIEF, ORB y BRISK, tomando las imágenes en diferentes ángulos y horas del día, así como también imágenes con diferentes resoluciones.

Se probó si al encontrar correspondencia entre las imágenes iniciaba la descripción en audio y la problemática enfrentada fue que efectivamente reproducía el sonido de la descripción pero con cortes y reiniciaba la reproducción, cada vez que la función volvía a comparar las imágenes y encontraba correspondencia. Esto debido a que la función que se encarga de comparar las imágenes corre en un hilo y la cámara manda imágenes constantemente para ser comparadas, hasta que el usuario sale de la función se detiene el hilo. A modo de solución se optó por cambiar la librería de sonido para corregir dicha falla resultando favorable las pruebas subsecuentes.

Una vez que se realizaron las pruebas preliminares y haciendo las modificaciones necesarias se comenzó con la segunda etapa pruebas finales con la aplicación terminada las cuales consistieron en realizar **pruebas Beta** se les proporciono la herramienta a los usuarios y se les dejo interactuar con ella sin ningún tipo de ayuda en un ambiente real, los usuarios pudieron realizar pruebas a su antojo.

Dichas pruebas se efectuaron en 2 casas en venta que se encontraban en el mismo fraccionamiento esto con la finalidad de que las personas pudieran probar la aplicación en ambas casas, una con un vendedor y en la otra con la persona encargada de abrir y mostrar la casa, se tomaron fotos de ambas casas y se subieron a la base de datos, se contactó con el vendedor para esperar a que tuviera

una cita para mostrar la casa, en el caso específico de que pasara por los clientes para que desde un principio pudieran buscar la casa y les diera la ruta.

En el momento de las pruebas se les pidió a las personas que buscaban casa que probaran la aplicación, estuvieron de acuerdo y se les informo de qué se trataba la investigación y cómo funciona la aplicación, hubo disponibilidad de los usuarios porque les pareció muy interesante según sus opiniones. La aplicación les mostró los resultados de la búsqueda así como la ruta sin problema, al llegar al inmueble comenzaron a utilizar las opciones de realidad aumentada iniciando por la cocina, la aplicación encontró correspondencia y el sonido de la descripción comenzó correctamente, pudieron recorrer la casa dándoles la descripción de las áreas de interés.

En la segunda casa se le dio la aplicación al encargado, para probar la opción de realidad aumentada para agregar imágenes de muebles, se le informó cómo utilizarla pareciéndole una muy buena opción tecnológica y se mostró muy entusiasmado, de esta manera por medio de la aplicación les mostro a los clientes como se vería un mueble en la sala lo cual les gusto por el hecho de poder utilizar la tecnología e imaginarse como se vería en un futuro en caso de comprarla.

Al realizar dichas pruebas se tuvo que modificar la función de comparación de imágenes para hacer que fuera más rápida ajustando el porcentaje de correspondencia ya que se tenía un porcentaje muy alto del 95% y se realizaron más pruebas con diferentes porcentajes antes de probarla en campo otra vez.

5.6 Entrevistas del proceso de compra/renta de bienes raíces utilizando la aplicación móvil

Al final de los recorridos se entrevistó a las personas que fueron a conocer el inmueble y a los vendedores para captar las opiniones sobre el recorrido del inmueble utilizando la aplicación móvil. Se les preguntó ¿qué les gustó?, ¿qué no les

gustó?, ¿qué sentimiento o expectativa les produjo antes y después de utilizarla? y ¿qué características se pudieran mejorar o agregar?.

Capítulo 6

GRADO DE APORTACIÓN

El grado de aportación de la investigación, es del tipo innovación incremental por su carácter de originalidad partiendo de su definición "***las innovaciones incrementales son pequeñas modificaciones y mejoras que contribuyen, en un marco de continuidad, al aumento de la eficiencia o de la satisfacción del usuario o cliente de los productos y procesos***"[28].

Utilizando tecnologías existentes en la aplicación móvil como Java, XML, GPS, Google Maps, Multimedia, OpenCV que se maneja en C/C++, JSON, JSP, servlets, SQL, MySQL y abarcando varios campos de las ciencias de la computación como son:

- Fundamentos matemáticos.
- Algoritmos y estructuras de datos.
- Lenguajes de programación.
- Bases de datos.
- Inteligencia artificial.

Se desarrolló una aplicación con realidad aumentada sin cambiar radicalmente el mercado pero si mejorando y dando un enfoque diferente a las existentes.

Capítulo 7

RESULTADOS

Una vez finalizado los procesos de observación, encuestas, entrevistas, el desarrollo de la aplicación, pruebas y haber obtenido las opiniones de las personas tanto de vendedores como de los clientes se obtuvieron los siguientes resultados.

En primer lugar se pudo comprobar que la problemática que se planteó coincide con los resultados de la observación, encuestas y entrevistas aplicadas tanto a los clientes como a los vendedores, estos resultados indujeron a desarrollar la aplicación como se tenía pensado, con características en base a dichos resultados.

Dentro de la observación las preguntas más comunes que las personas les hicieron a los vendedores fueron las siguientes:

- Cuántos metros de construcción.
- Cuántas habitaciones tiene.
- Tiene gas estacionario.
- Qué estilo es, por ejemplo minimalista.
- Qué tipo de madera tenía la cocina y los closets.
- Los tipos de material empleados como el tabique.
- Tipo de acabados.
- Cuántos metros de jardín.
- El precio ya sea renta o venta.
- Qué tipo de crédito podía utilizar.
- Qué tipo de terreno era (ejidal o escriturado).
- Cuántos baños tiene.
- Tiene aljibe.

Algunos de los conflictos que mencionaron los clientes dentro de las encuestas y entrevistas fueron los siguientes:

- Hay ciertas ocasiones en las que les fue complicado encontrar el domicilio.

- Tuvieron algún problema con la persona que los atendió por que no pudieron resolverles algunas preguntas que les plantearon.
- Algunas otras han buscado información en páginas Web pero perciben que son muy lentas o no proporcionan información clara.

