



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MISANTLA

MAESTRÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

Arquitectura de coordinación y comunicación
asíncrona mediante agentes inteligentes

TESIS QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
MAESTRO EN:
SISTEMAS COMPUTACIONALES

P R E S E N T A

I.S.C. IRAHAN OTONIEL JOSÉ GUZMÁN

DIRETOR:

MIA. ROBERTO ÁNGEL MELENDEZ ARMENTA

CODIRECTOR:

MSC. JOSE ANTONIO HIRAM VAZQUE LOPEZ



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MISANTLA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN MAESTRÍA

FECHA: 11 de Enero de 2019.

ASUNTO: AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN
DE TESIS.

A QUIEN CORRESPONDA:

Por medio de la presente se hace constar que el (la) C:

IRAHAN OTONIEL JOSÉ GUZMÁN

estudiante de la maestría en SISTEMAS COMPUTACIONALES con No. de Control 122T0556 ha cumplido satisfactoriamente con lo estipulado por el Lineamiento de Posgrado para la obtención del grado de Maestría mediante Tesis.

Por tal motivo se Autoriza la impresión del Tema titulado:

**ARQUITECTURA DE COORDINACIÓN Y COMUNICACIÓN ASÍNCRONA
MEDIANTE AGENTES INTELIGENTES**

Dándose un plazo no mayor de un mes de la expedición de la presente a la solicitud del examen para la obtención del grado de maestría.

ATENTAMENTE


M.I.A. Roberto Angel Meléndez Armenta
Presidente




M.S.C. José Antonio Hiram Vázquez López
Secretario


M.S.I. Ana Lilia Sosa y Durán
Vocal

Archivo.

VER. 01/03/09

F-SA-39

Agradecimientos

Quiero agradecer en primer lugar al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) que han hecho posible la realización del trabajo presentado en esta tesis. No CVU 438707.

Agradezco al Instituto Tecnológico Superior de Misantla por darme la oportunidad de estudiar la maestría en sus instalaciones.

Muy especialmente a mi tutor y director de tesis al MIA. Roberto Ángel Meléndez Armenta, por la acertada orientación, sus consejos y correcciones que me permitió un buen aprovechamiento en el trabajo realizado, y que esta tesis llegara a buen término.

Agradezco al Codirector de tesis al MSC. José Antonio Hiram Vázquez López por su inestimable ayuda y paciencia en la realización de esta tesis.

Agradezco al Dr. Carlos Yoshio Nakase por su gran apoyo para concluir esta etapa de mi vida.

Dedicatoria

A mis padres.

María Guadalupe y Mauro gracias por su amor, consejos, su apoyo, por su enseñanza y eterno amor.

A mis hermanos.

José y Osvaldo por su apoyo incondicional en todo momento.

A mi esposa e hijo.

Marcela e Irahm Jesús por su gran amor por siempre y aliento a concluir esta tesis.

Resumen

La enfermedad vascular cerebral (EVC) es una alteración neurológica que se caracteriza por su aparición brusca, generalmente sin aviso, con síntomas de 24 horas o más, causando secuelas y muerte. Puede ocurrir cuando una arteria se obstruye produciendo interrupción o pérdida repentina del flujo sanguíneo cerebral o bien, ser resultado de la ruptura de un vaso sanguíneo, dando lugar a un derrame. Así mismo, se calcula que cada año hay entre 150 y 200 mil infartos cerebrales, y quienes sobreviven pueden tener secuelas leves o severas, como parálisis, problemas de raciocinio, del habla, visión y en la coordinación motora, que los hace dependientes por completo de otra persona para sobrevivir. Lo anterior obliga algún miembro de la familia a dejar de trabajar para cuidar al paciente y estar pendiente de su tratamiento médico para evitar otro infarto cerebral o al miocardio, porque de lo contrario tiene 60% de posibilidad de morir en los siguientes cinco años. El llevar un control adecuado de la ingesta de medicamentos, así como del cuidado del paciente es de vital importancia. Tomando en cuenta la importancia de estar en constante comunicación entre la persona que está al cuidado del paciente y el médico especialista que está a cargo de la rehabilitación, en este trabajo plantea el desarrollo de una arquitectura multiagente de comunicación asíncrona para que exista una confiabilidad en la comunicación desde una plataforma web a una móvil.

Palabras Clave: agentes, arquitectura multiagente, comunicación

Summary

Cerebral vascular disease (CVD) is a neurological disorder that is characterized by its sudden appearance, usually without warning, with symptoms of 24 hours or more, causing sequelae and death. It can occur when an artery becomes obstructed causing interruption or sudden loss of cerebral blood flow or, being a result of the rupture of a blood vessel, leading to a stroke. Likewise, it is estimated that each year there are between 150 and 200 thousand cerebral infarcts, and those who survive may have mild or severe sequelae, such as paralysis, problems of reason, speech, vision and motor coordination, which makes them completely dependent from another person to survive. This requires some member of the family to stop working to take care of the patient and be aware of their medical treatment to avoid another cerebral infarction or myocardium, because otherwise they have a 60% chance of dying in the next five years. The proper control of the intake of medications, as well as the care of the patient is of vital importance. Taking into account the importance of being in constant communication between the person who is caring for the patient and the specialist doctor who is in charge of the rehabilitation, in this work he proposes the development of a multi-agent architecture of asynchronous communication so that there is a reliability in communication from a web platform to a mobile.

Keywords: agents, multiagent architecture, communication

Índice General

Capítulo 1 “Introducción”	12
1.1.- Antecedentes	13
1.2.- Planteamiento del problema	14
1.3.- Objetivos	16
1.3.1.- Objetivo General.....	16
1.3.2.- Objetivos Específicos.	16
1.4.- Hipótesis	16
1.5.- Pregunta de Investigación	16
1.6.- Justificación	17
1.7.-Metodología	18
Fase 1 - Análisis de los requerimientos	19
Fase 2 - Análisis y Diseño Preliminar	19
Fase 3 - Diseño	19
Fase 4 - Implementación.....	21
Capítulo 2 ” Estado del Arte”	22
2.1.- Conceptos básicos	23
2.1.1.- Derrame Cerebral.....	23
2.1.2.- Principales tipos de derrames cerebrales	24
2.1.3.- Agentes	25
2.1.4.- Sistema Multiagente	26
2.1.5.- Arquitectura de Agentes	27
2.1.5.1.- Arquitecturas basadas en la lógica - Agentes deductivos	28
2.1.5.2.- Arquitecturas reactivas - Agentes reactivos.....	28
2.1.5.3.- Arquitecturas en capas - Agentes híbridos	28
2.1.5.4.- Arquitecturas de razonamiento práctico - Agentes PRS y Agentes BDI	29
2.1.6.- Lenguajes de Agentes	30
2.1.6.1.- JASON	30
2.1.6.2.- AgentSpeak	30
2.1.6.3.- KQML (Knowledge Query and Manipulation Language)	31
2.1.6.4.- FIPA (Foundation for Intelligent Physical Agents)	31
2.2.- Trabajos relacionados	31
2.2.1.- Arquitecturas BDI	31
2.2.2.- Comunicación con Agentes.....	33
2.3.- Descripción de características del estado del arte	34
Capítulo 3 “Modelo de Análisis”	36
3.1.- Arquitectura Propuesta	37
3.2.- Modelo de dominio del sistema multiagente	40

3.3.- Diagrama de Casos de Uso	41
3.4.- Modelo de Diseño.....	45
3.4.1.- Diagrama de robustez	45
3.5.- Modelo de datos.....	47
Capítulo 4 “Modelo de Implementación”	49
4.1.- Desarrollo de la arquitectura de comunicación asíncrona	50
4.1.1.- Arquitectura utilizada	50
4.2.- Características de los Agentes.....	51
4.2.1.- Agente Comunicación Web	51
4.2.2.- Agente Comunicación Móvil	52
4.2.3.- Agente Percepción	53
4.2.4.- Agente Revisor	54
4.2.5.- Agente Evaluador	55
4.2.6.- Agente comunicación	56
4.3.- Implementación.....	57
4.3.1.- Pantalla de Registro	57
4.3.2.- Pantalla de Inicio de sesión	57
4.3.3.- Pantalla de Ingreso a Comunicación	58
4.3.4.- Pantalla de Interacción de usuarios	59
4.3.5.- Pantalla de notificación a usuarios	60
Capítulo 5 “Conclusiones y Trabajo futuro”	61
5.1.-Conclusiones y trabajo futuro.....	62
Bibliografía.....	64

Índice de Figuras

Figura 1.- Número total de defunciones y tasa de mortalidad general (ambos géneros, todas las edades) por 100,000 habitantes, atribuidas a derrame cerebral en México. (Ruiz Sandoval Jose Luis, 2011)	14
Figura 2.-Interacción de un agente con su entorno (Guerra, 2013)	25
Figura 3.-Diagrama de una arquitectura genérica de un agente BDI (Tupac, 2016)	30
Figura 4.-Arquitectura de coordinación y comunicación asíncrona mediante agentes inteligentes (Luna, 2017)	38
Figura 5.- Arquitectura propuesta para la coordinación y comunicación asíncrona mediante agentes (Guzman, 2019).....	39
Figura 6.-Modelo de datos JSON	48
Figura 7.-Modelo Vista Controlador (Hernandez, 2017)	50
Figura 8.-Registro de personas	57
Figura 9.-Inicio de sesión	58
Figura 10.-Pantalla de ingreso de comunicación	59
Figura 11.-Pantalla de interacción de usuarios	59
Figura 12.-Pantalla de notificación a usuarios	60
Figura 13.- Propuesta de Arquitectura futura	63

Índice de Tablas

Tabla 1.- Comparativa de aplicaciones	35
Tabla 2.- Descripción agente comunicación web	51
Tabla 3 .- Descripción agente comunicación móvil	52
Tabla 4.- Descripción agente percepción	53
Tabla 5.- Descripción agente revisor	54
Tabla 6.- Descripción agente evaluador	55
Tabla 7.- Descripción agente comunicación	56

Índice de Diagramas

Diagrama 1.- Modelo de dominio (Guzman, 2019)	40
Diagrama 2.- Agente interfaz web (Salvador, 2018)	42
Diagrama 3.- Agente interfaz móvil (Lozada, 2018).....	43
Diagrama 4.- Agente BDI de comunicación asíncrona	44
Diagrama 5.- Agente interfaz móvil (Lozada, 2018).....	45
Diagrama 6.- Agente interfaz web (Salvador, 2018)	46
Diagrama 7.- Agente BDI (Guzman, 2019)	46

Capítulo 1 “Introducción”

1.1.- Antecedentes

Un derrame cerebral puede ocurrir a cualquier persona en cualquier momento y es una de las causas más serias de discapacidad a largo plazo. Por tal motivo, la recuperación de un derrame cerebral puede durar toda una vida. Es importante que la rehabilitación se inicie a la brevedad posible, ya que cuanto antes los pacientes la inicien, sus probabilidades de recobrar sus habilidades perdidas aumentan.

La rehabilitación también enseña a los pacientes de un derrame cerebral nuevas maneras de realizar tareas para sortear o compensar cualquier discapacidad residual. Las personas podrían necesitar aprender a bañarse y vestirse usando una sola mano, o como comunicarse eficazmente cuando su capacidad para usar el lenguaje se ha comprometido.

Tomando en consideración que la recuperación es progresiva y depende en mucho de los cuidados de los familiares y la comunicación que se tenga con el médico en caso de alguna recaída, es de vital importancia establecer una comunicación asíncrona con el médico. Este trabajo plantea el desarrollo de una arquitectura asíncrona de comunicación que ayude al intercambio de información entre un familiar de un paciente que se encuentre en recuperación y el médico especialista para dar un seguimiento adecuado a su recuperación posterior al derrame cerebral.

1.2.- Planteamiento del problema

Un derrame cerebral es una alteración neurológica que se caracteriza por su aparición brusca, generalmente sin aviso, con síntomas de 24 horas o más, causando secuelas y muerte. Puede ocurrir cuando una arteria se obstruye produciendo interrupción o pérdida repentina del flujo sanguíneo cerebral o bien, ser resultado de la ruptura de un vaso sanguíneo. Así mismo, se calcula que cada año hay entre 150 y 200 mil infartos cerebrales, y quienes sobreviven pueden quedar con secuelas leves o severas, como parálisis, problemas de raciocinio, del habla, visión y la coordinación motora, que los hace dependientes por completo de otra persona para sobrevivir.

Lo anterior obliga a algún miembro de la familia a dejar de trabajar para cuidar al paciente y estar al pendiente de su tratamiento médico para evitar otro derrame cerebral porque de lo contrario tiene 60% de posibilidad de morir en los siguientes cinco años posteriores al evento. (Salud, 2006)

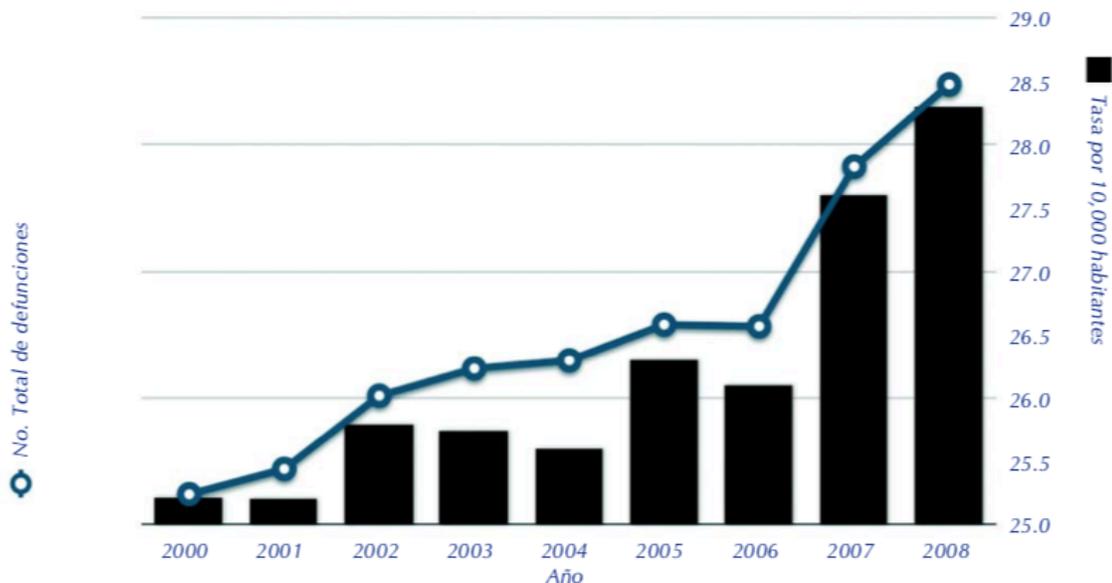


Figura 1.- Número total de defunciones y tasa de mortalidad general (ambos géneros, todas las edades) por 100,000 habitantes, atribuidas a derrame cerebral en México. (Ruiz Sandoval Jose Luis, 2011)

Para llevar a cabo una comunicación y coordinación entre la persona que está al cuidado del paciente que sufrió un derrame cerebral y el médico o especialistas que estén a cargo de su rehabilitación se necesita tener una herramienta que permita desarrollar un seguimiento adecuado, evaluación e intervención en los casos que se presenten complicaciones. Es necesaria una comunicación asíncrona entre las dos partes para que el paciente tenga una mejor atención, con un porcentaje mayor de posibilidades de reintegrarlo a su vida cotidiana.

