



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA
COMPUTACIÓN**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS E
INFORMÁTICA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE INGENIERO EN SISTEMAS E
INFORMÁTICA**

**TEMA: PROTOTIPO DE UN ASISTENTE INTERACTIVO
VIRTUAL PARA BRINDAR ATENCIÓN PERMANENTE EN
LA UNIDAD DE ADMISIÓN Y REGISTRO DE LA
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE,
UTILIZANDO TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL**

AUTOR: LECHÓN MORALES, JHONATHAN ALEXIS

**DIRECTOR: LOACHAMÍN VALENCIA, MAURICIO RENÁN,
Ph.D.**

SANGOLQUÍ

2019



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS E INFORMÁTICA
CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, “**PROTOTIPO DE UN ASISTENTE INTERACTIVO VIRTUAL PARA BRINDAR ATENCIÓN PERMANENTE EN LA UNIDAD DE ADMISIÓN Y REGISTRO DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE, UTILIZANDO TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL**” fue realizado por el señor **Lechón Morales Jhonathan Alexis**, el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido, por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 18 de julio de 2019.

Atentamente,

Ing. Mauricio Loachamín Valencia, Ph. D.

CC: 1711378362

Director



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS E INFORMÁTICA**

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Lechón Morales, Jhonathan Alexis**, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: “**Prototipo de un asistente interactivo virtual para brindar atención permanente en la Unidad de Admisión y Registro de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, utilizando técnicas de Inteligencia Artificial**” es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Sangolquí, 18 de julio de 2019

Lechón Morales Jhonathan Alexis

CC: 1004456891



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS E INFORMÁTICA

AUTORIZACIÓN

Yo, **Lechón Morales, Jhonathan Alexis**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación “**Prototipo de un asistente interactivo virtual para brindar atención permanente en la Unidad de Admisión y Registro de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, utilizando técnicas de Inteligencia Artificial**” en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Sangolquí, 18 de julio de 2019.

Lechón Morales Jhonathan Alexis

CC: 1004456891

DEDICATORIA

A mi Madre Esthela Morales, quien, gracias a su dedicación y esfuerzo pudo convertir de mí en la persona que soy ahora.

A mi padre Antonio que, pese a las dificultades, siempre me apoyo y creyó en mí, en mis capacidades y en todo lo que puedo llegar a ser.

A mi tío Gonzalo, por apoyarme siempre. Su personalidad, su comportamiento y sus logros siempre ha sido una inspiración y ejemplo a seguir.

A mis padrinos Carlos y Zoila por sus cuidados y guía para seguir por el buen camino, sobre todo en la etapa en la que iniciaba el reto de mis estudios universitarios.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi madre, por su incansable apoyo y dedicación, sin ti, este sueño no se hubiese convertido en realidad, nada de esto hubiera sido posible sin ti madre.

A mi hermana, mi padre y abuelita, su paciencia, apoyo y cariño fueron siempre una razón para seguir adelante y un motivo más para continuar.

A mis tíos Gonzálo, Zoila y Carlos, por su apoyo, enseñanzas y ejemplos siempre fueron y serán fundamentales para poder lograr cualquier objetivo.

A mis amigos Geovanna, Solange, Daniel, Victoria y Santiago, por todas las experiencias vividas a lo largo de mi carrera universitaria y enseñanzas compartidas nunca se me olvidarán.

A la doctora Sonia Cárdenas y al doctor Mauricio Loachamin por su constante apoyo a mi formación académica y personal, sus enseñanzas y ejemplos serán de gran apoyo para continuar creciendo académicamente y como persona.

¡Siempre Gracias!

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CÁRATULA

| | |
|--|-------------|
| CERTIFICACIÓN | i |
| AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD | ii |
| AUTORIZACIÓN | iii |
| DEDICATORIA | iv |
| AGRADECIMIENTO | v |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS | vi |
| ÍNDICE DE TABLAS | ix |
| ÍNDICE DE FIGURAS | x |
| RESUMEN | xi |
| ABSTRACT | xii |
| ACRONIMOS Y ABREVIATURAS | xiii |
| CAPÍTULO I | 1 |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1 ANTECEDENTES..... | 1 |
| 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 3 |
| 1.3 JUSTIFICACIÓN..... | 4 |
| 1.4 OBJETIVOS..... | 5 |
| 1.4.1 OBJETIVO GENERAL..... | 5 |
| 1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 5 |
| 1.5 ALCANCE | 6 |
| 1.6 HIPÓTESIS..... | 7 |
| CAPÍTULO II | 8 |
| MARCO TEÓRICO | 8 |
| 2.1 METODOLOGÍA | 8 |
| 2.1.1 Ingeniería del conocimiento..... | 8 |
| 2.1.2 Metodologías de desarrollo de los sistemas basados en conocimiento | 9 |
| 2.1.3 Metodología de Prototipado..... | 9 |
| 2.2 Asistentes Virtuales | 10 |

| | | |
|---------------------------|---|-----------|
| 2.2.1 | Tipos de Asistentes Virtuales | 11 |
| 2.2.2 | Asistentes Virtuales de Servicio..... | 11 |
| 2.2.3 | Presencia social a través de los artefactos de TI..... | 12 |
| 2.2.4 | Roles de los Asistentes Virtuales..... | 13 |
| 2.2.5 | Manejo del Conocimiento | 14 |
| 2.2.6 | Características | 15 |
| 2.2.7 | Usos y Aplicaciones | 16 |
| 2.3 | Procesamiento de lenguaje natural | 17 |
| 2.3.1 | Definición de Lenguaje. | 17 |
| 2.3.2 | Lenguaje Natural | 18 |
| 2.3.3 | Lenguaje de programación | 19 |
| 2.3.4 | Procesamiento Computacional Del Lenguaje Natural (PLN)..... | 19 |
| 2.3.5 | Aplicaciones del PLN..... | 20 |
| 2.3.6 | Arquitectura de un sistema de PLN | 20 |
| 2.3.7 | Errores y problemas con el procesamiento de lenguaje natural..... | 22 |
| 2.4 | Reconocimiento de voz..... | 22 |
| 2.5 | Sistemas de diálogo..... | 24 |
| 2.5.1 | DialogFlow | 24 |
| 2.6 | MongoDB e indexación de datos | 25 |
| 2.6.1 | MongoDB | 25 |
| 2.6.2 | Índices en MongoDB | 26 |
| 2.6.3 | Búsqueda de texto en MongoDB..... | 27 |
| 2.6.4 | Limitaciones en el índice de texto | 28 |
| CAPÍTULO III | | 29 |
| DESARROLLO..... | | 29 |
| 3.1 | Análisis del Problema | 29 |
| 3.2 | Análisis del dominio del conocimiento..... | 30 |
| 3.3 | Análisis de viabilidad..... | 30 |
| 3.3.1 | RRHH..... | 30 |
| 3.3.2 | Recursos Técnicos | 31 |
| 3.4 | Modelado del Conocimiento..... | 33 |

| | | |
|---|-------------------------------------|-----------|
| 3.5 | Desarrollo del prototipo | 34 |
| 3.5.1 | Creación del Avatar | 34 |
| 3.5.1.1 | Diseño y creación del avatar | 34 |
| 3.5.1.2 | Animación y Voz..... | 35 |
| 3.5.1.2.1 | Movimiento de cuerpo y manos..... | 36 |
| 3.5.1.2.2 | Movimiento de labios y ojos..... | 36 |
| 3.5.1.3 | Implementación de voz..... | 36 |
| 3.5.2 | Diseño del Panel de Navegación..... | 37 |
| CAPÍTULO IV | | 53 |
| PRUEBAS Y RESULTADOS | | 54 |
| 4.1 | Pruebas | 54 |
| 4.2 | Resultados..... | 57 |
| CAPÍTULO V | | 62 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | | 62 |
| 5.1 | Conclusiones | 62 |
| 5.2 | Recomendaciones | 63 |
| BIBLIOGRAFÍA | | 64 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1 <i>Hardware de desarrollo</i> | 32 |
| Tabla 2 <i>Requisito Funcional 1</i> | 49 |
| Tabla 3 <i>Requisito Funcional 2</i> | 50 |
| Tabla 4 <i>Requisito Funcional 3</i> | 51 |
| Tabla 5 <i>Requisito Funcional 4</i> | 52 |
| Tabla 6 <i>Resumen de atención del AV</i> | 61 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Fases de la metodología de Prototipado | 9 |
| Figura 2. Arquitectura del sistema de lenguaje natural | 21 |
| Figura 3. Flujo de diálogo | 25 |
| Figura 4. Ejemplo de indexado de datos | 26 |
| Figura 5. Ejemplo de indexado en un campo | 27 |
| Figura 6. Procesos que ofrece la UAR | 33 |
| Figura 7. Estructura de la información de la UAR | 34 |
| Figura 8. Diseño del Avatar | 35 |
| Figura 9. Implementación de animación | 35 |
| Figura 10. Avatar expresando una frase | 36 |
| Figura 11. Resultado del Avatar en Unity | 37 |
| Figura 12. Modelo de la base de datos | 38 |
| Figura 13. Registro de la base de datos en formato JSON | 39 |
| Figura 14. Interfaz Principal Pantalla 2 | 40 |
| Figura 15. Interfaz Principal Pantalla 1 | 40 |
| Figura 16. Panel de Inicio | 41 |
| Figura 17. Panel de búsqueda | 41 |
| Figura 18. Panel de Ayuda | 42 |
| Figura 19. Panel de contenido | 43 |
| Figura 20. Panel de administración de información | 43 |
| Figura 21. Esquema de navegación al contenido | 44 |
| Figura 22. Dialogo de conversación en DialogFlow | 45 |
| Figura 23. Esquema de funcionamiento del Sistema de dialogo | 45 |
| Figura 24. Diagrama de Casos de Uso | 48 |
| Figura 25. Diagrama de funcionamiento del sistema | 53 |
| Figura 26. Protocolo de pruebas | 54 |
| Figura 27. Explicación sobre el proyecto | 55 |
| Figura 28. Usuario interactuado con “Vivi” | 55 |
| Figura 29. Usuario buscando información | 56 |
| Figura 30. Gráfica de la evaluación de las funciones integradas | 58 |
| Figura 31. Gráfica sobre la atención brindada | 59 |
| Figura 32. Gráfica referente al aspecto físico del asistente | 60 |
| Figura 33. Gráfica sobre la información que ofrece “Vivi” | 60 |

RESUMEN

Una de las principales preocupaciones por parte de los clientes que acuden a una institución pública o privada en busca de información, está relacionada con las largas filas o tiempos de espera para ser atendidos, la falta de personal para atender en todas las jornadas posibles de atención. En el caso de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, tiene algunos puntos de atención al cliente, uno de ellos es la Unidad de Admisión y Registro (UAR). Esta es la primera dependencia a la que acuden tanto los clientes internos como externos de la universidad que requieren atención y/o información. Ante esta situación, y con el fin de contribuir a la modernización tecnológica de la UAR, el presente trabajo muestra el desarrollo de un asistente interactivo virtual “Vivi”. Dicho asistente es una herramienta tecnológica interactiva para brindar atención directa y permanente a los clientes en la UAR. El asistente contiene un Avatar 3D, un entorno simulado y la información acerca de los procesos y servicios que presta la UAR. El diseño del avatar está dotado de aspectos, gestos y características humanas con el fin de crear un entorno aproximado a lo real. “Vivi”, fue desarrollada con técnicas de procesamiento de lenguaje natural, para su interacción dispone de un agente conversacional, que incluye reconocimiento de voz y muestra información y contenido dinámico en pantalla.

Palabras clave:

- **ASISTENTE VIRTUAL**
- **AGENTE CONVERSACIONAL**
- **ATENCIÓN AL CLIENTE**
- **PROCESAMIENTO DE LENGUAJE NATURAL**

ABSTRACT

One of the main concerns on the part of the clients that go to a public or private institution looking for information, is related to the long lines or waiting times to be taken care of, the lack of personnel to attend in all the possible days of attention. In the case of the “Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE”, it has some customer service points, one of them is the “Unidad de Admisión y Registro” (UAR). This is the first unit to which both internal and external clients of the university who require attention and / or information go. Given this situation, and in order to contribute to the technological modernization of the UAR, the present work shows the development of a virtual interactive assistant "Vivi". This assistant is an interactive technological tool to provide direct and permanent attention to customers in the UAR. The assistant contains a 3D Avatar, a simulated environment and information about the processes and services provided by the UAR. The avatar design is endowed with human aspects, gestures and characteristics in order to create an environment that is close to the real thing. "Vivi" was developed with natural language processing techniques, for its interaction it has a conversational agent, which includes voice recognition and displays information and dynamic content on the screen.

