

ESCUELA POLITECNICA DEL EJÉRCITO

SEDE LATACUNGA

**FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS E
INFORMATICA**

**DESARROLLO DE U N AGENTE INTELIGENTE PARA PRONOSTICOS
METEOROLOGICOS USANDO WEB SERVICES**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TITULO DE INGENIERO EN
SISTEMAS E INFORMATICA**

**ZULLY GEOMARA NOBLE BENITES
KATY VERÓNICA SEGOVIA BENITES**

Latacunga, marzo del 2008

CERTIFICACION

Se certifica quçe el presente trabajo fue desarrollado por Zully Geomara Noble Benítes y Katy Verónica Segovia Benites

Ing. José Luis Carrillo
DIRECTOR DE PROYECTO

Ing. Raúl Rosero Miranda
CODIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTO

Al culminar una etapa más de nuestra vida estudiantil, en unas de las ilustres y prestigiosas casonas universitarias del país; la Escuela Politécnica del Ejercito sede Latacunga; queremos dejar en constancia de nuestro más sincero agradecimiento a esta noble institución; que nos abrió sus puertas y acogió en su seno para capacitarnos; convirtiéndonos en mejores personas profesionales y útiles para la sociedad. A nuestros queridos padres por ser los artífices de nuestros logros con su apoyo constante e infinito. A nuestros maestros porque gracias a los conocimientos, consejos y experiencias que nos impartieron sin interés alguno, con la única recompensa, de la satisfacción del deber cumplido formaron nuestras mentes y corazones.

Compañeros mil gracias por compartir a lo largo de la carrera las alegrías ilusiones, tristezas y sueños del convivir universitario..

Zully y Katy

Latacunga; marzo de 2008

DEDICATORIA

A dios, el Divino Maestro, que ha sabido guiar nuestras vidas, por sendas de amor, responsabilidad y confianza.

A nuestros maestros porque diariamente cumplen con la sacrificada tarea de formar almas y corazones jóvenes ávidos de conocimiento.

A todos quienes de una u otra manera contribuyeron para que este proyecto se cristalice en una dulce realidad

Zully y Katy

A Daniel, quien con su amor y comprensión, ha llenado mi vida de alegría y fortaleza y día a día me ayuda para cumplir mis ideales

Katy

Latacunga; marzo de 2008

CAPITULO I

CLIMATOLOGIA

Este capítulo trata sobre las generalidades de la climatología, se analizarán aspectos que regulan y definen los diferentes tipos de climas existentes en el mundo; los efectos que produce el clima tanto en los seres humanos como en el medio ambiente.

1.1 INTRODUCCIÓN A LA CLIMATOLOGÍA

La climatología ha evolucionado rápidamente gracias al aporte de investigadores que han dedicado gran parte de su tiempo a dar respuestas a muchas de las incógnitas que en el pasado se desconocían, como por ejemplo: ¿por qué se producen los cambios climáticos?, ¿qué factores intervienen en las variaciones del clima?. Entre los investigadores que han dado paso al estudio de la climatología cabe citar a: Julius Hann, que en 1883 publicó uno de los primeros manuales sobre esta ciencia; y los naturalistas August Grisebach y Augustin Pyramus De Candolle, respectivamente, quienes, apoyándose en sus especializaciones sobre botánica, intentaron efectuar clasificaciones climáticas basadas en la vegetación.

Pero es a principios del siglo XX con el desarrollo de la aviación, y con el lanzamiento de los primeros satélites artificiales, en que el estudio de la meteorología, y en particular la climatología, daría un paso gigante, permitiendo estudiar las diferentes capas de la atmósfera.

1.1.1 Generalidades

Climatología es la rama de la meteorología o la geografía (según se trate de hechos climáticos o su localización en el espacio) que estudia el clima, los factores que lo producen, sus elementos, su distribución sobre la superficie terrestre e influencia sobre los seres vivos que la pueblan.

1.2 LA CLIMATOLOGÍA COMO CIENCIA.

La Climatología es la ciencia que estudia los climas de la Tierra y las relaciones entre ellos. Tiene como finalidad la clasificación de los climas y sus aplicaciones en la: agricultura, ganadería, obras civiles y medicinas. Describe y explica el clima de las diferentes regiones, variaciones de un lugar a otro, y su influencia en las actividades humanas.

La Climatología se basa en el estudio de las medidas registradas de los parámetros (presión atmosférica, viento, humedad, temperatura) - los mismos que son elementos del clima - en el mayor número de lugares, y para cada lugar en el mayor número de años posible; gracias a ellas la Climatología clasifica el clima en cálido, templado y frío, su localización geográfica y su evolución en el tiempo.

Cuando se habla de la climatología, se refieren a ésta como el estudio predictivo del tiempo. Sin embargo, la climatología proporciona respuestas de mucho mayor alcance, ya que, no sólo abarca el estudio del tiempo, sino que trata de averiguar cuáles son las causas que desencadenan estos fenómenos, tratando de establecer modelos que permitan predecirlo y prevenir posibles consecuencias para la humanidad.

1.3 ELEMENTOS DEL CLIMA

Los elementos que constituyen el clima son un conjunto de fenómenos relacionados entre sí, entre estos están: temperatura, viento, presión atmosférica, precipitaciones y humedad.

1.3.1 Temperatura

Es la cantidad de calor que posee la atmósfera. Depende de diversos factores, como son: la inclinación de los rayos solares, la dirección y fuerza del viento, la latitud, la altura sobre el nivel del mar.

Para medir la temperatura se utiliza el termómetro, Esta se mide en distintas escalas como son: [Grados Celsius](#) (o centígrados), [Grados Fahrenheit](#), [Grados Kelvin](#), etc.

1.3.2 Presión Atmosférica

La presión atmosférica es el peso del aire sobre la superficie terrestre. Está en relación directa con el aire, su temperatura y la altura del lugar. La presión es máxima al nivel del mar y va disminuyendo con la altitud.

1.3.3 Viento

Los vientos son corrientes de aire que se producen a partir de una diferencia de la presión atmosférica. El desplazamiento de aire se produce desde las zonas de alta presión a las de baja presión. Cuanto mayor es la diferencia de presión entre estas zonas, mayor es la velocidad del viento.

El viento tiene dos características: la velocidad y la dirección.

La primera tiene que ver con la diferencia de presión entre dos áreas y la distancia existente entre ellas. La segunda viene definida por el punto del horizonte del observador desde el cual sopla.

1.3.4 Humedad

Es la cantidad de vapor de agua presente en el aire. Depende, en parte de la temperatura, ya que el aire caliente contiene más humedad que el frío. La humedad se puede medir mediante un instrumento denominado higrómetro.

Existen dos tipos de humedad: la humedad absoluta y la humedad relativa.

Se define como **humedad absoluta** al peso del vapor de agua que contiene una unidad de volumen de aire. Se expresa en gramos por centímetro cúbico (gr/cm^3)

Por su parte, la **humedad relativa** es la cantidad de agua que el aire todavía puede absorber. Se mide en tantos por ciento.

1.3.5 Precipitación

Es el agua que proviene de la atmósfera y que en forma líquida o sólida se deposita sobre la superficie terrestre, esto incluye lluvia, nieve, neblina y rocío.

Los instrumentos más frecuentemente utilizados para la medición de la lluvia y el granizo son los pluviómetros y pluviógrafos respectivamente, los mismos que deben ser instalados en lugares donde no se produzca ningún tipo de interferencia

La precipitación se mide en mm (milímetros), que equivale al espesor de la lámina de agua que se formaría sobre una superficie perfectamente plana e impermeable.

1.4 FACTORES QUE DETERMINAN EL CLIMA

Sobre los elementos del tiempo y del clima influye una serie de factores, que modifican el comportamiento de aquellos. Entre estos factores están: latitud, altitud, continentalidad y oceanidad y corrientes marinas.

1.4.1 Latitud

Es el arco del meridiano comprendido entre un punto cualquiera de la superficie terrestre y el Ecuador (es una línea imaginaria que divide al globo en hemisferio norte y hemisferio sur).

Debido al grado de inclinación de los rayos del sol, se determina la cantidad de luz solar que recibe la Tierra. Los lugares que se encuentran a elevadas altitudes (lejos del ecuador) reciben menos luz solar que los lugares que se encuentran en baja latitudes (cerca del ecuador).

1.4.2 Altitud

Es la distancia de un punto en relación al nivel del mar. Este factor influye sobre la temperatura y sobre la lluvia, al aumentar la altitud la temperatura disminuye aproximadamente en un grado cada 180 metros, esto sucede porque en las zonas de menor altitud el aire es más denso y es capaz de retener el calor, mientras que en las zonas más altas, esto no sucede y las temperaturas descienden.

1.4.3 Continentalidad y Oceanidad

Es un importante factor climático. Existen diferentes temperaturas entre la tierra y el mar debido a la capacidad del agua de conservar el calor más tiempo que el suelo. Este fenómeno térmico es el responsable que el clima del norte sea más continental y el del sur sea más oceánico. Esta característica influye sobre el viento, temperatura y humedad.

1.4.4 Corriente Oceánica o Marina

Es un movimiento de traslación, continuado y permanente de una masa de agua determinada de los océanos y, en menor grado, de los mares más extensos.

Las corrientes oceánicas trasladan agua templada desde el ecuador hacia los polos, mientras que el agua fría, por su parte, se mueve hacia el ecuador. De esta forma la tierra distribuye el calor de su superficie.

1.5 TIPOS DE CLIMAS

Debido a la intervención de los elementos y factores climáticos, se puede encontrar tres grandes conjuntos de climas: los climas cálidos, los climas templados y los climas fríos. De esta clasificación se derivan otras distribuciones climáticas más definidas, tales como los de alta montaña, continental, oceánico, mediterráneo, polar, tropical, chino y ecuatorial, y otras dos variedades de clima muy significativas, el desértico y los monzones.

A continuación, se exponen los principales tipos de clima del planeta considerando los valores, siempre aproximados, de la temperatura.

1.5.1 Los Climas Cálidos

Entre sus características están:

- Temperaturas elevadas.
- Se localizan a ambos lados del ecuador

Se subdividen en:

- Clima ecuatorial
- Clima tropical

- Clima desértico.

1.5.1.1 Clima Ecuatorial

Es un [clima](#) cálido que se da en toda la zona en torno a la [línea del ecuador](#), es también húmedo, dada sus elevadas precipitaciones.

Las temperaturas medias del clima ecuatorial son muy altas y también constantes a lo largo de todo el año, como lo son sus lluvias; esto hace que sus ríos sean de caudal más abundante y regular de la tierra.

Presenta una única estación cálida y lluviosa que se mantiene todo el año, esto es propicio para el desarrollo de una vegetación exuberante, siendo la selva la formación vegetal típica.

1.5.1.2 Clima Tropical

Es igualmente caluroso durante todo el año, aunque con una amplitud térmica algo mayor, que aumenta conforme nos alejamos del ecuador. Se caracteriza por tener dos estaciones muy marcadas: una seca y otra húmeda. La estación seca se da cuando el sol está bajo en el horizonte a mediodía y la húmeda cuando está alto.

La existencia de una estación seca más o menos larga según las zonas, requiere que las plantas se adapten evolutivamente a la sequía endureciendo sus tallos y hojas y reduciendo su tamaño.

1.5.1.3 Clima Desértico

En este clima casi no llueve, es por eso que se determinan enormes extensiones de suelo sin vegetación alguna, así como una bajísima densidad de población animal y humana. La causa principal de esta falta de lluvias radica en las altas presiones subtropicales, a lo que se suman la continentalidad, las grandes barreras montañosas y las corrientes marinas.

En el clima desértico, durante el día hace muchísimo calor y durante la noche mucho frío. A veces hay hasta 40° de diferencia entre el día y la noche.

Climas Cálidos	Temperatura media anual
Tienen temperaturas altas, se localizan a ambos lados del ecuador, sus paisajes son muy variados.	
Clima Ecuatorial: Temperaturas altas y muy constantes. Lluvias abundantes, a menudo estacionales, pero que se extienden durante buena parte del año.	25°C
Clima Tropical: Es caluroso durante todo el año, tiene dos estaciones muy marcadas: una seca y otra húmeda, en este clima son insistentes las heladas	20 °C.
Clima Desértico: Casi nunca llueve, aquí no hay ríos y la vegetación es casi inexistente.	20 °C

Tabla 1.5.1 Resumen de Climas Cálidos

1.5.2 Los Climas Templados

Los climas templados son los más favorables para las personas. Se caracterizan por sus temperaturas suaves y por la sucesión de cuatro estaciones (primavera, verano, otoño e invierno.) bien diferenciadas por las temperaturas y las precipitaciones.

En los climas templados se incluyen cuatro variedades:

- Clima Mediterráneo
- Clima Continental
- Clima Oceánico
- Clima Chino

1.5.2.1 Clima Mediterráneo

Este tipo de clima se da en los países que rodean el mar Mediterráneo, de ahí su denominación. Se caracteriza por tener la presencia de un periodo de uno o varios meses de sequía, seguido de otro periodo de lluvias torrenciales.

El clima mediterráneo es una mezcla de clima templado con características tropicales, lo que lo enriquece de elementos de la flora de ambas latitudes.

1.5.2.2 Clima Continental

En este clima las diferencias de temperaturas entre invierno y verano son enormes, así mismo con el día y la noche, los veranos son calientes y los inviernos muy fríos, siempre hay heladas en invierno (puede alcanzar temperaturas bajo 0°C) y por lo general lluvias escasas.

La vegetación se adapta a los progresivos cambios climáticos, el bosque da paso la formación de praderas y gramíneas con algunos árboles dispersos, muy apta para la agricultura, especialmente cereales, al darse sobre suelos muy fértiles, los llamados "suelos negros".

El clima continental tiene la siguiente clasificación.

Clima Continental Frío o Siberiano:

Es el más severo, este tipo de clima se da en toda Siberia de ahí su denominación. Su temperatura está por debajo de los 0°C, con largos inviernos, los veranos son cortos y tibios.

Clima Continental Monzónico o Manchuriano: Es menos extremado que el siberiano, posee veranos más cálidos, tiene un periodo mayor de lluvias.

Clima Templado Continental Húmedo: Similar al manchuriano, aunque con temperaturas medias algo más bajas y menos precipitaciones, así como más irregulares.

1.5.2.3 Clima Chino

Clima subtropical de las fachadas orientales de los continentes en la zona templada. Es la transición entre el tropical lluvioso y el templado continental. La influencia continental se manifiesta en las olas de frío invernales. Su verano es cálido y húmedo de tipo tropical, el invierno suave y lluvioso, de tipo mediterráneo, es por esto que la vegetación que presenta este clima tiene una asociación vegetal de especies tropicales (bambúes, palmeras) y templadas (robles, hayas, coníferas).

1.5.2.4 Clima Oceánico

Es el clima característico de las regiones que están sujetas a la influencia oceánica. La proximidad del mar determina las pequeñas y grandes precipitaciones. Estas están bien distribuidas a lo largo del año, aunque en la estación invernal las precipitaciones son más intensas.

El clima oceánico carece de estación seca, no suele hacer mucho calor en verano ni mucho frío en invierno.

La vegetación se ha adaptado a los fríos invernales endureciendo sus tallos y perdiendo sus hojas, el bosque se ve suplantado por formaciones bajas de matorral y hierba.

Clima Templado: Es el más apto para el desarrollo de la vida humana. Tiene las cuatro estaciones: invierno, verano, otoño y primavera.	Temperatura media anual
Clima Mediterráneo: El nombre es tomado del mar Mediterráneo, tiene un período de sequías y el otro de lluvias.	12 °C y los 18 °C,
Clima Chino: Es una fusión de los climas: tropical lluvioso y el templado continental, su vegetación es propia de estos climas.	15°
Clima Oceánico: las lluvias son frecuentes durante todo el año, no suele hacer mucho calor en verano ni mucho frío en invierno.	10 °C
Clima Continental: Las temperaturas varían mucho entre el verano y el invierno. En el verano no suele hacer mucho calor, pero en invierno suele haber temperaturas de cero grados o bajo cero	es inferior a los 10 °C.

Tabla 1.5.2 Resumen de Climas Templados

1.5.3 Los Climas Fríos

Son los climas subantárticos y subárticos húmedos con inviernos rigurosos, donde la temperatura media del mes más frío es inferior a -3° C y la

temperatura media del mes más cálido mayor a 10° C. Estos límites de temperatura coinciden aproximadamente con los de bosques hacia los polos. Los lugares con este clima se caracterizan por estar cubiertos de nieve uno o más meses. Se clasifican en:

- Polar
- De Alta Montaña

1.5.3.1 Clima Polar

Está caracterizado por tener siempre temperaturas por debajo de 0°C, las precipitaciones son muy escasas. La humedad relativa en el aire es muy baja y el viento suele ser bastante intenso, tiene ausencia de verano, por lo que la vida en este clima es hostil.