En el campo médico, la comunicación es considerada esencial para establecer la relación médico-paciente; implementarla de forma eficiente y confiable permite mejorar la calidad en la atención médica y más aún para el paciente. Si la comunicación es clara, abierta y adecuada, permite obtener fácilmente la confianza del paciente y, en cuyo caso resulte apremiante, también la de su familia. Dada esta situación con el desarrollo de una arquitectura de coordinación y comunicación asíncrona mediante agentes inteligentes se pueden acortar las brechas de comunicación venciendo el obstáculo de la distancia, acercando la atención a servicios de salud de la persona con derrame cerebral ya que permitiría el intercambio de opiniones o dudas para facilitar el proceso de transmisión de información sobre el progreso del paciente con derrame cerebral.

1.3.- Objetivos

1.3.1.- Objetivo General

Diseñar una arquitectura de coordinación y comunicación asíncrona mediante agentes inteligentes para la transmisión de mensajes, notificaciones entre médico y familiares de un paciente que haya sufrido un derrame cerebral.

1.3.2.- Objetivos Específicos

- Plantear la arquitectura de coordinación y comunicación asíncrona utilizando agentes BDI.
- Analizar los roles de los agentes para la comunicación asíncrona.
- Integrar la arquitectura de agentes inteligentes para la comunicación móvil y web.

1.4.- Hipótesis

Es posible diseñar una arquitectura de coordinación y comunicación asíncrona mediante agentes inteligentes que permita la comunicación entre familiares y médicos para llevar el proceso de rehabilitación de un paciente con derrame cerebral.

1.5.- Pregunta de Investigación

¿Qué tipo de arquitectura de agentes ayudarían para que se realice una comunicación asíncrona entre un dispositivo móvil y una plataforma web?

1.6.- Justificación

En la actualidad el uso de nuevas tecnologías, están agilizando y perfeccionando algunas actividades que se realizan en el día a día. La comunicación en la actualidad es algo que ha avanzado, ya que es mucho más rápida que antes gracias al uso de los avances tecnológicos.

La Inteligencia Artificial (AI) tiene como objetivo el estudio de las entidades inteligentes; pero a diferencia de la filosofía, la psicología, las neurociencias y demás disciplinas cuyo objetivo de estudio está relacionado con la inteligencia, su meta no tiene que ver únicamente con la comprensión de estas entidades, sino con su construcción. La construcción de agentes racionales como concepto unificador dentro de la inteligencia Artificial. (Norvig, 2003)

Es una técnica y primera forma de llevar a cabo la inteligencia artificial son los agentes, bajo el punto de vista de esta tecnología, los sistemas distribuidos inteligentes, dinámicos, que sean capaces de adaptarse a entornos, se les conoce como sistemas multiagente (SMA).

Un agente es una entidad física o virtual que posee ciertas características generales: es capaz de percibir el entorno y tener una representación parcial del mismo; puede comunicarse con otros agentes que comparten su hábitat; tienen un conjunto de objetivos que gobiernan su comportamiento y posee recursos propios. (Guerra, 2013)

Los nuevos canales de comunicación en la relación médico y el paciente ha cambiado radicalmente gracias al uso de las tecnologías y por tanto la comunicación entre ambos, fluya de la mejor manera. Si la comunicación es la adecuada, con un entorno físico-virtual optimizado como el que potencialmente tenemos hoy en día, será mejor y, por tanto, la comunicación será la adecuada con el apoyo de

aplicaciones que faciliten los procesos de transmisión de mensajes y atención de los pacientes que tuvieron un derrame cerebral.

1.7.-Metodología

Es una metodología pesada-ligera de Desarrollo del Software que se halla a medio camino entre RUP (Rational Unified Process) y XP (eXtreme Programming), es una metodología simplificada en comparación a otras más tradicionales, la cual unifica un conjunto de métodos de orientación a objetos con el objetivo de tener un control estricto sobre todo el ciclo de vida del producto a realizar, cuenta con una secuencia de pasos que se deben seguir y determina claramente las actividades a desarrollar en cada etapa del ciclo de vida del proyecto que la utilice. Iconix se guía a través de casos de uso y sigue un ciclo de vida iterativo e incremental. El objetivo es que a partir de los casos de uso se obtenga el sistema final. Además, se utilizará MaSE (Multiagent System Software Engineering) que define como una metodología que consiste en la coordinación de agentes unos con otra vía conversaciones y actúan proactivamente para alcanzar metas individuales y del sistema. (cubana, 2018)

ICONIX se estructura de cuatro fases: la primera de ellas es el análisis de los requerimientos, seguida del análisis y diseño preliminar, a continuación, viene el diseño y finaliza con su implementación.

Las cuales el proyecto se efectuará de la siguiente manera:

Fase 1 - Análisis de los requerimientos

Con base a una metodología de un sistema basado en agentes se obtuvo los modelos necesarios para la coordinación y comunicación asíncrona entre un sistema multiagente, de los cuales existen:

- Modelo de dominio. En este modelo se contempla la interacción de los médicos con la plataforma web y los usuarios con la aplicación móvil, además el manejo de los datos y la comunicación entre los agentes.
- Modelo de casos de uso. Donde se muestra un panorama general de la comunicación y los respectivos servicios que proporciona.
- Prototipos de interfaces. Se diseñan prototipos de interfaces para ayudar en la identificación de servicios necesarios.

Fase 2 - Análisis y Diseño Preliminar

En esta fase se realiza una interpretación de la información antes recaudada para ser utilizada para el desarrollo de cada una de las aplicaciones.

- Descripción de casos de uso. Se realizó la descripción los casos de uso diseñados en la fase 1.
- Diagrama de robustez. Esta herramienta nos permite capturar el qué hacer y a partir de eso, el cómo hacerlo. Se realizó un diagrama de robustez para la coordinación y comunicación entre agentes con aplicación web y móvil.

Fase 3 - Diseño

Diagrama de clases. Un Diagrama de clases es un tipo de Diagrama estático que describe la estructura del sistema mostrando sus clases.

Diagrama de datos. Se establece como base un modelo de datos de aplicaciones móviles web y móvil donde se ven diseñadas las tablas de la base de datos, como se encuentran relacionadas, y el nombre de las tablas que guarda la información.

Diseño del dominio de los agentes.

- Identificación de tipos de agentes.
- Identificación de posibles interacciones entre tipos de agentes.
- Identificación de los componentes necesarios.
- Definición de protocolos de coordinación para cada tipo de interacción.

Diseño del agente.

- Identificación de conversaciones internas entre agentes.
- Definición de estructuras de datos entre las conversaciones identificadas.
- Definición de estructuras de datos adicionales, interna de agentes.

Diseño del componente.

- Se detallan los componentes necesarios (algoritmos de inteligencia artificial).

Diseño del sistema.

- Selección de tipos de agentes necesarios.
- Determinación de número de agentes requeridos de cada tipo y definir su localización física, los tipos de conversación a sostener por los agentes.
- Localización física del agente.
- Los tipos de conversación que los agentes podrán sostener.
- Otros parámetros especificados en el dominio.

Multiagent System Engineering (MaSE) es la metodología utilizada para el diseño de los agentes, la cual se estructura de la siguiente manera:

Diseño del dominio.

- Identificación de tipos de agentes
- Identificación de posibles interacciones entre tipos de agentes.
- Definición de protocolos de coordinación para cada tipo de interacción.

Fase 4 - Implementación

Desarrollo de la arquitectura de coordinación y comunicación.

- Desarrollo de Sistema multiagente con los componentes necesarios basados en las funciones de la plataforma.
- Integración del Sistema multiagente en la plataforma web y móvil.

Capítulo 2 “Estado del Arte”

2.1.- Conceptos básicos

2.1.1.- Derrame Cerebral

Un derrame cerebral ocurre cuando el flujo de sangre a una parte del cerebro está interrumpido por la presencia de un vaso sanguíneo que está bloqueado o roto. Las células del cerebro que no reciben un suministro constante de sangre oxigenada pueden morir, causando daño permanente al cerebro. (Radiological Society of North America, 2018)

Hay dos tipos de derrames cerebrales: hemorrágico e isquémico. Un derrame cerebral hemorrágico ocurre cuando se rompe o daña un vaso sanguíneo en el cerebro, permitiendo así que la sangre escape hacia el cerebro. Un derrame cerebral isquémico ocurre cuando un vaso sanguíneo que lleva sangre al cerebro está bloqueado o restringido debido al marcado estrechamiento de las arterias o a una masa engrosada de sangre denominada coágulo de sangre.

- **Arterias obstruidas:** Grasa, colesterol y otras sustancias pueden acumularse en las paredes de los vasos sanguíneos. Con el tiempo, estas sustancias se endurecen y forman estructuras denominadas placa. La acumulación de depósitos de grasa y de placa taponan las arterias, estrechando el pasaje para la sangre.
- **Coágulos de sangre:** Cuando se forma un coágulo en un vaso sanguíneo cerebral que de por sí ya está muy delgado, entonces el derrame cerebral se denomina derrame cerebral trombótico. Cuando un coágulo de sangre que se ha formado en otras partes del cuerpo se desprende y viaja hasta un vaso sanguíneo en el cerebro, el resultado es un derrame cerebral embólico, o embolia cerebral. Un derrame cerebral embólico también puede ser el resultado de una burbuja de aire u otra sustancia extraña en la sangre que, se mueve hacia, y bloquea un vaso sanguíneo cerebral.

Los síntomas del derrame cerebral dependen de la parte del cerebro afectada. En algunos casos, puede suceder que una persona no se percate de que ha tenido un derrame cerebral. Los síntomas, que por lo general se presentan repentinamente y sin aviso incluyen:

- Dolor de cabeza muy fuerte sin causa conocida
- Entumecimiento o debilidad en la cara, el brazo o la pierna (especialmente en un lado del cuerpo)
- Confusión y dificultad para hablar o comprender el habla
- Problemas para ver con uno o ambos ojos
- Mareo, pérdida del equilibrio o la coordinación.

2.1.2.- Principales tipos de derrames cerebrales

Derrame isquémico: Ocasionado por una obstrucción arterial, es responsable de alrededor del 85% de los derrames cerebrales. (Caregiving, 2011) Pese a la evaluación exhaustiva de cada caso, aún se desconoce la etiología de muchos derrames de este tipo. Por fortuna, los tratamientos preventivos son eficaces para todo tipo de derrame isquémico. Los subtipos más comunes son los siguientes:

Derrame trombótico: Se forma un trombo (coágulo de sangre) en una arteria del cuello o del cerebro, posiblemente debido a una acumulación de materias grasas, llamadas placas, en dichas arterias.

Derrame embólico: Se produce una obstrucción a causa de coágulos sanguíneos que se forman en otras partes del cuerpo (generalmente en el corazón) y se desplazan hacia el cerebro. El problema suele originarse cuando las dos cámaras superiores del corazón (aurículas) laten a un ritmo anormal (fibrilación auricular), lo cual puede ocasionar que se formen coágulos.

Derrame hemorrágico: Una hemorragia es un derrame de sangre. Este tipo de derrame cerebral se produce por la ruptura de una arteria en el cerebro o en su

superficie. Dichas rupturas pueden ser causadas por un aneurisma (presencia de una zona delgada o débil en una pared arterial) o por una malformación del sistema vascular del cerebro. Las hemorragias pueden ocurrir en el cerebro propiamente dicho, o bien en el espacio existente entre éste y su capa protectora externa. Alrededor del 15% de los derrames cerebrales son causados por hemorragias.

2.1.3.- Agentes

Un agente es una entidad física o virtual que posee ciertas características generales: es capaz de percibir el entorno y tener una representación parcial del mismo; es capaz de actuar sobre el entorno; puede comunicarse con los otros agentes (pueden ser humanos o no) que comparten su hábitat; tienen un conjunto de objetivos que gobiernan su comportamiento y posee recursos propios. (Julio Cesar Ponce Gallegos, 2014)

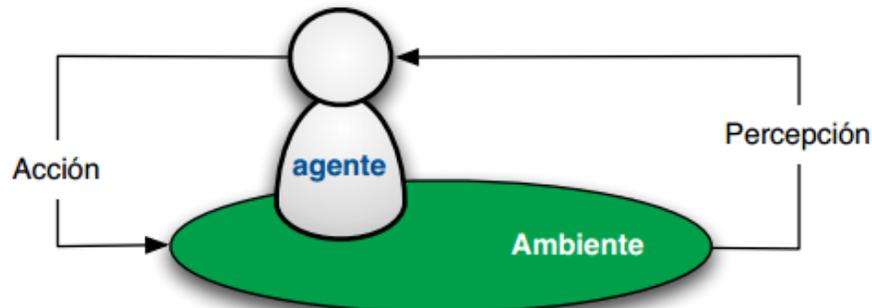


Figura 2.-Interacción de un agente con su entorno (Guerra, 2013)

Wooldridge & Jennings (1995) definen a un agente como: “un sistema de computación situado en algún entorno, que es capaz de una acción autónoma y flexible para alcanzar sus objetivos de diseño”. De esta definición se desprende que es un sistema de software (hardware) con las siguientes propiedades fundamentales:

- Autonomía (actuar sin intervención, control): Un sistema autónomo es capaz de actuar independientemente, exhibiendo control sobre su estado interno.
- Habilidad Social (lenguaje de comunicación): es la capacidad de interacción con otros agentes (posiblemente humanos) a través de algún tipo de lenguaje de comunicación de agentes.
- Reactividad (percepción-acción): La mayoría de los entornos interesantes son dinámicos. Un sistema reactivo es aquél que mantiene una interacción continua con el entorno y responde a los cambios que se producen en él, en tiempo de respuesta adecuado.
- Proactividad (dirigido a la meta, toma iniciativa): Generalmente se espera que un agente haga cosas para nosotros. Un sistema proactivo es aquél que genera e intenta alcanzar metas, no es dirigido sólo por eventos, toma iniciativa y reconoce oportunidades.