Keywords:

- **VIRTUAL ASSISTANT**
- **CONVERSATIONAL AGENT**
- **CUSTOMER SERVICE**
- **NATURAL LANGUAGE PROCESSING**

ACRONIMOS Y ABREVIATURAS

| | |
|------------|--|
| UAR | Unidad de Admisión y Registro |
| PLN | Procesamiento de Lenguaje Natural |
| AV | Asistente Virtual |
| TTS | Text to Speech (Texto a voz) |
| STT | Speech To Text (Voz a texto) |
| IDE | Integrated Development Environment (Entorno de desarrollo integrado) |
| TI | Touch Interaction |

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En este capítulo se describen los antecedentes, el planteamiento del problema, los objetivos y alcance del proyecto que ha sido posible desarrollar gracias al trabajo conjunto realizado entre el Departamento de Ciencias de la Computación, la Unidad de Admisión y Registro y el Centro de Investigación de Aplicaciones Militares CICTE de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

1.1 ANTECEDENTES

El Instituto Internacional de la UNESCO para la Educación Superior en América Latina y el Caribe (GAZZOLA, 2018), plantea que las instituciones de Educación Superior de la región necesitan y merecen mejores formas de administración y gobierno, capaces de responder a las transformaciones demandadas por los contextos internos y externos.

En este marco, la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE como institución de educación superior al servicio de la sociedad ecuatoriana, pretende prestar servicios de calidad en todos los aspectos de su dominio bajo un enfoque de sistemas y procesos. Además, con el fin de contribuir al logro de los objetivos estratégicos institucionales y cumplir con la normativa vigente, el Vicerrectorado de Docencia propone renovar e implementar la infraestructura tecnológica de sus Unidades con el fin de agilizar los procesos y servicios de atención administrativa y académica que se brindan a la comunidad universitaria.

En este contexto, se ha establecido que la Unidad de Admisión y Registro (UAR) inicie el proceso de mejora en los servicios de atención al cliente universitario desarrollando soluciones tecnológicas que permitan brindar atención permanente.

Actualmente, la UAR brinda servicios a estudiantes y público en general, pero las jornadas de atención y el personal disponible son limitados, debido a la demanda de información, a la cantidad de usuarios y servicios que se ofrecen.

El desarrollo de nuevas aplicaciones tecnológicas tales como agentes conversacionales, avatares 3D conversacionales y/o los asistentes interactivos virtuales, son herramientas que permiten innovar y transformar la atención al cliente interno y externo en las organizaciones (Arias, Urrea, & Martinez, 2018). Este tipo de aplicaciones también es posible aprovechar en las universidades, ya que ofrecen formas efectivas de comunicación, atención permanente y mejoras en la acción de la gestión de los procesos académicos y administrativos (Cámara, López, & Ortega, 2016).

En la literatura revisada referente al uso de asistentes virtuales se ha encontrado que la mayoría de aplicaciones han sido desarrolladas e implementadas con fines comerciales para satisfacción del cliente, mejora de atención en ventas, disminución de tareas repetitivas y sobre todo para ofrecer atención permanente; sin embargo, en este proyecto se pretende desarrollar un asistente interactivo virtual para brindar atención en el ámbito académico y administrativo, utilizando Técnicas de Inteligencia Artificial.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Unidad de Admisión y Registro (UAR) es la primera dependencia al que acuden tanto los clientes internos como externos de la universidad, lo que genera un gran número de personas que requieren ser atendidas. La atención se efectúa en dos jornadas (matutina y vespertina) porque no se cuenta con el personal suficiente para realizar esta actividad en forma exclusiva y permanente, debido a factores externos como la falta de presupuesto para contratar personal. Tal situación dificulta que la atención sea permanente, oportuna y continua. Adicionalmente, esta falta de atención genera malestar en los usuarios internos y externos que requieren realizar sus trámites administrativos y académicos en la universidad. Otra limitación que se tiene es el tipo de información que se muestra en el sitio web, ya que no contiene la información precisa sobre los procesos de atención y servicios que se realizan en la UAR, solo se encuentra disponible la información referente a la normativa legal de algunos los procesos. A esta situación se añade la tradición cultural de nuestro medio, en el que los clientes todavía prefieren asistir en forma personal para recibir atención y/o servicios.

Ante esta problemática, la nueva administración de la UAR ha propuesto iniciar en fases la implementación de nuevas herramientas tecnológicas para brindar atención permanente, oportuna y continua a sus clientes. Con el fin de contribuir en la implementación de dichas herramientas se propone desarrollar un prototipo de un asistente interactivo virtual que permita la atención directa y permanente a los clientes en la UAR.

1.3 JUSTIFICACIÓN

La Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, como una institución de educación superior de categoría “A”, prioriza el mejoramiento de los servicios que ofrece a sus clientes internos y externos. En esta línea, la Unidad de Admisión y Registro (UAR) pretende mejorar la atención y sus servicios. Actualmente, la UAR atiende a sus clientes en dos jornadas (matutina y vespertina), no cuenta con el personal suficiente para esta actividad, emite alrededor de 6 000 reportes y certificaciones académicas a los estudiantes que lo solicitan, existe gran demanda de clientes a la espera de ser atendidos para recibir información, realizar trámites y obtener certificaciones.

En el presente trabajo ha sido desarrollado el prototipo de un asistente interactivo virtual, con el fin de reducir el gasto en contratación de personal adicional, agilizar la atención al público, brindar información precisa, oportuna y permanente a toda la comunidad universitaria y al público en general. También, la atención podrá ser en forma ininterrumpida, aproximadamente 14 horas al día.

El asistente virtual utiliza técnicas de Inteligencia Artificial. Dicho asistente está dotado de aspectos, rasgos y expresiones humanas, voz y animación. Estas características del asistente virtual generan una mejor experiencia de usuario, creó un entorno más cercano y un trato diferenciado orientado al usuario.

Hasta el momento la mayoría de los asistentes virtuales han sido desarrollados e implementados con fines comerciales para la mejora de atención en ventas, disminución de tareas repetitivas y sobre todo ofrecer atención permanente; sin embargo, en este

proyecto se pretende desarrollar un asistente interactivo virtual para atención en el ámbito administrativo y académico. Los resultados del proyecto permiten establecer un protocolo adecuado de servicio y atención al cliente en forma permanente y permitió eliminar procesos repetitivos. El asistente virtual brinda información, orientación y requisitos generales de tres principales macro procesos que se llevan a cabo en la Unidad de Admisión y Registro de la universidad.

En la primera fase se desarrolla este prototipo para la UAR, pero se pretende desarrollar este tipo de herramienta tecnológica para brindar el servicio permanente de información de los procesos y servicios de otras áreas de la universidad, inclusive para los procesos administrativos.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar el prototipo de un asistente interactivo virtual para brindar atención permanente en la Unidad de Admisión y Registro de la Universidad de las Fuerzas Armadas, utilizando dispositivos de interacción, visualización y técnicas de Inteligencia Artificial.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- I. Identificar y seleccionar los procesos estratégicos que realiza la UAR.
- II. Modelar la interfaz del sistema y un asistente virtual en 3D, usando herramientas de modelado.

- III. Desarrollar el prototipo de un asistente interactivo virtual aplicando técnicas de procesamiento de lenguaje natural y usando un dispositivo para la interacción.
- IV. Elaborar y ejecutar el protocolo de pruebas y validación del asistente
- V. Analizar y difundir resultados mediante publicaciones académicas.

1.5 ALCANCE

Se ha desarrollado el prototipo de un asistente interactivo virtual aplicando técnicas de procesamiento de lenguaje natural y usando un dispositivo para la interacción. Para desarrollar dicho prototipo se han planteado cuatro fases, las cuales se detallan a continuación:

1. **En la fase de análisis**, se identificaron los procesos estratégicos que realiza la UAR y se ha seleccionado aquellos procesos que tienen mayor demanda. Además, fue seleccionada la información más relevante de los procedimientos que pueden ser atendidos por el asistente virtual.
2. **En la fase de diseño**, se diseñó el prototipo de un asistente interactivo virtual, aplicando técnicas de procesamiento de lenguaje natural y usando un dispositivo para la interacción. Dicho asistente fue diseñado con aspectos, rasgos y expresiones humanas, voz, animación e interacción.
3. **En la fase de implementación**, se desarrolló el prototipo del asistente interactivo virtual usando el IDE de desarrollo Unity, la herramienta de modelado Blender y

lenguaje de programación C#. También, se integró un dispositivo de interacción entre el usuario y el asistente.

4. **En la fase de pruebas** se elaboró y ejecutó un protocolo de pruebas y validación del asistente interactivo virtual, en base al proceso estratégico seleccionado. Además, para evaluar la usabilidad, interacción y satisfacción de los usuarios se aplicó un cuestionario estandarizado y reconocidos por la comunidad científica en este ámbito.

1.6 HIPÓTESIS

Un asistente interactivo virtual permitirá brindar atención permanente a los clientes internos y externos de la UAR.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se describen los conceptos y fundamentos que sustentan el trabajo desarrollado, la metodología de desarrollo, la tecnología utilizada, las técnicas de Inteligencia Artificial estudiadas y aplicadas, así como el ámbito de aplicación y utilidad en que contribuye el prototipo desarrollado.

2.1 METODOLOGÍA

2.1.1 Ingeniería del conocimiento

Es el área de la Inteligencia Artificial que permite la creación de Sistemas Basados en el Conocimiento (SBC). Los SBC son sistemas que utilizan y representan explícitamente el conocimiento sobre un dominio completo o tarea a ser realizada, siendo necesario la participación de personas expertas en el área de dominio del conocimiento (Badaró, Ibañez, & Agüero, 2013). Es capaz de exportar el conocimiento a través de mecanismos apropiados utilizando el razonamiento para proporcionar un comportamiento de alto nivel y resolver problemas generalmente reales y difíciles de solucionar mediante el desarrollo de software clásico (procesamiento de datos). Los beneficios de los SBC pueden ser: mayor rapidez y calidad en la toma de decisiones y mayor productividad.

Los SBC manejan el conocimiento de un dominio, permiten acceder al conocimiento, la información siempre está disponible y continuará indefinidamente dentro de la organización, pueden ser usados en ambientes que prestan servicios,

pueden servir como un tutor inteligente, puede actuar como guía y acceder a bases de datos de manera inteligente.

2.1.2 Metodologías de desarrollo de los sistemas basados en conocimiento

La Ingeniería del conocimiento provee métodos y herramientas para desarrollar SBC de manera sistemática y controlable. Para construir un SBC existen algunas metodologías que pueden ser específicas para un dominio, entre ellas MIKE, KADS, o de Prototipado entre otras (Maida & Pacienza, 2015). Dichas metodologías son utilizadas como guía de construcción y permiten la correcta documentación del sistema, además de detectar problemas durante el desarrollo y poder corregirlos a tiempo.

2.1.3 Metodología de Prototipado.

El prototipado como metodología de desarrollo es un modelo orientado a la implementación, cada prototipo actúa como modelo para el siguiente y va evolucionando en función de nuevos requerimientos hasta llegar al sistema completo. Esta metodología se utiliza como base para las sesiones de obtención del conocimiento con el experto.



Figura 1. Fases de la metodología de Prototipado

Como se puede ver en la figura 1, el proceso empieza con el análisis y definición del problema. El análisis de viabilidad nos permite conocer el estado actual de herramientas y conocimientos que se tiene antes de continuar con el proceso. En el

modelado del conocimiento se plantea toda la información y conocimiento que el prototipo dispondrá. En la fase de desarrollo del prototipo se procede a la elaboración de la aplicación en función de las necesidades, y finalmente se realizan pruebas de caso, luego, dependiendo de los resultados, se procede a la implementación o la reformulación del problema o rediseño (F, Palma Méndez, & Paniagua Arís, 1997).

La ventaja de esta metodología radica en la inmediata presentación de un sistema parcial al ser construido en una fase muy temprana de desarrollo, cada nivel de prototipado resuelve diferentes problemas.

2.2 Asistentes Virtuales

Los constantes avances en la tecnología han permitido el uso del computador para todo tipo de herramientas útiles para su uso en todo ámbito. En consecuencia, para un usuario medio, puede ser más complicado entender. Para esto, nace la necesidad de realizar un cambio entre la interacción hombre-máquina.

La forma en la que se comunican los humanos es por el habla, por lo que las nuevas tecnologías e interfaces de usuarios incorporan reconocimiento y procesamiento de voz. Para tener una interacción más aproximada a la realidad se utiliza los denominados asistentes virtuales 3D generalmente representados con un "avatar". Estas interfaces son conocidas como "Agentes Conversacionales" (Morales-Rodríguez & Domínguez-Martínez, 2011).

Los avatares son personajes realizados en computadora en forma virtual, los cuales pueden simular los diferentes aspectos y características que existen en la

comunicación humana. La infusión de tecnología está cambiando dramáticamente la naturaleza de los encuentros de servicio (Bitner, Booms, & Tetreault, 1990).

2.2.1 Tipos de Asistentes Virtuales

Se puede categorizar los asistentes virtuales en los siguientes tipos (Morales-Rodríguez & Domínguez-Martínez, 2011):

- **Asistentes Virtuales Educativos:** Su objetivo es de ayudar en el aprendizaje de un tema determinado, generalmente utilizado en escuelas, institutos o tutoriales.
- **Asistentes Virtuales Sociales:** Tienen como propósito la interacción muy aproximada a la realidad con un usuario con el fin de tener una conversación natural simulando la presencia de un amigo o cualquier otra persona.
- **Asistentes Virtuales de Servicio:** Generalmente empleado en empresas con el fin de facilitar algún tipo de servicio o producto que se ofrece, ya sea por internet o cualquier otro medio digital. Su objetivo es guiar a los clientes en búsquedas, información o preguntas.