Por otro lado se captaron las opiniones y conflictos que mencionaron los vendedores, algunas de las más relevantes son las siguientes:

- Todos los vendedores utilizan la tecnología para la captación de clientes como poner anuncios en páginas web o redes sociales.
- En ciertas ocasiones no se cuenta con toda la información del inmueble a la mano.
- Se ha dado el caso que no pueda atender a la persona en el momento por estar atendiendo a otra persona.
- La delincuencia ha obligado a los vendedores a trabajar con reserva y evitar por ejemplo hacer guardias en los fraccionamientos.
- La principal observación es que todos opinaron que sería una buena herramienta como apoyo para realizar la venta.

De las encuestas se obtuvieron parte de las especificaciones para desarrollar la aplicación en base a las preferencias de las personas coincidiendo en varias opciones que se habían planteado para el desarrollo, las cuales se mencionan a continuación:

- Búsqueda por precios.
- Búsqueda por zona o colonia
- Mapa de ubicación.
- Imágenes del inmueble.
- Tipo de casa y sus características.
- Que fuera como un asistente el cual recordara cosas que se pueden olvidar de las casas.
- Facilidad al utilizar la interface y al buscar la información requerida.
- Que mostrara la casa con diferentes opciones de decoración o mobiliario.
- Visita guiada.

- Recorridos completos dentro de la casa.
- Opciones para verlo amueblado.
- Aplicación que haga que el cliente la visite.

En base a los diferentes tipos de pruebas realizadas, técnicamente el funcionamiento de la aplicación tuvo un comportamiento óptimo en cuanto a la rapidez, manera de mostrar la información, la ruta hacia el inmueble, comparación de las imágenes, la interacción con el usuario.

Para obtener los parámetros óptimos de desempeño de la aplicación se comparó con otras aplicaciones para medir los tiempos tomando como referencia la más completa que se encontró que fue "Fotocasa" tomando en consideración que la base de datos de la aplicación "Kasam" se encuentra en un servidor el cual no está dedicado para aceptar peticiones en Tomcat, se creó un puente entre el servidor Apache el cual se encontraba instalado para aplicaciones PHP, para que al recibir peticiones de Java las mandara al servidor Tomcat y así poder enviar una respuesta a la aplicación Android, dicho lo anterior se obtuvieron los siguientes resultados divididos en los diferentes módulos de la aplicación.

Tabla 3. Resultados de las pruebas de performance de la aplicación.

Características	Kasam	Fotocasa
Búsqueda por precio o colonia	15 segundos	28 segundos
Mostrar información del inmueble seleccionado	10 a 20 segundos.	10 a 20 segundos.
Mostrar mapa	3 segundos.	3 segundos.
Ruta hacia el inmueble	10 segundos	X
Descripción con realidad aumentada	De 4 a 10 segundos.	X
Interacción con muebles y la cámara	No se puede medir lo hizo de manera correcta	X

En la tabla 3 se muestra el tiempo que tardaron ambas aplicaciones en realizar las operaciones seleccionadas tomando en cuenta que los intervalos de tiempo que se

muestran dependen del número de imágenes que tenga el inmueble por lo que el tiempo mínimo es de 10 segundos el cual se realizó con 5 fotos y el máximo con un número de 10 fotos, en cuanto a las opciones con las que no cuenta la aplicación Fotocasa que son las de ruta hacia el inmueble, descripción del inmueble con realidad aumentada e interacción con muebles y la cámara, se tomó en consideración los tiempos y además la opinión de las personas para medir el grado de satisfacción ya que no se tenía un parámetro con el cual comparar con otra aplicación.

Los tiempos mostrados en la descripción con realidad aumentada en donde 4 segundos fue el mejor tiempo y el mayor fue de 10 segundos, fueron logrados con diferentes escenas como se mencionó, las pruebas para medir el desempeño real en la comparación de las imágenes fue en una casa habitada por la dificultad que implica el tener más objetos, a diferencia de un inmueble en venta que se encuentra vacío, a continuación se muestra la tabla 4 en donde se puede observar las escenas en las cuales se alcanzó el tiempo menor y el tiempo mayor:

Tabla 4. Muestra las escenas donde se alcanzó menor tiempo y el más mayor.

	
Escena 1. Tiempo 4 segundos.	Escena 2. Tiempo 10 segundos.

Al realizar las pruebas dentro de un inmueble habitado favoreció a la investigación ya que al tener más objetos dentro de un área del inmueble se hacía más difícil la comparación (cuadros, lámparas, juguetes, libros, aparatos eléctricos etc.) y aun así se obtuvieron pruebas favorables en todo el inmueble encontrando correspondencia entre la imágenes.

Realizando las correcciones después de las pruebas preliminares y agregando características nuevas en base a las pruebas con los usuarios, se logró la aceptación tanto de los vendedores como de los clientes.

Las características que cambiaron en relación a las pruebas con los usuarios fueron:

- Módulo "**Imágenes RA**" para agregar más de un mueble en las opciones de realidad aumentada.
- Módulo "**Imágenes**" para agregar un mueble a una imagen previamente seleccionada del inmueble.
- Módulo "**Inmuebles cercanos**" para mostrar los inmuebles que estén cerca de la persona.
- Agregar sonido a la descripción del inmueble con realidad aumentada.
- Cambio en la manera de operar la cámara al momento de buscar correspondencia entre imágenes en un principio tomaba una única imagen y la comparaba con las que están en la base de datos, se optó por crear un hilo y tomar imágenes constantes para realizar el recorrido de una manera más dinámica.
- Cambiar las opciones de ruta hacia el inmueble por las de realidad aumentada automáticamente al estar próximos a la ubicación del inmueble.