2.1.4.- Sistema Multiagente

Sistema Multiagente (MAS): conjunto de agentes autónomos, generalmente heterogéneos y potencialmente independientes, que trabajan en común resolviendo un problema. (Llamas, 2000)

Características de estos agentes, vinculado con la noción de agente inteligente:

- Capaz de tomar la iniciativa,
- Capaz de compartir conocimiento,
- Capaz de cooperar y negociar,
- Capaz de comprometerse con metas comunes.

Los sistemas multiagente tienen la capacidad de interactuar en un entorno común, deben ser hábiles de compartir sus conocimientos sobre los problemas y soluciones que poseen. Los agentes se comprometen a coordinar y negociar con su entorno para así lograr el objetivo deseado. (Joooa, 2016)

En los sistemas multiagente:

- Los agentes autónomos trabajan juntos para resolver problemas.
- Cada agente tiene una información o capacidad incompleta para solucionar el problema.
- No hay un sistema global de control, los datos están descentralizados y la computación es asíncrona.
- Los agentes pueden decidir dinámicamente qué tareas deben realizar y quien realiza cada tarea.

2.1.5.- Arquitectura de Agentes

Con el fin de dar a los sistemas multiagente un soporte formal, se han propuesto diversas teorías y arquitecturas de agentes. Las teorías de agentes son esencialmente especificaciones del comportamiento de los agentes expresados como propiedades que los agentes deben satisfacer. Una representación formal de estas propiedades ayuda al diseñador a razonar sobre el comportamiento esperado del sistema. Las arquitecturas de agentes, representan un punto medio entre la especificación y la implementación. En ellas se identifican las principales funciones que determinan el comportamiento del agente y se definen las interdependencias que existen entre ellas. Luego esas arquitecturas se implementarán en un lenguaje de programación adecuado, con el fin de desarrollar agentes concretos para la aplicación deseada. (Julio Cesar Ponce Gallegos, 2014).

Existen diferentes propuestas de clasificación de las distintas arquitecturas de agentes (Wooldrige, 2002) se presentan los lineamientos de cuatro clases de arquitecturas.

2.1.5.1.- Arquitecturas basadas en la lógica - Agentes deductivos

Una forma clásica de construir agentes sigue la línea tradicional de Inteligencia Artificial de desarrollar sistemas inteligentes basados en una representación simbólica de su entorno y de sus deseos, que permita realizar una manipulación de esta representación. Estos agentes toman decisiones a través del razonamiento lógico, basado en la coincidencia de patrones y la manipulación simbólica. La idea de desarrollar agentes deductivos como demostradores de teoremas es atractiva y se ha implementado en algunos agentes, sin embargo, hay algunos problemas que deben resolverse, por ejemplo: cómo trasladar el mundo real a una descripción simbólica certera y adecuada, en tiempo adecuado y la complejidad computacional de los demostradores de teoremas, lo que pone en duda la efectividad de estos mecanismos en entornos de tiempos restringidos. (Wooldrige, 2002)

2.1.5.2.- Arquitecturas reactivas - Agentes reactivos

Estas arquitecturas plantean diferentes alternativas al paradigma simbólico y proponen una arquitectura que actúa siguiendo un enfoque conductista, con un modelo estímulo-respuesta. Las arquitecturas reactivas no tienen un modelo del mundo simbólico como elemento central de la representación del conocimiento y no utilizan razonamiento simbólico complejo. La inteligencia y el comportamiento racional son el producto de la interacción que el agente mantiene con el medio y la conducta inteligente emerge de la interacción de varios comportamientos simples. (Wooldrige, 2002)

2.1.5.3.- Arquitecturas en capas - Agentes híbridos

Muchos investigadores han argumentado que ni un enfoque completamente reactivo o deliberativo es adecuado para la construcción de agentes. Teniendo en cuenta el requisito de que un agente debe ser capaz de un comportamiento reactivo y proactivo, un enfoque interesante consiste en la creación de sub-sistemas separados para hacer frente a estos tipos de comportamientos. Una clase de arquitecturas en las que los subsistemas definidos se organizan en capas

jerárquicas y que interactúan, implementa esta idea. En este enfoque, un agente se define en términos de dos o más capas, para hacer frente a las conductas reactivas y proactivas, respectivamente. (Wooldrige, 2002)

2.1.5.4.- Arquitecturas de razonamiento práctico - Agentes PRS y Agentes BDI

Es un modelo de agente que decide momento a momento que acción seguir en orden a satisfacer los objetivos. Esta arquitectura incluye dos importantes procesos: deliberación decide en cada caso que objetivos perseguir y razonamiento de medios-fines (means-ends) determina la forma en que se alcanzarán dichos objetivos. Luego de la generación de los objetivos el agente debe elegir uno y comprometerse a alcanzarlo. Los objetivos que decide alcanzar son sus intenciones, las cuales juegan un papel crucial en el proceso de razonamiento práctico. (Wooldrige, 2002)

Esta arquitectura está caracterizada porque los agentes están dotados de los estados mentales que representan las Creencias, Deseos e Intenciones como se muestra en la Figura 3, incluyendo las correspondientes estructuras de datos:

- Creencias (Beliefs): representan el conocimiento que el agente tiene sobre sí mismo y sobre el entorno.
- Deseos (Desires): son los objetivos que el agente desea cumplir.
- Intenciones (Intentions): se puede considerar como un subconjunto de deseos consistentes entre sí que el agente decide alcanzar. Las intenciones derivan en las acciones que ejecutará el agente en cada momento.

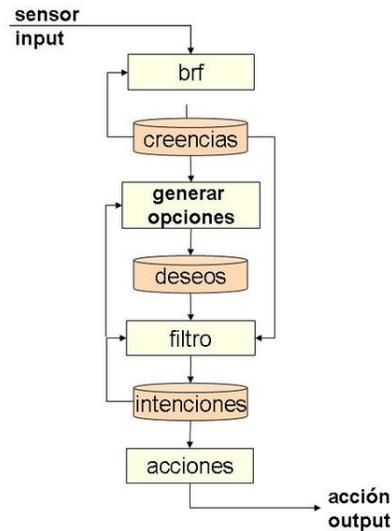


Figura 3.-Diagrama de una arquitectura genérica de un agente BDI (Tupac, 2016)

2.1.6.- Lenguajes de Agentes

Luego de que se ha definido una arquitectura de agente, de cara a su implementación surgen las siguientes preguntas: ¿Cómo deben programarse estos agentes? ,¿Cuáles deben ser las primitivas para esta tarea?, ¿Cómo es posible hacer que estos lenguajes provean un marco efectivo?. Se han planteado distintos lenguajes que permite programar sistemas computacionales en términos de los de conceptos desarrollados en los distintos modelos formales de agentes.

2.1.6.1.- JASON

Es un intérprete del lenguaje AgentSpeak, mediante el cual podemos programar sistemas multiagente y ejecutarlos en la red, de manera interpretada. (Chen, 2015)

2.1.6.2.- AgentSpeak

Es un lenguaje basado en lógica y orientado a la programación de agentes reactivos que hacen uso de planes y que hacen uso del modelo BDI para la arquitectura de los agentes y la lógica BDI.

2.1.6.3.- KQML (Knowledge Query and Manipulation Language)

KQML es un lenguaje basado en mensajes para la comunicación de agentes. Por lo tanto, KQML define un formato común para los mensajes. Un mensaje KQML puede considerarse crudamente como un objeto (en el sentido de programación orientada a objetos): cada mensaje tiene un rendimiento (que puede considerarse como la clase del mensaje) y una serie de parámetros (atributo / valor) pares, que tal vez se pensó como variables de instancia). (Guevara, 1998)

2.1.6.4.- FIPA (Foundation for Intelligent Physical Agents)

Es una organización que desarrolla estándares para software de agentes para así permitir que diferentes sistemas de agentes interactúen, más claramente se puede ver una definición de lo que es FIPA en su misión:

“La promoción de tecnologías y especificaciones de interoperabilidad que permitan el trabajo interno de sistemas de agentes inteligentes dentro del comercio y la industria”. (David, 2007)

2.2.- Trabajos relacionados

En esta sección se analizan una recopilación de trabajos relacionados con las arquitecturas de Sistemas Multiagentes, de tal manera que estos artículos que se presentan serán descritos de manera general y tomados como una base de información teórica para la realización de este proyecto.

2.2.1.- Arquitecturas BDI

(Diego Goncalves Silva, 2011) Un nuevo lenguaje de programación orientado a agentes llamado AgentSpeak, basado en un lenguaje de programación BDI clásico. AgentSpeak integra el concepto de creencias probabilísticas mediante el uso de Redes Bayesianas, a los conceptos centrales de programación de BDI. (Sachini S. Weerawardhana, 2011)

(Chia-Lin Hsu, 2003) La propuesta de una arquitectura BDI basada en PRS(Sistema de Razonamiento Procesal) de ser amplia las capacidades de un agente único y crear un marco (Diego Goncalves Silva, 2011) distribuido en el que múltiples agentes puedan trabajar en equipo de manera efectiva, propone que los agentes trabajen en objetivos, metas en equipo ya que uniendo las capacidades individuales de los agentes podrán resolver problemas de mayor complejidad que los resueltos por agentes individuales.

(Victoria Repka, 2006) Los agentes BDI en un entorno multiagente de educación a distancia. Se utilizan dos agentes en el cual se desarrollan un conjunto de planes, hechos, metas y eventos aprovechando el uso de la plataforma JADDEX que hereda la arquitectura BDI. Se utilizan dos agentes el agente de coordinación y el agente de control de pruebas. El agente de coordinación registra al usuario y verifica que existe en el sistema. Después de algunas acciones del usuario, envía datos a otro agente. El agente de control de pruebas utilizó pruebas para verificar el rendimiento de los estudiantes y proporciona una gama de funciones necesarias para hacerlo. Las comunicaciones del agente de control con el agente de coordinación para determinar un alumno y un curso. Estos datos fueron dados por el agente de coordinación en el mensaje. El agente de control de pruebas le da un mensaje sobre el curso exitoso o no exitoso realizado por el estudiante.

Las arquitecturas de GERMAS (GERiatric Multi-Agent System) (Dante I. Tapia, 2008) un sistema multiagente dinámico y distribuido enfocado a mejorar el cuidado y control de pacientes en residencias geriátricas. La arquitectura desarrollada integra un conjunto de tecnologías como redes inalámbricas, la identificación por radiofrecuencia y agentes inteligentes. La arquitectura propuesta emplea agentes deliberativos BDI (Beliefs, Desires, Intentions), con capacidades de razonamiento basado en casos y planificación basada en casos que les permita responder a eventos, tomar iniciativa de acuerdo a sus metas, comunicarse entre ellos, interactuar con los usuarios y hacer uso de experiencias pasadas para encontrar mejores planes con los cuales alcanzar sus metas.

2.2.2.- Comunicación con Agentes

El problema que surge cuando dos agentes intentan interactuar es que necesitan unas normas y un canal de comunicación: deben de utilizar el mismo lenguaje, estar de acuerdo en el significado de los símbolos de ese lenguaje, tener un mecanismo de comunicación para el intercambio de mensajes, no hablar al mismo tiempo, etc.

(Karim Atto, 2018) En este artículo se analiza los modelos de comunicación en el entorno de E-learning basado en agentes, su objetivo principal es considerar los modelos de comunicación en un entorno de aprendizaje el cual los estudiantes que están en capacitación requieren a regular el nivel académico. Un modelo típico basado en agentes tiene tres componentes en el corazón del proceso de comunicación:

- Agentes, sus atributos y comportamiento.
- Relaciones entre agentes y métodos de interacción: cómo y con quién interactúan los agentes.
- El entorno de los agentes.

(Sachini S. Weerawardhana, 2011) El uso de una arquitectura orientada a servicios (SOA) para integración de aplicaciones empresariales, principalmente por implementar los servicios web. Con la ayuda de BDI permitirá a los desarrolladores construir sistemas distribuidos con capacidades de razonamiento mejoradas. Estas dos tecnologías permitirán que los agentes como los servicios no basados en agentes se integren en un sistema distribuido. Su aplicabilidad se muestra en un prototipo de sistema de agentes múltiples para la predicción de inundaciones.

(Danny Weyns, 2004) El modelo de comunicación basado en protocolo para agentes. La comunicación especificada en términos de protocolos, es decir, secuencias bien definidas de mensajes, cambia el status de la comunicación del razonamiento sobre los mensajes a la relación entre los mensajes intercambiados. Este modelo está compuesto en tres módulos funcionales de comunicación: decodificación de mensajes, comunicación y codificación de mensajes. El núcleo del modelo, el módulo de comunicación interpreta los mensajes decodificados y reacciona a ellos de acuerdo con el protocolo aplicable, e inicia o continúa las conversaciones cuando se cumplen las condiciones impuestas por el protocolo.

(Marcia Ito, 2013) El diseño de una aplicación que permite el intercambio de información entre dos bases de datos ubicadas en diferentes entornos, buscando interoperabilidad entre sistemas de salud. La aplicación se basa en la tecnología del agente que utiliza la plataforma JADE. Estos agentes pueden establecer una base de datos de comunicación, solicitar datos, enviar y recibir registros en XML, leer este archivo y realizar actualizaciones en la base de datos.