2.2.2 Asistentes Virtuales de Servicio

El desarrollo de esta tecnología y enfocado al autoservicio se crea el concepto de los agentes virtuales de servicio (VCSA) los cuales son avatares que pueden interactuar con clientes y simular un comportamiento de representantes humanos en empresas o instituciones utilizando técnicas de inteligencia artificial (Cassell, 2000). Según (Nass & Moon, 2000) las VCSA pueden cumplir el papel de representantes de servicio y tareas

sustitutivas que por mucho tiempo han sido realizadas por el personal de servicio. Debido a esto, se puede decir que las VCSA son una herramienta de gran utilidad para poder cumplir con la falta de interacción interpersonal.

La presencia social comprende el sentimiento de contacto humano con las características propias de este, por ejemplo, sociable y con emociones que se transmite a través de un ambiente (Yoo & Alavi, 2001) la percepción de personalización muestra la forma en que un usuario considera que el contenido brindado es apropiado, basado en aspectos personales y adaptada a las necesidades de cada uno (Lee & Park, 2009). Estos aspectos representan elementos fundamentales de los encuentros en el servicio, debido a que estos encuentros de servicio son en general de naturaleza social (Bitner et al., 1990). Ser cortés, receptivo, servicial y comprensivo se considera una propiedad primordial de la prestación de servicios (Price, Arnould, & Deibler, 1995) debido a que indica que posee todas las habilidades necesarias y el conocimiento del funcionamiento del servicio.

2.2.3 Presencia social a través de los artefactos de TI

Según la investigación, el diseño de los sistemas de información influye en la medida en que un dispositivo de TI transmite sentimientos de contacto humano sensible y sociable. Se ha demostrado que la adición de imágenes humanas (Cyr, Hassanein, Head, & Ivanov, 2007) y saludos personalizados (Gefen & Straub, 2003) a un dispositivo de TI influyen de manera positiva en las percepciones de la presencia social. Es posible que los VCSA con apariencia humana provoquen también altos sentimientos de presencia social al simular y aproximar el comportamiento humano y tener la capacidad

de representar visualmente a representantes humanos, los VCSA cuentan con las características humanas, que a su vez pueden provocar respuestas sociales y también pueden transmitir sentimientos de calidez (Nass & Moon, 2000).

2.2.3.1 Creación de personalización a través de artefactos de TI

Actualmente, las empresas aplican herramientas de personalización para recopilar y analizar información acerca de los clientes para una mejor atención personalizada y satisfacer sus necesidades específicas con el fin de establecer relaciones personales con los clientes. Emplear una experiencia similar a la del contacto humano comprueba que el cliente sienta que está interactuando con un empleado de forma individualizada, por ejemplo, a través de la toma de roles (Surprenant & Solomon, 1987) y como resultado magnifica lo que el agente comunica. Debido a la experiencia parecida a la humana, VCSA puede indicar que comprenden y representan las necesidades personales del cliente (Komiak & Benbasat, 2006). En consecuencia, los VCSA combinan los fundamentos tecnológicos de la personalización con un toque humano y demuestran ser una herramienta de TI aplicable para provocar sentimientos de personalización en el encuentro del servicio en una institución pública.

2.2.4 Roles de los Asistentes Virtuales

Dependiendo la funcionalidad y el cómo fue programado, el rol de un asistente virtual puede llegar a ser muy importante, dejando de ser un simple asistente que proporciona información a realizar tareas más complejas. Los roles que puede desempeñar pueden ser los siguientes:

- Rol como asistente personal.
- Agente de búsqueda, recopilación o rastreo de información. Con técnicas de Inteligencia Artificial, este podría entender los hábitos y requerimientos frecuentes de los usuarios.
- Agente secreto o espía. Realizan el monitoreo o rastreo de páginas web con el fin de identificar cambios o actividades realizadas en esa página.
- Representación Virtual. Con el uso del Lenguaje natural, suplen a los clientes de algún producto o servicio.
- Negociador en el comercio electrónico. Busca subastas en internet, busca oferta y realiza compras como cualquier otra persona.

2.2.5 Manejo del Conocimiento

El agente debe contar con una base de conocimiento para poder realizar, en base a este, un dialogo con coherencia y fluido, estas bases de datos contienen una gran cantidad de reglas que definen cual será la respuesta del AV dependiendo del tipo de entrada que este recibe.

Las bases de conocimiento tienen diferentes niveles de conocimiento, así como una estructura de datos definida, en la que existen los contextos relacionados con temas generales o específicos. Para elaborar una base de conocimiento es necesario realizar primeramente un análisis de la comunicación que se requiere, enfocándose en el contexto del dialogo. Los aspectos para la elaboración de la base de conocimientos son:

- **Administrador:** Es la persona responsable de la actualización, almacenamiento, mantenimiento de las estructuras de datos del sistema.
- **Formalismo para representar el conocimiento:** Utiliza una serie de técnicas que permitan organizar un conocimiento específico.
- **Servicio:** Responde a las demandas de acceso a los diferentes elementos del conocimiento, efectuados por un motor inferencial, o técnicas de “Machine Learning”.

2.2.6 Características

Los asistentes virtuales, de forma general se podría decir que deben contar con las siguientes características:

1. Pueden programarse para conversar en varios idiomas.
2. Son de gran utilidad para obtener información que necesitan los usuarios.
3. Son diseñados para comprender el lenguaje Natural.
4. Cuentan con técnicas de inteligencia artificial para poder comprender el contexto de una conversación y brindar la información concorde a la consulta solicitada.
5. Cuentan con distintos formatos de respuesta en función de la pregunta y la persona que realiza la consulta.
6. Disponen una animación con aspecto de un humano, con expresiones y animaciones.

Según (Cámara et al., 2016) existen dos grupos de Asistentes Virtuales:

1. Asistentes Virtuales con alto grado de PLN: Son aquellos que utilizan motores de búsqueda semánticos, gestores de diálogo o cualquier otro componente de PLN.
2. Asistentes Virtuales con bajo grado de PLN: Son aquellos que utilizan una cantidad disminuida de PLN, unos ejemplos son aquellos que pueden responder a preguntas comunes (FAQ's) los cuales obtienen información sobre una base de datos en las que se encuentran las preguntas y respuestas.

2.2.7 Usos y Aplicaciones

Los usos más comunes para los AV son sitios web con la función de brindar algún servicio, guiar en la navegación de las páginas y preguntas frecuentes con la ayuda de diálogos procesados de texto y acompañados de un avatar que tienen una forma parecida a humanos o algún otro tipo de personaje animado. Otra funcionalidad es la de realizar operaciones como envío de documentos, correos u otras actividades automatizadas.

Las ventajas de los AV son principalmente su uso para realizar actividades repetitivas y de forma continua, según su funcionalidad y especialización, estos son algunos de los usos:

- **Investigación.** - Realiza la búsqueda de información, herramientas, materiales, entre otros de acuerdo a lo solicitando.

- **Secretariado.** - Realiza algunas de las tareas que realizaría una secretaria, como la de contestar llamadas, recordar citas, enviar memos o correo electrónicos, entre otros.
- **Procesamiento de texto.** - El AV crea un reporte o resumen de un tema a tratar, pudiendo realizar incluso la presentación.
- **Procesamiento de datos.** - El AV se encarga de organizar la información que reciba y la organiza y almacena en una base de datos.
- **Servicios de Correo Electrónico.** - Tiene el control de correos electrónicos recibidos, realizando las tareas de revisar, responder, eliminar y notificar al usuario en caso de ser necesario.
- **Servicios de Internet.** - Permite un control del tráfico de un sitio web y su administración, es usado también como motor de búsquedas, respondiendo con resultados sobre un tema consultado.
- **Servicios de compra.** - Dependiendo de las necesidades del usuario, el AV puede realizar la automatización y pedido de insumos para que el usuario las reciba.

2.3 Procesamiento de lenguaje natural

2.3.1 Definición de Lenguaje.

Según la RAE (RAE, 2010), es la facultad del ser humano de expresarse y comunicarse con los demás a través del sonido articulado o de otros sistemas de signos. Desde el punto de vista funcional lingüístico se define como una función

que expresa pensamientos, ideas, expresiones y comunicaciones entre la gente. Esta función puede realizarse mediante la escritura o mediante la voz. Desde un punto de vista formal es definida como un conjunto de frases, que generalmente es infinito y se forma con combinaciones de elementos tomados de un conjunto llamado alfabeto, respetando un conjunto de reglas de formación y de sentido. El lenguaje debe ser funcional, es decir, el lenguaje debe permitirnos expresar lo que pensamos u opinamos. El lenguaje permite la correcta comunicación entre personas, por lo que se puede distinguir dos clases de lenguajes, los naturales que son los que utilizamos normalmente y los formales, vistos del punto científico, matemático o lógico entre otros.

2.3.2 Lenguaje Natural

El lenguaje natural ha tenido una constante evolución con el pasar del tiempo conforme las necesidades de comunicación humana, naciendo de esto los diferentes idiomas. Las evoluciones de estos lenguajes se mantienen en constante cambio, sin considerar la gramática, cuyas reglas son creadas después de haber sucedido el hecho. A diferencia de los lenguajes formales, estas están definidas por reglas ya establecidas y deben regirse conforme a estas.

El Lenguaje Natural (LN) es la forma que utilizamos las personas cada día para establecer una comunicación con las demás personas. Su evolución ha perfeccionado a tal punto que es utilizado para analizar situaciones altamente difíciles y complejas de razonar de forma sutil (CORTEZ VÁSQUEZ, 2014).

El lenguaje natural tiene con las siguientes propiedades.

1. Un lenguaje natural se define a partir de una gramática G , sin embargo, se enriquece continuamente modificando también la gramática que la define.
2. El lenguaje natural tiene un gran potencial expresivo debido a la riqueza del componente (semántico). Esto dificulta cada vez la formalización completa de su gramática.

2.3.3 Lenguaje de programación

El lenguaje de programación es un tipo de lenguaje formal que contiene un conjunto de instrucciones creado para poder realizar una comunicación entre un ser humano y una máquina. Se puede decir que un programa es una secuencia de instrucciones organizadas de forma que ejecuten una determinada tarea o instrucción. Se conforma de dos elementos importantes.

- Semántica: Cada instrucción del lenguaje de programación debe tener un significado correcto.
- Sintaxis: El orden de las instrucciones deben mantener un orden correcto de los componentes léxicos.

2.3.4 Procesamiento Computacional Del Lenguaje Natural (PLN)

La Inteligencia Artificial utilizando herramientas de tecnológicas han tenido como herramientas fundamentales la manipulación del lenguaje natural. Los lenguajes de programación tienen un papel importante en el PLN ya que es el medio de enlace entre los lenguajes naturales y la interacción con la máquina. El procesamiento de lenguaje natural consiste en el empleo de lenguaje natural para la comunicación con la computadora, por

lo que, estas computadoras deberán entender las oraciones o enunciados que un usuario realice, el empleo de estos lenguajes naturales facilita la creación de programas que realicen tareas relacionadas con el lenguaje o desarrollar modelos que permitan comprender los mecanismos humanos en relación con el lenguaje. Puede presentar una gran ventaja, ya que la persona no tiene que tener conocimientos previos o esforzarse por comprender el uso o manejo de un computador o dispositivo tecnológico, ya que aplicaría una comunicación común, que ha realizado toda su vida. Sin embargo, debido a la naturaleza de la comunicación humana, un computador puede estar limitado a la comprensión del lenguaje (Manning & Schütze, 1999). En resumen, se puede decir que la ventaja de una comunicación más natural de una persona es la desventaja al momento del proceso computacional, ya que existen procesos de razonamiento y síntesis que aún no han sido formalizados.

2.3.5 Aplicaciones del PLN

Existen muchas aplicaciones para el PLN, debido a que su alcance es grande, entre las cuales se puede ver:

- Recuperación de información.
- Extracción y análisis de información.
- Reconocimiento de voz.
- Resolución de problemas.
- Traducción de idiomas.

2.3.6 Arquitectura de un sistema de PLN

La arquitectura de un sistema PLN tiene que ver con la estructura del lenguaje natural definido por los siguientes niveles:

- **Nivel Fonológico:** Relación entre las palabras y su representación en sonidos.
- **Nivel Morfológico:** La creación de palabras a partir de unidades de fonemas.
- **Nivel Sintáctico:** Estructura de las palabras para formar una oración, relación entre sintagmas.
- **Nivel Semántico:** Es el significado de las palabras y el cómo se unen entre sí para formar oraciones. Tiene que ver también con el significado de una palabra independientemente del contexto.
- **Nivel Pragmático:** Es el uso de una misma oración para distintas situaciones, y el cómo afecta al uso de las oraciones.

El diseño de la arquitectura del sistema de PLN indica como la computadora puede interpretar y analizar oraciones que se le proporcionen.