Dentro de las pruebas de realidad aumentada en la comparación de las imágenes con los diferentes algoritmos, se probaron por el método SIF, SURF, BRIEF, ORB y BRISK, tomando las imágenes en diferentes ángulos y horas del día por la variación en la intensidad de la luz dando como resultado dentro de las pruebas preliminares que el algoritmo BRIEF fue el que tuvo los mejores resultados:

- Mayor rapidez al encontrar correspondencia entre imágenes.
- Encontró correspondencia de todas las áreas en las que se realizaron las pruebas en donde se encontraban mayor número de objetos, como la sala en donde había cuadros, escritorio, plantas entre otros objetos, a diferencia de los otros descriptores que no lograron un resultado positivo bajo esas

circunstancias al tardar demasiado tiempo comparando o definitivamente no encontró correspondencia entre imágenes.

Dentro de las pruebas preliminares donde se tenía las imágenes en diferentes escalas resultó que tardaba más tiempo en encontrar correspondencia, para lograr una mayor eficiencia tanto las imágenes que se guardan en la base datos, como las imágenes que toma el usuario se escalan al mismo tamaño (600 x 480 pixeles) así no importa el tipo de resolución que tenga la cámara, esto dio como resultado una mayor rapidez al encontrar correspondencia entre las imágenes.

En cuanto a la conexión y transferencia de información entre la aplicación y el servidor a través del servlet una vez realizadas las pruebas y correcciones se obtuvieron resultados favorables ya que no se tuvo problema y la información se obtuvo y se presentó de manera correcta, el hecho de convertir las imágenes a base 64 redujo el tamaño de la información al solo pasar texto por medio de los objetos de tipo JSON.

En relación a las tecnologías seleccionadas al funcionar conjuntamente mostraron una buena aceptación y no se tuvo problema para que interactuaran juntas, como problemas de compatibilidad, siguiendo las instrucciones dentro de la literatura encontrada no implicó mayor problema.

Algunas de las opiniones de los vendedores al final de realizar los recorridos fueron:

- Sería una herramienta extra para dársela a sus clientes, con la cual no solamente puedan hacer búsquedas de inmuebles sino que también los guíe a través del recorrido y les pueda servir como una herramienta tecnológica de apoyo y alternativa para concretar las ventas.
- Una herramienta para convencer de otra manera a los clientes como por ejemplo la opción de agregar imágenes de muebles.
- Es bueno tener este tipo de aplicaciones para el beneficio tanto del cliente como del vendedor ya que se tiene una herramienta diferente y el cliente una

aplicación con la cual va a poder interactuar con el inmueble, dándole una mayor expectativa.

- La herramienta sirvió para motivar más al cliente para la compra al crearle una emoción diferente a lo que se acostumbra.
- Requeriría que la aplicación tuviera más opciones de interacción para que la persona se envuelva aún más como por ejemplo interacción en 3D.

Algunas de las opiniones más relevantes de los clientes al terminar el recorrido fueron:

- Que les pareció una buena herramienta, diferente a las que habían utilizado para la búsqueda de inmuebles al poder interactuar con la aplicación y el inmueble que pretenden comprar o rentar.
- Algo diferente y entretenido al momento de recorrer la casa.
- Sería bueno que tuviera opciones en 3D ya que llamaría la más la atención
- Gustó que no tuviera que escribir nada al momento de hacer la búsqueda y mostrara solo lo que hay, así no se crean falsas expectativas.
- Una buena opción sería que permitiera hacerle preguntas directas como un asesor en línea.

El hecho de que los usuarios de las pruebas se entusiasmaran con la aplicación y externaran que no habían visto algo similar confirma que se está generando una aplicación con grado de innovación incremental.

A las personas les atrae la idea de poder interactuar por medio de la realidad aumentada con su entorno obteniendo una experiencia diferente a lo que están acostumbradas a utilizar como medios de compra, utilizando herramientas que en el pasado solo se veían en películas y en la imaginación de cada persona, ahora con el desarrollo de nuevas tecnologías las pueden ver hechas realidad y al servicio de cualquier persona que cuente con un teléfono inteligente en este caso.