El clima polar se da principalmente en los dos polos, alcanzando unas condiciones más severas en la [Antártida](#), puesto que al tratarse de un continente, las temperaturas son más frías que las del [Polo Norte](#),

1.5.3.2 Clima de Alta Montaña

Climas equivalentes a los polares en cuanto a temperaturas y precipitaciones. Se dan en las cumbres con nieves perpetuas y cubiertas por glaciares de algunas montañas de latitudes medias y bajas.

La vegetación es también original y varía según tres factores fundamentales: la latitud a la que se halle la montaña, la altitud y la exposición de sus vertientes a los rayos solares y a los vientos dominantes.

Climas Fríos: Poco apto para la vida humana. Se registran temperaturas de bajo cero grados.	Temperatura media anual
Clima Polar: Es un clima hostil. No existe presencia de verano.	0° C
Clima de Alta Montaña: Se da en las cumbres con nieves perpetuas. Y cubiertas por glaciares.	0° C

Tabla 1.5.3 Resumen de Climas Fríos

1.6 EFECTOS DEL CLIMA

Los cambios climáticos producen efectos secundarios en varios campos como son:

1.6.1 Salud - Un aumento en la temperatura de la superficie de la tierra traerá como consecuencia un aumento en las enfermedades respiratorias y cardiovasculares, las enfermedades infecciosas causadas por mosquitos y plagas tropicales, y en la postración y deshidratación debida al calor. Los sistemas cardiovascular y respiratorio se afectan debido a que, bajo condiciones de calor, la persona debe ejercer un esfuerzo mayor para realizar cualquier actividad, poniendo mayor presión sobre dichos sistemas.

1.6.2 Agricultura - Debido a la evaporación de agua de la superficie del terreno y al aumento en la magnitud y frecuencia de lluvias e inundaciones, los suelos se tornarán más secos y perderán nutrientes con mayor facilidad. Esto cambiará las características del suelo, haciendo necesario que los agricultores se ajusten a las nuevas condiciones.

La necesidad de recurrir a la irrigación será esencial durante las épocas de sequía, que debido a la evaporación serán más comunes que al presente. Las temperaturas más elevadas también propiciarán la reproducción de algunos insectos como la mosca blanca y las langostas (un tipo de esperanza), que causan enfermedades de plantas y afectan la producción de cultivos.

1.6.3 Flora y Fauna - Debido a los cambios climáticos y a los cambios en los ecosistemas terrestres, la vegetación característica de cada región se verá afectada. Los bosques de pinos se desplazarán hacia latitudes más altas, la vegetación tropical se extenderá sobre una franja más ancha de la superficie terrestre, y la flora típica de la tundra y la taiga ocuparán un área más reducida. Como consecuencia, al alterarse la vegetación característica de muchas reservas naturales, así designadas para proteger el hábitat de especies amenazadas, estas reservas podrían dejar de ser el hábitat ideal para las mismas, ocasionando su extinción. De igual manera, al ocurrir el proceso de

desertificación en algunas áreas también se destruirá el hábitat de muchas especies, causando su extinción.

En cuanto a los hábitats acuáticos, al aumentar la temperatura de los cuerpos de agua superficiales la concentración de oxígeno disuelto presente en los mismos se reducirá. Esto hará que algunas de las especies acuáticas no puedan sobrevivir bajo estas condiciones, causando su eliminación en dichos cuerpos de agua. De afectarse los estuarios y manglares por el exceso de salinización y el oleaje, muchas especies de animales que inician su vida allí tampoco subsistirán.

1.6.4 Ecosistemas terrestres - Como consecuencia del cambio climático, la región tropical se extenderá hacia latitudes más altas, y la región de bosques de pinos se extenderá hacia regiones que hoy forman parte de la llanura y la selva.

De perder los suelos su humedad por efecto de la evaporación, muchas áreas ahora cubiertas de vegetación podrían quedar secas, ensanchándose la región desértica del planeta. En las llanuras continentales, la escasez de agua causada por el aumento en temperatura podría convertir estas regiones (como la pampa argentina y las grandes llanuras de Norte América) en terrenos no aptos para la ganadería, principal renglón de la economía para los habitantes de estas regiones.

1.6.5 Ecosistemas costeros - Los ecosistemas costeros manglares, arrecifes de coral, sistemas playeros, estuarios, y otros se afectarían significativamente, ya que un alza en el nivel del mar inundaría las áreas de humedales costeros, causaría un aumento en la erosión costera y salinizaría las aguas en la parte baja de los ríos y en los acuíferos costeros. Las edificaciones muy cercanas a la costa podrían verse afectadas por la acción del oleaje, que podría socavar sus cimientos. Los arrecifes de coral, cuya función es la de proteger a los manglares y playas del oleaje y la erosión costera, quedarían a mayor profundidad bajo el mar.

1.6.6 Calidad de aguas superficiales - A pesar de que incrementará la magnitud y frecuencia de eventos de lluvia, el nivel de agua en los lagos y ríos disminuirá debido a la evaporación adicional causada por el aumento en la temperatura.

Algunos ríos de flujo permanente podrían secarse durante algunas épocas del año, y ríos cuyas aguas se utilizan para la generación de energía eléctrica sufrirían una reducción en productividad. El aumento en temperatura incrementará la demanda por agua potable, pero reducirá los niveles de producción de los embalses ya que los niveles de agua bajarán. Al disminuir el nivel de agua en lagos, embalses, ríos y quebradas, el efecto potencial de los contaminantes será mayor, ya que aumentará su concentración relativa al agua presente en los mismos.

1.6.7 Calidad de aguas subterráneas - Un acuífero es una fuente de abastos de agua subterránea. El nivel superior del agua en un acuífero se conoce como el nivel freático. Como consecuencia del aumento en temperatura, el nivel freático bajará debido a la evaporación, disminuyendo así la cantidad de agua disponible en el acuífero. Por otra parte, al aumentar el nivel del mar el agua salada podría penetrar hacia los acuíferos costeros, haciendo que sus aguas se salinicen y no sean aptas para consumo humano.

CAPITULO II

AGENTES INTELIGENTES

Este capítulo trata sobre generalidades de los agentes inteligentes, sus características, su clasificación, su arquitectura, sistemas multiagentes y metodologías sobre las cuales se puede construir un agente inteligente o multiagente.

2.1 INTRODUCCIÓN A LOS AGENTES INTELIGENTES.

En la actualidad la información se ha convertido en pieza clave para la toma de decisiones a corto, mediano y largo plazo; decisiones que muchas veces marcan la diferencia entre el éxito y el fracaso de una organización. Además el tiempo se ha convertido en un

recurso invaluable de toda empresa, por más pequeña o grande que esta sea, por lo que optimizarlo hoy, es un verdadero reto.

El desbordante crecimiento del número de paginas, y la mala organización de la información que ha tenido la web en los últimos años, han sido unos de los problemas que han llevado al estudio de métodos, que permitan el ahorro de tiempo y dinero en la obtención de la información, entre uno de estos métodos tenemos a los agentes inteligentes.

Un agente se puede definir como una entidad de software que tiene un comportamiento autónomo, que está situado en algún ambiente sobre el cual es capaz de realizar acciones para alcanzar sus propios objetivos. Posee un conjunto de propiedades específicos asociados a su papel en la sociedad multiagente donde está insertado.

Los Sistemas Multiagentes (SMA) constituyen actualmente un área de creciente interés dentro de la Inteligencia Artificial, por ser aplicable a la resolución de problemas complejos como: el control de procesos, procesos de producción, control de tráfico aéreo, aplicaciones comerciales, gestión de información, comercio electrónico, aplicaciones médicas, juegos, etc.

2.1.1 Definiciones de Agente Inteligente

Se propone algunas definiciones sobre agente inteligente

- *El Agente Hayes-Roth [Hayes-Roth 1995]*

“Los agentes inteligentes realizan continuamente tres funciones: percibir condiciones dinámicas en el entorno, actuar afectando a las condiciones del entorno, y razonar para interpretar lo percibido; resuelven problemas, muestran interfaces y determinan acciones”

Las principales funciones de los agentes inteligentes son: percibir condiciones en el entorno, actuar sobre estas condiciones e interpretar lo percibido.

- *El Agente IBM*

”Los agentes inteligentes son entidades software que llevan a cabo un conjunto de operaciones en beneficio de un usuario u otro programa con algún grado de independencia o autonomía, y haciendo esto, emplean algún conocimiento o representación de las metas y deseos del usuario”

Entidades software que efectúan operaciones en beneficio de un usuario, poseen grado de independencia y su conocimiento está orientado a cumplir las metas del usuario.

- *El Agente Wooldridge y Jennings*

“Es un hardware o más comúnmente un sistema software basado en computador que disfruta de las siguientes propiedades:

Autonomía: los agentes operan sin la intervención directa de personas u otros, y tienen algún tipo de control sobre sus actuaciones y estado interno.

Habilidad Social: los agentes interactúan con otros agentes (posiblemente humanos) vía algún tipo de lenguaje de comunicación de agentes.

Reactividad: los agentes perciben el entorno o ambiente y responde rápidamente a cambios que ocurren en dicho entorno.

Pro-actividad: los agentes no actúan simplemente en respuesta a su entorno, sino que son capaces de exhibir ‘comportamiento dirigido hacia el objetivo’, tomando la iniciativa”.

La investigación será realizada en base al concepto número uno.

En las definiciones de agentes inteligentes se encuentran ciertas propiedades las cuales los caracterizan y diferencian de los programas, aunque solo puedan poseer algunas de éstas:

Autonomía	Actúan por cuenta propia en nombre del usuario.
Experiencia	Cerrada o adaptable al entorno (aprendizaje).
Reactividad	Toma la decisión de actuar una vez producido los sucesos en el entorno

Proactividad	Toma la decisión de actuar antes de que se den los sucesos en el entorno
Habilidad social	Comunicación con: usuario/s, sistema/s, agente/s.
Cooperación	Con otros agentes para realizar tareas de mayor complejidad
Movilidad	De un sistema a otro para acceder a recursos remotos o para reunirse con otros agentes
Benevolencia	Un agente está dispuesto a ayudar a otros agentes si esto no entra en conflicto con sus propios objetivos
Veracidad	Un agente no comunica información falsa intencionalmente.

Tabla 2.1 Propiedades de los Agentes Inteligentes

2.2 CLASIFICACION DE LOS AGENTES INTELIGENTES

Los agentes se clasifican según el entorno en el cual se encuentren:

2.2.1 Agentes de Reflejo Simple:

Funcionan según un conjunto de reglas condición-acción. El agente capta el estado actual del entorno, luego busca entre las reglas cual coincide con la percepción y ejecuta la acción.

2.2.2 Agentes Informados de lo que Pasa:

Son aquellos capaces de analizar el entorno, no solo en el momento actual, sino también en momentos anteriores, luego ejecuta acciones basándose en las percepciones percibidas por el agente.

2.2.3 Agentes Basados en Metas:

Además de saber el estado actual del entorno, el agente debe tener conocimiento de las metas que se

desean alcanzar y de esta manera seleccionar la acción que mas le convenga.

2.2.4 Agentes de Interfaz

Se caracteriza por su capacidad de hacer comprensible las interfaces al usuario.

2.2.5 Agentes Móviles

El agente puede moverse de una máquina a otra ya sea en búsqueda de recursos o para evitar una sobrecarga de comunicación. Su principal problema es la seguridad.

2.2.6 Agentes de Información

Su objetivo es recolectar información a través de la red, indexarla y ofrecerla al usuario cuando este lo requiera.

2.3 ARQUITECTURA PARA AGENTES INTELIGENTES

Permite descomponer un sistema de agentes y determinar como deben interactuar con ellos y con el ambiente.

Se distinguen tres arquitecturas que se clasifican según el modelo de razonamiento que utilicen, estas son:

- Deliberativa
- Reactiva
- Híbrida.

2.3.1 Arquitectura Deliberativa

Es aquella que contiene un mundo representado explícitamente y un modelo lógico del mismo, y en la

cual las decisiones son hechas por medio de un razonamiento lógico.

Entre las más importantes tenemos las siguientes:

2.3.1.1 Arquitectura de Máquina de Recursos Inteligentes (IRMA)

Desarrollada por Bratman en 1988. Esta arquitectura posee: una librería de planes, una representación clara de creencias, deseos e intenciones. Además un razonador (razona a cerca del mundo), un analizador (analiza el plan a seguir), un filtrador de procesos (determina los cursos de acción) y un proceso de deliberación (determina que acción ejecutar).

2.3.1.2 HOMER

Desarrollada por Vere y Bickmore en 1990. Es específica para el problema de la comunicación (lenguaje natural) con el usuario; para lo cual incluye un limitado vocabulario de 800 palabras en inglés y una memoria episódica también limitada, gracias a esta última característica, es capaz de responder a preguntas acerca de sus experiencias pasadas.

2.3.2 Arquitectura Creencia, Deseo, Intención (BDI)

Desarrollada por Georgeff en 1991 y 1995. Esta arquitectura ve al sistema como un agente que tiene ciertas actitudes tales como: creencias, deseos e intenciones, Las creencias representan el conocimiento del agente, los deseos representan los objetivos y las intenciones pueden ser consideradas como un conjunto de planes para lograr los objetivos que constituyen los deseos.

2.3.3 Arquitectura Reactiva o Alternativa

Surge como una opción a la arquitectura deliberativa. Es aquella que no incluye ningún tipo de modelo simbólico del mundo, y no utiliza razonamiento simbólico complejo. Las acciones que toman sus entidades se basan en una asignación de lectura del medio ambiente con una operación a efectuar.

Entre las principales arquitecturas reactivas tenemos:

Pengi

Desarrollada por: Chapman y Agre, en 1986. Esta arquitectura nace luego de observar que la mayoría de las actividades diarias son “rutinas”. Agre propuso que una arquitectura de agente podría ser basada en la idea de ‘argumentos corrientes’, la idea es que, como la mayoría de las decisiones son rutinarias, pueden ser codificadas a través de una estructura de bajo nivel (tal como un circuito digital), que sólo necesita actualización periódica, para manejar nuevos problemas. Este enfoque fue ilustrado con el sistema PENGI, que es un juego de computadora simulado, con un sistema central controlado utilizando el esquema arriba definido.

Situated Automata

Desarrollada por: Rosenschein y Kaelbling en (Rosenschein, 1985; Rosenschein y Kaelbling, 1986; Kaelbling y Rosenschein, 1990; Kaelbling, 1991). Este paradigma manifiesta que un agente se especifica en términos declarativos. Esta especificación es compilada en una máquina digital, la misma que opera en tiempo limitado y no puede realizar ninguna expresión simbólica. Además manifiesta que un agente se especifica en términos de dos componentes: percepción y acción.

Dos programas se utilizan para sintetizar a los agentes: RULER se emplea para especificar el componente de percepción de un agente mediante una especificación del estado del ambiente; mientras que GAPPS se emplea para especificar el componente de acción, a través de las reglas que tienen información acerca de cómo los objetivos pueden ser satisfechos.

2.3.4 Arquitectura de Agente en Red

Desarrollada por Pattie Maes en (1989, 1990, 1991). Indica que un agente esta compuesto por módulos, cada módulo esta definido en términos de pre y post condiciones los mismos que compiten por influenciar en el comportamiento del

agente. Una vez especificado, un conjunto de módulos son compilados en una red de activación esparcida, en la cual los módulos se enlazan unos a otros de manera definida por las pre- y post- condiciones.

2.3.5 Arquitectura Híbrida

Es una integración de las arquitecturas (deliberativa y reactiva). El fundamento de esta arquitectura es la construcción de dos subsistemas: uno deliberativo, que contenga un modelo simbólico del mundo, y uno reactivo, que sea capaz de reaccionar a eventos que ocurren en el ambiente sin necesitar un razonamiento complejo.

Entre las principales arquitecturas híbridas tenemos las siguientes:

Sistema Procedural de Razonamiento (PRS)

Desarrollado por Georgeff y Lansky en 1987. Al igual que IRMA es una metodología que tiene una librería de planes, así como una representación simbólicas de creencias, deseos, e intenciones.

La librería de planes de PRS tiene un conjunto de planes previamente elaborados llamados áreas de conocimiento (KAs) asociados con una condición de invocación que determina cuando activar cada área. Estas áreas pueden activarse ya sea por metas o por datos; KAs puede también ser reactivo, permitiendo a PRS responder rápidamente a los cambios en su entorno.

Las creencias representan el conocimiento sobre el mundo externo o sobre el estado interno del sistema. Los deseos son representados como los objetivos y las intenciones como un conjunto de planes.