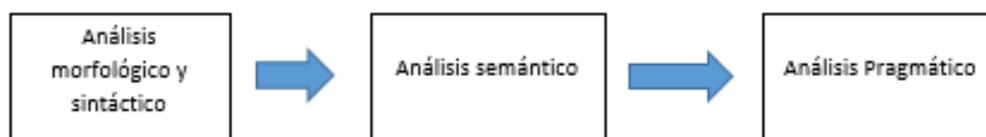


Figura 2. Arquitectura del sistema de lenguaje natural

El procedimiento del sistema empieza cuando el usuario expresa a la computadora una orden de lo que se desea, luego la computadora analiza las oraciones en sentido morfológico y sintáctico, identificando el orden gramatical e identificando componentes léxicos definidos a priori. A continuación, se analizan las oraciones

semánticamente y se asigna un significado a estas expresiones lógicas. Una vez identificada la semántica de las oraciones, se realiza un análisis pragmático de la instrucción, con esto la computadora entiende lo que debe hacer, para finalmente ejecutar dicha instrucción y devolver el resultado final al usuario (CORTEZ VÁSQUEZ, 2014).

2.3.7 Errores y problemas con el procesamiento de lenguaje natural

Actualmente existe muchas dificultades con el procesamiento del lenguaje natural utilizando información mediante lenguajes formales, entender las verdaderas necesidades o cuestionamientos de los usuarios, para esto, se utiliza el LN, pero existe problemas cuando la expresión obtenida tiene más de una interpretación. Este tipo de problemas existen en todo tipo de lenguajes. Por ejemplo:

“Si no voy a Quito”,

“Si, no voy a Quito”

No se entiende en el primer caso, si se trata de una condicional o una afirmación realizada a una pregunta. Existen palabras o frases que el computador no puede definir, a no ser que este entrenada de tal forma de identificar estos tipos de contexto. Se puede pensar que el problema no es del todo complicado, pero considerando la cantidad de entradas y formas del lenguaje con problemas similares ha ocasionado que el PLN aun siga en desarrollo (CORTEZ VÁSQUEZ, 2014).

2.4 Reconocimiento de voz

La voz, es el medio natural de una persona para establecer una comunicación permitiéndonos hablar y escuchar.

El reconocimiento de voz como medio de comunicación Hombre-Maquina está cada vez más presente en nuestra vida cotidiana y esto se debe a que los comandos de voz son más rápidos y fáciles de utilizar, en comparación con la interacción común entre un usuario y una maquina utilizando el teclado, mouse o pantalla táctil, es decir, es mucho más fácil hablar que escribir (Sangramsing, 2015). Un ejemplo es los numerosos sistemas de reconocimiento de voz que están funcionando en aplicaciones especialmente con los asistentes virtuales como Google NOW, Siri o Cortana, y los diferentes sistemas de accesibilidad que poseen algunos sistemas operativos y aplicaciones, permitiendo el control de diferentes funcionalidades través de comandos de voz. El uso del reconocimiento de voz en estas aplicaciones se debe a los avances tecnológicos que permiten que el reconocimiento de voz pueda responder de una mejor manera, sin embargo, el idioma más desarrollado es el inglés.

Aplicaciones del reconocimiento de voz:

- Control por comandos
- Sistemas portátiles
- Accesibilidad
- Dictado automático
- Traducción en tiempo real.

2.5 Sistemas de diálogo

2.5.1 DialogFlow

Es una herramienta que nos permite crear sistemas de dialogo, pudiendo implementar en aplicaciones web, servicios de mensajería o asistentes virtuales. Esta apoyado por algoritmos de aprendizaje automatizado y herramientas de inteligencia artificial de Google.

2.5.1.1 Componentes de Dialogfow

- **Intents.** - son la base medular de los agentes.
- **Entidades.** - son los objetos parametrizables dentro de los Intents.
- **Contextos.** - determinan los estados y contexto de la conversación.
- **Fullfilment.** - permite la integración de componentes externos mediante WebHook.

2.5.1.2 Flujo conversacional

Para desarrollar un sistema de dialogo con Dialogflow se necesita pensar en las frases o palabras que el usuario diría al agente, y en función de estas frases, se debe agrupar en las diferentes intenciones. De esta forma, el usuario ingresa una palabra y Dialogflow reconoce la frase y continua el flujo como se muestra en la figura 3.

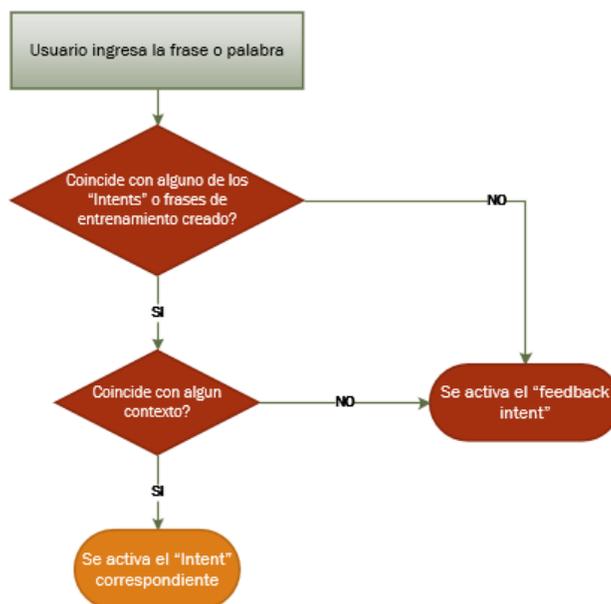


Figura 3. Flujo de diálogo

2.6 MongoDB e indexación de datos

2.6.1 MongoDB

MongoDB es una base de datos de código abierto NoSQL orientada a documentos que permite gran escalabilidad, su característica principal es la gran capacidad de consulta de una base de datos relacional y la arquitectura distribuida de otras bases de datos como HBase. Al ser pensada para ser usada en arquitecturas distribuidas, permite una escalabilidad horizontal y es compatible con la replicación y fragmentación Master-Slave (Truica, Boicea, & Trifan, 2013).

MongoDB permite varios tipos de consultas basadas en amplias colecciones de documentos e índices con alto rendimiento, esto permite que el uso de MongoDB sea fácil para usuarios acostumbrados a las bases de datos tradicionales.

JSON es un formato de texto para la socialización de una estructura de datos, puede representar los tipos de datos (string, números, booleanos y nulos) y tipos de datos estructurados como objetos y arrays

MongoDB guarda la información en formato JSON y utiliza el formato BSON para almacenar estos documentos. BSON fue desarrollado para ser eficiente en la velocidad de escaneo de documentos y en la optimización de espacio en su almacenamiento (Crockford, 2006).

2.6.2 Índices en MongoDB

Los índices permiten mejor rendimiento para las operaciones de lectura de información. El uso de los índices es especialmente importante cuando los documentos son más grandes que la cantidad de RAM disponible.

MongoDB permite la creación de índices a nivel de colección. Los índices de MongoDB se definen explícitamente mediante una llamada de un “ensureIndex” ver figura 4 y cualquier índice existente se usa automáticamente para el procesamiento de consultas (Mo & Wang, 2012).

```
> db.collection.ensureIndex(keys, options)
```

Figura 4. Ejemplo de indexado de datos

El índice más importante es la llave primaria por defecto de los documentos “_id”, al crear un documento, el índice se genera automáticamente, el objetivo principal de este índice único es ser la clave primaria y no se puede repetir.

Existe la posibilidad de crear más índices en MongoDB y son conocidos como índices secundarios, dichos índices se pueden crear utilizando `ensureIndex()`, y se especifica el campo a indexar, ver figura 5.

```
> db.products.ensureIndex( { "name": 1 } )
```

Figura 5. Ejemplo de indexado en un campo

Si un campo es un vector, podemos crear índices separados para cada valor de la matriz, el índice se conoce como el índice de múltiples claves.

2.6.3 Búsqueda de texto en MongoDB

Gracias a la creación de los índices, MongoDB permite la búsqueda de frases o palabras clave que se encuentra en la colección de documentos, si bien la búsqueda aún no se compara a alternativas como Elasticsearch o SOLR, se puede utilizar esta alternativa en la mayoría de las aplicaciones que cuentan con MongoDB (Truica et al., 2013).

Cuando se crea un índice de texto en un campo, MongoDB realiza el token y deriva el contenido de texto del campo indexado.

Las búsquedas a través de índices nos brindan los resultados, pero hay que tener en cuenta la importancia o peso de este campo para poder realizar las ponderaciones, MongoDB permite la ponderación de estos resultados en función de su importancia y número de repeticiones de la frase en el contenido, de esta manera se puede filtrar información en función de su ponderación (Mo & Wang, 2012).

2.6.4 Limitaciones en el índice de texto

MongoDB recientemente implemento esta funcionalidad, por lo que aún está en desarrollo (Trivedi, 2015), las principales son:

- No se permite la búsqueda de información basada en sinónimos, palabras similares, o mal escritas.
- No se puede especificar el orden de clasificación de una expresión a partir de un índice de texto.
- Existen limitaciones específicas para elaborar consultas específicas.
- Al insertar nuevos documentos, los índices de texto pueden crear una sobrecarga, limitando el rendimiento de inserción.
- La búsqueda de frases puede tardar

CAPÍTULO III

DESARROLLO

En este capítulo se describen las fases de desarrollo de la aplicación siguiendo la metodología descrita. Debido al tipo de aplicación, se sigue la metodología de prototipado basado en la ingeniería del conocimiento.

El proceso inicia con el análisis del problema, análisis de viabilidad, modelado del conocimiento, desarrollo del prototipo y pruebas de caso.

3.1 Análisis del Problema

La Unidad de Admisión y Registro (UAR) es la primera dependencia al que acuden tanto los clientes internos como externos de la universidad, lo que genera un gran número de personas que requieren ser atendidas. La atención se efectúa en dos jornadas (matutina y vespertina) porque no se cuenta con el personal suficiente para realizar esta actividad en forma exclusiva y permanente, debido a factores externos como la falta de presupuesto para contratar personal. Tal situación dificulta que la atención sea permanente, oportuna y continua.

Ante esta problemática, la nueva administración de la UAR ha propuesto iniciar en fases la implementación de nuevas herramientas tecnológicas para brindar atención permanente, oportuna y continua a sus clientes. Con el fin de contribuir en la implementación de dichas herramientas se propone desarrollar un prototipo de un

asistente interactivo virtual que permita la atención directa y permanente a los clientes en la UAR.

El análisis de la problemática fue posible gracias a las reuniones realizadas con los profesionales de la UAR como expertos conocedores del proceso, los docentes investigadores en calidad de ingenieros del conocimiento y el estudiante tesista como técnico del equipo

3.2 Análisis del dominio del conocimiento

En este apartado es necesario contar con el conocimiento de cómo se maneja la información de la UAR, así como los diferentes procesos y subprocesos que cuenta y detallar aquellos que tienen mayor demanda de consulta. Debido a que el sistema debe mantener su información actualizada en cada momento, también fue necesario contar con el personal que estará a cargo del mantenimiento de la aplicación, donde se especificó detalles del sistema para que pueda ser usado de una manera fácil a nivel de un usuario administrador.

3.3 Análisis de viabilidad

3.3.1 RRHH

- Personal de admisión y registro quienes brindan la estructura y organización de su información.
- Docentes investigadores de la Universidad de las Fuerzas Armadas “ESPE” que son parte del CICTE y poseen formación académica en el área de ciencias de la computación e inteligencia artificial.

- El tesista con formación en la carrera de ingeniería de sistemas e informática.

3.3.2 Recursos Técnicos

3.3.2.1 Software de Desarrollo

a. Unity

La plataforma de desarrollo de Video Juegos, debido a sus características y amplio soporte de plataformas, fue utilizada como el entorno principal de desarrollo. Gracias a componentes internos denominados “Assets” permitió la creación animación, procesamiento de voz del avatar y el panel de navegación y en conjunto con el lenguaje C# permitió la integración global de los componentes del AV.

b. Microsoft Visual Studio

Es un entorno de desarrollo integrado, debido a su compatibilidad con Unity y a través del lenguaje de programación C# permitió la creación de código script para controlar las diferentes funcionalidades e integración del asistente virtual además de permitir el uso del Framework .Net 4.0 para el procesamiento de voz utilizando las librerías de Microsoft, la conexión con la base de datos y el manejo de peticiones REST para DialogFlow.

3.3.2.2 Software de Modelado

a. Autodesk Character Generator

Es una aplicación Web que permite la creación de personajes 3D permitiendo modificar el rostro, cuerpo, vestimenta. Esta aplicación fue utilizada para el

diseño y modelado del Avatar ya que, además del modelo, nos permite insertar el esqueleto para poder realizar las animaciones.

b. Blender

Es un programa multiplataforma que sirve especialmente para el modelado y renderización de modelos 3D, se utilizó esta aplicación para poder generar las expresiones faciales del avatar y agregar detalles estéticos al modelo previamente creado.

3.3.2.3 Software de Base de Datos

a. MongoDB

Es una base de datos no relacional orientada a documentos, es decir, la información la guarda en forma de documentos en formato JSON. A diferencia de las Relacionales, en esta base de datos no es necesario la creación de un esquema. Se utilizó esta aplicación para guardar la información de los procesos, subprocessos sus contenidos, así como las configuraciones del sistema y registro de uso.

3.3.2.4 Hardware

Tabla 1

Hardware de desarrollo

| Equipo | Características |
|----------------------------------|---|
| HP Pavillion 15-0cx0056wm | Intel core i5-8300H, Memoria Ram 8GB, Disco Duro 1TB, Sistema operativo Windows 10, Tarjeta de video GTX 1050Ti |
| Monitor LG | Tamaño 25' Tipo LCD |

3.4 Modelado del Conocimiento

Para el diseño y elaboración dinámica de la información de la aplicación, fue necesario modelar la información facilitada por la UAR.