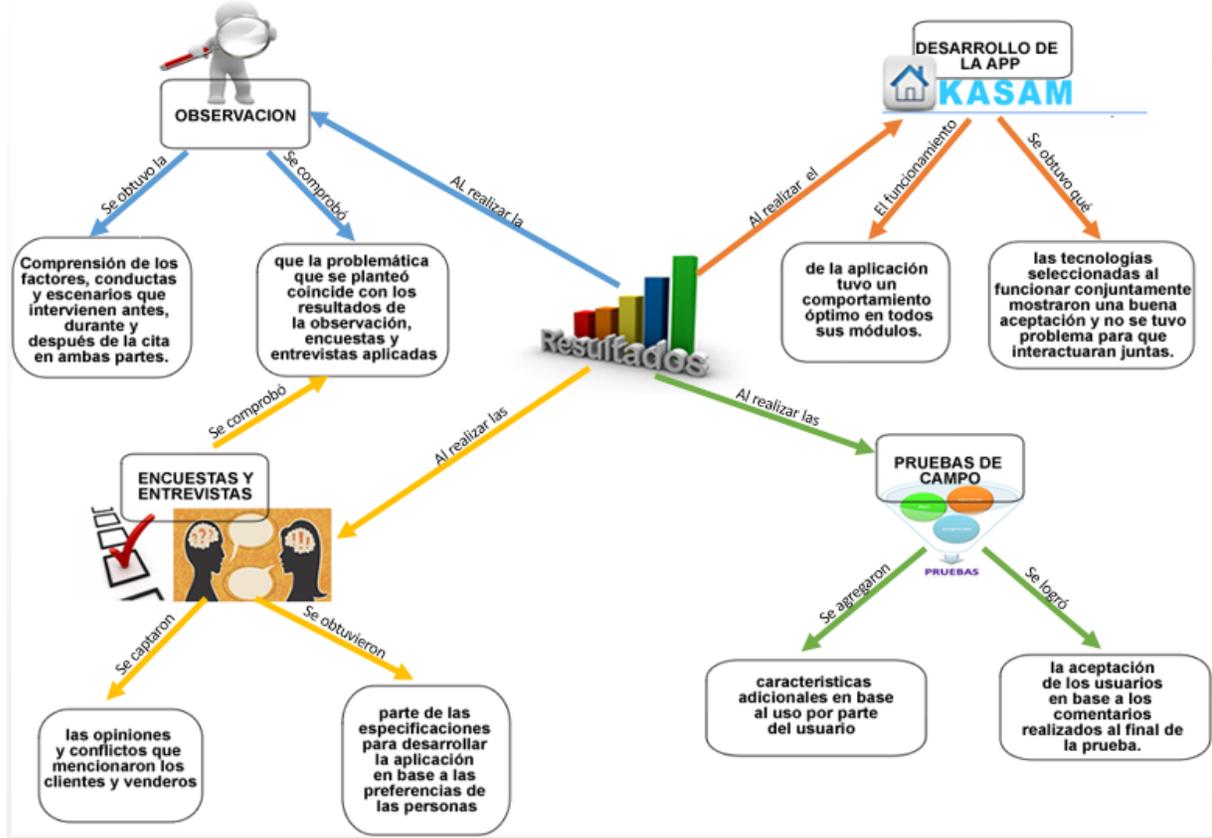


Figura 35. Mapa mental de los resultados obtenidos.

En la figura 35. Se muestra el mapa mental en el cual se muestra un resumen de manera gráfica y visual de los resultados obtenidos en el desarrollo de la investigación siguiendo la metodología planteada. Se puede observar los resultados obtenidos de las las fases de desarrollo del lado izquierdo la observación, encuestas y entrevistas, del lado derecho las fase de desarrollo y pruebas de campo de la aplicación.

Capítulo 8

CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

Conclusiones

La Presente investigación se propuso como objetivo: generar una solución mediante una aplicación para dispositivos móviles basada en realidad aumentada. En este sentido con los resultados obtenidos en base a las pruebas realizadas así como de las opiniones de los clientes y agentes de bienes raíces se puede concluir que se logró el objetivo planteado al principio del proyecto, la aplicación realmente funcionó como una herramienta que le sirvió al cliente para buscar, llegar y conocer las características de un inmueble como herramienta alterna al vendedor, creando una nueva experiencia y única, gracias a las características especiales de la aplicación.

La aplicación puede estar disponible para beneficiar a los vendedores, empresas inmobiliarias, o personas que desean comercializar un inmueble, dando una opción más completa a las existentes, un plus con las opciones de realidad aumentada, los beneficios son por ejemplo:

- Cambiar la percepción de la empresa, logrando rejuvenecer su imagen.
- Esta aplicación puede agregar un valor añadido para los clientes.
- Atraer a más clientes, ya que este tipo de aplicaciones tiene una gran distribución a través de la tienda en línea de Android.
- Las personas que no deseen contratar a un vendedor o por seguridad pueden ofrecer esta opción a sus clientes.
- Por sus cualidades, este tipo de aplicaciones se hacen populares ya que si a una persona le gusta van pasado la información de una persona a otra por recomendación, de manera viral.
- Por lo consiguiente si la aplicación se hace popular, más gente verá los inmuebles registrados en ella.
- La tecnología trabaja para ellos.
- El cliente no es pasivo sino activo, participa e interactúa por medio de la aplicación con el entorno manipulándolo con la realidad aumentada.

- Se pasa de una visión tradicionalista de la publicidad, basada en anuncios, páginas web etc. a una más inteligente, una en la que lo importante es involucrar al cliente, hacerle la vida más fácil y envolverlo en una verdadera experiencia que recuerde por siempre.

La interface del usuario tuvo una mayor aceptación, al no tener que escribir ninguna información para realizar la búsqueda de inmuebles haciéndola más fácil y rápida de ejecutar y así evitar posibles errores como el ingresar un dato erróneo.

Dentro de las entrevistas y encuestas ninguna persona opinó acerca de alguna opción de realidad aumentada lo que lleva a pensar que todavía no está muy difundido este tipo de tecnología aplicada a esta área y por lo cual favorece a la investigación por tener un carácter innovador.

Con el desarrollo de la investigación y haber pasado tiempo analizando las tecnologías y desarrollos existentes sobre la Realidad Aumentada, se llegó a la conclusión de que **se está ante el nacimiento de una nueva forma de utilizar las computadoras y dispositivos móviles ya que la realidad aumentada constituye una de las áreas de mayor desarrollo y proyección de la actualidad tecnológica**, enfocada a nuevas aplicaciones cada vez más funcionales que no sólo crean experiencias para el usuario sino que le aportan soluciones y posibilidades ilimitadas, cambiando la manera tradicional en la que realiza diferentes tareas.

Las personas podrán realizar las mismas actividades pero ahora de una manera más interactiva como antes se mencionó dejara de ser un pasivo y se convertirá en un activo, los dispositivos móviles se convertirán en herramientas potenciales para este tipo de aplicaciones, ya que los ámbitos o escenarios donde se puede disfrutar sus beneficios es muy amplia y vasta, muy pronto nos encontraremos rodeados de este tipo de tecnologías, en todos los ramos.

Se puede realizar incluso una analogía entre las aplicaciones móviles y la Web: con la Web 2.0 (y con las aplicaciones móviles de realidad aumentada) los usuarios se convierten en usuarios activos y colaborativos y dejan atrás la Web 1.0 (como dejarán las aplicaciones móviles tradicionales) donde eran usuarios pasivos o contemplativos.

Trabajo Futuro

Como trabajo futuro se proponen tres mejoras a lo ya desarrollado, las cuales se describen a continuación.

La mejora del módulo de interacción con los muebles, creando un ambiente 3D así de esta manera el usuario podría recorrer el inmueble colocando las imágenes de los muebles en 3D, creando una experiencia todavía más sorprendente.

Se podría crear un vendedor interactivo el cual guiara al usuario a través de la aplicación mostrándole las características tanto de la aplicación como de los inmuebles, así como también que el usuario le pudiera realizar algunas preguntas acerca del inmueble.