2.3.- Descripción de características del estado del arte

En el proceso de revisión de trabajos relacionados con el estado del arte de la arquitectura de coordinación y comunicación asíncrona mediante agentes inteligentes desarrollada en esta tesis se muestran los siguientes resultados:

AM: Aplicación Móvil

AW: Aplicación Web

HCP: Historial Clínico de Pacientes

RA: Recordatorio de Alarma

NF: Notificaciones

APDU: Administración de Pacientes, Doctores y Usuarios

CM: Comunicación Multiagente.

Trabajos	AM	AW	HCP	RA	NF	APDU	CM
Communication Between Agents For Interoperability In Area Health Service Platform Using Jade	X	X	√	X	X	√	√
Communication Models in the E-Learning Environment Based on Intelligent Agents	X	√	X	X	X	X	√
A BDI Agents Programming Language Based Fuzzy Beliefs	X	√	X	X	X	X	√
A New Programming Language for BDI Agents with Integrated Bayesian Network Model	√	X	X	X	X	X	√
A Simple-to-Use BDI Architecture for Agent-Based Modeling and Simulation	X	√	X	X	X	X	√
Agents: Mobility and Communication	√	X	X	X	X	X	√
An Architecture for Believable Socially Aware Agents	X	√	X	X	X	X	√
An Architecture for Mobile BDI Agents	√		X	X	X	X	√
Architecture for building Conversational Agents that support Collaborative Learning	X	√	X	X	X	X	√
Arquitectura de coordinación y comunicación asíncrona mediante agentes inteligentes (Guzman, 2019)	√	√	√	√	√	√	√

Tabla 1.- Comparativa de aplicaciones

Existen trabajos desarrollados para el uso de agentes, comunicación asíncrona y monitoreo de pacientes con derrame cerebral, sin embargo, no se adaptan a las necesidades de los pacientes que sufrieron un derrame. Los desarrollos de aplicaciones orientadas a esta enfermedad solamente se limitan a la información, monitoreo o rehabilitación. Cabe destacar con el uso de esta arquitectura de comunicación asíncrona se podrá brindar un mejor monitoreo de los pacientes, ya que se realiza la arquitectura de comunicación multiagente entre una aplicación móvil y la aplicación web.

Capítulo 3 “Modelo de Análisis”

3.1.- Arquitectura Propuesta

El proyecto de investigación se basa en la arquitectura BDI (Belief, Desire, Intention), la cuál es una de las más relevantes dentro de las arquitecturas de agentes y fue originada por el trabajo Rao & George (Rao & Georgeff 1995). Esta arquitectura está caracterizada porque los agentes están dotados de los estados mentales que representan las **creencias** que representan el conocimiento que el agente tiene sobre su entorno, **deseos** que son los objetivos que el agente desea cumplir y las **intenciones** son las acciones que ejecutará el agente en cada momento. (Julio Cesar Ponce Gallegos, 2014)

Para esta investigación, la arquitectura propuesta está compuesta por cuatro agentes: agente de percepción, agente revisor, agente evaluador y agente comunicación como se muestra en la figura 5. El agente de percepción estará encargado de la captación de alguna información del entorno de los agentes de interfaz móvil y web, ya que haya existido sensación de comunicación el agente revisor verificará si se trata de la interfaz móvil o web, el agente evaluador tendrá la responsabilidad de establecer una prioridad del tipo de comunicación para indicar al agente de comunicación hacia donde se debe establecer el canal de información.

En la Figura 4 se muestra la propuesta de solución para Arquitectura de coordinación y comunicación asíncrona mediante agentes inteligentes. (LUNA, 2017)

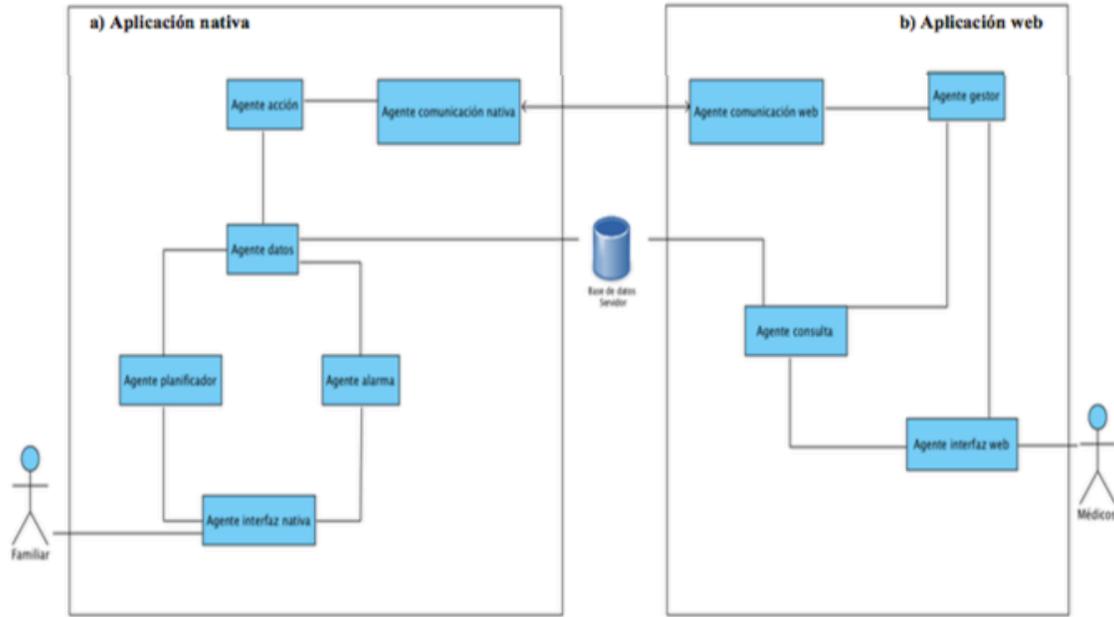


Figura 4.-Arquitectura de coordinación y comunicación asincrónica mediante agentes inteligentes (Luna, 2017)

Ahí se puede observar que es necesario definir una arquitectura de comunicación asincrónica que permite cumplir con un derecho de los familiares de brindarles la información necesaria y también a reducir problemas de comunicación que existen entre paciente y médico, en esta tesis se propone dicha arquitectura para establecer una comunicación fiable y segura entre los médicos y familiares de las personas que sufrieron un derrame cerebral.

La arquitectura propuesta en la Figura 5 que está integrada por un agente de percepción, un agente revisor y un agente evaluador que nos ayudará para establecer la comunicación estén una aplicación móvil y una aplicación web. De una manera general la función que realiza cada agente en la arquitectura es:

Agente Percepción: Este agente se encarga de establecer comunicación con los mensajes que envían los agentes de comunicación móvil y web.

Agente Revisor: Este agente se encarga de establecer, revisar las creencias que percibe y la comunicación con otros agentes (agente evaluador).

Agente Evaluador: Este agente se encargará de deliberar sobre sus deseos y decide comprometerse con algunos, que estos a su vez el agente evaluador se comprometerá se convertirán en intenciones.

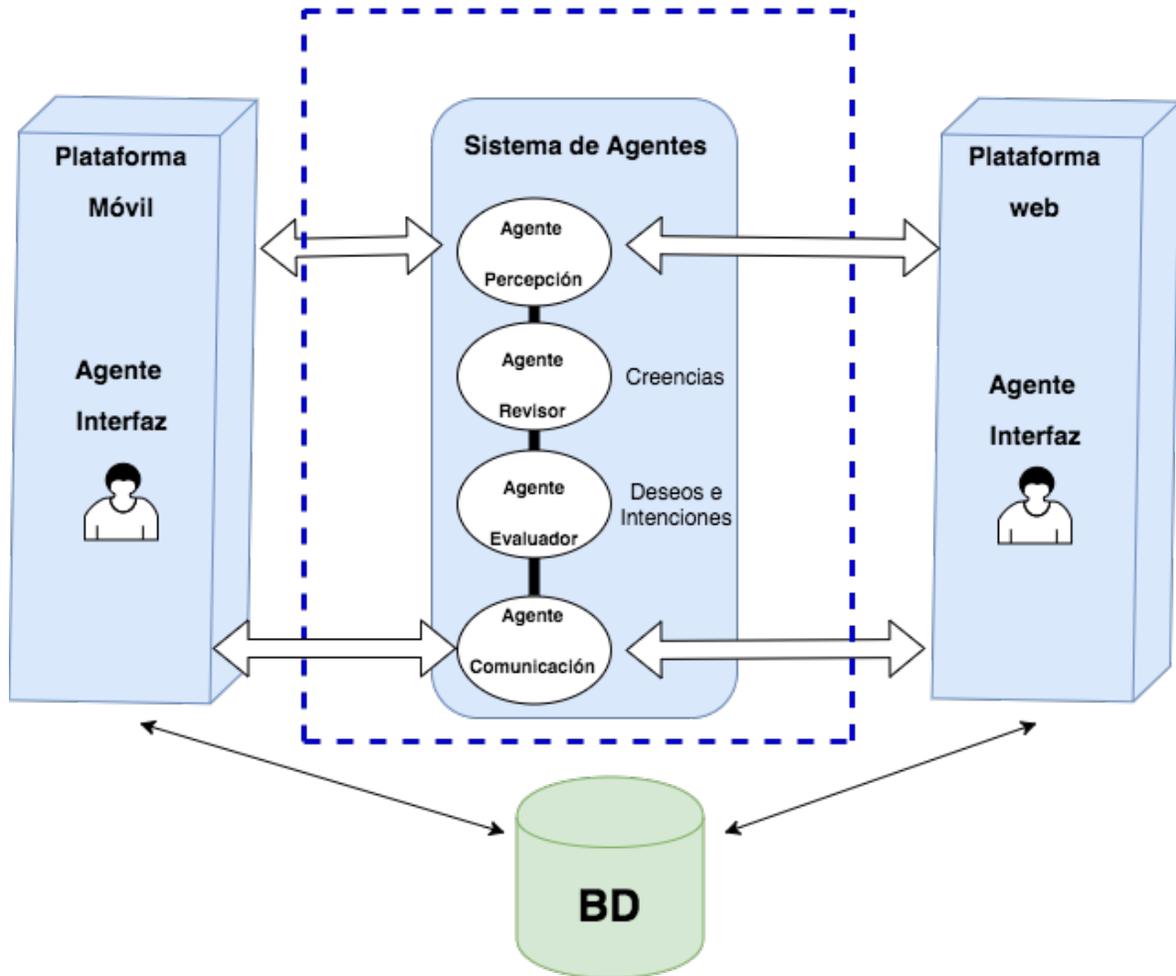


Figura 5.- Arquitectura propuesta para la coordinación y comunicación asíncrona mediante agentes (Guzman, 2019)

3.2.- Modelo de dominio del sistema multiagente

De acuerdo con la metodología ICONIX, en el Diagrama 1, se describen las distintas entidades, atributos, papeles y relaciones existentes en el sistema, es decir, se muestran los agentes utilizados en esta arquitectura, así como también, sus funciones, objetivos y relaciones.

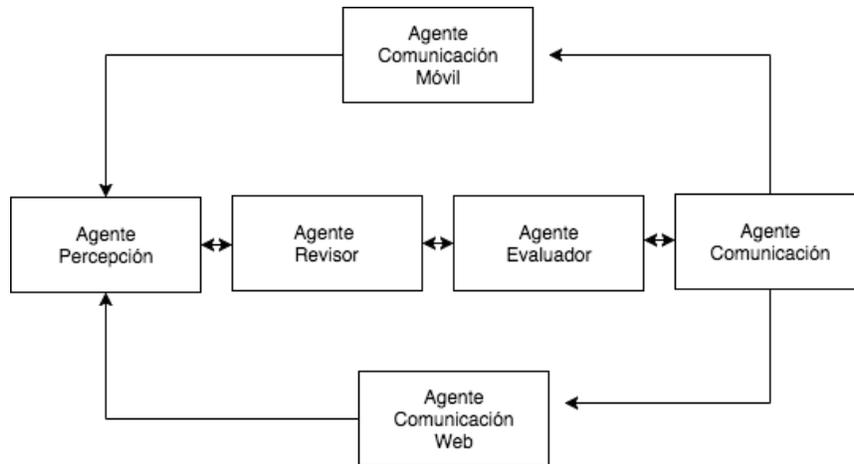


Diagrama 1.- Modelo de dominio (Guzman, 2019)

A continuación, se describe de manera general las funciones que realiza cada agente en el modelo de dominio para la Arquitectura de coordinación y comunicación asíncrona mediante agentes inteligentes.

- Agente Interfaz Web: Este agente observa e interpreta las acciones realizadas por los médicos.
- Agente Percepción: Este agente se encarga de establecer comunicación con los mensajes que envían los agentes de comunicación móvil y web.
- Agente Revisor: Este agente se encarga de establecer, revisar las creencias que percibe y la comunicación con otros agentes (agente evaluador).
- Agente Evaluador: Este agente se encargará de deliberar sobre sus deseos y decide comprometerse con algunos, que estos a su vez el agente evaluador se comprometerá se convertirán en intenciones.

- Agente Comunicación: Permite el envío y recepción de los datos con la aplicación móvil y web, utilizando un protocolo de comunicación.
- Agente Interfaz Móvil: Este agente observa e interpreta las acciones realizadas por los usuarios que están a cargo del paciente.

3.3.- Diagrama de Casos de Uso

Los diagramas de casos de uso son importantes para modelar el comportamiento de un sistema, un subsistema o una clase. Cada uno muestra un conjunto de casos de uso, actores y sus relaciones. (Pinelo, 2009)

Se aplican los diagramas de casos de uso para modelar las vistas de las actividades que deberá realizar dentro del sistema. Para la mayor parte, esto involucra el modelado del contexto de un sistema, subsistema, o clase, o modelar las necesidades del comportamiento de esos elementos.