Basado en los procesos y la información que se requiere brindar a los clientes la información ha sido organizada de acuerdo con el esquema que se muestra en la Figura 6.



Figura 6. Procesos que ofrece la UAR

Dependiendo el proceso, existe información que cambia constantemente. La figura 7 muestra cómo fue estructurada la información, de tal forma que se pudo modelar la base de datos y generar el contenido dinámico de la aplicación.

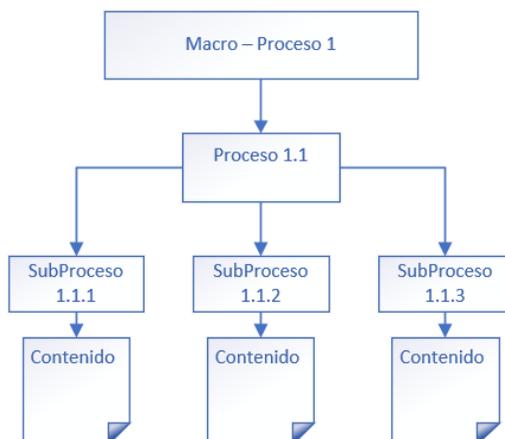


Figura 7. Estructura de la información de la UAR

3.5 Desarrollo del prototipo

Para el desarrollo del avatar en esta herramienta se realizaron los siguientes pasos:

3.5.1 Creación del Avatar

3.5.1.1 Diseño y creación del avatar

Se diseñó el avatar de acuerdo con la necesidad y especificaciones por parte del personal del UAR, el modelo requerido es un avatar que tenga apariencia de una mujer adulta y vestimenta formal.

La creación del avatar siguiendo las especificaciones establecidas, permitió realizar el siguiente avatar:



Figura 8. Diseño del Avatar

3.5.1.2 Animación y Voz

3.5.1.2.1 Movimiento de cuerpo y manos

Para realizar la animación se utilizó el catálogo de animaciones de Mixamo, se seleccionó aquellas que representen a una persona hablando, en estado de espera, saludando o realizando algún gesto. En la figura 9 se muestra la implementación de la animación en el avatar.

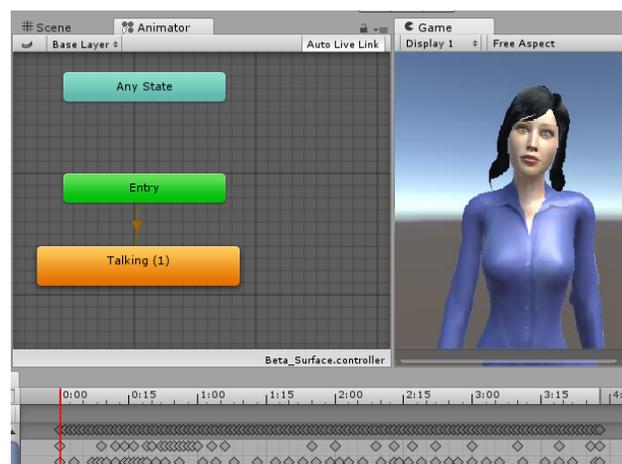


Figura 9. Implementación de animación

3.5.1.2.2 Movimiento de labios y ojos

Utilizando la herramienta de “Salsa With Random Eyes”, se pudo implementar el movimiento de labios, los cuales están configurados para realizar gestos faciales y movimiento de labios en función de la palabra o frase seleccionada. Los ojos poseen un movimiento aleatorio y la posibilidad de pestañar, de esta manera se obtuvo un aspecto más real a una persona en espera.

3.5.1.3 Implementación de voz

La implementación de voz fue realizada con un generador de voz automático llamado “RT Voice”, en el cual, se le agrega un texto y este permite la generación de voz, sin embargo, fue necesario el uso de la voz, preinstalada en Windows llamada “Sabrina”

Este componente fue seleccionado por su compatibilidad con el componente que permite el movimiento de los labios. Para demostrar el funcionamiento del complemento se añadió frases de ejemplo.

La frase seleccionada fue “Hola, bienvenido a la Unidad de Admisión y Registro” obteniendo la siguiente animación:



Figura 10. Avatar expresando una frase

3.5.1.4 Resultado del Avatar

La creación del avatar en Autodesk Character Generator generó un modelo que tiene compatibilidad con herramientas de animación con lo que se obtuvo un avatar con características físicas de una mujer, expresiones faciales, animaciones y voz artificial generada.

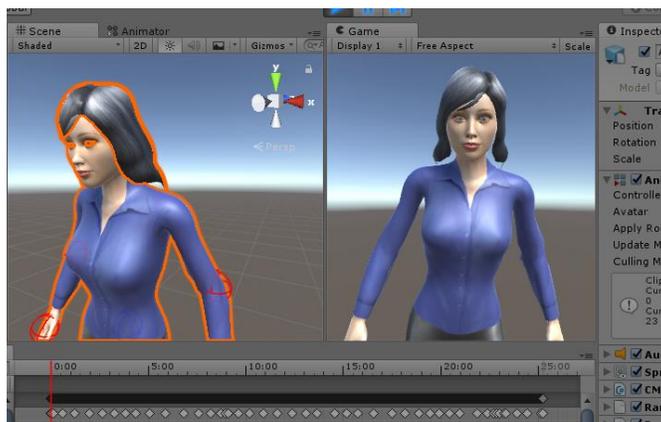


Figura 11. Resultado del Avatar en Unity

3.5.2 Diseño del Panel de Navegación.

3.5.2.1 Base de datos

Para la primera fase de desarrollo del panel de navegación, fue necesario el esquema de base de datos, para lo cual se seleccionó MongoDB debido a la estructura de información considerando su escalabilidad y la primera fase de indexación de datos.

La base de datos queda expresada de la siguiente manera:

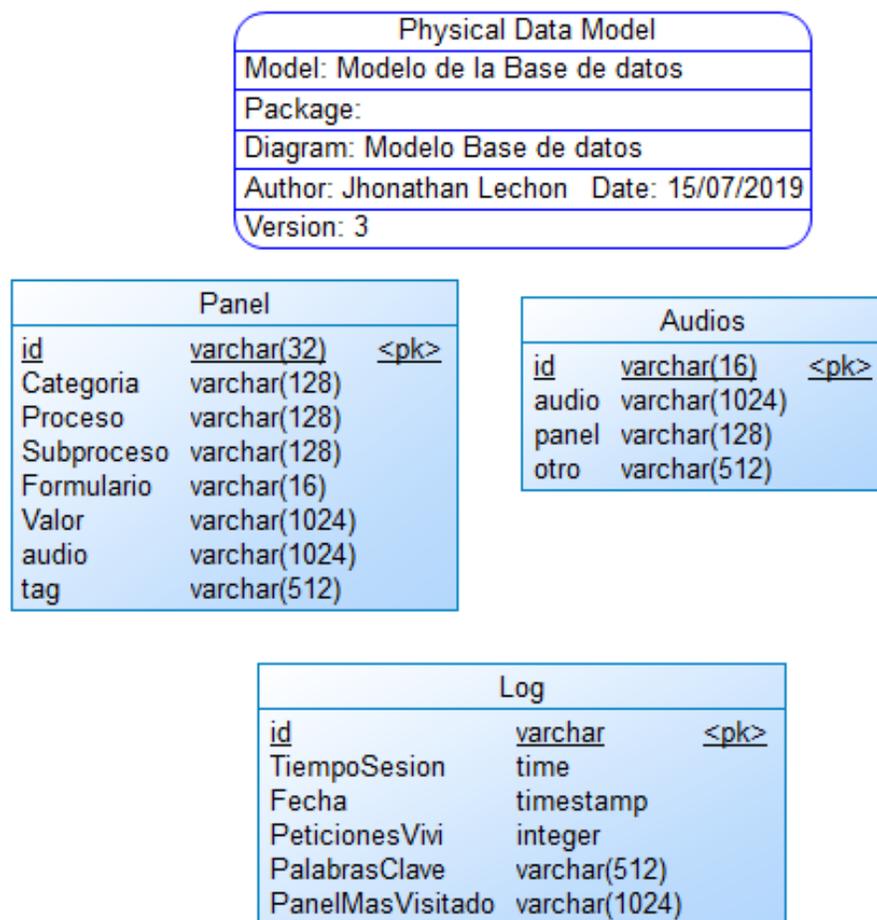


Figura 12. Modelo de la base de datos

El diseño de la figura 12 es representativa, puesto a que la inserción de datos se hace de manera documental sin esquemas y esta puede cambiar dependiendo de las necesidades. En la figura 13 se puede ver un ejemplo la estructura JSON del documento que fue ingresado en la base de datos.

```

{
  "_id" : ObjectId("5cc095d83306421af2056b22"),
  "category" : "ADMISIÓN",
  "process" : "Estudiante nuevo",
  "subprocess" : "Proceso de inscripción",
  "form" : "MULTIMEDIA",
  "value" : "file:///C:/tmp/assistant/img/procesoGeneral.jpg",
  "audio" : "Para empezar el proceso de inscripción. Primero debes Registrarte e
  "tag" : "documentos, primer nivel, primer, nivel, que documentos, que hay que
}

```

Figura 13. Registro de la base de datos en formato JSON

3.5.2.2 Interfaz de usuario y paneles

Unity permite la creación de interfaces de usuario a través del componente “UI”, pero lo que se plantea es la creación dinámica de contenido en función de la información de la base de datos. La estructura es escalable horizontalmente y en 3 niveles de ramas hasta llegar al contenido.

A continuación, se detalla los paneles creados:

- **Pantalla principal.** – Es la pantalla que el usuario encontrara al momento de acercarse al AV. En la pantalla 1 (Figura 15) se encuentra el avatar, con una animación de espera, en la pantalla 2 (Figura 14) está la pantalla en la que el usuario deberá seleccionar cualquiera de las opciones indicadas para continuar.



Figura 14. Interfaz Principal Pantalla 2



Figura 15. Interfaz Principal Pantalla 1

- **Panel de Inicio.** – Esta es la pantalla que continua luego de haber seleccionado la opción “Inicio” (Figura 14), aquí se selecciona la categoría de la información que el usuario necesita.



Figura 16. Panel de Inicio

- **Panel de búsqueda.** - Este panel sirve para lograr encontrar la información más rápidamente, funciona actualmente con palabras clave y es aquí donde se puede interactuar con “Vivi” para realizar búsquedas.

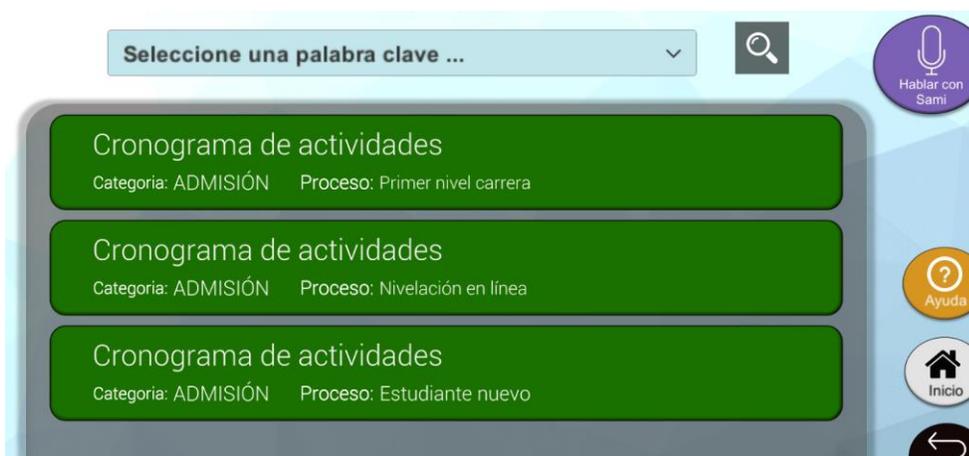


Figura 17. Panel de búsqueda

- **Panel de Ayuda.** – En este panel, el usuario podrá obtener ayuda sobre como interactuar con el sistema.