Agregar un status de disponibilidad al inmueble a través de la aplicación, donde se podría levantar una bandera que le indicará a la persona si el vendedor está disponible para mostrarle la casa en el momento en caso de tener una persona de guardia en el inmueble.

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

- [1] Steven Haines, Stephen Potts, Java 2 Primer Plus, SAMS, USA, Enero 2003.
- [2] Mark L. Murphy, Beginning Android, Apress, USA, Enero 2009.
- [3] Wei-MengLee, Beginning Android™ Application Development, Wiley Publishing, Inc., USA, Enero 2011.
- [4] Budi Kurniawan, Java for the Web with Servlets, JSP, and EJB: A Developer's Guide to J2EE Solutions, SAMS, USA, Abril 2002.
- [5] Patrick Henry Winston, Inteligencia Artificial Tercera Edición, Addison-Wesley Iberoamerica, USA, 1992.
- [6] Roberto Hernández Sampieri, Carlos Fernández Collado, Pilar Baptista Lucio, Metodología de la investigación Quinta Edición, Mc Graw Hill, México DF, 2010.
- [7] <http://www.gartner.com/newsroom/id/2622821>. visitado en el mes de julio 2014.
- [8] Editores de PC Magazine. Definition of: tablet computer, PC Magazine. Consultado el mes de mayo 2014.
- [9] Mónica Tilves. Silicon News. "¿Había vida antes del iPad?". 21 abril, 2012. <http://www.siliconnews.es/2012/04/21/%C2%BFhabia-vida-antes-del-ipad/>. visitado en el mes de mayo de 2014.
- [10] Borko Furht, Handbook of Augmented Reality, Springer, USA, 2011.
- [11] Grecia González Melgarejo. Software de desarrollo para aplicaciones móviles. Xalapa. Enríquez, Veracruz Enero 2012.
- [12] <http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=1622614> , visitado en el mes de mayo de 2012.
- [13] David G. Lowe. Distinctive image features from scale-invariant keypoints. Int. J. Comput. Vision, 60:91–110, November 2004.

-
- [14] Herbert Bay, Andreas Ess, Tinne Tuytelaars, and Luc Van Gool. Speeded-up robust features (SURF). *Comput. Vis. Image Underst.*, 110:346–359, June 2008.
- [15] Michael Calonder, Vincent Lepetit, Christoph Strecha, and Pascal Fua. BRIEF: binary robust independent elementary features. In *Proceedings of the 11th European conference on Computer vision: Part IV, ECCV'10*, pages 778–792, Berlin, Heidelberg, 2010. Springer-Verlag.
- [16] http://www.microsoft.com/latam/expression/products/Blend_Overview.aspx visitado en el mes de mayo de 2011.
- [17] CASTELLS, M. FERNÁNDEZ ARDÈVOL, M. LINCHUAN QIU, J. SEY, A. *Comunicación móvil y sociedad: una perspectiva global*. Ariel, Fundación Telefónica 2006.
- [18] J. Huang, S. Ravi Kumar, M. Mitra, W.-J. Zhu, and R. Zabih. Spatial color indexing and applications. *International Journal of Computer Vision*, 35:245–268, 1999. 10.1023/A:1008108327226.
- [19] D. G. Lowe. Distinctive image features from scale-invariant keypoints. *International Journal of Computer Vision*, 60:91–110, 2004. 10.1023/B:VISI.0000029664.99615.94.
- [20] B. Manjunath, J.-R. Ohm, V. Vasudevan, and A. Yamada. Color and texture descriptors. *Circuits and Systems for Video Technology, IEEE Transactions on*, 11(6):703–715, June 2001.
- [21] K. Mikolajczyk and C. Schmid. A performance evaluation of local descriptors. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 27(10):1615–1630, 2005.
- [22] <http://dev.mysql.com/doc/refman/5.0/es/features.html>, visitado en el mes de noviembre de 2013.
- [23] Paul DuBois, *MySQL*, New Riders, USA, Enero 2003.
- [24] <http://www.json.org/json-es.html>, visitado en el mes de noviembre de 2013.