Los diagramas de casos de uso son importantes para visualizar, especificar, y documentar el comportamiento de un elemento. Ellos hacen sistemas, subsistemas, y clases entendibles para presentar una vista exterior de cómo estos elementos pueden ser usados dentro del contexto. Los diagramas de caso de uso son también importantes para probar sistemas ejecutables a través de ingeniería hacia adelante y para comprender sistemas ejecutables a través de ingeniería inversa. (Oktaba, 1999)

En el presente documento, se han elaborado los casos de usos, que sirven para especificar la comunicación y el comportamiento de un sistema comunicación asíncrono mediante su interacción con los usuarios y/u otros sistemas. En este caso será la manera en que los usuarios que participan con la arquitectura propuesta van a interactúan con ella.

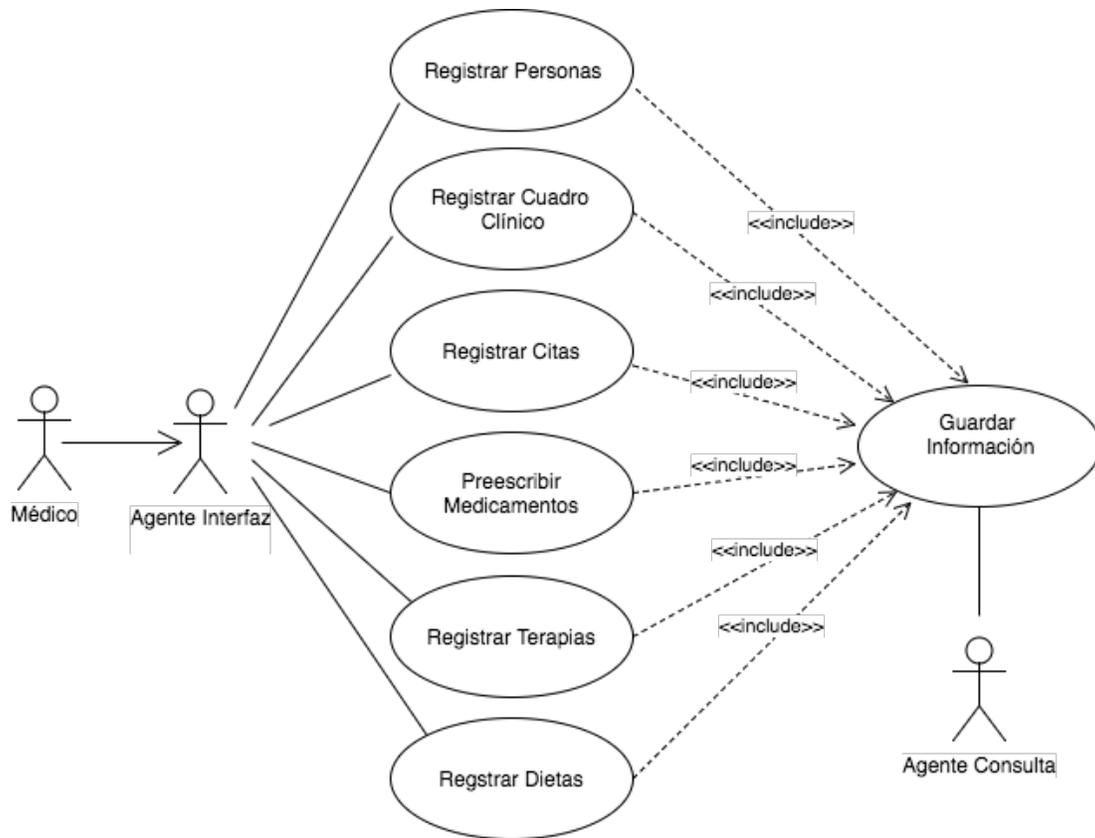


Diagrama 2.- Agente interfaz web (Salvador, 2018)

Como se puede observar en el diagrama 2, el agente de interfaz web recibe las instrucciones por parte del médico especialista y realiza las funciones de: registrar personas, donde se registran el grupo de trabajo y el paciente a consultar; registrar cuadro clínico, donde se registra los datos del paciente que será integrado; registrar citas, aquí se registra la fecha y el tipo de cita que tendrá el paciente para su recuperación; prescribir medicamentos, donde se registran los medicamentos que serán consumidos por el paciente, así como también la frecuencia y la medida; registrar terapias, donde se registran las actividades que se le han proporcionado y se le proporcionarán al paciente y registrar dietas. Todas las tareas las realiza a través del agente consulta, en su función guardar información. (Salvador, 2018)

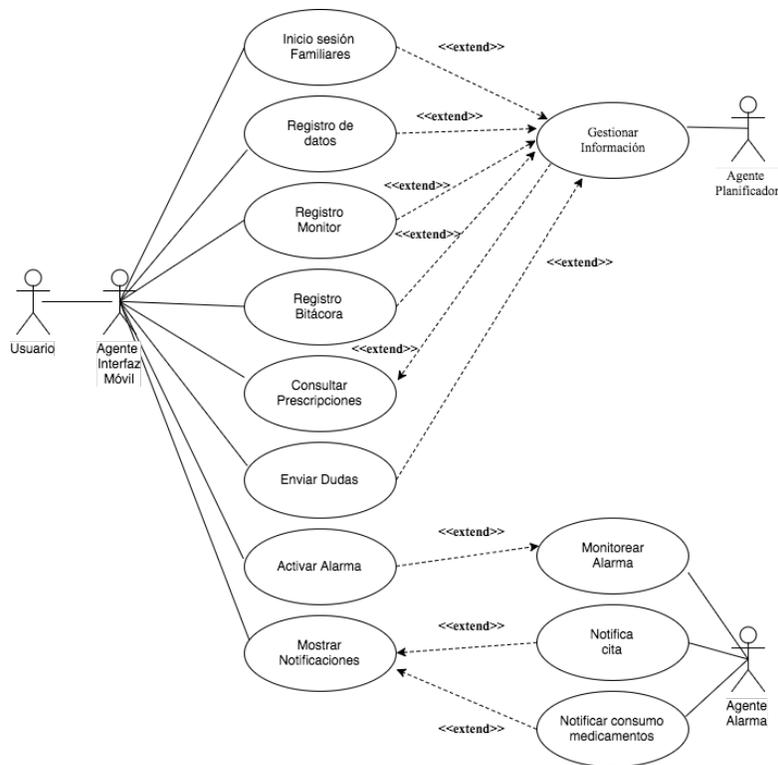


Diagrama 3.- Agente interfaz móvil (Lozada, 2018)

El Diagrama 3, el agente interfaz móvil el actor “usuario” representa a los familiares y/o cuidadores que utilizan la aplicación nativa para llevar el control de actividades de los pacientes, este actor trabaja directamente con el actor “agente interfaz” que interactúa con los casos de uso inicio de sesión familiares, registrar datos, registrar monitoreo, registrar bitácora, consultar historiales, enviar dudas, activar alarma y mostrar notificación. Este actor observa e interpreta las acciones realizadas por el actor “usuario” y envía la información al actor “agente planificador”. Dentro de las funciones del “agente planificador” se encuentra la gestión de las actividades a realizar con la información recibida, indicando al actor “Agente datos” si debe consultar o guardar registros en la base de datos. Una vez realizada la actividad que se le indico, el actor “Agente de datos” notifica al actor “Agente acción” que la actividad ha sido realizada. El actor “Agente acción” se encarga de activar SMS, realizar detección de ubicación del dispositivo y generar historiales, dependiendo de la actividad solicitada por el usuario en el agente interfaz. (Luna, 2017)

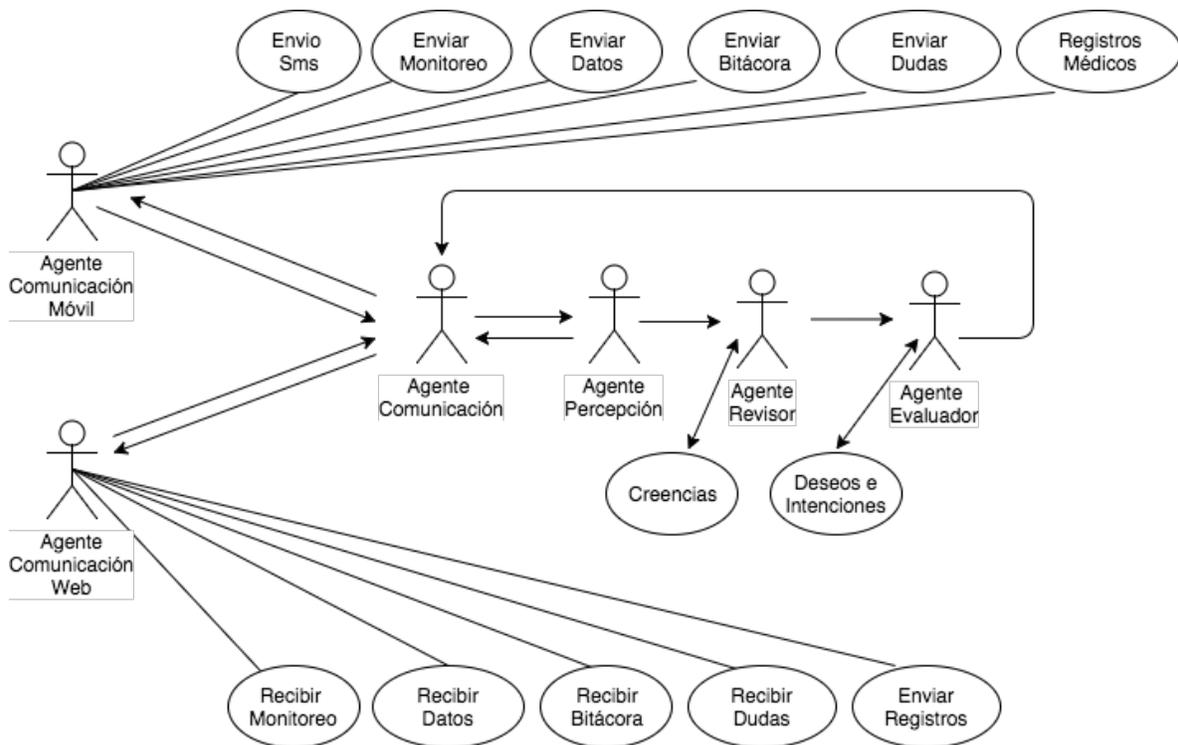


Diagrama 4.- Agente BDI de comunicación asíncrona

Como se muestra en el Diagrama 4, el agente BDI de comunicación asíncrona, está un agente de comunicación que va a permitir el envío y recepción de la información entre el agente de comunicación móvil y el agente de comunicación web, el agente de percepción se va encargar de administrar los mensajes que son enviados por parte de los agentes de comunicación móvil y web, el agente revisor se encarga de la información que tiene sobre su entorno, el agente evaluador es lo que el agente desea conseguir y por tanto tiene la preferencia con la prioridad de la comunicación.

3.4.- Modelo de Diseño

3.4.1.- Diagrama de robustez

Otra parte fundamental del diseño preliminar de la metodología ICONIX incluye la elaboración de diagramas de robustez a partir de la definición de los casos de uso en el punto anterior. Estos diagramas son un híbrido entre un diagrama de clases y un diagrama de actividades, la cual permite capturar el que hacer y a partir de eso el cómo hacerlo para facilitar el reconocimiento de objetos y hacer más sencillo la lectura de los mismos.

En el diagrama 5 se muestra las actividades que tiene que realizar el Agente de Interfaz móvil para iniciar sesión.

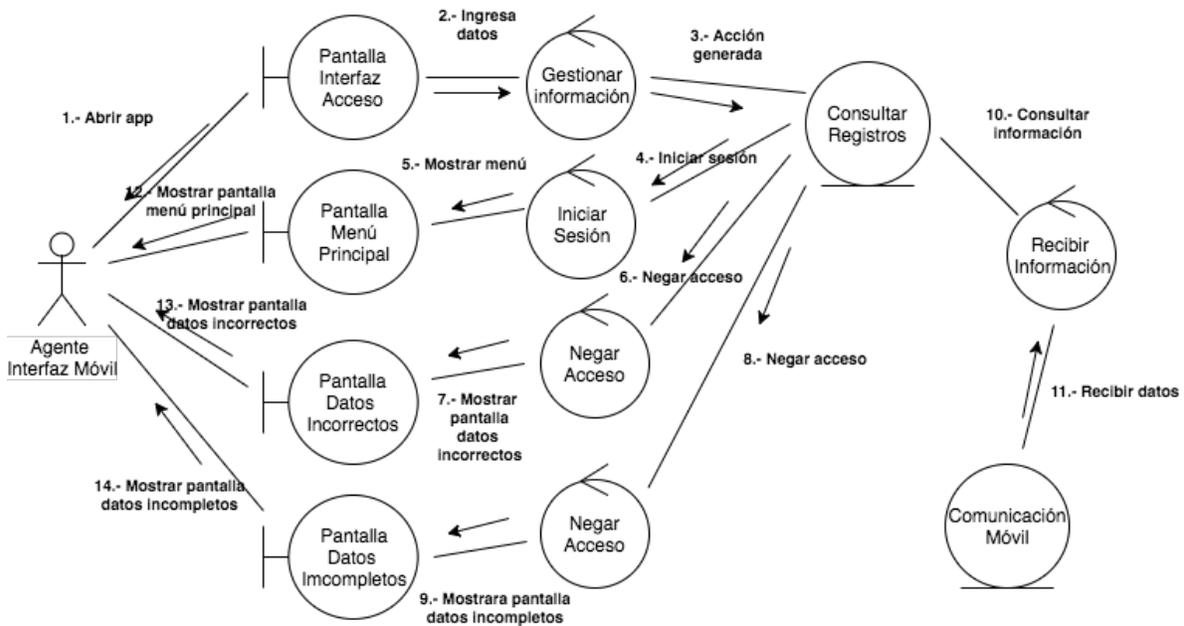


Diagrama 5.- Agente interfaz móvil (Lozada, 2018)

En el diagrama 6 se muestra las actividades que tiene que realizar el Agente de Interfaz web para iniciar sesión.