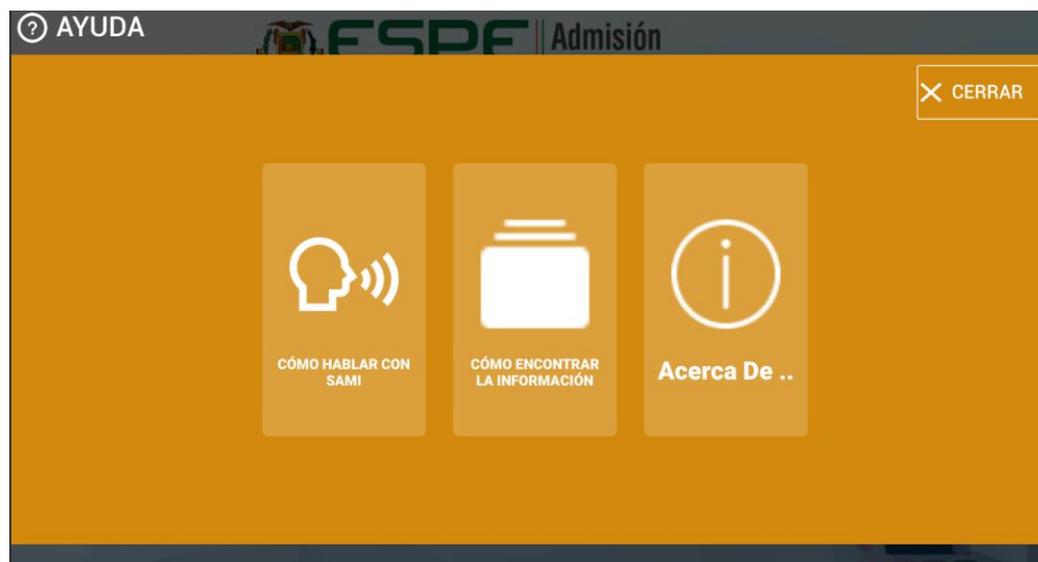


Figura 18. Panel de Ayuda

- **Panel de contenido.** - Debido a las necesidades de presentación de la información y las capacidades del personal encargados de actualizar la información de la página web, fue necesaria la implementación de un intérprete de código Html5 y JavaScript, gracias a esto, el administrador podrá insertar cualquier tipo de contenido multimedia incluyendo documentos en formato PDF. Unity no permite el renderizado o reconocimiento de lenguaje Html, por lo que se incluyó un complemento que funciona como un navegador interno en la aplicación, gracias a esto se podría obtener más niveles horizontales de información.



Figura 19. Panel de contenido

- **Panel de administración de información.** - Este panel es exclusivo del personal que administra el sistema, aquí se podrá ver, buscar, modificar o eliminar la información del sistema.

| | Categoría | Proceso | Subproceso | Tipo | Opciones |
|-------------------------|-----------|------------------|---|------------|----------|
| Insertar Paneles | ADMISIÓN | Estudiante nuevo | Cronograma de actividades | MULTIMEDIA | Button |
| Ver Paneles | ADMISIÓN | Estudiante nuevo | Requisitos necesarios para rendir el examen | MULTIMEDIA | Button |
| | ADMISIÓN | Estudiante nuevo | Temáticas del examen de admisión | MULTIMEDIA | Button |
| | ADMISIÓN | Estudiante nuevo | ¿Cuáles son las políticas afirmativas? | MULTIMEDIA | Button |

Figura 20. Panel de administración de información

Para que un usuario pueda acceder a la información por categoría, deberá seguir el esquema descrito en la figura 21.

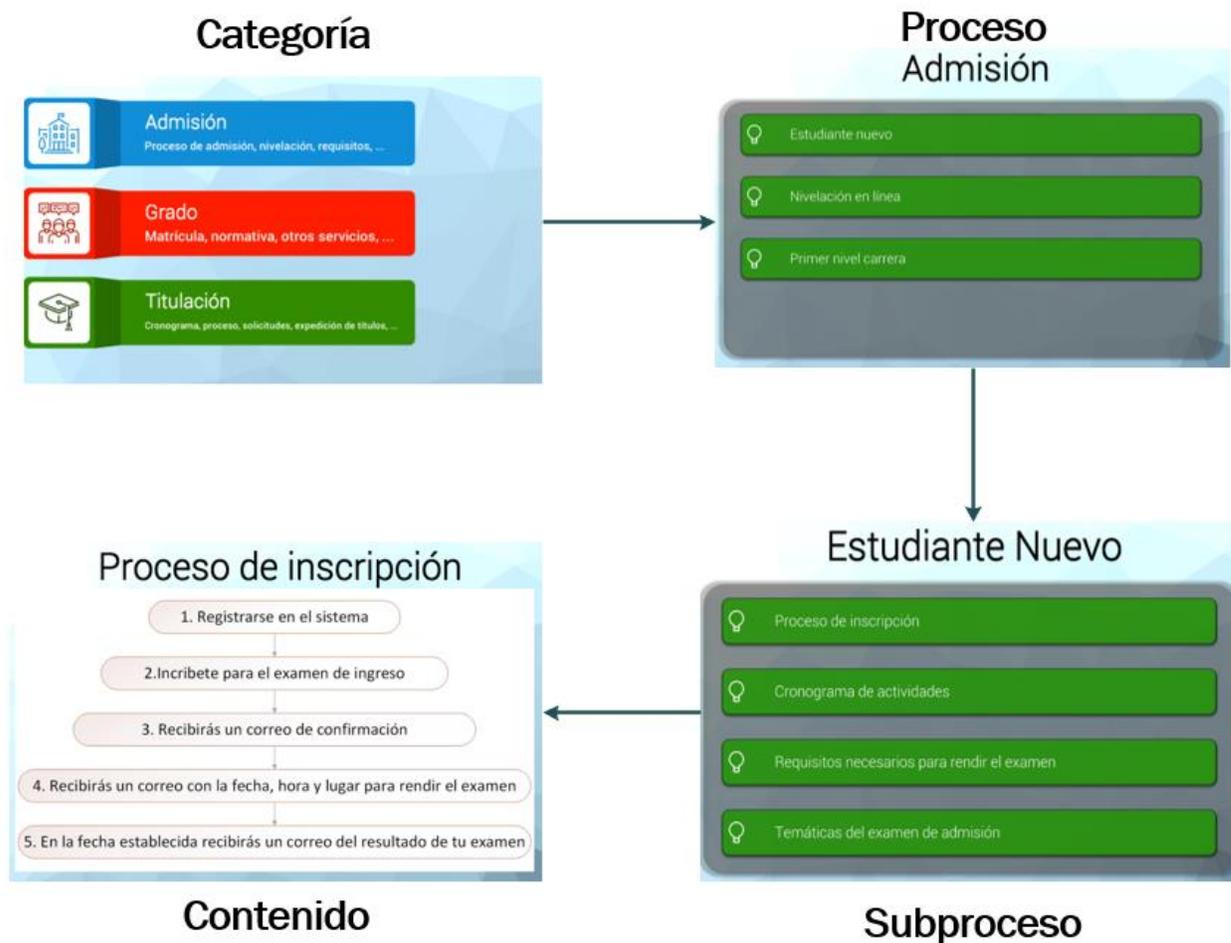


Figura 21. Esquema de navegación al contenido

3.5.2.3 Implementación del Sistema de diálogo

Para poder obtener una experiencia más realista, se optó por utilizar un sistema de diálogo utilizando la API de Google "DialogFlow". Se diseñó un guion de conversación simple para demostrar su funcionamiento como lo muestra la figura 22.

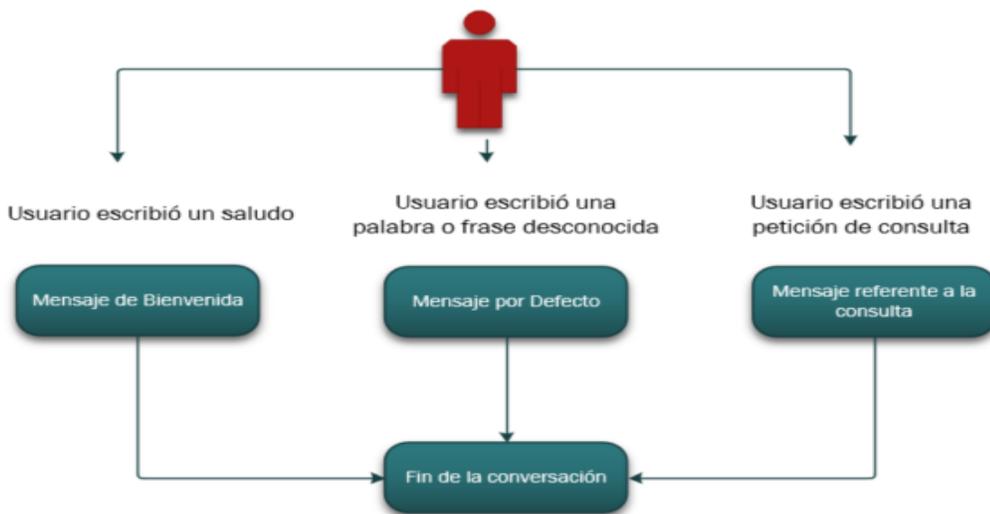


Figura 22. Dialogo de conversación en DialogFlow

Unity cuenta con una librería para poder interactuar con DialogFlow, el cual funciona a través de peticiones REST. Debido a que esta API funciona a través de texto, fue necesaria la implementación del reconocimiento de voz de .NET, y de esta forma enviar la petición en forma de texto, para obtener la respuesta, y para convertir este texto en voz, se utilizó el Asset de Unity y la voz preinstalada de Windows. La figura 23 resume el procedimiento.



Figura 23. Esquema de funcionamiento del Sistema de dialogo

3.5.2.4 Modelo Funcional

a. Descripción General

- Perspectiva del Producto
 - El producto software nace debido a la necesidad de mejorar la atención al cliente en la UAR y la existencia de procesos repetitivos en la atención que pueden ser automatizados.
 - El aplicativo deberá contar con una interfaz amigable e intuitiva para ser usado por cualquier persona que acuda a la UAR en búsqueda de información, sin la necesidad de una persona externa que indique cómo funciona la aplicación.
 - Deberá ser escalable, con la facilidad de actualizar y agregar información en cualquier momento a través del personal del UAR.
- Funciones del Producto

La Aplicación realizara los siguientes procesos:

- Mostrar información rápida y concisa sobre un determinado tema.
- Buscar e indexar la información.
- Interacción con el sistema de dialogo de “Vivi” utilizando el reconocimiento de voz a través de un micrófono.
- Administración de los contenidos.
- Guiar al usuario a través de la aplicación y los contenidos utilizando el Avatar.

- Condiciones de Entorno

El sistema se encontrará instalado en un dispositivo con dos pantallas, una de visualización y otra de interacción. Este software funcionará como apoyo en una jornada de trabajo normal de la UAR, por lo que deberá ser instalado dentro de este departamento, con la ayuda de este sistema se pretende brindar información a personas y disminuir la cantidad de personas en espera a ser atendidos. Es necesario un entorno libre de ruido para un mejor funcionamiento del reconocimiento de voz.

- Restricciones

- Software

- Lenguajes de programación en uso: C#
 - Sistema de Base de datos: MongoDB
 - Entorno de desarrollo: Unity

- Hardware

- Computador Desktop con Windows 10
 - Pantalla externa LCD de mínimo 20"
 - Micrófono externo

- Requerimientos de Interfaces Externas

- Interfaz amigable que sea entendible sin necesidad de ayuda externa y evite que el usuario utilice esta aplicación por mucho tiempo.
 - Ofrecer ayuda en cada ventana utilizando el avatar y generador de voz artificial.

- Necesita el uso de una pantalla táctil o ratón, además de un micrófono debidamente configurado para las peticiones de voz.
 - Insertar subtítulos en los diálogos del avatar para el caso de que no se pueda escuchar lo que dice.
 - El avatar debe poseer animaciones en todo momento.
- Requisitos Funcionales
 - Especificaciones de Casos de Uso

El sistema cuenta con dos tipos de usuarios, claramente identificados como se muestra en el siguiente diagrama de casos de uso.

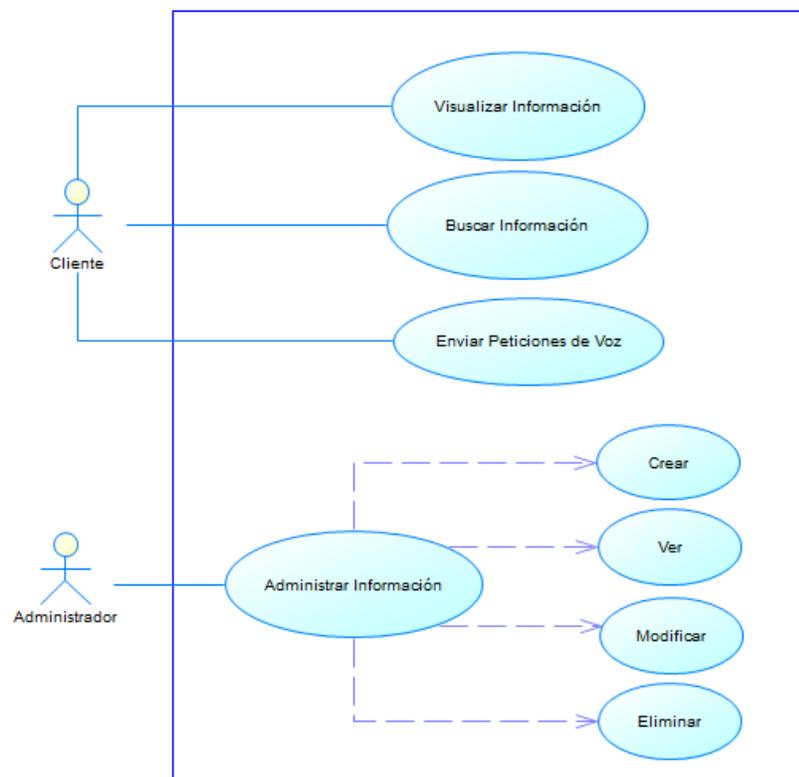


Figura 24. Diagrama de Casos de Uso

Como parte del diseño de la especificación de casos de uso, a continuación, se detalla cada uno.