TOURINGMACHINES

Desarrollada por Ferguson en 1992. Esta arquitectura consiste en subsistemas de acción y percepción que interactúan directamente con el entorno del agente. Además posee tres capas de control descritas a continuación:

- **Capa reactiva:** Esta implementada como un conjunto de reglas situación acción, ejecutándose según el entorno dando respuesta a eventos que ocurren demasiado
- **Capa de planeamiento.** Construye planes y selecciona acciones para ejecutar a fin de satisfacer los objetivos del agente. Esta capa consiste de dos componentes: un planeador, y un mecanismo foco de atención. El planeador es el encargado de generar el plan y la ejecución. El propósito del mecanismo foco de atención es limitar el porcentaje de información con los que el planeador debe tratar.
- **Capa de modelado.** Contiene representaciones simbólicas del estado cognitivo de otras entidades dentro del ambiente del agente. Estos modelos son manipulados a fin de identificar y resolver conflictos entre objetivos.

Las tres capas son capaces de comunicarse unas con otras (por mensajes), y están contenidas en un framework de control cuyo propósito es mediar entre las capas, y en particular, tratar con acciones conflictivas propuestas por las diferentes capas. El framework de control logra esto utilizando reglas de control.

2.3.6 Arquitectura Composicional

En esta arquitectura todas las funciones están diseñadas como una serie de componentes estructurados jerárquicamente, que interactúan, basados en tareas. La interacción y cooperación entre componentes y el mundo externo, y entre componentes y usuarios se especifica en términos de intercambio de información.

Los componentes están directamente relacionados a tareas en una descomposición de las mismas. En una arquitectura composicional son especificados y modelados explícitamente los siguientes elementos:

- **Una (des)composición de tareas:** Por cada tarea en una jerarquía de tareas un conjunto de subtareas puede ser especificada.
- **Intercambio de información:** Se especifica como links de información entre componentes. Cada link de información relaciona la salida de un componente con la entrada de otro
- **Secuenciamiento de tareas:** Se modela explícitamente dentro de los componentes como conocimiento de control de tarea. Este conocimiento incluye conocimiento de qué tarea debe ser activada, cuando y cómo.
- **Delegación de subtareas:** Durante la adquisición del conocimiento una tarea se modela como un todo. Durante el proceso de modelado se toman decisiones como por ejemplo: qué tarea es desarrollada mejor por cuál agente. Este proceso, que en general también puede ser llevado a cabo en tiempo de ejecución, resulta en la delegación de (sub)tareas.
- **Estructuras de conocimiento:** Durante la adquisición del conocimiento se debe proyectar una estructura apropiada para el dominio del conocimiento. El significado de los conceptos utilizados para describir un dominio y las relaciones entre los conceptos y grupos de conceptos, deben ser identificados en forma clara. Los conceptos son requeridos para identificar los objetos, pero además para expresar los métodos y estrategias empleadas para realizar la tarea.

2.3.7 BDI Composicional

En esta arquitectura, el modelo genérico de un agente con arquitectura composicional es refinado en un modelo BDI genérico racional, en el cual el

agente es capaz de tener un razonamiento explícito acerca de sus creencias, deseos e intenciones.

El modelo BDI Composicional [BRAZIE97, b] está basado en un análisis de las tareas desarrolladas por un agente BDI. Tal análisis de tareas, resulta, en una composición (jerárquica) de tareas, que es la base para un modelo composicional.

En la arquitectura BDI Composicional las tareas son descompuestas en tres componentes.

- Creencias del agente
- Deseos del agente
- Intenciones del agente

Entonces la jerarquía de tareas presentada en el modelo genérico se extiende agregando los tres componentes anteriores. Por ejemplo, la tarea control de sus propios procesos se subdivide en las siguientes subtareas: determinación de creencias, determinación de deseos y determinación de intenciones.

2.3.8 Sistemas Multiagente (SMA)

Las características de los agentes inteligentes, incrementada en los SMA, le aportan una elevada complejidad a su proceso de construcción, sobre todo cuando no se cuentan con los métodos y herramientas lo suficientemente completas y fáciles de utilizar en este sentido. A pesar de que actualmente se pueden encontrar muchos trabajos relacionados con el proceso de desarrollo de SMA, es todavía un problema a resolver ya que, cada vez más se está requiriendo de métodos, técnicas y herramientas que faciliten aún más este proceso.

Los sistemas multiagente están formados por agentes o sistemas autónomos capaces de trabajar conjuntamente para la resolución de problemas, con la particularidad que cada uno de ellos dispone de información o de capacidad

incompleta para solucionar dicho problema. Estos sistemas tienen ciertas características, las mismas que son presentadas a continuación:

Organización Social. Es la manera como el grupo de agentes está constituido en un instante dado.

Cooperación. Permite compartir resultados que lleven al progreso, en la resolución de las tareas.

Coordinación. Permite considerar todas las tareas a realizar y coordinarlas para no ejecutar acciones no deseables.

Negociación. Mediante este mecanismo los integrantes de un sistema se puedan poner de acuerdo, cuando cada agente defiende sus propios intereses.

Las primeras metodologías que se desarrollaron tuvieron una concepción muy cercana al paradigma orientado a objetos, pero en la actualidad encontramos algunas que son propiamente orientadas al diseño de agentes y multiagentes.

2.4 METODOLOGIA ORIENTADA A AGENTES

Una metodología puede definirse, como un conjunto de métodos y técnicas que ayudan en el desarrollo de un producto software

En los últimos años la tecnología de agentes ha recibido gran atención y como resultado de ello, la industria ha comenzado a utilizar sistemas basados en agentes. Luego de una revisión del estado del arte de varias metodologías orientadas a agentes, se puede concluir que existen dos enfoques principales:

- La extensión de metodologías orientadas a objetos y
- La extensión de metodologías de ingeniería del conocimiento.

Extensión de Metodologías Orientadas a Objetos

Se pueden citar varias razones que justifican la extensión de las metodologías orientadas a objetos. Entre estas razones tenemos:

Similitudes entre el paradigma orientado a objetos y el paradigma orientado a agentes. Como establece Shoham, los agentes pueden ser considerados objetos activos u objetos con estados mentales.

El uso común de los lenguajes orientados a objetos para la implementación de los agentes

Entre las principales metodologías de este tipo tenemos las siguientes.

2.4.1 Análisis y Diseño Orientado a Agentes, de Burmeister

Esta técnica (Burmeister 1996) define tres modelos para el análisis de sistemas basados en agentes: el **modelo agente**, que contiene a los agentes y su estructura interna (creencias, planes y metas); el **modelo organizacional**, que describe las relaciones entre los agentes (herencia y roles en la organización); y el **modelo de cooperación**, que describe las interacciones entre los agentes.

2.4.2 Técnicas de Modelado de Agentes para Sistemas de agentes BDI

Esta aproximación trata de explorar cómo las técnicas de modelado OO se pueden extender para aplicarse a sistemas de agente basados en la arquitectura BDI.

Este método define dos niveles principales (externo e interno) para el modelado de agentes BDI.

El nivel externo consiste en la descomposición del sistema en agentes y la definición de sus interacciones. Esto se lleva a cabo a través de dos modelos:

- **El modelo de agentes**, para describir la jerarquía de relaciones entre agentes.

- **El modelo de interacción**, para describir las responsabilidades, servicios e interacciones entre agentes y sistemas externos.

El nivel interno lleva a cabo el modelado de cada clase de agente BDI a través de tres modelos:

- **El modelo de creencias**, que describe las creencias a cerca del ambiente.
- **El modelo de objetivos**, que describe los objetivos y eventos que un agente puede adoptar o responder.
- **El modelo de planes**, que describe los planes que un agente puede utilizar para lograr sus objetivos.

2.4.3 Método para Multi-Agentes basado en Escenarios (MASB)

Este método está destinado a ser aplicado a sistemas multi-agentes (MAS) en el campo del trabajo cooperativo.

La fase de análisis consiste de las siguientes actividades:

- **Descripción de Escenarios:** identificación de los principales roles tanto de los humanos (usuarios del sistema) y los agentes software, los objetos del ambiente y los escenarios típicos, en lenguaje natural.
- **Descripción funcional de los roles:** descripción de los roles de los agentes utilizando diagramas de comportamiento, que describen los procesos, la información relevante y la interacción entre los agentes.
- **Modelado conceptual del dato y el mundo:** modelado del dato y el conocimiento utilizado por el agente empleando diagramas entidad-relación (o diagramas orientadas a objetos) y diagramas de ciclo de vida de entidades.
- **Modelado de la interacción sistema-usuario:** simulación y definición de diferentes interfaces para la interacción humano-máquina en todos los escenarios.

La fase de diseño consiste de las siguientes actividades:

- **Descripción de la arquitectura y el escenario del sistema MAS:** selección de los escenarios a ser implementados y los roles de los agentes en dichos escenarios.
 - **Modelado de Objetos:** refinamiento del modelado del mundo definido en el análisis, definición de jerarquías, atributos y procedimientos.
 - **Modelado de Agentes:** especificación como estructuras de creencias, de los elementos definidos en el modelado conceptual del análisis. Una notación gráfica se propone para describir el proceso de decisión de un agente, tomando en cuenta creencias, planes, objetivos e interacciones.
- Finalmente se establecen dos pasos aún no desarrollados: modelo conversacional y validación general del diseño del sistema.

2.4.4 Ingeniería de Sistemas Multi-Agentes (MASE).

MaSE (Multi-agent systems Software Engineering) parte del paradigma orientado a objetos y asume que un agente es sólo una especialización de un objeto. La especialización consiste en que los agentes se coordinan unos con otros vía conversaciones y actúan proactivamente para alcanzar metas individuales y del sistema.

En MaSE los agentes son sólo una abstracción conveniente, que puede o no poseer inteligencia. Esta metodología sigue estos pasos: Diseño a nivel del Dominio, Diseño a nivel del Agente, Diseño de Componente y Diseño del Sistema.

Los pasos en el diseño a nivel del Dominio son:

- Identificar los tipos de agentes
- Identificar las posibles interacciones entre los tipos de agentes
- Definir protocolos de coordinación para cada tipo de coordinación

Los pasos específicos de diseño a nivel de agentes son:

- Mapear las acciones identificadas en la conversación de los agentes a componentes Internos.
- Definir estructuras de datos identificadas en la conversación de agentes. Esas estructuras de datos representan input o outputs de los agentes
- Definir estructuras de datos adicionales, internas al agente. Estas estructuras de datos representan los flujos de datos entre los componentes en la arquitectura.
- Diseño de componentes: Una vez que la arquitectura del agente ha sido definida, los componentes especificados deben ser diseñados.

Los pasos específicos del diseño del sistema incluyen:

- Seleccionar los tipos de agentes que son necesarios
- Determinar el número de agentes requeridos para cada tipo y definir:
 - La ubicación física o dirección de los agentes
 - Los tipos de conversaciones que los agentes serán capaces de mantener
 - Cualquier otro parámetro definido en el dominio.

2.4.5 Metodología a nivel de organización para el diseño de multi-agentes

Esta metodología divide un proceso de MAS (Sistema Multi-Agente) en cuatro pasos: descripción de la estructura organizacional, definición de las características de los agentes, diseño individual de los agentes y la implementación del sistema final.

Definición de grupos y extracción de las inter-relaciones: el resultado es un conjunto de estructuras a ser especificadas y sus interdependencias.

Especificación de las características de los agentes: este paso identifica un conjunto de características de los agentes. Esta fase es la conjunción entre la especificación organizacional y el diseño de agentes. Cada característica define a un modelo de agente específico y una vista organizacional expresada en el modelo.

Diseño individual de agentes e Implementación: se realiza siguiendo cualquier metodología orientada a agentes.

2.4.6 Extensión de Metodologías de Ingeniería del Conocimiento

Las metodologías de ingeniería del conocimiento pueden proveer una buena base para el modelado de sistemas multi-agentes, dado que ellos se ocupan del desarrollo de sistemas basados en el conocimiento. Y como los agentes poseen características cognitivas, estas metodologías pueden proveer las técnicas para el modelado de estos agentes.

2.4.7 La metodología Common KADS

Glaser propone una extensión de la metodología CommonKADS para el modelado de sistemas multi-agentes. Se definen los siguientes modelos:

- **Modelo de Agentes:** este es el modelo principal de la metodología y define la **arquitectura y el conocimiento del agente, que es clasificado como un conocimiento social, cooperativo, de control, cognitivo y reactivo.**

- **Modelo de Capacidad:** describe la competencia cognitiva y reactiva del agente. Distingue entre tareas, resolución de problemas y conocimiento reactivo.
- **Modelo de Tarea:** describe la descomposición de las tareas, y detalla si la tarea se resuelve por el usuario o el agente.
- **Modelo de Cooperación:** describe la cooperación entre los agentes.
- **Modelo del Sistema:** define los aspectos organizacionales de la sociedad de agentes junto con los aspectos arquitecturales de los agentes.
- **Modelo de Diseño:** reúne los modelos previos a fin de operacionalizarlos, junto con los requerimientos no funcionales.

2.4.8 La metodología MAS-CommonKADS

Esta metodología extiende el modelo definido en CommonKADS, agregando técnicas de metodologías orientadas a objetos, OMT.

La metodología inicia con una fase de conceptualización que es una fase informal destinada a coleccionar los requerimientos del usuario y obtener una primera descripción del sistema desde el punto de vista del usuario. La metodología incluye los siguientes modelos:

Modelo de Agentes: describe las características principales de los agentes, incluyendo las capacidades de razonamiento, habilidades (sensores/efectores), servicios, objetivos, etc.

Modelo de Tarea: describe las tareas llevadas a cabo por el agente, y la descomposición de tareas.

Modelo de Capacidad o Experiencia: describe el conocimiento que necesita el agente para llevar a cabo las tareas.

Modelo de Coordinación: describe las conversaciones entre los agentes, sus interacciones, protocolos y capacidades requeridas.

Modelo de Organización: describe la organización en la cual el sistema multi-agente será introducido y la organización de la sociedad de agentes.

Modelo de Comunicación: detalla el intercambio de información y las interacciones humano-agente.

Modelo de Diseño: Se utiliza para describir la arquitectura y el diseño técnico como paso previo a su implementación.

CAPITULO III

METODOLOGÍA MAS- COMMONKADS.

Este capítulo trata sobre una introducción a las metodologías orientadas a agentes y específicamente Mas-CommonKads, sus generalidades, arquitectura y fases de desarrollo para la implementación de sistemas basados en agentes.

3.1 INTRODUCCIÓN A LAS METODOLOGÍA MAS- CommonKADS.

Una vez establecida la tecnología de agentes, y desarrolladas las diversas plataformas y lenguajes para emplear sistemas multiagentes (SMA) en variadas aplicaciones, han comenzado a surgir metodologías que tratan de asistir en su ciclo de vida. El concepto de agente se puede ver como un elemento integrador de las técnicas orientadas a objetos y de los sistemas basados en conocimiento. Con esta perspectiva integradora, se revisó las principales metodologías orientadas a objeto y orientadas a agente.

Metodologías orientadas a agente basadas en metodologías orientadas a objeto:

Parten de las metodologías orientadas a objeto añadiendo las peculiaridades de los agentes: creencias, objetivos, planes, cómo identificar agentes, relaciones e interacciones entre agentes, etc. (Burmeister, BDI, *MASB* y *MaSE*) (Ver capítulo II).

Metodologías orientadas a agente basadas en metodologías de ingeniería del conocimiento: Extienden metodologías de ingeniería del conocimiento, añadiendo principalmente el modelado de las interacciones y la conducta proactiva de los agentes (*CoMoMAS* y *MAS-CommonKADS* (Ver capítulo II a manera general)).

La Metodología *MAS-CommonKADS*(Iglesias,1998), es una metodología que ayuda a la construcción de SMA coherentes, completos, robustos y con alto grado de modularidad (Jennings, 1998). Fue desarrollada como una extensión de la metodología de ingeniería del conocimiento *CommonKADS* (Scheober, 1994), agregando aspectos relevantes para los SMA e integra técnicas de las metodologías de orientación a objeto para facilitar su aplicación.