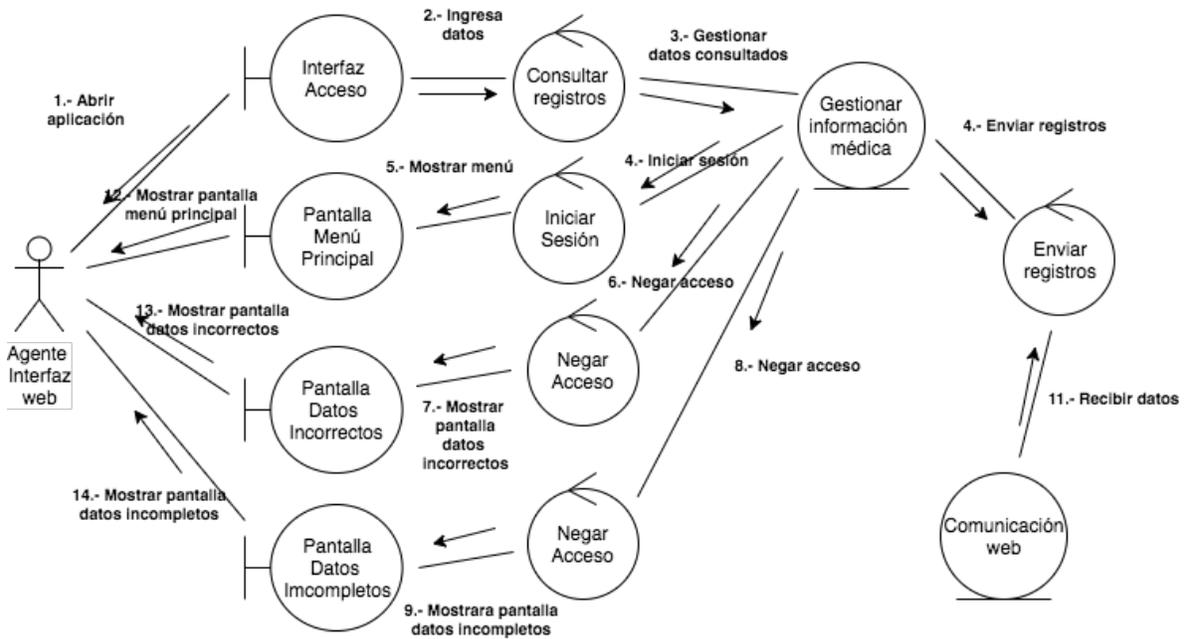


Diagrama 6.- Agente interfaz web (Salvador, 2018)

En el diagrama 7 se muestra las actividades que tiene que realizar los agentes que interactúan en la arquitectura BDI.

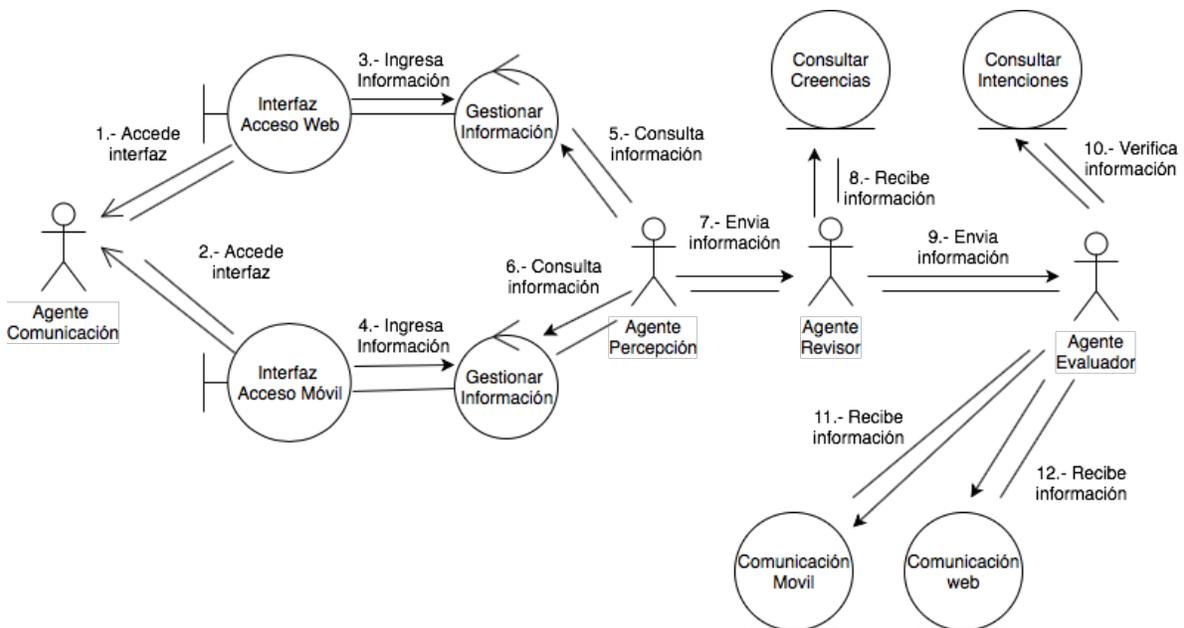


Diagrama 7.- Agente BDI (Guzman, 2019)

3.5.- Modelo de datos

MongoDB es un sistema de base de datos multiplataforma orientado a documentos de esquema libre. Esto significa que cada entrada o registro puede tener un esquema de datos diferente con atributos o “columnas” que no tienen por qué repetirse de un registro a otro. En MongoDB cada registro o conjunto de datos se denomina documento. Los documentos se pueden agrupar en colecciones, las cuales se podría decir que son el equivalente a las tablas en una base de datos relacional (sólo que las colecciones pueden almacenar documentos con muy diferentes formatos, en lugar de estar sometidos a un esquema fijo). Se pueden crear índices para algunos atributos de los documentos, de modo que MongoDB mantendrá una estructura interna eficiente para el acceso a la información por los contenidos de estos atributos. (Fernández, 2014)

Los distintos documentos se almacenan en formato BSON, o Binary JSON, que es una versión modificada de JSON que permite búsquedas rápidas de datos.

JSON (JavaScript Object Notation - Notación de Objetos de JavaScript) 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. (Introducción a JSON, 1999)

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.

Una de las diferencias más importantes con respecto a las bases de datos relacionales, es que no es necesario seguir un esquema. Los documentos de una misma colección concepto similar a una tabla de una base de datos relacional, pueden tener esquemas diferentes.

```
const userSchema = mongoose.Schema({
  username: { type: String },
  email: { type: String },
  password: { type: String },
  mensajes: [
    {
      postId: { type: mongoose.Schema.Types.ObjectId, ref: 'Post' },
      post: { type: String },
      created: { type: Date, default: Date.now() }
    }
  ],
  médicos: [
    { userFollowed: { type: mongoose.Schema.Types.ObjectId, ref: 'User' } }
  ],
  pacientes: [
    { follower: { type: mongoose.Schema.Types.ObjectId, ref: 'User' } }
  ],
  notificaciones: [
    {
      senderId: { type: mongoose.Schema.Types.ObjectId, ref: 'User' },
      message: { type: String },
      viewProfile: { type: Boolean, default: false },
      created: { type: Date, default: Date.now() },
      read: { type: Boolean, default: false },
      date: { type: String, default: '' }
    }
  ],
  chatList: [
    {
      receiverId: { type: mongoose.Schema.Types.ObjectId, ref: 'User' },
      msgId: { type: mongoose.Schema.Types.ObjectId, ref: 'Message' }
    }
  ],
  picVersion: { type: String, default: '1531305955' },
  picId: { type: String, default: 'default.png' },
  images: [
    {
      imgId: { type: String, default: '' },
      imgVersion: { type: String, default: '' }
    }
  ],
  ciudad: { type: String, default: '' },
  pais: { type: String, default: '' }
});

userSchema.statics.encryptPassword = async function(password) {
  const hash = await bcrypt.hash(password, 10);
  return hash;
};
```

Figura 6.-Modelo de datos JSON

Capítulo 4 “Modelo de Implementación”

4.1.- Desarrollo de la arquitectura de comunicación asíncrona

4.1.1.- Arquitectura utilizada

Para la implementación de la arquitectura de comunicación asíncrona se utilizó la metodología (Mestras, 2008)

- El **Modelo** que contiene una representación de los datos que maneja el sistema, su lógica de negocio, y sus mecanismos de persistencia.
- La **Vista**, o interfaz de usuario, que compone la información que se envía al cliente y los mecanismos interacción con éste.
- El **Controlador**, que actúa como intermediario entre el Modelo y la Vista, gestionando el flujo de información entre ellos y las transformaciones para adaptar los datos a las necesidades de cada uno.

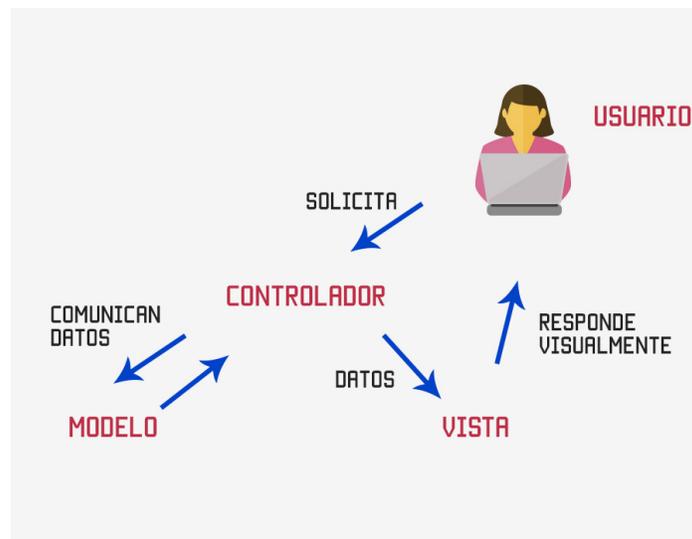


Figura 7.-Modelo vista controlador (Hernandez, 2017)

4.2.- Características de los Agentes

4.2.1.- Agente Comunicación Web

En la Tabla 2 se describen las características y funciones del agente comunicación web

Información Inicial			
Nombre	Tipo	Papel/Rol	Descripción
Agente Comunicación Web	Agente de Software	Interfaz para médicos	Este agente se encarga de establecer de una manera estructurada los servicios disponibles para el monitoreo del paciente, sus datos y su evolución.
Plataforma de desarrollo	Plataforma de implementación		Protocolo de comunicación
Angular, Nodejs	JavaScript		FIPA-ACL
Objetivo Agente			
Objetivo	Parámetros de entrada	Parámetros de salida	Condición - Activación
Intermediar entre los usuarios (Médicos especialistas)	Registros ingresados por el médico en los servicios disponibles.	Datos solicitados por el médico	Inicio de aplicación
Condición - Finalización	Condición Éxito	Descripción	
Fallo en la aplicación	Se muestra interfaz con los servicios disponibles e información sincronizada con el servidor	Por medio de este agente se pretende ofrecer un intermediario para los médicos del sistema, el cual debe mantener de una manera estructurada los servicios disponibles para el seguimiento de sus pacientes, sus datos y evolución.	

Tabla 2.- Descripción agente comunicación web

4.2.2.- Agente Comunicación Móvil

En la Tabla 3 se describen las características y funciones del agente comunicación móvil

Información Inicial			
Nombre	Tipo	Papel/Rol	Descripción
Agente Comunicación Móvil	Agente de Software	Medio de comunicación con aplicación externa	Este agente permite el envío y recepción de datos con la aplicación web, utilizando un protocolo de comunicación.
Plataforma de desarrollo	Plataforma de implementación		Protocolo de comunicación
Angular, Nodejs	JavaScript		FIPA-ACL
Objetivo Agente			
Objetivo	Parámetros de entrada	Parámetros de salida	Condición - Activación
Establecer comunicación con aplicación web	Registros internos y externos	Registros solicitados	Recepción de una petición del agente planificador o de la aplicación web móvil
Condición - Finalización	Condición Éxito	Descripción	
Fallo en la comunicación con otros agentes.	Comunicación correcta con otros agentes.	Por medio de este objetivo se pretende dar respuesta a todas las peticiones del usuario, de manera precisa. Además de mantener comunicación con la aplicación web móvil	

Tabla 3 .- Descripción agente comunicación móvil

4.2.3.- Agente Percepción

En la Tabla 4 se describen las características y funciones del agente percepción

Información Inicial			
Nombre	Tipo	Papel/Rol	Descripción
Agente Percepción	Agente de Software	Gestor de actividades	Este agente se encarga de establecer comunicación con los mensajes que envían los agentes de interfaz web e interfaz móvil y web.
Plataforma de desarrollo	Plataforma de implementación		Protocolo de comunicación
Angular, Nodejs	JavaScript		FIPA-ACL
Objetivo Agente			
Objetivo	Parámetros de entrada	Parámetros de salida	Condición - Activación
Gestionar peticiones, alarmas y envío de datos a la aplicación nativa y aplicación web	Peticiones de agente interfaz web y móvil.	Respuesta de peticiones solicitadas por el agente interfaz web e interfaz móvil	Recepción de una petición de otro agente
Condición - Finalización	Condición Éxito	Descripción	
Fallo en la comunicación con otros agentes	Comunicación con otros agentes	Por medio de este agente se pretende dar respuesta a todas las peticiones del médico de manera precisa.	

Tabla 4.- Descripción agente percepción

4.2.4.- Agente Revisor

En la Tabla 5 se describen las características y funciones del agente revisor

Información Inicial			
Nombre	Tipo	Papel/Rol	Descripción
Agente Revisor	Agente de Software	Encargado de revisar los mensajes	Este agente se encarga de establecer, revisar las creencias que percibe y la comunicación con otros agentes.
Plataforma de desarrollo	Plataforma de implementación		Protocolo de comunicación
Angular, Nodejs	JavaScript		FIPA-ACL
Objetivo Agente			
Objetivo	Parámetros de entrada	Parámetros de salida	Condición - Activación
Revisar / consultar datos	Registros enviados por la agente percepción	Registros solicitados por la agente percepción	Recepción de una petición del agente percepción, agentes interfaz web y móvil.
Condición - Finalización	Condición Éxito	Descripción	
Fallo en la comunicación con otros agentes	Comunicación correcta con otros agentes	Por medio de este agente se pretende dar respuesta a todas las peticiones del médico de manera precisa.	