-
- [25] <http://www.php.net/manual/es/intro-what-is.php>, visitado en el mes de noviembre de 2013.
- [26] Juan Carlos García Candela. Introducción a JSP, Actualizado octubre 2004
- [27] <http://www.realmore.es/realidad-aumentada-para-mobiliario/>, visitado en el mes de noviembre de 2013.
- [28] Arceo Moheno G. El Impacto De La Gestión Del Conocimiento Y Las Tecnologías De Información En La Innovación, UPC, 2010
- [29] Capron, H. L. (1990). Computers: Tools for an Information Age. (2nd ed.). California: The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc.
- [30] http://apple-history.com/mb_air, visitado en el mes de octubre 2014.
- [31] Prof. Juan de Urraza. LA REALIDAD AUMENTADA. 2005, Disponible en: http://www.jeuazarru.com/docs/Realidad_Aumentada.pdf
- [32] Ricardo Rosas y Christian Sebastián. PIAGET, VIGOTSKI Y MATURANA. CONSTRUCTIVISMO A TRES VOCES. Aique Grupo Editor.2008.
- [33] MartynHamme, Paul Atkinson. Etnografía Métodos de Investigación. Ed. Paidós, Barcelona 1994.
- [34] Lic. Elena Rodríguez Benito. La Geolocalización, Coordenadas hacia el Éxito. Internet Advantage. Salamanca, España 2014.
- [35] Mayrhofer, A. y Spanring, C. A Uniform Resource Identifier for Geographic Locations ('geo' URI). The Internet EngineeringTaskForce (IETF). 2010.
- [36] <http://civiliiii.blogspot.mx/2011/05/5-evolucion-historica-de-los-bienes.html>, visitado en el mes de octubre 2014.
- [37] Silvia Leticia Hidalgo Silva. Teorías Y Criterios Formativos Del Valor En Bienes Inmuebles. junio 2004.
- [38] Rafael Regina Villegas. Compendio de derecho civil. Editorial Porrúa.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Desarrollo de las computadoras en la historia	xi
Figura 2. A la izquierda el primer teléfono inteligente "Simon" y a la derecha teléfono inteligente actual.	xii
Figura 3. Dynabook	xii
Figura 4. Microsoft Tablet PC, iPad.....	xiii
Figura 5. Primer visor montado en la cabeza	xiv
Figura 6. Logo oficial de la Realidad Aumentada	xv
Figura 7. Opciones de búsqueda de la aplicación Buscador de propiedades.	20
Figura 8. Opciones de búsqueda de la aplicación Cymkasa.....	20
Figura 9. Opciones de búsqueda de la aplicación Fotocasa.es.	21
Figura 10. Opciones de búsqueda de la aplicación Trovit.....	21
Figura 11. Opciones de búsqueda de la aplicación Habitaclia.	22
Figura 12. Opciones de búsqueda de la aplicación Morizon.	22
Figura 13. Opciones de búsqueda de la aplicación Inmobiliaria Estepona.	23
Figura 14. Opciones de búsqueda de la aplicaciónimmowelt.de.....	23
Figura 15. Opciones de búsqueda de la aplicaciónwohnet.at.	24
Figura 16. Opciones de búsqueda de la aplicación ÖRAG.	24
Figura 17. Opciones de búsqueda de la aplicaciónLOGIC-IMMO.84.....	25
Figura 18. Opciones de búsqueda de la aplicación Immonet.....	25
Figura 19. Opciones de búsqueda de la aplicación Century 21.	26
Figura 20. Opciones de búsqueda de la aplicación Coldwell Banker.	26
Figura 21. En las imágenes se muestran características propias de la realidad aumentada	27
Figura 22. Aplicación con realidad aumentada de la compañía Ikea.	27
Figura 23. Aplicación con realidad aumentada de la empresa REALMORE.....	29
Figura 24. Aplicación con realidad aumentada de la compañía Audi.	29
Figura 25. Proceso cualitativo de Sampieri.	48
Figura 26. Metodología cualitativa de la investigación.	49
Figura 27. Diagrama de componentes de la aplicación.....	64

Figura 28. Muestra las opciones de Búsqueda rápida.	65
Figura 29. Muestra las opciones y resultados de Inmuebles cercanos.	65
Figura 30. Muestra los resultados de la búsqueda.	66
Figura 31. Muestra la ruta hacia el inmueble.	66
Figura 32. Muestra los resultados al encontrar correspondencia entre imágenes. ...	67
Figura 33. Muestra como se ve al agregar una imagen.	67
Figura 34. Muestra al usuario los muebles que va agregando desde el catalogo.	67
Figura 35. Mapa mental de los resultados obtenidos.	85

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Muestra el porcentaje de sistemas operativos para móvil en uso [12].	xx
Tabla 2. Tabla comparativa de las características de las principales aplicaciones ...	31
Tabla 3. Resultados de las pruebas de performance de la aplicación.	80
Tabla 4. Muestra las escenas donde se alcanzo menor tiempo y el más mayor.....	81

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SO: Sistema operativo.

Smartphone: Se denomina Smartphone a la familia de teléfonos móviles que disponen de un hardware y un sistema operativo propio capaz de realizar tareas y funciones similares a las realizadas por computadoras, añadiéndole al teléfono funcionalidades extras a la realización y recepción de llamadas y mensajes telefónicos. Conocidos también como teléfonos inteligentes (smart es inteligente y phone es teléfono en inglés) son considerados como la evolución tecnológica a los clásicos teléfonos móviles.

Market Place: Son sitios en la web que brindan la posibilidad de relacionar un gran número de empresas, clientes y proveedores, en un sólo punto de encuentro, planteándose así como ecosistemas globales y completos, que enlazan automáticamente toda la cadena de operaciones, desde los proveedores hasta el consumidor final.

La holística: es aquello perteneciente al holismo, en términos generales, holístico indica que un sistema y sus propiedades se analizan como un todo, de una manera global e integrada, ya que desde este punto de vista su funcionamiento sólo se puede comprender de esta manera y no sólo como la simple suma de sus partes. Holístico se suele aplicar a términos como planteamiento, pensamiento, paradigma, enfoque, concepto o programa para significar que se utiliza una visión integral y completa en el análisis de una realidad.

El naturalismo: es un sistema filosófico que destaca a la naturaleza como el primer principio de la realidad. La corriente naturalista sostiene que la naturaleza está formada por la totalidad de las realidades físicas existentes y, por lo tanto, es el origen único y absoluto de lo real.

Framework: un framework es una estructura conceptual y tecnológica de soporte definida, normalmente con artefactos o módulos de software concretos, con base en la cual otro proyecto de software puede ser organizado y desarrollado. Típicamente, puede incluir soporte de programas, bibliotecas y un lenguaje interpretado entre otros

programas para ayudar a desarrollar y unir los diferentes componentes de un proyecto.

Proxy: es un servidor que hace de intermediario entre las computadoras de la red y el ruteador de conexión a Internet, de forma que cuando un usuario quiere acceder a Internet, su PC realiza la petición al servidor proxy y es el proxy quien realmente accede a Internet. Posteriormente, el proxy enviará los datos al PC del usuario para que los muestre en su pantalla.

IP: la dirección IP es un código que identifica a un equipo dentro de una red IP, siendo necesario que este código sea único.

Servidor Web: un servidor web es un programa que sirve para atender y responder a las diferentes peticiones de los navegadores, proporcionando los recursos que soliciten usando el protocolo HTTP o el protocolo HTTPS (la versión cifrada y autenticada).

AsyncTask: esta clase de Android permite realizar operaciones en segundo plano y publicar los resultados sobre el hilo de interfaz de usuario sin tener que manipular los hilos y / o manipuladores. Con un método especial ya implementado para realizar dicha tarea (`doInBackground`).