La metodología se desarrolla a través de la construcción de siete modelos (Ver Figura 3.1): el *Modelo de Agente* , que describe las características de cada agente, el *Modelo de Tarea* , que describe las tareas realizadas por los agentes, el *Modelo de la Experiencia* , que describe el conocimiento que necesitan los agentes para llevar a cabo los objetivos encomendados, el *Modelo de Coordinación* , que describe las relaciones dinámicas entre los agentes software, el *Modelo de Comunicación* , que describe las relaciones dinámicas entre los agentes humanos y los agentes software, el *Modelo de Organización* , que describe las relaciones estructurales entre los agentes, y el *Modelo de Diseño* , que refina los modelos anteriores y decide qué arquitectura de agente es más adecuada para cada agente, así como los requisitos de la infraestructura de la red de agentes. Implementados pasa a paso como se muestra a través del desarrollo del problema objeto de estudio. Previo al desarrollo de los modelos, presenta una fase de conceptualización en la que se hace una introducción al sistema, utilizando la técnica de casos de usos basados en el usuario, con el objeto de determinar los primeros elementos que

conforman el sistema, las relaciones entre los procesos y principalmente la interacción del usuario con el sistema.

La aplicación de esta metodología se fundamenta en el desarrollo de los diferentes modelos, definiéndose plantillas textuales en cada uno de los modelos, para la descripción de los agentes identificados en el sistema.

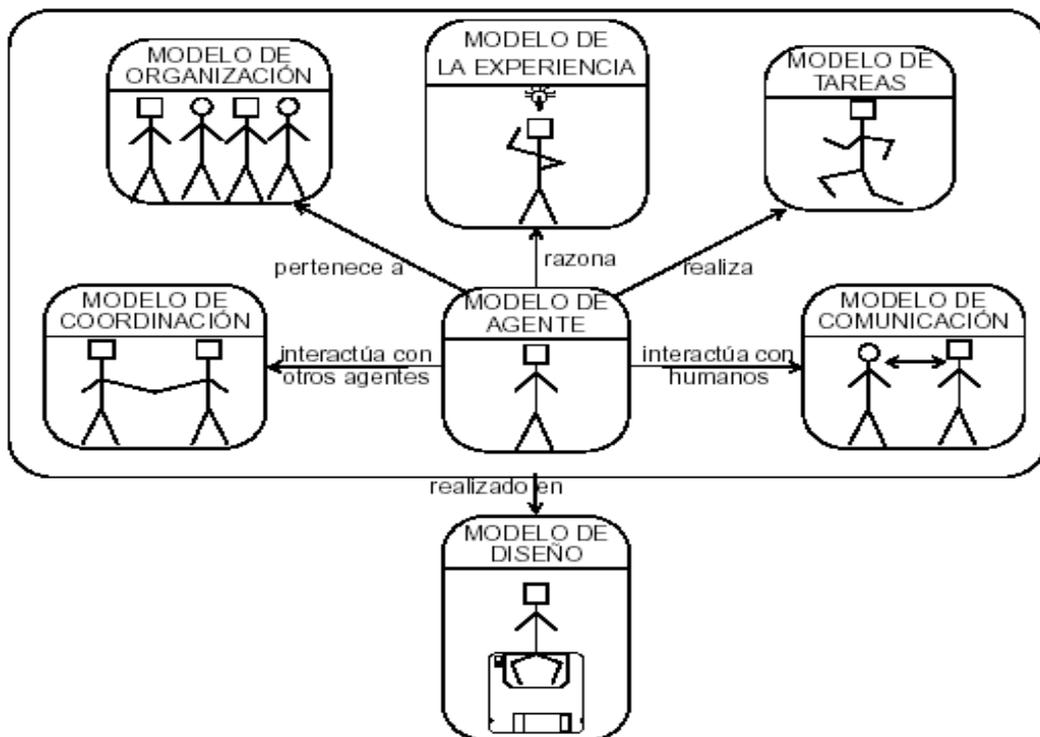


Figura 3.1: Modelos de Mas CommonKads.

3.2 ARQUITECTURA DE LA METODOLOGÍA MAS-CommonKADS.

En este apartado se describen los tipos de modelos (agente, tarea, experiencia, organización, coordinación, comunicación y diseño) que manejan la metodología Mas-CommonKads, así como la descomposición e interacción de cada uno de estos.

3.2.1 Modelo de Agente

En este modelo se recogen los requisitos que debe tener un agente para poder realizar las tareas (responsabilidades) asignadas. No se asumirá, por tanto, ninguna arquitectura de agente concreta. Esta decisión será tomada en el modelo de diseño.

3.2.1.1 Componentes del modelo.

La parte central del modelo es el agente, la estructura de este modelo se basa en rellenar plantillas que están compuestas de atributos que sirven para describir el agente.

Agente.	Es una entidad capaz de mostrar cierta conducta
Nombre.	Es una cadena de texto corta, debe ser única, ya que es el principal mecanismo de referencia.
Tipo.	Clase(s) de la que se deriva el agente/clase
Papel.	El papel desempeñado por el agente.
Descripción.	Una descripción del agente, clase o grupo en lenguaje natural.
Capacidad-razonamiento.	Requisitos en la experiencia para cumplir los objetivos.
Experiencia.	Conocimiento para poder cumplir los objetivos.
Comunicación.	Requisitos del agente procedentes de su interacción con agentes humanos.
Capacidad-general	Describe los requisitos sobre los sensores y actuadores del agente, y los lenguajes de comunicación conocidos.
Habilidades.	Descripción de las capacidades requeridas por un agente.
Lenguaje-comunicación	Lenguajes de comunicación que un agente necesita conocer

Restricción.	Normas, preferencias y permisos que debe seguir el agente.
Normas.	Indican cómo debe comportarse el agente en determinadas ocasiones.
Preferencias.	Preferencias de un agente para realizar una tarea cuando hay varias alternativas.
Permisos.	Permisos de acceso y modificación de la información del agente así como de las acciones que puede realizar.
Objetivo.	Responsabilidad asignada o adoptada por un agente
Nombre.	El nombre del objetivo es una cadena de texto corta y única ya que es el principal mecanismo de referencia.
Tipo.	Clase de objetivo asignado.
Parámetros-entrada.	Datos necesarios para poder llevar a cabo un objetivo.
Parámetros-salida.	El resultado de haber logrado un objetivo.
Condición-activación	Bajo que condición se activa el objetivo.
Condición-finalización.	Condiciones para finalizar un objetivo.
Condición-éxito	Condiciones bajo las cuales se dice que el objetivo se ha logrado.
Condición-fracaso.	Condiciones bajo las cuales se dice que el objetivo ha fracasado.
Lenguaje rep. conocimiento	Nombre del lenguaje de representación del conocimiento empleado para que se realice el objetivo.
Servicio.	Tarea que un agente ofrece a otros agentes.
Nombre.	El nombre del servicio es una cadena de texto corta y debe ser única ya que es el principal mecanismo de referencia.
Tipo.	Clase de servicio ofrecido
Parámetros-	Datos necesarios para poder llevar a cabo un servicio.

entrada	
Parámetros-salida.	El resultado de haber realizado un servicio.
Capacidad-razonamiento	Requisitos en la experiencia del agente necesarios para poder cumplir los objetivos asignados.
Experiencia.	Ejemplares del modelo de la experiencia desarrollados para poder cumplir los objetivos asignados.
Comunicación.	Requisitos del agente procedentes de su interacción con agentes humanos.

Tabla 3.1: Plantilla del modelo de Agente.

3.2.1.2 Notación gráfica del modelo.

Los rasgos más relevantes de cada agente y sus relaciones pueden observarse en la siguiente representación.

Agente:	Lector		Clase:	
Objetivos	Planes	Conocimiento	Colaborador	Servicio
Obtener información de las páginas Web	Leer Página Web	Dirección de la Página Web.		

Tabla 3.2: Notación gráfica del modelo de agente.

Se puede distinguir los siguientes enfoques para la identificación de agentes:

- Determinación de los agentes utilizando “casos de uso internos”. Esta técnica consiste en extender los casos de uso para determinar qué agentes pueden usar a otros agentes para llevar a cabo sus objetivos.
- Determinación de los agentes utilizando tarjetas CRC (Clases-Responsabilidades-Colaboraciones). Esta técnica consiste en llenar tarjetas, cada tarjeta representa a un agente. En la columna de la

izquierda se representa las responsabilidades (objetivos) y en la derecha se indican las clases que colaboran para realizar las tareas.

Para cada objetivo, se intentara identificar las posibles formas de realizarlos (planes) y los conocimientos requeridos para poder llevarlos a cabo.

Agente:		Clase:		
Objetivos	Planes	Conocimiento	Colaborador	Servicio

Tabla3.3: Tarjetas CRC para agentes.

3.2.2 Modelo de Tareas.

El Modelo de Tareas permite describir las actividades necesarias para alcanzar un objetivo.

3.2.2.1 Componentes del modelo.

La parte central del modelo son las tareas, la estructura de este modelo se basa en rellenar plantillas que describen las tareas y capacidades.

Tarea.	Representación de una tarea.
Nombre.	El nombre de una tarea es una cadena de texto corta y debe ser único ya que es el principal mecanismo de referencia.
Objetivo.	El enunciado del objetivo debe ser conciso, resaltando los aspectos más importantes de la tarea.
Descripción.	Una descripción de la tarea en lenguaje natural.
Entrada.	Parámetros que deben ser ciertos para que se pueda realizar la tarea.
Salida.	Parámetros obtenidos una vez resuelta la tarea.
Precondiciones	Condición que debe ser cierta para que la tarea pueda darse.
Super tarea.	Tareas derivadas.
Sub tarea.	Tareas derivadas.
tipo-de-descomposición	Tipo de descomposición entre una tarea y sus subtareas.
Frecuencia.	Frecuencia con que se ejecuta una tarea.

Tabla 3.4: Plantilla del modelo de tareas.

3.2.2.2 Notación gráfica del modelo.

La notación del modelo de tareas no es estricta, sino que se deja abierta al usuario de la metodología. Las notaciones habituales son texto estructurado (plantillas), grafos, tablas.

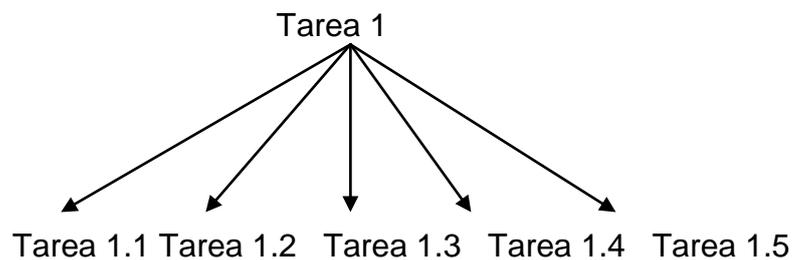


Figura 3.2: Notación para indicar la descomposición de tareas.

Las principales técnicas para la identificación de tareas son:

- Técnicas básicas: realización de entrevistas al personal, observación de su trabajo, análisis de manuales, guías y material de aprendizaje.
- Estudio de los objetivos de las tareas: descomponer las tareas en subobjetivos que permiten realizarlas.
- Estudio de los agentes: identificación de tareas mediante la identificación de los agentes que realizan una tarea.
- Estudio de los objetos: identificación de los objetos relacionados con las tareas, que permitirá identificar tareas relacionadas con cada objeto.

3.2.3 Modelo de la Experiencia.

El Modelo de la Experiencia describe el conocimiento que necesitan los agentes para alcanzar sus objetivos. El principal problema de un sistema basado en conocimiento es la adquisición del mismo.

3.2.3.1 Componentes del modelo.

Los principales componentes del modelo de la experiencia se describen a continuación.

- Conocimiento del dominio. Se identifica mediante el alcance del proyecto.
- Conocimiento de inferencias. El conocimiento de inferencias se especifica mediante la definición de las inferencias que se realizan en la resolución del problema.
- Conocimiento de tareas. El conocimiento de tareas especifica cómo se relaciona una tarea con el objetivo de la tarea.
- Conocimiento de métodos de resolución de problemas. Un método de resolución de problemas especifica el modo en que un tipo de definiciones de tareas puede ser satisfecho.

3.2.3.2 Notación gráfica del modelo.

El lenguaje CML (Lenguaje de Modelado Conceptual, *Conceptual Modelling Language*) permite la descripción del modelo de la experiencia. La notación gráfica se basa en OMT (*Object Modeling Technique*) para el modelado del dominio.

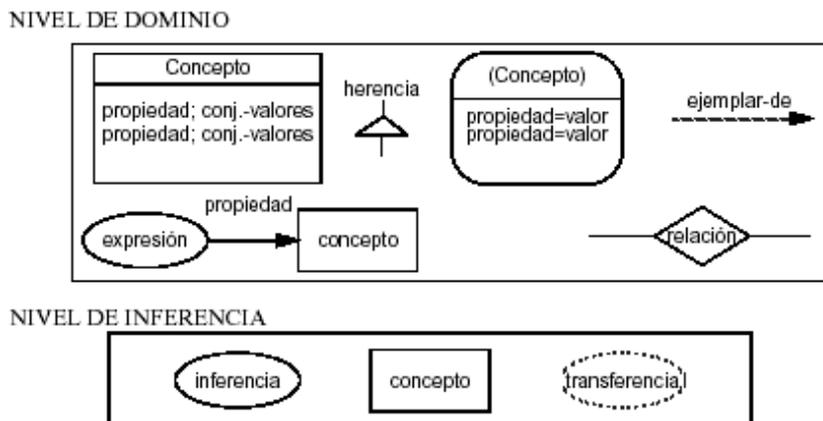


Figura 3.3: Notación gráfica de CML basada en OMT.

Las principales técnicas para la adquisición del conocimiento son las siguientes:

- Técnicas de entrevistas: técnicas verbales para entrevistar a un experto, al que se le solicita que reflexione sobre su forma de resolver los problemas y la explique.
- Técnicas de observación: técnicas basadas en observar cómo resuelve el experto un problema real o simulado. Estas técnicas pueden producir transcripciones.
- Técnicas multidimensionales: técnicas que producen datos no verbales, forzando que el experto piense sobre el dominio desde una nueva perspectiva.

3.2.4 Modelo de Coordinación.

Este modelo especifica las interacciones de los distintos agentes involucrados en la resolución del problema.

3.2.4.1 Componentes del modelo.

La parte principal del modelo de coordinación son las conversaciones, determinadas mediante la identificación de los casos de uso internos, la estructura de este modelo se basa en rellenar plantillas que describen las entidades y relaciones.

Conversación.	Representación de una conversación.
Nombre.	El nombre de la conversación es una cadena de texto corta y única ya que es el principal mecanismo de referencia.
Tipo.	Tipo de conversación.
Objetivo	Objetivo de la conversación.
Agentes.	Participantes en la conversación.
Iniciador.	Participante de la conversación que inicia la conversación.
Servicio.	Facilidad del agente, que se requiere del agente en las conversaciones de solicitud de un servicio.
Descripción.	Una descripción de la conversación en lenguaje natural.
Precondición.	Condiciones que deben darse en el agente para que dicha conversación pueda iniciarse.
Postcondición.	Condiciones que se cumplen tras el desarrollo de la conversación.
Condición de terminación.	Estados en que consideraremos que la conversación ha finalizado.

Tiempo de ejecución.	Estados en que consideraremos que la conversación ha finalizado.
Lenguaje-agente.	Nombre del lenguaje de comunicación de agentes empleado.
Lenguaje contenido.	Nombre del lenguaje de representación del conocimiento empleado para expresar el contenido de la intervención.
Protocolo.	Normas asociadas a las conversaciones.
Nombre.	El nombre del protocolo es una cadena de texto corta y única, ya que es el principal mecanismo de referencia.
Tipo.	Tipo de protocolo.
Objetivo.	Objetivo del protocolo, descrito de forma concisa, destacando los principales aspectos que motivan el uso del mismo.
Descripción.	Una descripción del protocolo en lenguaje natural.
Capacidades.	Capacidad que debe darse en el agente para que se pueda utilizar un protocolo.
Control.	Macro estados o fases del protocolo y control entre dicha fases.

Figura 3.5: Plantilla del modelo de coordinación.

3.2.4.2 Notación grafica del modelo.

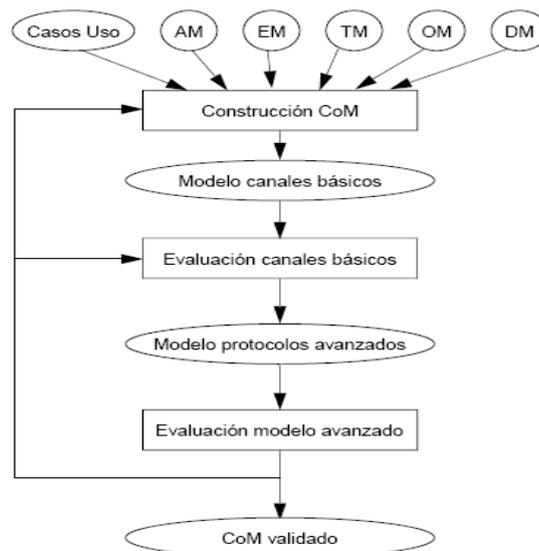


Figura 3.4 Estados hito del modelo de coordinación.