Tabla 2

Requisito Funcional 1

| Id. Requerimiento | ER 01 |
|-------------------|--|
| Nombre | Visualizar Información |
| Actor | Cliente |
| Descripción | La aplicación debe poder visualizar la información solicitada |
| Entradas | Debe llegar a esta información a través de: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Panel de navegación ▪ Panel de búsqueda ▪ Comando de voz |
| Salidas | Información solicitada |
| Proceso | 1) Navegar a través del panel hasta encontrar la información solicitada. 2) Seleccionar el botón correspondiente. |
| Precondiciones | Haber encontrado la información, ya sea por búsqueda o navegación. |
| Post condiciones | El resultado será desplegado en pantalla junto con la explicación hablada de “Vivi”. |
| Prioridad | Alta |

Tabla 3
Requisito Funcional 2

| Id. Requerimiento | ER 02 |
|-------------------|--|
| Nombre | Buscar Información |
| Actor | Cliente |
| Descripción | La aplicación debe poder buscar información sobre lo que el usuario ingresa. |
| Entradas | <p>Debe llegar a esta información a través de:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Panel de búsqueda <p>Debe ingresar la frase o palabra clave y presionar el botón de búsqueda.</p> |
| Salidas | Opciones con la información encontrada. |
| Proceso | <ol style="list-style-type: none"> 1) Navegar a través del panel hasta la opción de búsqueda. 2) Escribir la palabra clave a buscar. 3) Seleccionar la opción resultante que necesite. 4) Visualizar la información. |
| Precondiciones | Haber entrado al panel de búsqueda e ingresar la frase o palabra clave de acuerdo con el contenido. |
| Post condiciones | Los resultados serán desplegados en pantalla, junto con información extra sobre él contenido. |
| Prioridad | Alta |

Tabla 4
Requisito Funcional 3

| Id. Requerimiento | ER 03 |
|-------------------|---|
| Nombre | Enviar peticiones de voz |
| Actor | Cliente |
| Descripción | El cliente, debe poder enviar peticiones de voz a la aplicación y obtener una respuesta en función de esta. |
| Entradas | <p>Debe llegar a esta información a través de:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Panel de búsqueda <p>Debe presionar el botón de “Viví” y empezar a decir la frase o palabra clave.</p> |
| Salidas | Respuesta con voz generada en función. |
| Proceso | <ol style="list-style-type: none"> 1) Navegar al panel de búsqueda. 2) Presionar el botón correspondiente. 3) Hablar 4) Escuchar la respuesta |
| Precondiciones | Haber entrado al panel de búsqueda. |
| Post condiciones | El resultado será desplegado en pantalla junto con la explicación hablada de “Viví”. |
| Prioridad | Media |

Tabla 5
Requisito Funcional 4

| Id. Requerimiento | ER 04 |
|-------------------|---|
| Nombre | Administrar Información |
| Actor | Administrador |
| Descripción | El administrador debe poder ver, agregar modificar o eliminar la información que será desplegado por el asistente. |
| Entradas | Debe llegar a este panel utilizando la tecla "Escape" Debe buscar el contenido a modificar, eliminar o en el caso de añadir, debe poseer el contenido nuevo listo para agregar. |
| Salidas | Mensaje de confirmación o error al momento de crear, modificar o eliminar el contenido. |
| Proceso | <ol style="list-style-type: none"> 1) Navegar al panel de configuración. 2) Visualizar la información existente. 3) Seleccionar una para modificar, eliminar o agregar información. 4) Guardar cambios. |
| Precondiciones | Tener listo el contenido a ser agregado. |
| Post condiciones | El resultado del contenido agregado, modificado o eliminado podrá apreciarse inmediatamente utilizando el sistema como un usuario normal. |

3.5.2.5 Arquitectura de la aplicación y funcionamiento.

El sistema está compuesto del avatar 3D con aspecto a un ser humano de sexo femenino y el entorno virtual en donde se despliega la información, presentado en una pantalla superior (D1) y una inferior con tecnología Touch Screen (D2).

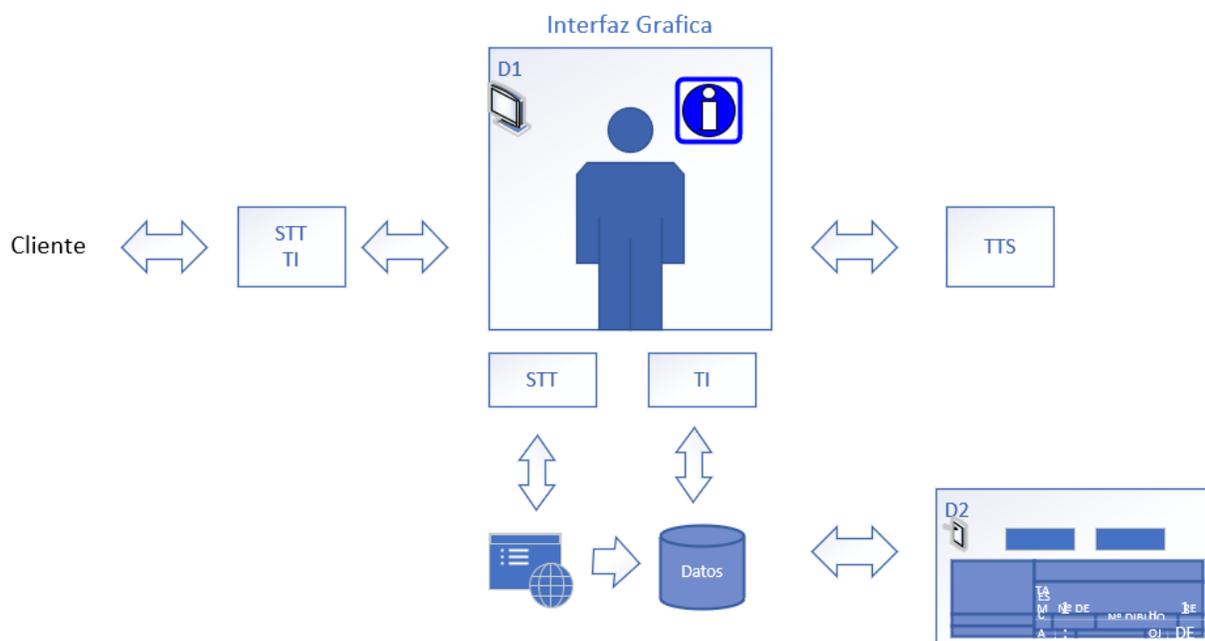


Figura 25. Diagrama de funcionamiento del sistema

El usuario, podrá realizar las consultas directas en el panel de navegación D2 a través de Touch Interaction (TI), en dicho panel, se despliega la información solicitada, por su parte en D2 "Vivi", es capaz de guiar al usuario sobre la funcionalidad del sistema, además de brindar información extra y de soporte.

CAPÍTULO IV

PRUEBAS Y RESULTADOS

4.1 Pruebas

Se realizaron las pruebas con el asistente interactivo virtual “Vivi”, el mismo que fue colocado dentro de las instalaciones del CICTE. Los participantes evaluadores fueron estudiantes, personal docente y administrativo.

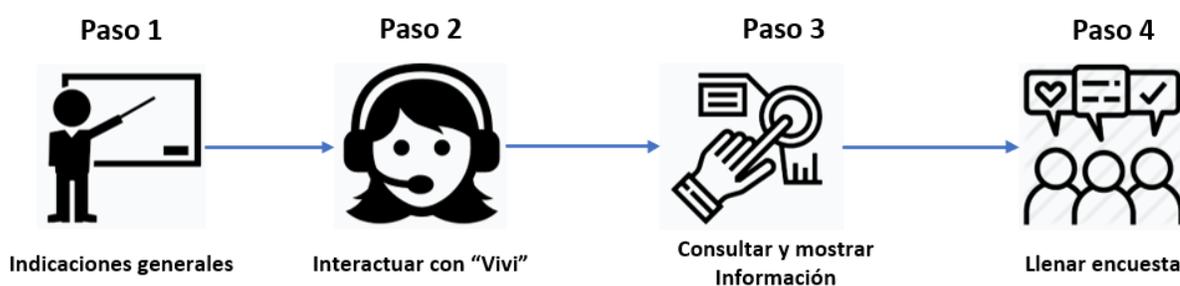


Figura 26. Protocolo de pruebas

El protocolo de pruebas incluyó las siguientes actividades:

1. Recibir a los participantes e informar sobre los objetivos del proyecto.



Figura 27. Explicación sobre el proyecto

2. Invitar a los participantes a interactuar con “Vivi”, un asistente interactivo virtual.



Figura 28. Usuario interactuado con “Vivi”

3. Los participantes utilizaron el asistente virtual y lograron consultar la información sobre los diferentes trámites requeridos de los procesos o servicios de la UAR.



Figura 29. Usuario buscando información

4. Luego de interactuar con el asistente virtual, cada participante llenó un cuestionario para evaluar la usabilidad, interacción y satisfacción acerca de la aplicación.
5. Mientras se realizó el proceso de pruebas y evaluación, se llevó un registro el tiempo de atención por participante y el tiempo total de la prueba.

4.2 Resultados

En general los participantes estuvieron satisfechos de la información recibida, pudieron interactuar con “*Vivi*” mediante el generador de diálogo, ver los mensajes de texto en pantalla, escuchar la voz. Algunos estudiantes manifestaron que “cuando nosotros visitamos la universidad por primera vez, queríamos saber información acerca de los procesos de admisión, no hubo quien nos diga la información acerca de requisitos, procesos y fechas”, por eso, dijeron: “esto es un avance sustancial en la universidad si se instala este sistema”.

De acuerdo con los datos obtenidos por medio de los cuestionarios aplicados, se ha realizado el análisis respectivo. El total fueron 20 participantes.

Acerca de los resultados sobre la utilidad de las diferentes funciones (texto, voz, imágenes e interacción) que integran la aplicación, muestran que en una escala del 1 al 5, 19 de los participantes piensan que las funciones son bastante útiles.

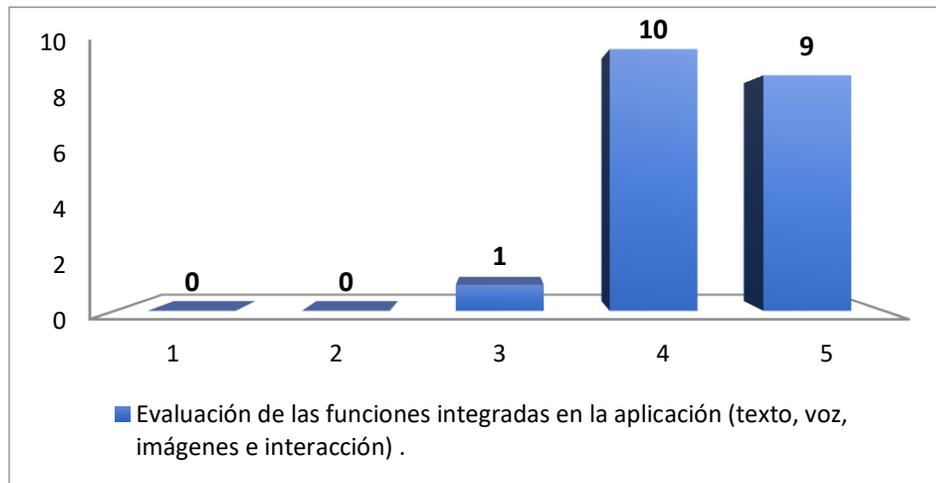


Figura 30. Gráfica de la evaluación de las funciones integradas

Respecto a la satisfacción sobre la atención brindada por “Vivi”, el 65% de los participantes piensa que fue muy satisfactoria y el 35% piensa que fue bastante satisfactoria; es decir, que la muestra de los 20 participantes evaluó la atención como satisfactoria.

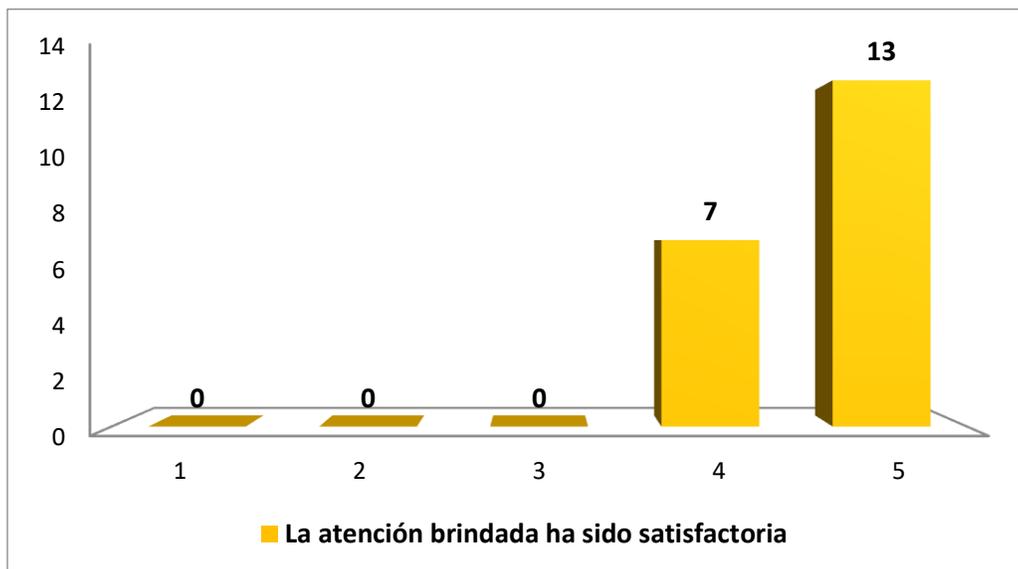


Figura 31. Gráfica sobre la atención brindada

Acerca de la evaluación sobre el aspecto físico y los gestos del asistente, a 17 de los 20 participantes les ha parecido que “Vivi” tiene un aspecto aproximado a ser humano. Además, cuando evaluaron la claridad y precisión de la información brindada por el asistente, 19 de los participantes calificó como muy clara y precisa.