Tabla 5.- Descripción agente revisor

4.2.5.- Agente Evaluador

En la Tabla 6 se describen las características y funciones del agente evaluador

Información Inicial			
Nombre	Tipo	Papel/Rol	Descripción
Agente Evaluador	Agente de Software	Encargado de datos	Este agente se encargará de deliberar sobre sus deseos y decide comprometerse con algunos, que estos a su vez el agente evaluador se comprometerá se convertirán en intenciones. Envía de regreso la información resultante al agente comunicación.
Plataforma de desarrollo	Plataforma de implementación		Protocolo de comunicación
Angular, Nodejs	JavaScript		FIPA-ACL
Objetivo Agente			
Objetivo	Parámetros de entrada	Parámetros de salida	Condición - Activación
Revisar datos	Registros enviados por el agente revisor	Registros solicitados por el agente revisor	Recepción de una petición del agente revisor, agentes interfaz.
Condición - Finalización	Condición Éxito	Descripción	
Fallo en la comunicación con otros agentes	Comunicación correcta con otros agentes	Por medio de este agente se pretende dar respuesta a todas las peticiones del médico de manera precisa.	

Tabla 6.- Descripción agente evaluador

4.2.6.- Agente comunicación

En la Tabla 7 se describen las características y funciones del agente comunicación

Información Inicial			
Nombre	Tipo	Papel/Rol	Descripción
Agente comunicación	Agente de Software	Medio de comunicación con la aplicación externa	Este agente permite el envío y recepción de datos con la aplicación nativa y aplicación web.
Plataforma de desarrollo	Plataforma de implementación		Protocolo de comunicación
Angular, Nodejs	JavaScript		FIPA-ACL
Objetivo Agente			
Objetivo	Parámetros de entrada	Parámetros de salida	Condición - Activación
Establecer la comunicación asíncrona con la aplicación nativa y aplicación web	Registros internos y externos	Registros solicitados	Recepción de una petición del agente evaluador.
Condición - Finalización	Condición Éxito	Descripción	
Fallo en la comunicación asíncrona con otros agentes	Comunicación correcta con otros agentes	Por medio de este agente se pretende dar respuesta a todas las peticiones del médico de manera precisa. Además de mantener la comunicación con la aplicación móvil nativa con los usuarios.	

Tabla 7.- Descripción agente comunicación

4.3.- Implementación

4.3.1.- Pantalla de Registro

Para que el usuario pueda registrarse en la aplicación y obtener los privilegios asociados a su cuenta, se requiere una pantalla de registro. Esto va a permitir crear los usuarios de los médicos y pacientes.

The screenshot shows a web interface for registration. At the top, there are two tabs: 'LOGIN' and 'CREAR USERNAME', with 'CREAR USERNAME' being the active tab. Below the tabs, the text 'Sistema de Comunicación Asíncrono' is centered. A large blue button with the text 'Regístrate' is prominently displayed. Below this button are three input fields: 'Nombre usuario', 'Email', and 'Contraseña'. At the bottom right of the form is a grey button labeled 'REGISTRATE'.

Figura 8.-Registro de personas

4.3.2.- Pantalla de Inicio de sesión

La ventana de inicio de sesión va a permitir ayudar, para poder identificarse cuando se ingresa al sistema los usuarios que van a interactuar con una comunicación asíncrona.

Sistema de Comunicación Asíncrono

The screenshot shows a login form with a blue header bar containing the word 'Login' in white. Below the header, there are two input fields: 'Usuario' and 'Contraseña', each with a horizontal line underneath. To the right of the 'Contraseña' field is a grey button labeled 'LOGIN'.

Figura 9.-Inicio de sesión

El agente interfaz está ejecutándose en las ventanas de registro usuario e inicio de sesión para cual se determina si los datos ingresados son correctos, en caso contrario mostrará un mensaje por lo cual no se pudo completar la transacción.

4.3.3.- Pantalla de Ingreso a Comunicación

En esta sesión es el ingreso de la información del paciente o médico para establecer una comunicación asíncrona entre las dos partes, también entra en operaciones nuestro agente BDI, el cual va a percibir los cambios en el entorno para poder desenvolverse.

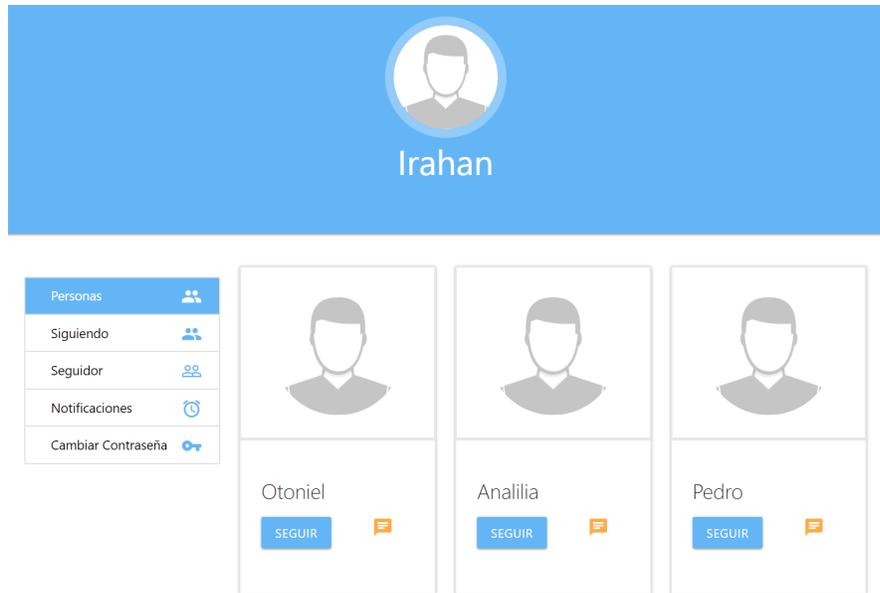


Figura 10.-Pantalla de ingreso de comunicación

4.3.4.- Pantalla de Interacción de usuarios

Después de su ingreso del médico y la persona que está al cuidado del paciente, se podrá llevarse a cabo el proceso para los cuidados y rehabilitación del paciente, donde se podrá informar de los cambios acerca de su salud.

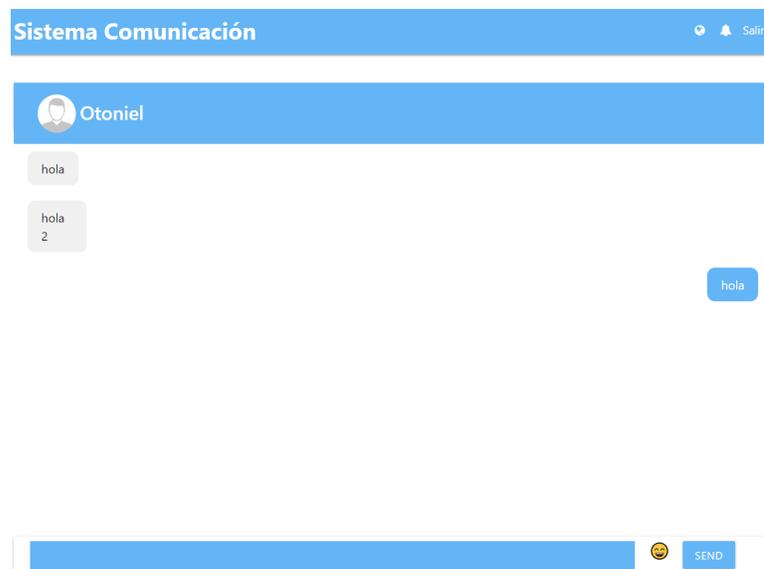


Figura 11.-Pantalla de interacción de usuarios

4.3.5.- Pantalla de Notificación a usuarios

En esta pantalla se muestra las notificaciones que podrán enviar a los médicos que tienen asignado a paciente que este en proceso de rehabilitación.

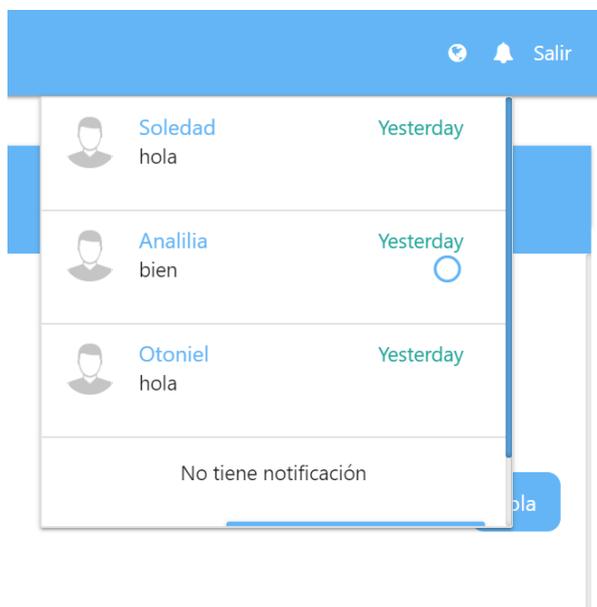


Figura 12.-Pantalla de notificación a usuarios

Capítulo 5 “Conclusiones y Trabajo futuro”

5.1.-Conclusiones y trabajo futuro.

En este proyecto de tesis, se presentó una arquitectura de coordinación y comunicación asíncrona mediante agentes inteligentes, que permite la comunicación entre la persona que está a cargo de un paciente que sufrió derrame cerebral y se encuentra en rehabilitación con el médico especialista para informar sobre su seguimiento posterior a su padecimiento.

Con la arquitectura de coordinación y comunicación asíncrona se brinda la posibilidad de guardar, almacenar y compartir información sobre la situación del esta de los pacientes de un forma segura y rápida, da pie a un mejor control y seguimiento de cada paciente con especialista. Dada la comunicación asíncrona que se establece entre los usuarios de manera diferida en el tiempo, es decir, cuando no existe coincidencia temporal da una mejor alternativa de un seguimiento de los especialistas a los pacientes. La arquitectura es diseñada en módulos, los cuales son: el registro de los pacientes, el registro de especialistas, el módulo de comunicación asíncrona y el módulo de notificaciones con lo cual se brinde la posibilidad de brinda un control y seguimiento adecuado.

Por lo tanto, en conjunto el software de comunicación representa una alternativa para mantener la comunicación de manera eficiente entre el médico y los familiares de los pacientes, además de llevar un control de la información y seguimiento a distancia, con el fin de obtener mejores resultados en el proceso de rehabilitación. Con la realización de este proyecto se demuestra que es posible de llevar a cabo una arquitectura de coordinación y comunicación entre agentes BDI, logrando cumplir los objetivos planteados en esta tesis.

Dentro del trabajo futuro es recopilar información sobre el seguimiento de los pacientes, implementar un sistema de sensores de signos vitales para dar un mejor control del seguimiento clínico para obtener informaciones estadísticas para dar un valor a este conjunto de datos almacenados y se pueda dar un procesamiento a estos datos, para el análisis y la toma de decisiones adecuadas.

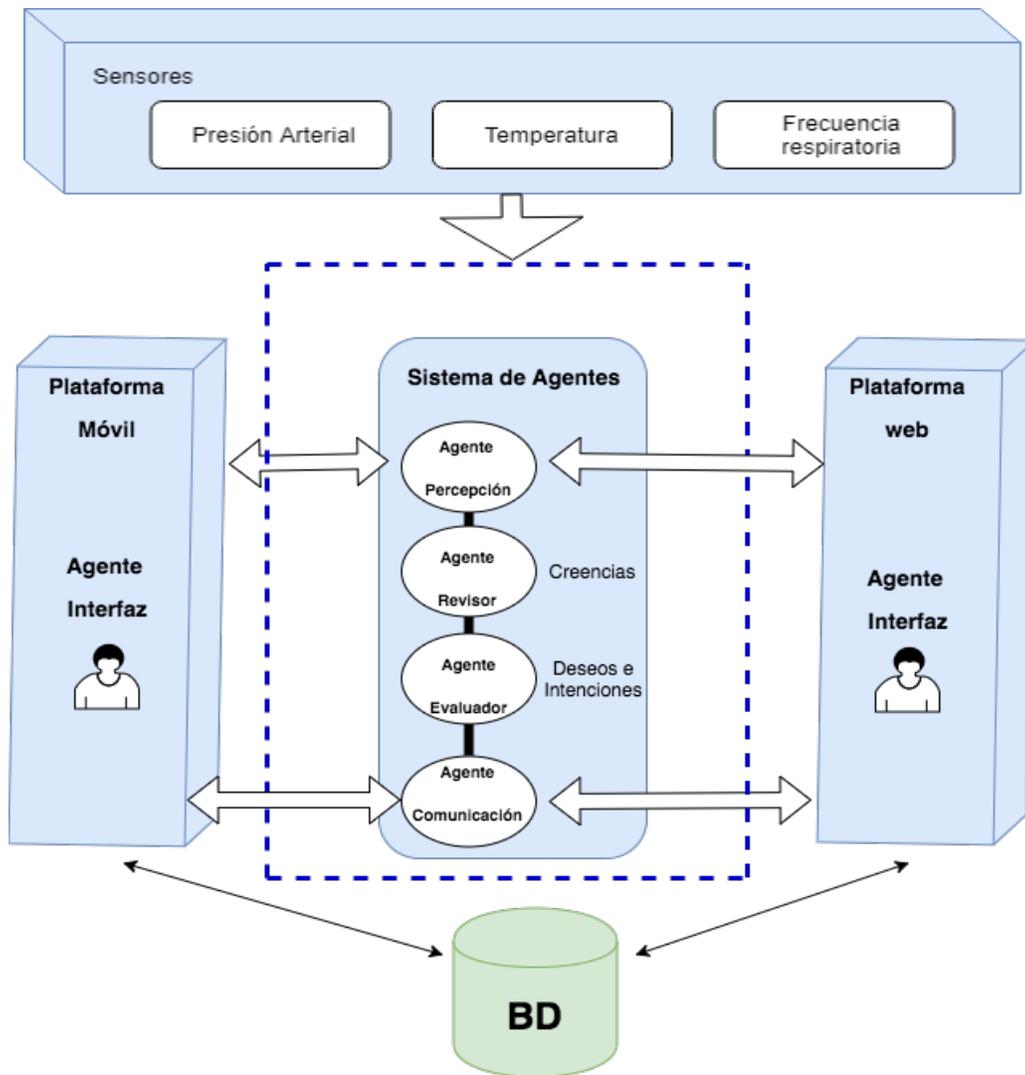


Figura 13.- Propuesta de arquitectura futura

La creación de un sistema de recomendaciones utilizando Machine Learning que de hincapié al desarrollo de modelos predictivos para minimizar el riesgo del paciente de manera automática. Figura 13.