Los estados hitos del modelo de coordinación son los siguientes:

- Identificación de las conversaciones entre los agentes.
- Descripción de las conversaciones.
- Identificación de las intervenciones que constituyen las conversaciones y de los servicios solicitados en las conversaciones.
- Descripción de las intervenciones y de los servicios identificados.
- Identificación de los datos intercambiados en cada intervención.
- Identificación de los protocolos de cada conversación.
- Elaboración de un prototipo del modelo.
- Identificación de los protocolos de negociación del modelo.
- Descripción de los protocolos de negociación.
- Validación con el resto de modelos.

3.2.5 Modelo de Organización.

Este modelo permite modelar las relaciones estructurales entre agentes, describe tanto la organización humana como la sociedad de agentes.

3.2.5.1 Componentes del modelo.

La parte principal de este modelo es identificar y describir (o dibujar) las funciones de una empresa, su estructura, los procesos realizados, y los recursos disponibles, no tienen plantillas asociadas.

3.2.5.2 Notación gráfica del modelo.

La notación gráfica sirve para mostrar las relaciones entre los agentes. Las asociaciones son empleadas para describir relaciones de poder o autoridad o relaciones entre agentes y objetos.

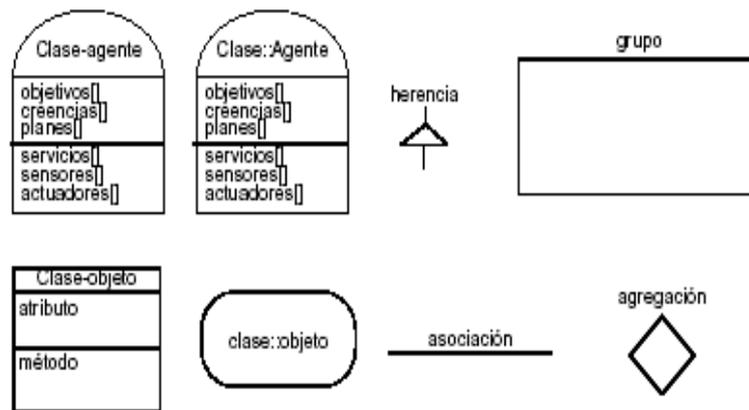


Figura 3.5: Notación Gráfica del modelo de Organización usando OMT.

El desarrollo modelo de organización está dividido en dos estados: el estudio de la organización humana y el estudio de la organización multiagente. En el caso de que se realicen ambos, deben abordarse en el siguiente orden:

- Modelado de la organización humana. Su principal objetivo es la comprensión de su funcionamiento, la detección de los problemas que pueden ser resolubles con el sistema inteligente.
- Modelado de la sociedad multiagente. Su principal objetivo es la descripción de las relaciones entre los agentes y su entorno.

3.2.6 Modelo de Comunicación.

El objetivo de este modelo es modelar las interacciones hombre - máquina. Para modelar esta interacción, se debe descomponer el dialogo entre el usuario y el sistema indicando cuales son las transacciones (intercambios elementales de información) que se dan.

3.2.6 .1 Notación grafica del modelo.

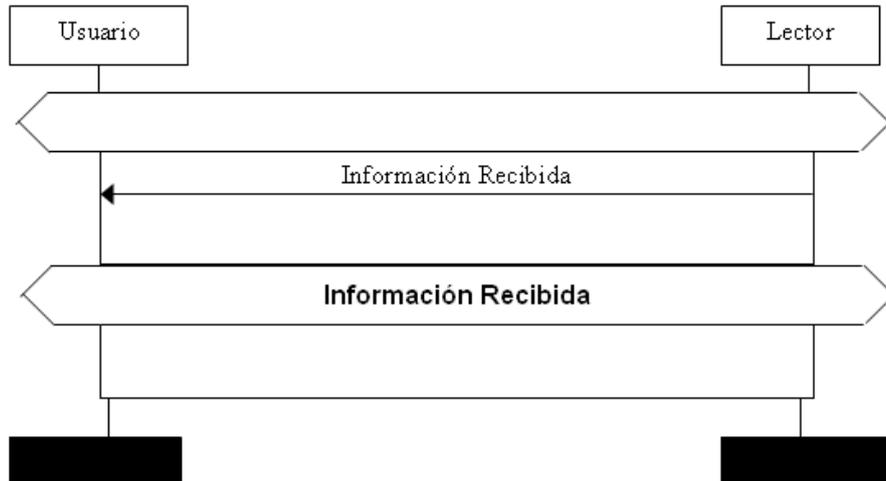


Figura 3.6: Intervención del usuario con el agente lector.

Los estados hito del modelo de comunicación son:

- Definición del plan completo de comunicación que dirige el dialogo entre los agentes.
- Determinar las transacciones individuales que relacionan dos tareas, llevadas a cabo por dos agentes diferentes.
- Se especifica el intercambio de información que detalla la estructura interna de los mensajes de una transacción.
- Describir los requerimientos en el orden de las transacciones.
- Definir el plan para llevar a cabo la transacción.
- Determinar las capacidades que la gente debe tener para realizar la transacción.

3.2.7 Modelo de Diseño.

Este modelo permite determinar y documentar la infraestructura de red, el diseño del agente, su arquitectura y el ambiente de desarrollo del sistema multiagente.

3.2.7.1 Componentes del modelo.

Los principales componentes del modelo de red son: diseño de la red, que consiste en diseñar el modelo de red, diseño de los agentes, que consiste en descomponer cada agente en subsistemas, y diseño de la plataforma, que recoge las decisiones de software y hardware.

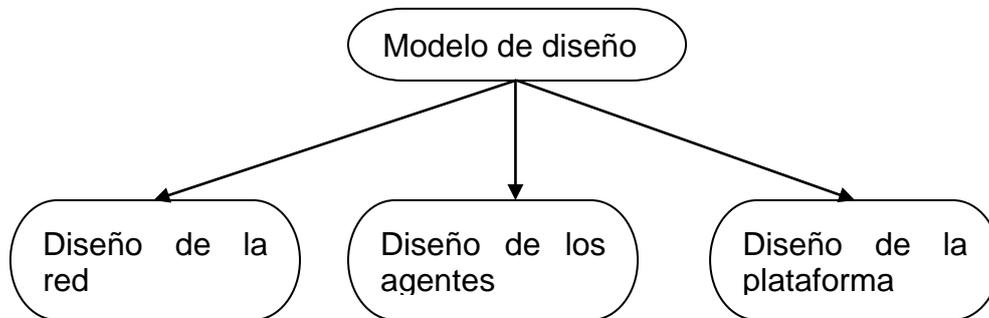


Figura 3.7: Componentes del modelo de diseño.

- Componentes del diseño de red.

Las partes principales del diseño de red son:

Red.	Representa el conjunto de facilidades que son ofrecidas a todos los agentes.
Nombre.	El nombre de la red es una cadena de texto corta y debe ser único dentro del modelo de diseño.
Tipo.	Tipo de red.
servicios-de-red	Nombres de los servicios de red ofrecidos.
servicios-de-conocimiento	Nombres de los servicios de conocimiento ofrecidos.
servicios-de-coordinación	Nombres de los servicios de coordinación ofrecidos.

- Componentes del diseño de agentes.

Las partes principales del diseño de agente son:

Sistema-Agente.	Representa un agente que va a ser implementado y está siendo diseñado.
Nombre.	Nombre del agente que se está diseñando.
Arquitectura.	Tipo de arquitectura del agente.
Lenguaje.	Nombre del lenguaje de descripción de agente empleado.

Tiene-subsistema.	Subsistemas asignados al agente.
Subsistema.	Subsistema o módulo de un agente.
Nombre.	Nombre del subsistema que se está diseñando.
Tipo.	Tipo de subsistema.
Funcionalidades.	Descripción de las funcionalidades implementadas.

- Componentes del diseño de plataforma.

Los principales componentes del diseño de la plataforma son:

Plataforma.	La plataforma recoge todas las decisiones del entorno de implementación y operación del sistema multiagente.
Nombre.	Nombre de la plataforma o sistema que se está diseñando.
Descripción.	Justificación de las decisiones tomadas.
Usa lenguaje.	Nombre de los lenguajes de implementación empleados.
Hardware requerido.	Requisitos del hardware en que se desarrolla el sistema.
Software requerido.	Requisitos de configuración software en que se desarrolla la plataforma.

3.3 FASES DE DESARROLLO DE MAS - CommonKADS

El modelo de ciclo de vida de esta metodología es el *Modelo en espiral*, en este modelo. La principal característica es que no es lineal sino cíclico; cada ciclo es dirigido por un análisis de riesgos (potenciales problemas), y se encuentra dividido en cuatro etapas.

- La primera etapa identifica los objetivos, alternativas y restricciones a considerar.
- La segunda etapa se evalúan las alternativas y los riesgos potenciales que corre el producto. Para evaluar dichos riesgos se utilizarán prototipos y/o simulaciones, dependiendo de lo avanzado del proyecto.
- La tercera etapa, consiste en el desarrollo y verificación del producto en el nivel en el que se encuentre, diseño o implementación y codificación.
- La cuarta etapa consiste en la revisión de los resultados obtenidos.

La metodología Mas-CommonKads tiene las fases de: conceptualización, análisis, diseño, codificación y prueba de cada agente, integración, operación y mantenimiento, cada una es descrita a continuación.

3.3.1 Fase de Conceptualización.

La fase de conceptualización consiste en concebir el problema que se va a resolver y elaborar un primer esbozo del sistema. Es una fase informal de toma de contacto con el problema.

En esta metodología se propone el uso de uno de los enfoques más extendidos de las metodologías orientadas a objetos: el análisis centrado en el usuario y la notación gráfica de la conceptualización.

3.3.1.1 Análisis centrado en el usuario.

El análisis centrado en el usuario es el proceso de captura de requisitos desde el punto de vista del usuario. Su principal objetivo es comprender los requisitos de los usuarios para que el sistema se ajuste a sus necesidades. Los casos de uso, propuestos por Jacobson son una de las técnicas que han recibido más atención para realizar el análisis centrado en el usuario.

- Casos de uso.

Un caso de uso describe las posibles interacciones o usos de un usuario con el sistema. Los usuarios del sistema se denominan actores, y representan a las entidades externas al sistema.

El análisis mediante casos de uso consiste en:

- Identificar los actores.

- Identificar los casos de uso. Para esto, se puede hacer las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles son las principales tareas o funciones realizadas por cada actor?

- ¿Qué información del sistema adquiere, produce o cambia cada actor?
 - ¿Informa algún actor al sistema sobre cambios externos en el entorno del sistema?
 - ¿Qué información desea cada actor del sistema?
 - ¿Desea algún actor ser informado de cambios inesperados?
- Agrupar los casos de uso si parecen variaciones del mismo tema.
 - Determinar las interacciones de cada caso de uso identificado.
 - Describir los casos de uso.
 - Considerar todas las excepciones que pueden ocurrir al llevar a cabo una transición y especificar cómo afectan al caso de uso.
- Descripción de los casos de uso.

Para la descripción de los casos de uso se utilizan habitualmente dos tipos notaciones: textuales y gráficas.

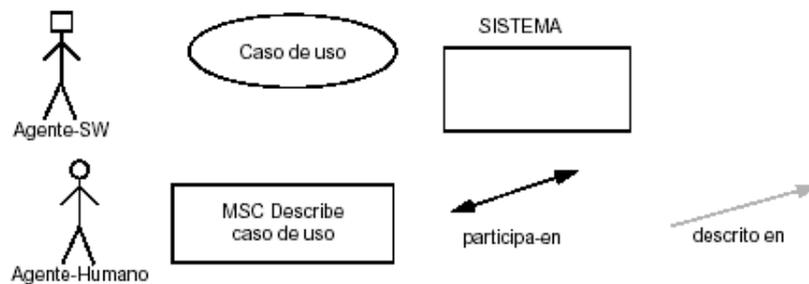
Notación textual.

Se muestra a continuación la notación textual de los casos de uso.

Caso-de-uso.	Interacción o uso de un elemento externo con el sistema.
nombre.	El nombre del caso de uso es una cadena de texto corta y debe ser único, ya que es el principal mecanismo de referencia.
resumen.	Breve descripción de la secuencia de interacciones entre los actores y el sistema.
actores.	Actores que participan en el caso de uso.
precondiciones.	Condición que debe ser cierta para que el caso de uso pueda darse.
descripción.	Descripción detallada e informal de las interacciones, referenciando las posibles excepciones.
excepciones.	Descripción de cada excepción y de sus ocurrencias.
postcondiciones.	Descripción de las postcondiciones del caso de uso.

Notación gráfica.

La notación gráfica se basa en la notación propuesta por Regnell, MSC (Diagrama de Secuencia de Mensajes, *Message Sequence Chart*). Esta notación ha sido modificada para distinguir entre usuarios software y usuarios humanos del sistema.



Notación gráfica de los casos de uso.

3.3.2 Fase de *Análisis*.

El resultado de esta fase es la especificación del sistema compuesto a través del desarrollo de los modelos (agente, tareas, experiencia, coordinación, organización, comunicación) descritos anteriormente.

Los pasos de esta fase son:

3.3.2.1 Estudio de viabilidad: El modelo de organización permite modelar la organización en que va a ser introducido el sistema multiagente.

3.3.2.2 Delimitación: delimita el sistema multiagente de los sistemas externos. El desarrollo del modelo de organización delimita la interacción del sistema multiagente con el resto de sistemas de la organización.

Los sistemas externos (predefinidos) deben ser encapsulados en agentes, modelados mediante el desarrollo de ejemplares del modelo de agente, y modelando sus interacciones mediante el desarrollo de modelos de

coordinación. En el caso de que haya interacción con agentes humanos, esta interacción se describe en el modelo de comunicación.

3.3.2.3 Descomposición: El sistema puede ser analizado mediante el desarrollo de los siguientes puntos de vista:

- Descomposición funcional: se descompone el sistema en funciones (tareas u objetivos) que deben ser realizados, mediante el desarrollo de un modelo de tareas global.
- Descomposición en ejecutores: el sistema se descompone en agentes que realizan las funciones anteriormente desarrolladas, mediante el desarrollo del modelo de agente.

3.3.2.4 Descripción de las interfaces: Tomando como punto de partida la fase de conceptuación y del modelo de agente, se describen las relaciones estáticas que determinan los canales de comunicación con otros agentes y con el exterior mediante el desarrollo del modelo de la organización de los agentes.

3.3.2.5 Identificación y descripción de interacciones: La identificación y descripción de las relaciones dinámicas entre los agentes se realiza de la siguiente manera:

- Las interacciones dinámicas con otros agentes software se describen en el modelo de coordinación.
- Las interacciones dinámicas con agentes humanos se describen en el modelo de comunicación.

3.3.2.6 Descripción del razonamiento de los agentes: para cada agente, se debe modelar el conocimiento que necesita para llevar a cabo sus objetivos, mediante el desarrollo del modelo de la experiencia.

3.3.3 Fase de Diseño.

Como resultado de la fase de análisis, un conjunto inicial de agentes ha sido determinado, así como sus objetivos, capacidades e interacciones. Durante esta fase se desarrolla el Modelo de Diseño, para diseñar sistemas

multiagente. El Modelo de Diseño recopila los modelos desarrollados en el análisis y se subdivide en tres actividades:

3.3.3.1 Diseño de la aplicación. El sistema es descompuesto en subsistemas. Para una arquitectura multiagente, se determina la arquitectura de más adecuada para cada agente.

3.3.3.2 Diseño de la arquitectura. En este caso, se selecciona una arquitectura multiagente (en vez de, por ejemplo, una pizarra o una descomposición orientada a objetos). Se propone que en este punto se determine la infraestructura del sistema multiagente (el denominado modelo de red). Durante el diseño de la arquitectura se definen los agentes (denominados *agentes de red*) que mantienen dicha infraestructura.

3.3.3.3 Diseño de la plataforma. Se especifica el software y hardware que se necesita (o está disponible) para el sistema.

3.3.4 Codificación y prueba de cada agente.

Esta fase se compone de dos etapas:

En la primera etapa se lleva a cabo la construcción del sistema como tal, es decir, se traducen los modelos de las fases anteriores a código fuente o a una plataforma existente. En esta etapa es importante documentar el proceso de codificación y especificar los detalles técnicos más significativos como el lenguaje o plataforma utilizada, versión, etc.