Diferencia de Gaussianas: en forma general el método de gauss, propone la eliminación progresiva de variables en un sistema de ecuaciones, hasta obtener sólo una ecuación con una incógnita. Una vez resuelta esta, se procede por sustitución regresiva hacia atrás hasta obtener los valores de las variables desconocidas.

Matriz Hessiana: matriz que contiene a las segundas derivadas y que sirve para verificar si del punto crítico del que estamos hablando es máximo, mínimo, punto silla o no puede determinarse.

Distancia de Hamming: es la efectividad de los códigos de bloque y depende de la diferencia entre una palabra de código válida y otra. Cuanto mayor sea esta diferencia, menor es la posibilidad de que un código válido se transforme en otro código válido por una serie de errores. A esta diferencia se le llama distancia de Hamming, y se define como el número de bits que tienen que cambiarse para transformar una palabra de código válida en otra palabra de código válida. Si dos

palabras de código difieren en una distancia d , se necesitan d errores para convertir una en la otra.

Distancia Euclidiana: en matemáticas, la distancia euclídea o euclidiana es la distancia "ordinaria" (que se mediría con una regla de acero) entre dos puntos de un espacio euclídeo, la cual se deduce a partir del teorema de Pitágoras.

Vector en matemáticas: es la cantidad que tiene magnitud, dirección y sentido al mismo tiempo. Por ejemplo, si una cantidad ordinaria, o escalar, puede ser una distancia de 6 km, una cantidad vectorial sería decir 6 km norte. Los vectores se representan normalmente como segmentos rectilíneos orientados, como B en el diagrama que se muestra a continuación; el punto O es el origen o punto de aplicación del vector y B su extremo. La longitud del segmento es la medida o módulo de la cantidad vectorial, y su dirección es la misma que la de la flecha.

Vector en programación: la clase Vector implementa un array cultivable de objetos. Al igual que una matriz, que contiene componentes que se puede acceder mediante un índice de enteros. Sin embargo, el tamaño de un vector se puede aumentar o reducir, según sea necesario para dar cabida a la adición y eliminación de elementos después de que el vector se ha creado.

Apéndice 1 Encuestas**Encuesta clientes**

Buen día, se está realizando una encuesta para investigar cómo es el proceso de compra venta de bienes inmuebles. La encuesta es ANONIMA y los datos que nos proporcione serán tratados bajo estricta confidencialidad.

Edad: 29 Sexo: Hombre

1. ¿Qué información le interesa al buscar un inmueble (casa)?

El precio y la zona son las primeras consideraciones, después cosas como aspecto o arquitectura.

2. ¿Qué actividades realiza para encontrar una casa?

Busco información en los medios de comunicación o busco por la zona donde quisiera vivir anuncios de casas en venta o renta.

3. ¿Ha comprado o rentado inmuebles en otras ciudades? Sí ¿Qué problemas ha tenido?

Rento en la ciudad de México, los problemas que he tenido son los precios y caros y la inseguridad.

4. ¿Qué características del inmueble considera relevantes para comprarlo?

Numero de cuartos, baños y confortabilidad del inmueble.

5. ¿Qué cosas busca en el entorno del inmueble (escuelas, centros comerciales, etc.)?

Como estudiante busco en la zona cerca del instituto o escuela donde estudie, también considero importante la cercanía a centros comerciales, hospitales y al centro de la ciudad.

6. ¿Qué conflictos padece cuando quiere comprar un inmueble?

Además de los precios caros, todo el papeleo.

7. ¿Para usted que cosas tomaría como desventaja en la compra de un inmueble y a la zona de ubicación?

Que no acepten los créditos, que la obra no esté terminada, que tenga adeudos anteriores, respecto a la zona el principal problema es la inseguridad.

8. ¿Le ha pasado que no tiene a la mano toda la información necesaria sobre las casas que estaría interesado en comprar?

Sí

9. ¿A través de qué medios ha buscado inmuebles (periódicos, recomendaciones, Internet, etc.)?

Internet, periódicos y recomendaciones.

10. ¿Ha utilizado los servicios de agentes de bienes raíces para buscar una propiedad?

No

11. ¿Qué hace si un agente de bienes raíces no puede atenderlo cuando Ud. lo requiera?

No me ha pasado.

12. ¿Qué información importante para la compra considera que le han faltado / olvidado los agentes de bienes raíces cuando le han mostrado algún inmueble?

No ha pasado

13. ¿Ha tenido problemas cuando un agente de bienes raíces le muestra una casa?

No

14. ¿Al preguntar por una casa ha sido atendido por la persona que cuida el inmueble (velador, vigilante, guardia, etc.)?

SI

15. ¿Tiene Ud. celular o iPad o Tablet?

Sí

16. En caso de contestar que sí: ¿de qué marca y modelo?, ¿sabe qué sistema operativo tiene su celular / table (Android, IOS e.tc.)?

Android

17. ¿Ha utilizado algún programa de computadora, página de Internet ó aplicación de celular para buscar bienes raíces? Sí ¿Cuáles? No ¿por qué no?

NO

18. ¿Qué información le interesaría que tuviera un programa de computadora ó aplicación de celular para considerarlo de utilidad al buscar inmuebles?

Precios, ubicación, Tipo de casa y sus características, planes de financiamiento, zonas cercanas, y diferentes opciones.

19. ¿Considera que le facilitaría la búsqueda una aplicación para dispositivo móvil que lo guiara en la compra de un bien inmueble como si un agente de bienes raíces se lo mostrara, desde que realiza la búsqueda en base a sus preferencias como guiarlo hasta el inmueble mostrándole las características de manera interactiva así como también mostrar los lugares que hay cerca como escuelas, hospitales, centros comerciales?

Sí

20. ¿Desea agregar algún otro comentario?

No

Encuesta a vendedores

Buen día, se está realizando una encuesta para investigar cómo es el proceso de compra venta de bienes inmuebles. La encuesta es ANONIMA y los datos que nos proporcione serán tratados bajo estricta confidencialidad.