Bibliografía

- Callejas Cuervo, M., Parada Prieto, L. M., & Alarcón Aldana, A. C. (2012). Modelo e Implementación de un sistema multiagente para el diagnóstico de enfermedades de transmisión sexual. *Unilibre Cali*.
- Llamas, C. (24 de Julio de 2000). *Sistemas Basados en agentes y Sistemas Multiagentes*. Obtenido de <https://www2.infor.uva.es/~cllamas/MAS/MAS.pdf>
- Caregiving, N. C. (2011). *Family Caregiver Alliance*. Obtenido de <https://www.caregiver.org/la-apoplejia-o-derrame-cerebral-stroke>
- Casali, A., Gerling, V., Deco, C., & Bender, C. (2010). Sistema multiagente para la recomendación de objetos de aprendizaje. *LACLO 2010 Best Papers*.
- Chen, M. (2015). A BDI Agents Programming Language Based Fuzzy Beliefs. *7th International Conference on Intelligent Human-Machine Systems and Cybernetics*.
- Chia-Lin Hsu, S.-F. C.-C.-J. (5 de 2003). JTEAM: A Framework for Effective Teamwork of BDI-based Agents. *IEEE Workshop on Future Trends of Distributed Computing Systems*.
- Loarte, R., Quizhpe, B., & Paz-Arias, H. (2015). Desarrollo y simulación de un sistema multiagente para la comunicación de semáforos para encontrar la ruta óptima mediante grafos. *ESPOL-RTE*.
- Lozada, M. I. (2018). *Tesis sistema multiagente para el monitoreo posterior a un derrame cerebral orientado a pacientes y familiares basado en dispositivos móviles*. Misantla, Veracruz.
- cubana, E. (2018). *ICONIX*. Obtenido de EcuRed: <https://www.ecured.cu/ICONIX>
- LUNA, A. N. (2017). ARQUITECTURA MULTIAGENTE PARA EL MONITOREO POSTERIOR A UN DERRAME CEREBRAL ORIENTADO A MÉDICOS Y FAMILIARES. Misantla, Veracruz, México.
- luna, A. N. (2017). *Tesis Arquitectura multiagente para el monitoreo posterior a un derrame cerebral orientado a médicos y familiares*. Misantla.
- Luna, M. A. (21 de Febrero de 2017). Arquitectura multiagente para el monitoreo posterior a un derrame cerebral orientado a médicos y familiares. Misantla, Veracruz, México: Instituto Tecnológico Superior de Misantla.
- López Sevillano, A. M., Salcedo Parra, O. J., & Reyes Daza, B. (2015). Análisis del estado actual de la salud pública bajo el marco de la interoperabilidad. *Universidad Potificia Bolivariana*.
- (1999). Obtenido de Introducción a JSON: <https://www.json.org/json-es.html>
- Ala' Khalifeh, S. A.-A. (2016). Deploying Agents for Monitoring and Notification of Wireless Sensor Networks. *28th International Conference on Tools with Artificial Intelligence*.
- Alexandra Dumitrescu, D., Cobos Pérez, R., & Moreno Llorena, J. (2011). Sistema multiagente para la extracción y análisis de la interacción de los usuarios de un sistema colaborativo. *Dep. de Ingeniería de Informática*.
- Association, A. D. (2005). Todo sobre el derrame cerebral. www.diabetes.org.
- Association, A. S. (2016). Stroke statistics. *Stroke of the nation*, 2-6.

- Bellifemine, F., Caire, G., & Greenwood, D. (2004). *Developing multi-agent systems with JADE*. Great Britain: Wiley.
- Danny Weyns, E. S. (07 de 2004). Protocol-Based Communication for Situated Multi-Agent Systems . *ACM*.
- Dante I. Tapia, J. M. (2008). GERMAS: Sistema Multiagente para el Control de Pacientes en Residencias Geriátricas .
- David, M. C. (2007). Obtenido de AGENTES Y JADE: <http://pegasus.javeriana.edu.co/~mad/Agentes%20y%20Jade.pdf>
- Dejan S. Milojicic, D. M.-P. (1998). Agents: Mobility and Communication . *IEEE*.
- Diego Goncalves Silva, J. C. (2011). A New Programming Language for BDI Agents with Integrated Bayesian Network Model . *IEEE*.
- Dorgoly, A. (2013). An Architecture for Believable Socially Aware Agents.
- Espino Ramirez, J. A., Méndez Monroy, L. E., & Vázquez Becerril, D. (2013). Herramienta de apoyo al prediagnostico de Insuficiencia Cardiaca mediante una técnica de minería de datos. *Instituto Politecnico Nacional- Escuela* .
- Fernández, R. (3 de Febrero de 2014). *MongoDB: qué es, cómo funciona y cuándo podemos usarlo* . Obtenido de <https://www.genbeta.com/desarrollo/mongodb-que-es-como-funciona-y-cuando-podemos-usarlo-o-no>
- Gaitán Quintanilla, R. C. (2015). Diseño e Implementación de un software para la administración de expedientes de pacientes en la unidad de la salud de Perquín. *El salvador, unamonos para crecer*.
- Gómez Sanz, & J, J. (2003). Metodologías para el desarrollo multi-agente. *Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*, 51-63.
- Gordillo Sosa, J. A., Guzmán Cabrera, R., & Cano Contreras, M. (2013). Integración de tecnología de agentes de software para la administración de órdenes de trabajo en manufactura. *Congreso virtual sobre Tecnología, Educación y Sociedad*.
- Guamán Morocho, G. P., & Martínez Pacheco, J. C. (2015). Sistema Multiagente basado en un modelo Ontológico para la búsqueda de objetos de Aprendizaje. *CIS*.
- Guerra, D. A. (2013). *AGENTES INTELIGENTES*. Obtenido de <https://www.uv.mx/aguerra/documents/2013-ia2-01.pdf>.
- Guevara, A. B. (1998). Obtenido de Un Marco de Comunicación Inter-Agentes en una Biblioteca Digital: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lis/barceinas_g_a/capitulo2.pdf
- Guzman, I. O. (2019). *Arquitectura de coordinación y comunicación asíncrona mediante agentes inteligentes*. Instituto Tecnológico Superior de Misantla, Misantla.
- Hermoso, R., & Centeno, R. (2010). Inteligencia Artificial. *I.T. en Informatica de Sistemas*, 17-19.
- Hernandez, U. (2017). Obtenido de <https://codigofacilito.com/articulos/mvc-model-view-controller-explicado>
- I. Tapia, D., F. de Paz, J., Rodriguez, S., Alegrete, E., & De Luis, A. (2007). Sistemas multiagente para la gestión y monitorización de rutas de vigilancia. *Departamento de Informatica y Automatica, Universidad de Salamanca*.
- I. Tapia, D., M. Corchado, J., Bajo, J., M. Sanchez, J., & Hernández, E. (2008). GERMAS: Sistema multiagente para el control de pacientes en residencias geriátricas. *Departamento de Informática y Automática, Universidad de Salamanca*.

- Informatica, E. S. (05 de 05 de 2013). *Programación JADE*. Obtenido de Programación JADE: <http://programacionjade.wikispaces.com/>
- Jojooa. (8 de Abril de 2016). *Tecnología, marketing y crm*. Obtenido de <https://sites.google.com/site/jojooa/inteligencia-artificial/definicion-de-sistemas-multi-agente-sma-que-son-los-sistemas-multi-agente-sma>
- Julio Cesar Ponce Gallegos, A. T. (2014). *Inteligencia artificial*. Iniciativa Latinoamericana de libros de Texto Abiertos.
- Karim Atto, E. E. (2018). Communication Models in the E-Learning Environment Based on Intelligent Agents . *IEEE*.
- M. Salazar, O., A. Ovalle, D., & D. Duque, N. (2016). Evaluación de desempeño basado en métricas de un sistema pedagógico multiagente, ubicuo sensible al contexto y apoyado en ontologías. *Formación univesitaria*.
- Marchetti, T. J., & García, A. J. (2006). Una propuesta de definicion para Plataformas de Desarrollo y Plataformas de Ejecución en Sistemas Multi-agente. *Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Inteligencia Artificial (LIDIA)*.
- Marcia Ito, L. R. (2013). Communication Between Agents For Interoperability In Area Health Service Platform Using Jade . *Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE* .
- Marín Morales, M. I., Correa Ríos, L. F., & Aguilar Londoño, L. A. (2014). MAS-CommonKADS para el desarrollo de un Sistema Multiagente de informacion de recomendación de rutas de transporte: SINRUT. *Cuaderno Activa*.
- Martinez Gabarrón, J., Sanz Valero, J., & Wanden Berghe, C. (2017). Information Systems in clinical pharmacy applied to parental nutrition management and traceability: a systematic review. *Farmacia Hospitalaria*.
- Mestras, J. P. (2008). *Universidad Complutense Madrid*. Obtenido de El patrón Modelo-Vista-Controlador (MVC): <https://www.fdi.ucm.es/profesor/jpavon/poo/2.14.mvc.pdf>
- Metropolitana, M. d. (2011). Sistema de Información Hospitalaria. *Servicio de Salud Metropolitano Sur Oriente*.
- Molero Castillo, G., & Meda Campaña, M. E. (2010). Integración de minería de datos y sistemas multiagente: un campo de investigación y desarrollo. *Ciencias de la Información Vol. 41*.
- Norvig, S. R. (2003). *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Prentice Hall.
- Oktaba, D. H. (1999). Obtenido de TECNOLOGIA ORIENTADA A OBJETOS: <http://uxmcc1.iimas.unam.mx/~cursos/Objetos/indice.html>
- Organización Panamericana de la Salud; Organización Mundial de la Salud. (2016). Marco de implementación de un servicio de Telemedicina. *Oficina Regional para las Américas*.
- Ortiz, S., López Gallego, C., & Oviedo Carrascal, A. I. (2009). Sistema multi-agente para el apoyo a la gestion de inventarios en itil mediante el monitoreo distribuido de software y hardware en una red coporativa. *Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín- Colombia*.
- Peñaranda Vela, M. D. (2015). Sistema multiagente para la simulación de epidemias. *Universidad de Malaga*.
- Philippe Caillou, B. G. (Agosto de 2017). A Simple-to-Use BDI Architecture for Agent-Based Modeling and Simulation.

- Radiological Society of North America, I. (. (19 de 03 de 2018). *RadiologyInfo*. Obtenido de RadiologyInfo: <https://www.radiologyinfo.org/sp/info.cfm?pg=stroke>
- Ramamohanarao, P. B. (2016). An Architecture for Mobile BDI Agents. *Department of Computer Science University of Melbourne*.
- Reyes Vite, G. J., & Rivera Gonzalez, M. I. (2011). Prediagnóstico de enfermedades neurológicas a través de un sistema multiagente. *Ciencias Computacionales*.
- Romero Ternero, M. (2009). Sistemas Multiagente. *Programa de Doctorado de Informatica Industrial*, 39-41.
- Rosé, R. K. (2017). Architecture for building Conversational Agents that support Collaborative Learning. *IEEE TRANSACTIONS ON LEARNING TECHNOLOGIES*.
- Ruiz Sandoval Jose Luis, M. B. (Octubre de 2011). <http://www.medigraphic.com>. Obtenido de <http://www.medigraphic.com>: <http://www.medigraphic.com/pdfs/revmexneu/rmn-2011/rmn115c.pdf>
- Russell, S., & Norvig, P. (2004). *Inteligencia Artificial, Un enfoque moderno*. Madrid: Pearson Education.
- Sánchez Guayasamín, R. A., & Castro Vinuesa, A. A. (2016). Desarrollo e Implementación de un sistema multiagente para distribuir y paralelizar registros medicos. *Ingeniería en Sistemas, Universidad Politécnica*.
- Sachini S. Weerawardhana, G. B. (2011). Web Service Based Model for Inter-agent Communication in Multi-Agent Systems: A Case Study . *IEEE*.
- Salud, S. d. (26 de junio de 2006). *El siglo de Torreón*. Obtenido de <https://www.elsiglodetorreon.com.mx/noticia/757184.es-infarto-cerebral-tercera-causa-de-muerte-en-mexico.html>
- Salvador, R. R. (2018). *Tesis sistema multiagente para el monitoreo posterior*. Misantla, Veracruz.
- Silva López, R. B., Matías Hernández, V., Montes de Oca Solis, I. I., & Pablo Leyva, H. (2016). Arquitectura del sistema de monitoreo y generación de notificaciones en GNU/Linux mediante agentes para un Sistema de Gestión Digital. *Pistas Educativas*.
- Tupac, Y. (2016). *researchgate.net*. Obtenido de [researchgate.net](https://www.researchgate.net/figure/Figura-41-Diagrama-de-una-arquitectura-generica-de-un-agente-BDI_fig7_269466259): https://www.researchgate.net/figure/Figura-41-Diagrama-de-una-arquitectura-generica-de-un-agente-BDI_fig7_269466259
- valencia, U. p. (23 de Noviembre de 2016). *Agentes*. Obtenido de <http://www.upv.es/sma/teoria/sma/Comunicaci%F3n%20entre%20agentes.pdf>
- Vega Motivar, O. A., & Becerra Correa, N. (2011). Sistema de Monitoreo Inteligente como ayuda a los niños con síndrome de Down para la interpretación de caracteres numéricos y alfabéticos. *VINCULOS*.
- Victoria Repka, K. K. (2006). The communication model of BDI agents in the multi-agents environment . *University of Radioelectronics*.
- Wooldrige, M. (2002). *An Introduction to MultiAgent Systems*. John Wiley & Sons.
- Yanahuaya Arce, A. (2015). Sistema de vigilancia de personas mayores o con incapacidad usando sistemas multiagente y robots bipedos controlados mediante voz. *Departamento de Sistemas Informaticos*.