La segunda etapa, conocida como verificación interna, consiste en verificar la correcta correspondencia entre las representaciones abstractas de los modelos de las fases anteriores y el sistema implementado (modelo de simulación como tal). Es decir, en asegurar que el código fuente generado verdaderamente refleje el comportamiento de las especificaciones desarrolladas desde el modelo conceptual. En esta etapa es necesario depurar el sistema, preferiblemente usando algunos casos de estudio con resultados predecibles. En caso tal que el resultado de la verificación obligue a realizar cambios en

algún componente del modelo, es necesario llevar un registro de versionamiento en el que se indiquen dichos cambios

3.3.5 Integración: el sistema completo es probado.

Mientras que en la etapa de codificación y prueba, de la fase anterior se chequea que el sistema “funcione”, en la fase de integración se chequea que “funcione como debe hacerlo”. En otras palabras, mientras que la codificación se preocupa porque el sistema desarrollado se ejecute como el modelador espera que lo haga, la integración se preocupa porque el sistema sea un buen reflejo de su contraparte real. En el caso de Mas-CommonKads es necesario que en esta fase la integración se lleve a cabo tanto a nivel de cada uno de los agentes como a nivel de la estructura global.

3.3.6 Operación y mantenimiento.

Una vez probado el sistema, puede ponerse en operación. La filosofía de los agentes facilita el mantenimiento del sistema dada su naturaleza modular.

3.3.6.1 Tipos de mantenimiento

A continuación se señalan los tipos de mantenimientos existentes, y entre paréntesis el porcentaje aproximado respecto al total de operaciones de mantenimiento:

- Perfectivo (60%): mejora del software (rendimiento, flexibilidad, reusabilidad.) o implementación de nuevos requisitos. También se conoce como mantenimiento evolutivo.

- Adaptativo (18%): adaptación del software a cambios en su entorno tecnológico (nuevo hardware, otro sistema de gestión de bases de datos, otro sistema operativo)

- Correctivo (17%): corrección de fallos detectados durante la explotación.

- Preventivo (5%): facilitar el mantenimiento futuro del sistema (verificar precondiciones).

CAPITULO IV

WEBSERVICES

En este capítulo se estudian los webservices, sus componentes, características, arquitecturas, servicios y protocolos.

4.1 INTRODUCCION

En los últimos años, los sistemas que soportan las aplicaciones de negocio de las empresas han visto cómo crecían de forma exponencial las relaciones de la empresa con su entorno - clientes y proveedores - forzando su adaptación a este nuevo marco de relación.

En su origen, los Web Services (Servicios Web) fueron creados como un método para compartir recursos en la red; en un entorno donde el aumento constante del número de usuarios demandaba cada vez más un mayor número de recursos en la red, surgió la necesidad de facilitar la distribución entre las empresas de dichos recursos para satisfacer las necesidades de sus clientes. El resultado fue el desarrollo de una tecnología de muy fácil implantación y que era capaz de solucionar los aspectos de disponibilidad e inmediatez que se requerían.

Esta tecnología ha tenido una aceptación bastante importante excepto para los servicios que implicaban transacciones seguras, debido a que aún se están definiendo los estándares para asegurar el acceso a los Web Services. Tal es así, que este planteamiento se está empezando a trasladar a la Intranet de las empresas. Así, los Servicios Web se están revelando como la tecnología capaz de distribuir los recursos internos entre todos los sistemas, ahorrando costosos desarrollos de integración.

Web Services

Los Web Services son pequeños programas formados por varios componentes que permiten ser publicados en directorios e invocados para su ejecución por otros programas vía http, generando una respuesta en XML.

Una de las ventajas de los Web Services es que se ha convertido en un estándar y que, a diferencia de otras tecnologías de integración, posibilitan la compartición de funcionalidades entre sistemas heterogéneos se lo realiza de forma transparente, mediante el intercambio de datos vía XML. Para este intercambio el único requisito es establecer conexiones TCP/IP posibilitando la comunicación http entre los sistemas.

Componentes de los Web services

Los web services están formados por los siguientes elementos:

- 1.-** Un formato que describa la interfaz del componente (sus métodos y atributos) basado en XML. Por lo general este formato es el WSDL (Web Service Description Language).
- 2.-** Un protocolo de aplicación basado en mensajes y que permite que una aplicación interactúe (use, instancia, llame, ejecute) al webservice. Por lo general este protocolo es SOAP (Simple Object Access Protocol).
- 3.-** Un protocolo de transporte que se encargue de llevar los mensajes por internet. Por lo general este protocolo de transporte es HTTP (Hiper-Text Transport Protocol) que es exactamente el mismo que usamos para navegar por la Web.

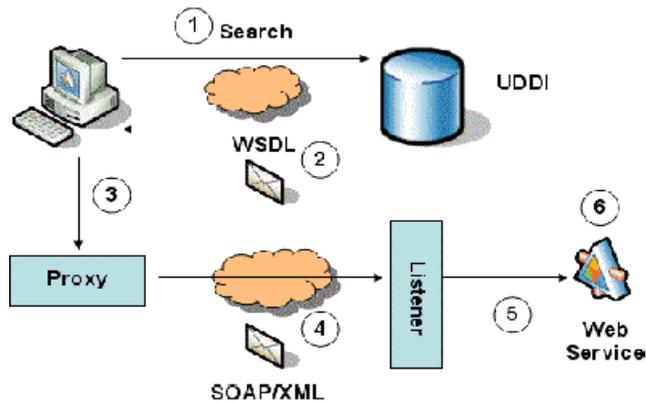


Fig. 4.1 Componentes de los Servicios Web

WSDL (Web Services Description Language). Lenguaje basado en XML que permite la descripción de los Web Services definiendo la gramática que se debe usar para permitir su descripción y capacidades (datos, comandos que aceptan o producen), y su publicación en un directorio UDDI.

SOAP (Simple Object Access Protocol). Protocolo de comunicación, basado en XML, que sirve para la invocación de los servicios Web a través de un protocolo de transporte, como HTTP. Consta de tres partes:

- Una descripción del contenido del mensaje
- Reglas para la codificación de los tipos de datos en XML
- Una representación de las llamadas RPC para la invocación y respuestas generadas por el Web Service.

UDDI (Universal Description, Discovery and Integration) Directorio donde es posible publicar los Web Services, permitiendo con ello que los posibles usuarios de ese servicio puedan obtener toda la información necesaria para la invocación y ejecución del Servicio Web un directorio UDDI ofrece una serie de interfaces que posibilitan tanto la publicación como la obtención de información sobre los Servicios Web publicados. La información registrada se clasifica según lo que se desee obtener del servicio:

Información de negocio: acerca de quién publica el servicio.

Información de servicio: descripción del tipo de servicio.

Información de enlace: dirección (URL, por ejemplo) para acceder al servicio.

4.2 CARACTERISTICAS DE LOS WEBSERVICES

- Aportan interoperabilidad entre aplicaciones de software independientemente de sus propiedades o de las plataformas sobre las que se instalen.
- Los servicios Web fomentan los estándares y protocolos basados en texto, que hacen más fácil acceder a su contenido y entender su funcionamiento.
- Al apoyarse en HTTP, los servicios Web pueden aprovecharse de los sistemas de seguridad *firewall* sin necesidad de cambiar las reglas de filtrado.
- Permiten que servicios y software de diferentes compañías ubicadas en diferentes lugares geográficos puedan ser combinados fácilmente para proveer servicios integrados.
- Permiten la interoperabilidad entre plataformas de distintos fabricantes por medio de protocolos estándar.
- Para realizar transacciones no pueden compararse en su grado de desarrollo con los estándares abiertos de computación distribuida como CORBA.
- Su rendimiento es bajo si se compara con otros modelos de computación distribuida, tales como RMI, CORBA, o DCOM. Es uno de los inconvenientes derivados de adoptar un formato basado en texto. Y es que entre los objetivos de XML no se encuentra la eficacia de procesamiento.
- Al apoyarse en HTTP, pueden esquivar medidas de seguridad basadas en *firewall* cuyas reglas tratan de bloquear o auditar la comunicación entre programas a ambos lados de la barrera.

4.3 ARQUITECTURA DE LOS SERVICIOS WEB

Dentro de la arquitectura de los webservices, se pueden distinguir tres tipos de roles:

- **Proveedor del servicio:** Desde una perspectiva de negocio, representa el propietario del servicio; desde una perspectiva de arquitectura representa la plataforma que atiende el acceso al servicio.
- **Registrador del servicio:** Es el rol que representa el registro de los distintos de los distintos web services que han sido publicados por sus proveedores con las correspondientes descripciones.
- **Consumidor o cliente del servicio:** Desde la perspectiva del negocio, es el cliente que pretende satisfacer ciertas necesidades al invocar o solicitar dicho servicio; desde un punto de vista de arquitectura, es la aplicación que permite buscar e invocar el servicio. Tal rol puede ser proporcionado por un navegador donde a partir de la acción del usuario se ejecute la petición del servicio, o a través de un programa sin interfaz de usuario como puede ser otro web service. Dichas interacciones implican **publicar** los servicios (por parte del proveedor), **registrarlos** (por parte del registrador), **buscarlos e invocarlos** (por parte del cliente de los servicios) e **interactuar** como se puede apreciar en el siguiente gráfico:

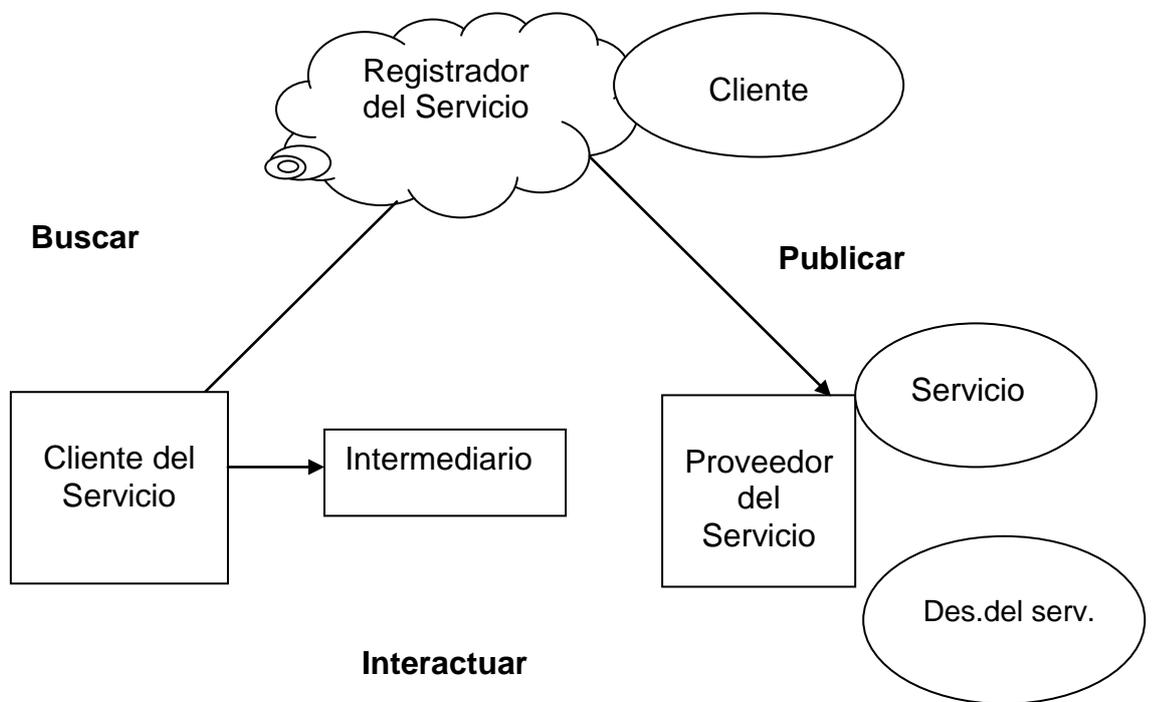


Figura 4.3 Arquitectura de los Servicios Web

4.4 SERVICIOS Y PROTOCOLOS

Se puede citar los siguientes:

4.4.1 Protocolos de negocios

Un servicio Web suele ofrecer operaciones a los clientes que deben ser invocadas en cierto orden para lograr su objetivo

El conjunto de reglas que gobiernan una conversación se denominan *protocolos de negocio*.

Ejemplos de protocolos de negocio

- *Web Services Conversation Language (WSCL)*
- *Business Process Execution Language for Web Services (BPEL)*

4.4.2 Protocolos de Transporte

Son los encargados de ocultar la red de comunicaciones

El más común es http

4.4.3 Protocolos de Mensaje

Una vez que se cuenta con un protocolo de transporte, se precisa de un formato para la información. Este papel lo juega SOAP (Simple Object Access Protocol)

SOAP no detalla propiedades, simplemente especifica una plantilla de mensaje genérico

4.4.4 Middleware (Protocolos horizontales)

Se denominan así porque pueden ser utilizados para varios servicios web. Son los encargados de otorgar fiabilidad en las transacciones

CAPITULO IV

DESARROLLO DEL AGENTE, PRONÓSTICO CLIMATOLÓGICO

Este capítulo trata sobre el desarrollo del sistema que pronostica el clima. Para lo cual se utiliza la metodología Mas - CommonKADS. El modelo de ciclo de vida de esta metodología es el espiral.

INTRODUCCIÓN

El Sistema manipula información climatológica, existente en el Internet, a través de dos agentes inteligentes, los cuales realizan las funciones de; extraer contenidos de una o varias páginas web, las mismas que deben tener el mismo formato caso contrario no se podrá extraer información de los elementos del clima (temperatura, precipitación); y pronosticar el clima respectivamente; porque el agente encargado de buscar la información de la páginas web busca una etiqueta en el interior de las páginas a partir de la cual se lee la información.

Para realizar el desarrollo de estos agentes, se utiliza la Metodología Mas CommonKADS, la cual ayuda a la construcción de Sistemas Multiagentes coherentes, completos y robustos.

El pronóstico del clima se realiza aplicando un modelo matemático el mismo que analiza datos históricos de la temperatura y de precipitación.

Se utiliza la tecnología de Web Services para el desarrollo del sistema, lo que permite que cualquier aplicación invoque las funciones que conforman el agente inteligente, independientemente de cómo haya sido creado el agente, en qué sistema operativo se lo hizo, siendo esto transparente al usuario.

5.1 FASE DE CONCEPTUALIZACIÓN

El objetivo de la fase de conceptualización es obtener una primera aproximación al sistema que se quiere desarrollar a través de la técnica de

casos de uso. Esta técnica permite definir los usos que dan los distintos usuarios al sistema

5.1.1 Identificación de los actores

En este problema, se puede identificar cuatro actores que interaccionan con el sistema:

- Usuarios.
- Lector.
- Pronosticador.
- Base de Datos.

5.1.2 Descripción de los actores

A continuación se describen los actores empleando sus plantillas textuales.

Actor Usuario

descripción

Es la persona que accede a la aplicación a través del Internet para obtener el pronóstico del clima.

Actor Lector

descripción

Es el encargado de obtener información del clima accediendo y leyendo las páginas Web

Actor Pronosticador

descripción

Realiza el pronóstico del clima de acuerdo a la información almacenada en la Base de Datos.

Actor Base de Datos Clima

descripción

Sistema de Base de Datos en donde se almacena la información histórica tanto de la temperatura como de la precipitación.

5.1.3 Los casos de uso

Los casos de uso, propuestos por Jacobson es una de las técnicas que ha recibido más atención para realizar el análisis centrado en el usuario.

Un caso de uso describe las posibles interacciones o usos de un usuario con el sistema

5.1.3.1 Identificación de los casos de uso

Se puede identificar los siguientes casos de uso para cada actor donde los actores agentes y Base de Datos son pasivos y solo el usuario es activo, los mismos que se describen a continuación.

- Pronosticar el clima.
- Leer páginas Web.
- Consultar Base de Datos históricos del clima.

5.1.3.2 Descripción de los casos de uso

- Descripción textual de los casos de uso.

A continuación se presenta la notación textual de los casos de uso.

Caso de uso	Pronosticar el clima.
resumen	El usuario selecciona una fecha para obtener el pronóstico para dicha fecha.
actores	Usuario, Base de Datos, Lector, Pronosticador.
precondiciones	El usuario debe seleccionar una fecha posterior a la actual.

descripción	El usuario solicita el pronóstico del clima para una fecha determinada. El sistema responde presentando el pronóstico solicitado ya sea redireccionando a una página Web que contenga la información o a su vez presenta la información en la misma página.
excepciones	Datos ilógicos: la fecha ingresada por el usuario debe ser posterior a la actual.
postcondiciones	Tras este caso de uso el usuario obtiene el pronóstico solicitado.