Edad:

Sexo:

1. Años de experiencia como vendedor de bienes raíces:

3

2. ¿Cómo encuentra a sus clientes (propietarios originales de las casas)?

generalmente ya nos conocen y nos llaman, haciendo recorridos por las calles si se ve una casa en renta o venta se llama al teléfono que ponen y se pide que se pueda rentar o vender

3. ¿Cómo encuentra a los potenciales compradores de una casa?

por anuncios, haciendo guardias, referidos

4. ¿Qué información les proporciona a los potenciales compradores de una casa?

las características del inmueble como superficie del terreno, metros de construcción,

5. ¿Cuál es el proceso de (las actividades para la) venta de una casa?

contactar un cliente realizar una cita realizar recorrido aclarar dudas hacer citas con los dueños, ver de qué manera va a comprar cerrar el trato

6. En un mes de trabajo ¿en promedio cuantos inmuebles distintos muestra?

10

7. En promedio ¿cuántas veces muestra un mismo inmueble a distintos clientes?

15

8. ¿Cómo cambia el proceso de (las actividades para la) venta de una casa cuando los potenciales compradores no radican en la ciudad?

se hace un recorrido por varias casa desde temprana hora para alcanzar a recorrer la mayoría

9. ¿Qué características del inmueble considera relevantes para la venta?

que tenga buen diseño y el precio

10. ¿Qué hace si no puede atender al cliente el momento que lo requiera?

se trata de agendar una cita para otro día

11. ¿Considera que ha perdido ventas por no poder atender al cliente en el momento que lo requiera?

si

12. ¿Le ha pasado que no tenga a la mano toda la información necesaria sobre una casa que está mostrando?

si

13. ¿Qué información importante para la venta es difícil tener / recordar al momento de mostrar una casa?

los metros de construcción medida del terreno, estilo de la casa, tipo de materiales

14. ¿Cuáles son los conflictos más frecuentes que tiene en su trabajo?

inseguridad, no poder atender a un cliente en su momento, no tener la información a la mano

15. ¿Qué conflictos se presentan cuando el cliente es atendido por la persona que cuida el inmueble?

no le da la información adecuada

16. ¿Utiliza en su trabajo el Internet?

si

17. ¿Tiene Ud. celular o iPad o Tablet?

si

18. En caso de contestar que sí: ¿de qué marca y modelo?, ¿sabe qué sistema operativo tiene su celular / tablet (Android, IOS etc.)?

LG con Android

19. ¿Ha utilizado algún programa de computadora, página de Internet ó aplicación de celular para su trabajo? Sí ¿Cuáles? No ¿por qué no?

si mi Morelia, facebook

20. ¿Qué características le interesaría que tuviera un programa de computadora ó aplicación de celular para considerarlo de utilidad en su trabajo?

que fuera como un asistente el cual me recordad cosas que se pueden olvidar de las casas

21. ¿Considera que le facilitaría la búsqueda una aplicación para dispositivo móvil que lo guiara en un bien inmueble como si un agente de bienes raíces se lo mostrara, desde que realiza la búsqueda en base a sus preferencias como guiarlo hasta el inmueble mostrándole las características de manera interactiva así como también mostrar los lugares que hay cerca como escuelas, hospitales, centros comerciales?

si

22. ¿Desea agregar algún otro comentario?

una buena opción para el futuro

Apéndice 2 Curriculum Vitae del agente inmobiliario**CURRICULUM VITAE****ARQ. MYRNA JANETTE HUERTA DÍAZ****FECHA Y LUGAR DE NACIMIENTO**

CD. JUÁREZ, CHIH. EL 02 DE DICIEMBRE DE 1975

ESTADO CIVIL

CASADA

CURP

HUDM751202MCHRZY03

ESTUDIOS PROFESIONALES

- FACULTAD DE ARQUITECTURA DE LA U.M.S.N.H., EN MORELIA, MICH. DE 1993-1998
- DEPARTAMENTO DE IDIOMAS DE LA U.M.S.N.H., EN MORELIA, MICH. DE 1994-2000, (IDIOMA INGLES)
- PROGRAMADOR Y SISTEMAS EN RED, "CIM", EN MORELIA, MICH. DE 1991-1993
- ESPECIALISTA EN VALUACIÓN DE BIENES INMUEBLES, UDEM 2006 – 2007.
- ESTUDIO DEL IDIOMA INGLÉS EN NATURAL LEARNING CORPORATION, 2009-2010.

TRABAJOS PROFESIONALES**DISEÑO DE INTERIORES**

- CASA-HABITACIÓN, VENEZUELA No. 138, FRACC. LAS AMERICAS EN MORELIA, MICH.

- CASA-HABITACIÓN, FRANCISCO DE TERRAZAS No. 54, FRACC. EL MIRADOR DEL PUNHUATO, EN MORELIA. MICH.
- CASA-HABITACIÓN, RINCÓN DE DOLORES No. 89, FRACC. LAS ARBOLEDAS EN MORELIA. MICH.
- OFICINA PARA EL GRUPO INMOBILIARIO CAMELINAS, FRANCISCO MARQUEZ, COL. CHAPULTEPEC NORTE, EN MORELIA, MICH.

MAQUETISTA:

- MAQUETA DEL FRACC. ECOLÓGICO “CERRO VERDE”, EN MORELIA, MICH.
- MAQUETA DEL FRACC. “LOMAS DEL SUR”, EN MORELIA, MICH.
- MAQUETA DE LOTIFICACIÓN EN ZIRAHÚEN, MICH.

ASESORIA EN BIENES RAICES (INMOBILIARIA)**VENTA Y RENTA DE:**

- CASAS RESIDENCIALES,
- TIPO MEDIO Y DE INTERES SOCIAL
- DEPARTAMENTOS
- CABAÑAS
- LOCALES COMERCIALES
- TERRENOS RESIDENCIALES
- HECTÁREAS
- RANCHOS