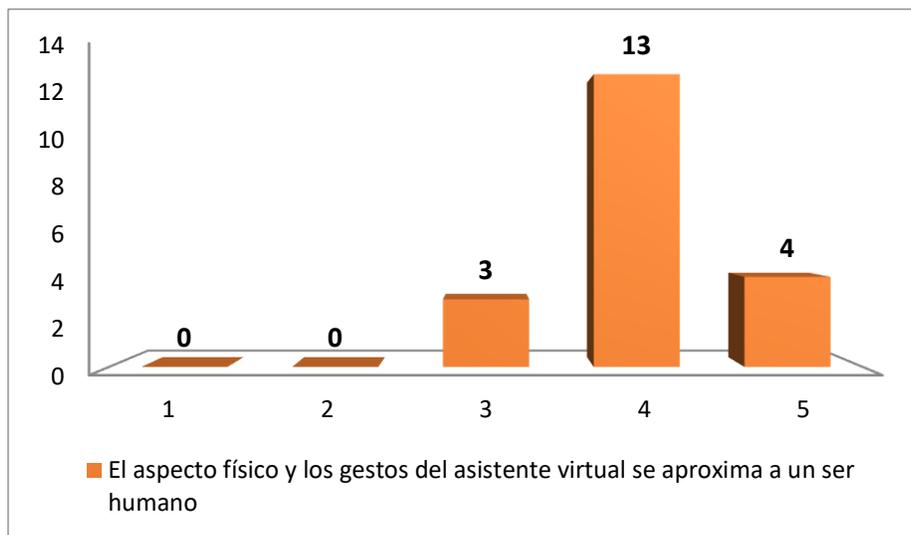


Figura 32. Gráfica referente al aspecto físico del asistente

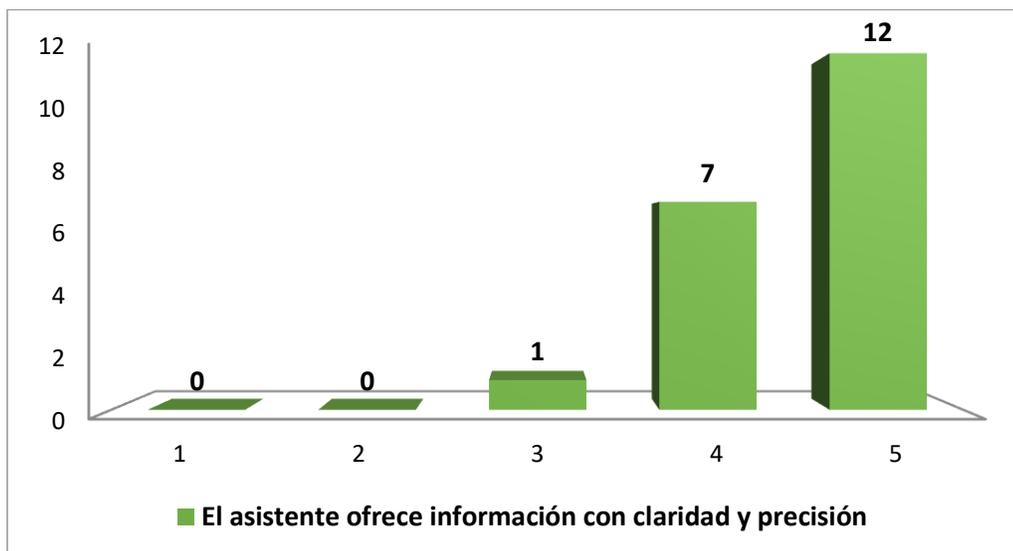


Figura 33. Gráfica sobre la información que ofrece "Viv"

En relación con los tiempos de atención, al número de clientes atendidos, a las peticiones por voz, se obtuvieron los resultados como se muestran en la tabla 6.

Tabla 6

Resumen de atención del AV

| Criterio | Valor |
|--|--------------|
| Clientes atendidos por “Vivi” | 20 |
| Tiempo total de atención | 02:41:47 |
| Tiempo promedio de atención por cliente | 00:04:57 |
| Peticiones TTS a Dialogflow | 53 |
| Porcentaje respuestas exitosas | 83% |

El promedio de atención por cada participante fue de 4 minutos aproximadamente, es decir, que el asistente virtual podría atender a 18 personas.

El valor de las peticiones TTS a Dialogflow, nos indica el número de veces que se realizaron las consultas por comandos de voz a “Vivi” y esta generó una respuesta en relación con la petición, el porcentaje de respuesta exitosas nos indica que el reconocimiento de voz funcionó de manera correcta en el 83% de los casos.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Se identificaron y seleccionaron los procesos estratégicos que realiza la UAR con el fin de obtener la estructura de información y diseñar la base de datos.

Se modeló la interfaz del sistema de forma amigable e intuitiva para el usuario y un asistente virtual en 3D con aspecto, animaciones y expresiones faciales similares al de un ser humano, usando herramientas de modelado.

Se desarrolló el prototipo de un asistente interactivo virtual aplicando técnicas de procesamiento de lenguaje natural y usando un dispositivo para la interacción y despliegue de información.

Se elaboró y ejecutó el protocolo de pruebas a 20 personas para evaluar a “*Vivi*” y sus diferentes funcionalidades, utilidad, aspecto e información presentada, obteniendo que 19 de los participantes piensan que las funciones son bastante útiles, los 20 participantes evaluaron la atención como satisfactoria, a 17 participantes les ha parecido que “*Vivi*” tiene un aspecto aproximado a ser humano y 19 de los participantes calificaron la información brindada por el asistente como muy clara y precisa.

El desarrollo de esta herramienta fue creado para ser escalable desde sus inicios, por lo que será de gran apoyo para la UAR, permitiendo agregarse nuevos módulos con Inteligencia Artificial en función de las necesidades.

El desarrollo de las pruebas con participantes mostró que es necesario implementar el asistente virtual.

Además, 17 de los participantes recomendaron que el asistente interactivo virtual sea implementado en otras áreas y/o departamentos de la universidad.

5.2 Recomendaciones

En base a las sugerencias de los participantes, se recomienda el uso de esta aplicación en otras áreas de la universidad, ya que las necesidades son similares.

Para futuras tesis, se recomienda implementar el módulo de gestos y señas para personas sordo-mudas, con el fin de implementar un sistema más inclusivo. También se recomendaría agregar el módulo de Internet de las Cosas, para que este pueda controlar dispositivos como la luz, impresora, entre otros.

Para una mejor interacción mediante el reconocimiento de voz, es necesario instalar un micrófono de alta fidelidad, de tal forma que nos permita eliminar ruidos de fondo.

BIBLIOGRAFÍA

Arias, J. A. E., Urrea, G., & Martinez, H. G. (2018). Sofia, design and implementation of a virtual assistance agent for attention a financial institution. *Iberian Conference on Information Systems and Technologies, CISTI, 2018-June*, 1–5.

<https://doi.org/10.23919/CISTI.2018.8399336>

Badaró, S., Ibañez, L. J., & Agüero, M. J. (2013). Ciencia Y Tecnología. In *Ciencia y tecnología, ISSN 1850-0870, ISSN-e 2344-9217, Nº. 13, 2013, págs. 349-364*.

Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4843871>

Bitner, M. J., Booms, B. H., & Tetreault, M. S. (1990). The Service Encounter: Diagnosing Favorable and Unfavorable Incidents. *Journal of Marketing*, 54(1), 71–84. <https://doi.org/10.1177/002224299005400105>

Cámara, E. M., López, L. A. U., & Ortega, J. M. P. (2016). MarUja: Prototipo de Asistente Virtual para la Carta de Servicios del Servicio de Informática de la Universidad de Jaén. *European Journal of Cancer*, 54(0), 49–56.

<https://doi.org/10.1016/j.ejca.2015.11.013>

Cassell, J. (2000). *Embodied conversational agents*. Retrieved from <https://mitpress.mit.edu/books/embodied-conversational-agents>

CORTEZ VÁSQUEZ, A. (2014). Procesamiento de lenguaje natural. *Revista de Investigación de Sistemas e Informática*, 45–54.

Crockford, D. (2006). *RFC 4627 - The application/json Media Type for JavaScript*

Object Notation ...JSON—. Retrieved from <https://tools.ietf.org/pdf/rfc4627.pdf>

Cyr, D., Hassanein, K., Head, M., & Ivanov, A. (2007). The role of social presence in establishing loyalty in e-Service environments. *Interacting with Computers*, 19(1), 43–56. <https://doi.org/10.1016/j.intcom.2006.07.010>

F, M., Palma Méndez, J. T., & Paniagua Arís, E. (1997). Ingeniería del Conocimiento. De la Extracción al Modelado de Conocimiminto. In *Inteligencia artificial: Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*, ISSN 1137-3601, ISSN-e 1988-3064, Vol. 4, Nº. 11, 2000, págs. 46-72 (Vol. 4). Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1254721>

GAZZOLA, A. L. (2018). Tendencias de la Educación Superior en América Latina y el Caribe. Retrieved November 22, 2018, from http://iesalc.unesco.org.ve/index.php?option=com_fabrik&view=details&formid=2&rowid=78&lang=es

Gefen, D., & Straub, D. (2003). Managing User Trust in B2C e-Services. *E-Service Journal*, 2(2), 7. <https://doi.org/10.2979/esj.2003.2.2.7>

Komiak, S. Y. X., & Benbasat, I. (2006). The Effects of Personalization and Familiarity on Trust and Adoption of Recommendation Agents. *MIS Quarterly*, 30(4), 941. <https://doi.org/10.2307/25148760>

Lee, E.-J., & Park, J. K. (2009). Online service personalization for apparel shopping. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 16(2), 83–91. <https://doi.org/10.1016/J.JRETCONSER.2008.10.003>

- Maida, E., & Pacienza, J. (2015). *Metodologías de desarrollo de software*. Retrieved from <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/metodologias-desarrollo-software.pdf>
- Manning, C. D., & Schütze, H. (1999). *Foundations of statistical natural language processing*. MIT Press.
- Mo, X., & Wang, H. (2012). Asynchronous Index Strategy for high performance real-time big data stream storage. *2012 3rd IEEE International Conference on Network Infrastructure and Digital Content*, 232–236.
<https://doi.org/10.1109/ICNIDC.2012.6418750>
- Morales-Rodríguez, M. L., & Domínguez-Martínez, J. R. (2011). Agentes conversacionales como un sistema de diálogo. *Memorias Del V Encuentro de Investigadores Del I.T.C.M.* <https://doi.org/10.1002/14651858.CD001481>
- Nass, C., & Moon, Y. (2000). Machines and Mindlessness: Social Responses to Computers. *Journal of Social Issues*, 56(1), 81–103. <https://doi.org/10.1111/0022-4537.00153>
- Price, L. L., Arnould, E. J., & Deibler, S. L. (1995). Consumers' emotional responses to service encounters. *International Journal of Service Industry Management*, 6(3), 34–63. <https://doi.org/10.1108/09564239510091330>
- RAE. (2010). Definición de red social - Diccionario de la lengua española - Edición del Tricentenario. Retrieved January 24, 2019, from <http://dle.rae.es/?id=N7BnIFO>

- Sangramsing, K. (2015). Marathi Speech Recognition System Using Hidden Markov Model Toolkit. *Open Acces*. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/287948302_Marathi_Speech_Recognition_System_Using_Hidden_Markov_Model_Toolkit
- Surprenant, C. F., & Solomon, M. R. (1987). Predictability and Personalization in the Service Encounter. *Journal of Marketing*, 51(2), 86–96. <https://doi.org/10.1177/002224298705100207>
- Trivedi, A. (2015). Full-Text Search in MongoDB. Retrieved July 18, 2019, from <https://code.tutsplus.com/tutorials/full-text-search-in-mongodb--cms-24835>
- Truica, C.-O., Boicea, A., & Trifan, I. (2013). CRUD Operations in MongoDB. *Proceedings of the 2013 International Conference on Advanced Computer Science and Electronics Information*. <https://doi.org/10.2991/icacsei.2013.88>
- Yoo, Y., & Alavi, M. (2001). Media and Group Cohesion: Relative Influences on Social Presence, Task Participation, and Group Consensus. *MIS Quarterly*, 25(3), 371. <https://doi.org/10.2307/3250922>