Tabla 5.1: Caso de Uso Pronosticar El Clima

Caso de uso	Leer páginas Web.
resumen	El actor lector obtiene información de la página con el url que selecciona el usuario.
actores	Lector Web
precondiciones	Obtener una fecha para buscar la información climatológica.
descripción	El lector extrae información de las páginas Web.
excepciones	Datos ilógicos: que el usuario no haya seleccionado una fecha o una dirección de Internet.
postcondiciones	Tras este caso de uso se obtiene la información de la página Web.

--	--

Tabla 5.2: Caso de Uso Leer páginas Web

Caso de uso	Consultar Base de Datos históricos del clima.
Resumen	El actor pronosticador pide información histórica de la Base de Datos para realizar el pronóstico.
Actores	Pronosticador y Base de Datos.
Precondiciones	La información solicitada debe existir en la Base de Datos
Descripción	El actor pronosticador solicita información histórica del clima para una fecha determinada y como respuesta obtiene la información.
Excepciones.	
Postcondiciones	Tras este caso de uso se obtiene la información histórica del clima.

Tabla 5.3: Caso de Uso Consultar Base de Datos históricos del clima.

5.1.3.3 Descripción gráfica de los casos de uso.

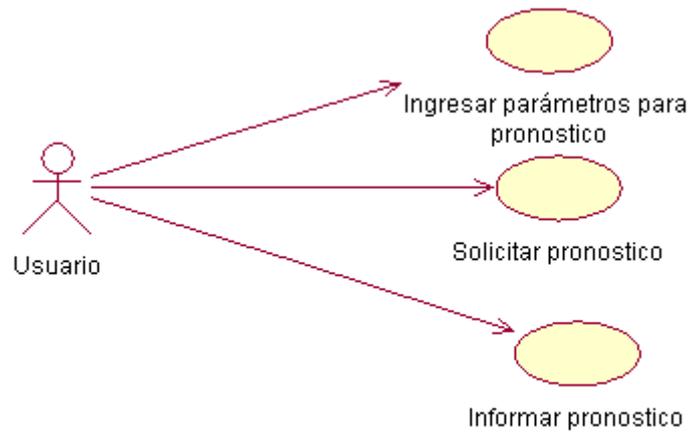


Figura 5.1: Caso de uso del Usuario

- Secuencia del caso de uso del Usuario.

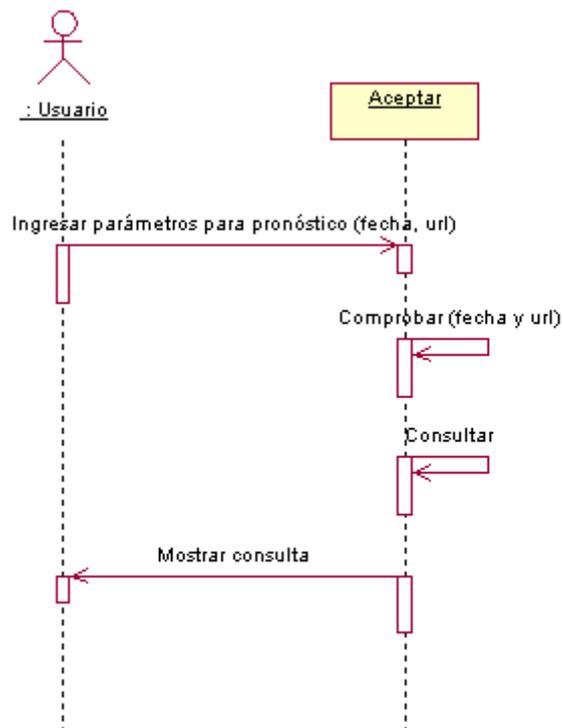


Figura 5.2: Ingresar parámetros para pronóstico

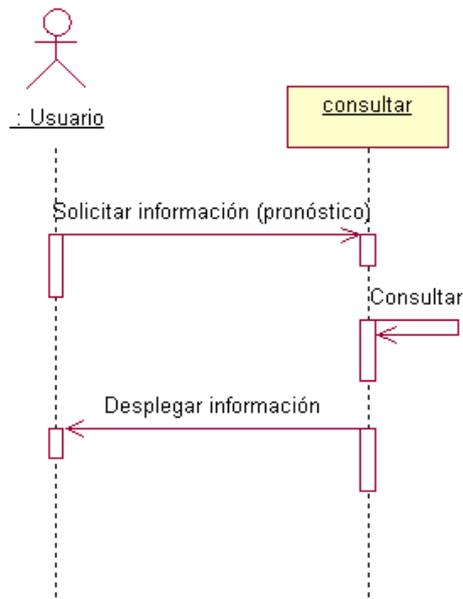


Figura 5.3: Secuencia del caso de uso solicitar pronóstico.

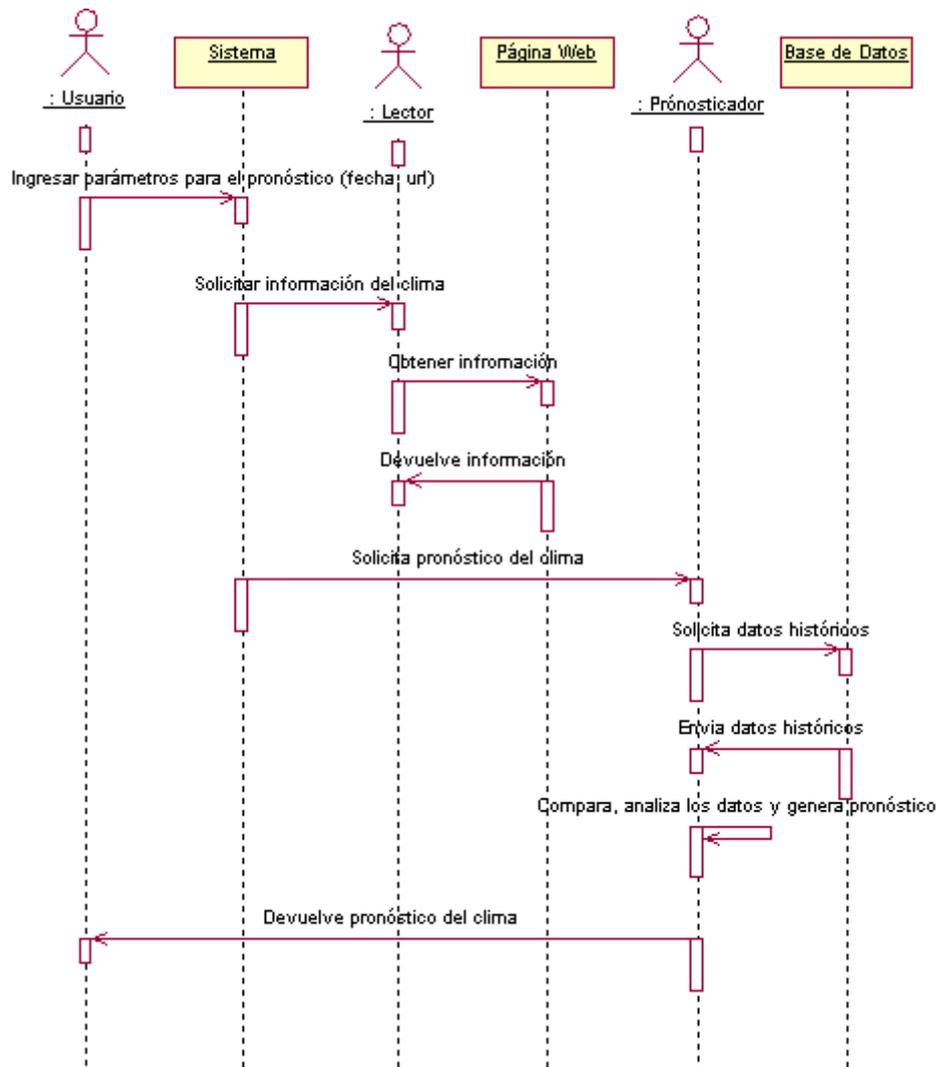


Figura. 5.4: Secuencia del caso de uso informar pronóstico



Figura 5.5: Caso de uso del Lector Pronostico del clima.

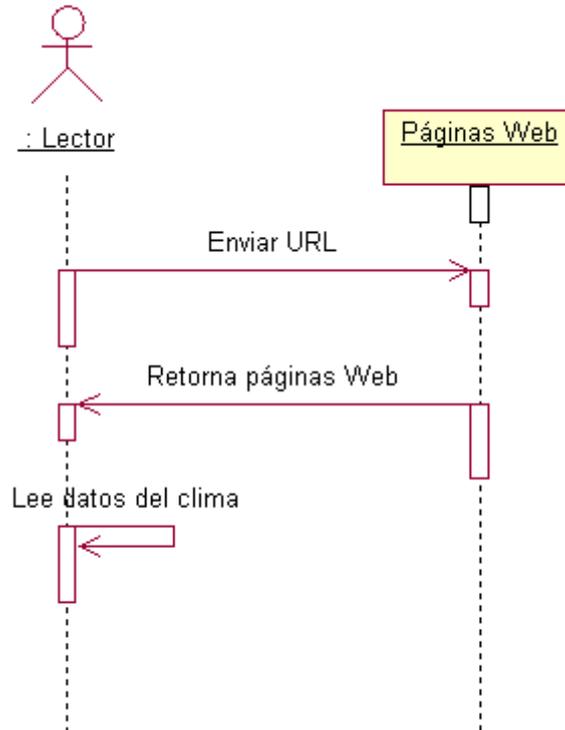


Figura 5.6 Secuencia del caso de uso obtener información de las páginas Web



Figura. 5.7: Caso de uso del Pronosticador.

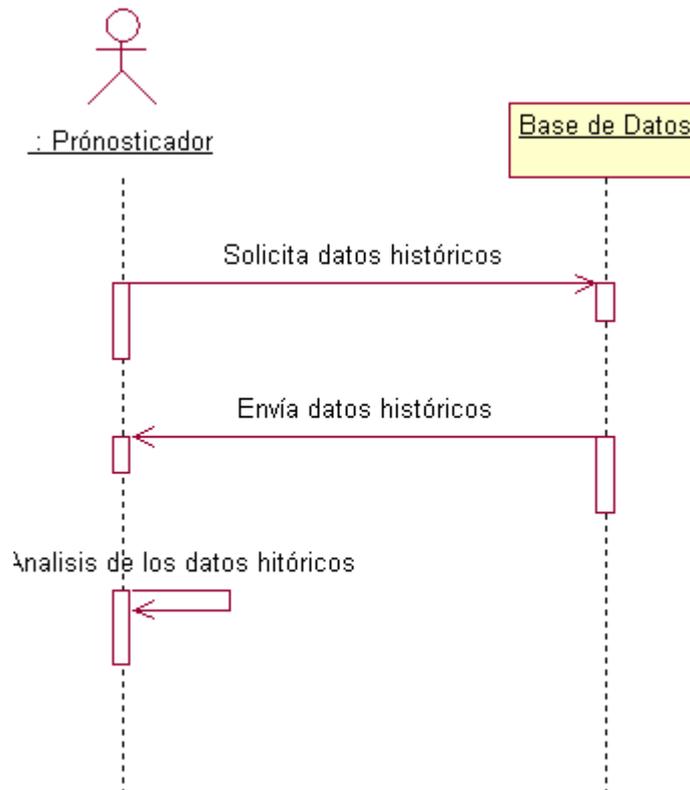


Figura. 5.8 Secuencia del caso de uso Obtener información de la Base de Datos.

5.2 FASE DE ANÁLISIS

Determina los requisitos del sistema partiendo del enunciado del problema. Durante esta fase se desarrollan los siguientes modelos: organización, tareas, agente, comunicación, coordinación y experiencia.

5.2.1 Modelo de Agentes

El propósito del modelo de agente es describir los agentes que participan en la resolución del problema. El desarrollo del modelo de agente consta de una fase de identificación de agentes, soportada por diferentes técnicas, que permite modelar el problema con agentes, y una fase de descripción de los mismos, en la que se describe con más detalle cuáles son las tareas encomendadas a los agentes y sus características. El resultado de esta etapa es un conjunto de plantillas de agentes en la que se describe las cualidades del agente.

5.2.1.1 Identificación de los agentes (primera-iteración)

Partiendo de los actores de la fase de conceptualización, se puede identificar los siguientes agentes: usuario, lector y pronosticador. En el caso de los agentes lector y pronosticador son agentes que realizan la tarea de; obtener la información de las páginas de Internet y realizar el pronóstico del clima respectivamente; en el caso del agente usuario intercambia información a través de una interfaz gráfica que permite proveer al sistema pronosticador de la información necesarios para poder realizar el pronóstico del clima.

5.2.3 Modelo de Tareas

El modelo de tareas permite describir las actividades necesarias para alcanzar un objetivo. En este caso la tarea principal es Consulta del clima.

La descomposición de la tarea; consulta del clima se presenta en el siguiente diagrama.

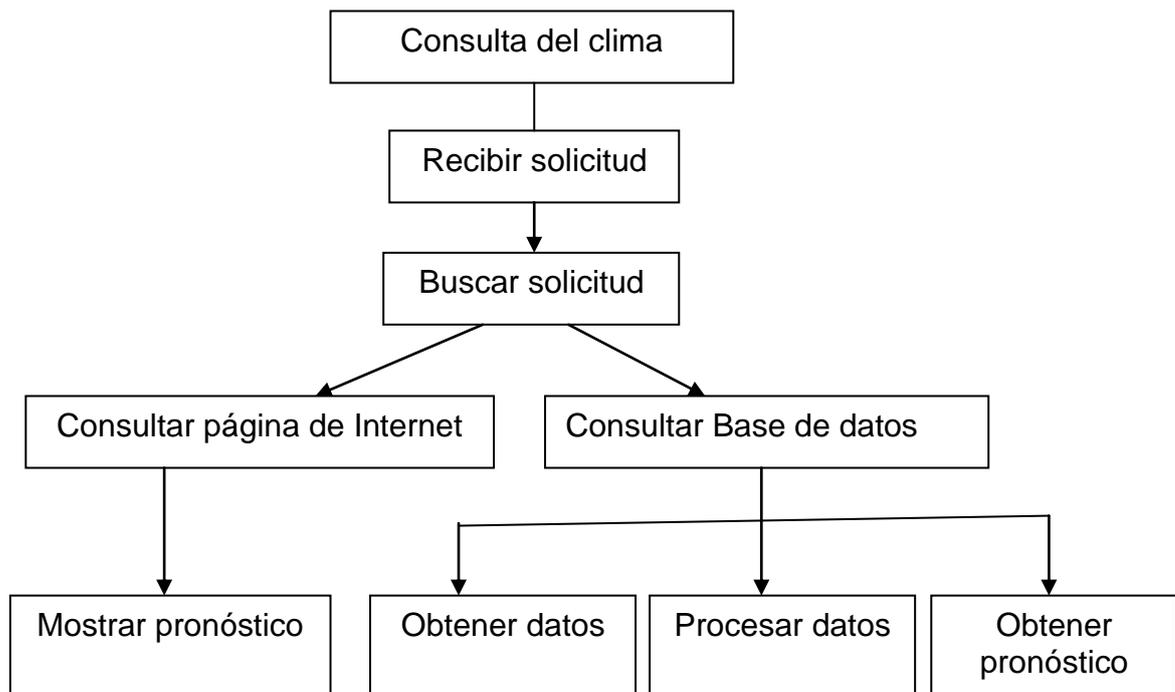


Figura. 5.9: Notación gráfica del modelo.

En la figura 5.9 se describe la tarea consulta del clima para lo cual el usuario envía los parámetros de la fecha para la cual quiere conocer el clima y la dirección de Internet (url) donde se va a buscar la información; luego de realizada la búsqueda con los parámetros indicados si esta existe se mostrara la

página Web; por otro lado el sistema también generara un pronóstico del clima para la fecha indicada que también será mostrada al usuario.

5.2.3.1 Plantillas de Tareas y Capacidades

A continuación se presenta el detalle de la tarea identificada en la descomposición anterior.

Tarea	Consulta del clima
Objetivo	Realizar la consulta del clima
descripción	Averiguar el clima de acuerdo a la fecha y url
entrada	Averiguar el clima de acuerdo a la fecha y url seleccionado por el usuario.
salida	Fecha
precondición	Consulta del clima
supertarea	Fecha, Acción recibida
subtareas	Ninguna
tipo_de_descomposición	Recibir solicitud
frecuencia	Por cada petición del usuario

Tabla 5.4: Tarea Consulta del Clima

Tarea	Recibir solicitud
objetivo	Recibir una petición del usuario para, buscar la información que se ajuste a las necesidades del usuario.
descripción	En esta tarea el usuario determina la fecha a pronosticar y la dirección de Internet que el usuario a seleccionado.
entrada	Fecha, dirección de Internet
salida	Ninguna
precondición	Fecha, dirección de Internet
supertarea	Pronostico del clima
subtareas	Buscar solicitud
tipo_de_descomposición	Funcional
frecuencia	Por cada petición del usuario

Tabla 5.5: Tarea Recibir solicitud

Tarea	Buscar solicitud
objetivo	Satisfacer la solicitud del usuario a través de Internet.
descripción	En esta tarea el sistema busca la información que se ajuste a la petición del usuario.
entrada	Petición del usuario
salida	Indicador que se encontró o no la información solicitada
precondición	Recibir solicitud
supertarea	Recibir solicitud
subtareas	Páginas de Internet y Base de Datos
tipo_de_descomposición	Temporal
frecuencia	Por cada petición del usuario

Tabla 5.6: Tarea Buscar solicitud

Tarea	Consultar páginas de Internet
objetivo	Buscar la información en la página de Internet seleccionada por el usuario.
descripción	En esta tarea se muestra la página Web que se ajusta a la solicitud emitida por el usuario.
entrada	Dirección de Internet
salida	Página seleccionada
precondición	Que la página exista
supertarea	Buscar solicitud
subtareas	Mostrar pronóstico
tipo_de_descomposición	Temporal
frecuencia	Por cada petición del usuario

Tabla 5.7: Tarea Consultar páginas de Internet

Tarea	Mostrar pronóstico del clima
objetivo	Mostrar el pronóstico del clima para una determinada fecha.
descripción	Esta tarea es la encargada de mostrar el pronóstico de una página de Internet seleccionada por el usuario
entrada	Dirección de la página de Internet
salida	Pronóstico del clima
precondición	Que la página exista

supertarea	Consultar Página de Internet
subtareas	Ninguna
tipo_de_descomposición	Funcional
frecuencia	Por cada petición del usuario

Tabla 5.8: Tarea Mostrar Pronóstico del Clima

Tarea	Consultar Base de Datos (datos históricos de la precipitación y la temperatura)
objetivo	Buscar la información en la Base de Datos..
descripción	En esta tarea se realiza la búsqueda de datos históricos en la Base de Datos, tanto de la precipitación como de la temperatura.
entrada	Indicador
salida	Parámetros.
precondición	Que los datos existan
supertarea	Buscar solicitud
subtareas	Obtener, analizar y procesar datos, obtener pronóstico
tipo_de_descomposición	Temporal
frecuencia	Por cada petición del usuario

Tabla 5.9: Tarea Consultar Base de Datos (datos históricos de la precipitación y la temperatura)

Tarea	Obtener Datos Históricos de la Base de Datos.
objetivo	Extraer los datos históricos de la Base de Datos tanto de la temperatura como de la precipitación.
descripción	En esta tarea se obtiene los datos que se ajusten a la solicitud del usuario
entrada	Ninguna
salida	Datos solicitados
precondición	Que los datos existan
supertarea	Consultar Base de Datos
subtareas	Ninguna
tipo_de_descomposición	Funcional
frecuencia	Por cada petición del usuario

Tabla 5.10: Consultar Base de Datos (datos históricos de la precipitación y la temperatura)

Tarea	Procesar datos históricos de la temperatura y la precipitación
objetivo	Realizar el procesamiento de los datos históricos (temperatura, precipitación), mediante el modelo matemático.
descripción	En esta tarea se ejecuta una serie de pasos para obtener los datos procesados para el pronóstico del clima
entrada	Petición del usuario
salida	Datos procesados de la precipitación y la temperatura
precondición	Que los datos existan
supertarea	Consultar Base de Datos
subtareas	Ninguna
tipo_de_descomposición	Funcional
frecuencia	Por cada petición del usuario

Tabla 5.11: Procesar datos históricos de la temperatura y la precipitación

Tarea	Obtener Pronóstico.
objetivo	Generar el pronóstico del clima.
descripción	En esta tarea se obtiene el pronóstico del clima que satisfaga la solicitud del usuario
entrada	Petición del usuario
salida	Pronóstico del clima
precondición	Que la solicitud sea recibida
supertarea	Consultar Base de Datos
subtareas	Ninguna
tipo_de_descomposición	Funcional
frecuencia	Por cada elemento de entrada

Tabla 5.12: Obtener Pronóstico.

5.2.4 Modelo de Agente

5.2.4.1 Identificación y descripción de los agentes (segunda-iteración)

Tras el análisis de tareas realizado se puede identificar algunos agentes que intervienen en el Sistema como son: los agentes lector y pronosticador encargados de obtener la información de las páginas Web y realizar el pronóstico del clima para una fecha y url ingresada por el usuario respectivamente.

A continuación se presenta las plantillas de los agentes identificados en el dominio de aplicación.

Agente	Lector
tipo	Agente software inteligente.
descripción	Este agente se encarga de filtrar la información, proporcionada por las páginas Web. Para ello debe conocer la solicitud del usuario.
Capacidad-razonamiento	
experiencia	Conocimiento de estrategias de búsqueda de información en las páginas Web.
comunicación	Interacción con el Usuario.
coordinación	
Capacidad-general	
habilidades	Recibir la petición del Usuario
lenguaje-comunicación	Protocolo de Internet HTTP.
Restricción	
normas	El usuario es el encargado de solicitar información al agente Lector. El agente Lector lee la página Web y presenta la información solicitada.
preferencias	
permisos	Ninguno

Tabla 5.13: Agente Lector

Agente	Pronosticador.
tipo	Agente software inteligente.
descripción	El agente pronosticador es el encargado de realizar el pronóstico del clima, para una fecha y url seleccionados por el usuario.
Capacidad-razonamiento	
experiencia	Conocimiento para realizar el pronóstico del clima.
comunicación	Interacción con la Base de Datos.
coordinación	
Capacidad-general	
habilidades	Pronosticar
lenguaje-comunicación	
Restricción	
normas	El usuario es el encargado de solicitar el pronóstico del clima.
preferencias	
permisos	Ninguno

Tabla 5.14: Agente Pronosticador

5.2.4.2 *Distribución tareas-agentes*

Mediante la utilización de tarjetas CRC (Clases-Responsabilidades-Colaboraciones), se puede determinar cuales son los agentes que interviene en el desarrollo del sistema como también las tareas que realiza cada uno de los agentes. A continuación se muestra el empleo de dichas tarjetas.

Agente:	Lector		Clase:	
Objetivos	Planes	Conocimiento	Colaborador	Servicio
Obtener información de las páginas Web	Leer Página Web	Dirección de la Página Web.	Agente Base de Datos	Almacena la información en la Base de Datos y la muestra al usuario

Tabla 5.15: CRC Agente Lector

Agente:	Pronosticador		Clase:	
Objetivos	Planes	Conocimiento	Colaborador	Servicio
Obtener pronóstico del clima.	Obtener información de la Base de Datos	Datos históricos del clima	Agente Base de Datos	Realizar el pronóstico del clima y presentarlo al usuario

Tabla 5.16: CRC Agente Pronosticador

5.2.4.3 Identificación y descripción de Objetivos

Con el empleo de las tarjetas C.R.C. se identifico los siguientes objetivos a partir de la asignación de tareas a agentes.

- Objetivos del Agente *Pronosticador*: Pronosticar el clima para una fecha determinada.
- Objetivos del Agente *Lector*: Obtener información de las páginas Web solicitados por el Usuario.

Definición de los Objetivos a través de plantillas de objetivos.

Objetivo	Obtener información de Páginas Web
tipo	Objetivo persistente
parámetros-entrada	Dirección de la Página Web
parámetros-salida	Página Web seleccionada.
condición-activación	Solicitud del usuario.
condición-finalización	Página Web encontrada
lenguaje representación del conocimiento	Página Web para la entrada, parámetros de búsqueda y datos del clima para la salida.
descripción	Este objetivo permite el flujo de eventos para la obtención de la predicción del clima en el Internet.

Tabla 5.17: Objetivo Obtener Información de Páginas Web

Objetivo	Pronosticar el clima
tipo	Objetivo persistente
parámetros-entrada	Fecha y para el pronóstico
condición-activación	Recibir la fecha para el pronóstico.
condición-finalización	Arroja resultados del pronóstico
lenguaje representación del conocimiento	Lenguaje natural.
descripción	Este objetivo permite que los resultados obtenidos por el agente pronosticador sean dados a conocer al usuario.

Tabla 5.18: Objetivo Pronosticar el Clima

5.2.5 Modelo de la Experiencia

Para adquirir el conocimiento y desarrollar el sistema de pronóstico del clima se empleó la técnica de la entrevista la cual fue realizada a un experto en el ámbito climatológico.

5.2.5.1 Desarrollo de la Entrevista realizada al Ing. Jorge Neira Docente de Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

- Ingeniero según su vasta experiencia en el ámbito climatológico, enumere los pasos a seguir para realizar el pronóstico del clima.

Bueno los pasos a seguir son éstos:

- Obtener información climática de por lo menos 15 años atrás.
- Con estos datos crear una hoja de cálculo en Excel.
- Aplicar fórmulas de cálculo.

- Para su criterio cuáles son los datos más importantes que se deben obtener y porqué:

Son: la temperatura (máximo, mínimo) y la precipitación. Porque los otros elementos del clima como: la presión atmosférica, el viento, la humedad no tienen mayor influencia sobre el clima.

5.2.5.2 Identificación de las tareas genéricas

En el dominio de aplicación se identifica las siguientes tareas como genéricas (tareas que requieren conocimiento para su ejecución): ConsultarBaseDeDatos, Pronosticar, Obtener información del Internet.

5.2.5.3 Identificación y descripción del esquema del modelo

En este apartado se describe el esquema del modelo, es decir, los principales conceptos del dominio y sus relaciones.

Concepto	Usuario
descripción	Representa a un usuario de la aplicación
Propiedades	Capacidad de acceder a Internet

Tabla 5.19: Concepto Usuario

Concepto	Base De Datos
descripción	Representa al repositorio de datos en el que se almacenan los datos editados y calculados por el Sistema.
propiedades	Identificador: cadena de texto; Columnas: números

Tabla 5.20: Concepto Base de Datos

Concepto	Lector
Descripción	Representa a un agente
Propiedades	Fecha, dirección

Tabla 5.21: Concepto Lector

Concepto	Pronosticador
Descripción	Representa a un agente
Propiedades	Fecha

Tabla 5.22: Concepto Pronosticador

Correspondencia entre esquema del modelo y tareas genéricas

Identificar las siguientes relaciones:

- ConsultarBaseDeDatos **USA**: BaseDeDatos, datos.
- Obtener información del Internet **USA** dirección de Internet
- Pronosticar **USA**: BaseDeDatos, datos históricos.

5.2.6 Modelo de Coordinación

Este modelo especifica las interacciones de los distintos agentes involucrados en la resolución del problema.

5.2.6.1 Identificación de las conversaciones

Las distintas conversaciones se identifican utilizando diagramas de caso de uso internos.

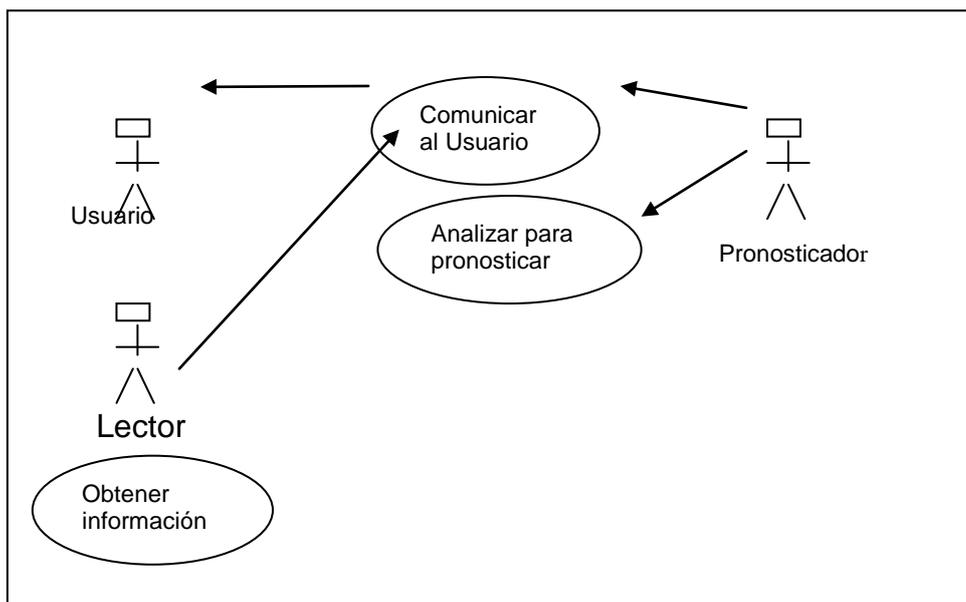


Figura.5.10: Diagrama de Casos de Uso internos

5.2.6.2 Descripción de las conversaciones

A continuación se realiza una descripción textual de las conversaciones por medio de plantillas

conversación	Comunicar al Usuario
tipo	Comunicar-información
objetivo	Informar al usuario sobre el pronóstico del clima función realizada por el agente Pronosticador.
agentes	Lector, Pronosticador.
iniciador	lector o pronosticador
servicio	Comunicar
descripción	El agente Lector tiene por objetivo extraer la información del clima de las páginas Web seleccionadas, para luego comunicarlás al usuario. Mientras que el agente Pronosticador tiene por objetivo analizar, procesar los datos históricos de la temperatura y la precipitación, para luego informar al usuario sobre el pronóstico del clima.
precondición	Pronóstico recibido
postcondición	Pronóstico comunicado

Tabla 5.23: Conversación Comunicar al Usuario

conversación	Obtiene información de Internet.
tipo	Buscar información
objetivo	Obtener información de las páginas Web.
agentes	Lector
iniciador	Lector
servicio	Información
descripción	El agente Lector tiene por objetivo obtener información de las páginas de Internet.

precondición	Información solicitada
postcondición	Información obtenida

Tabla 5.24: Conversación Obtiene Información de Internet

Conversación	Analizar datos para pronosticar.
tipo	Analizar datos
objetivo	Realizar el análisis respectivo de los datos históricos tanto de la precipitación como de la temperatura. Datos que se encuentran almacenados en la Base de Datos.
agentes	Pronosticador
iniciador	Pronosticador
servicio	Información
descripción	El agente Pronosticador tiene por objetivo realizar el pronóstico del clima.
precondición	Información solicitada
postcondición	Información obtenida

Tabla 5.25: Conversación Analizar Datos para Pronosticar

5.2.6.3 Descripción de las intervenciones

La descripción de las intervenciones de una conversación tiene por objetivo determinar los mensajes intercambiados entre los agentes.

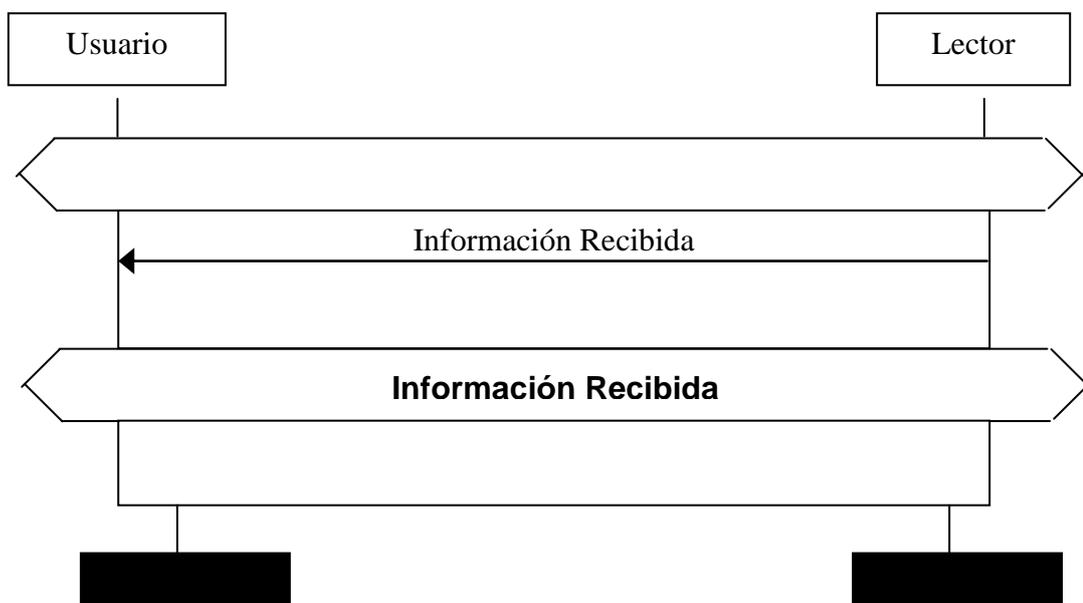


Fig. 5.11 Intervención Comunicar a otro agente

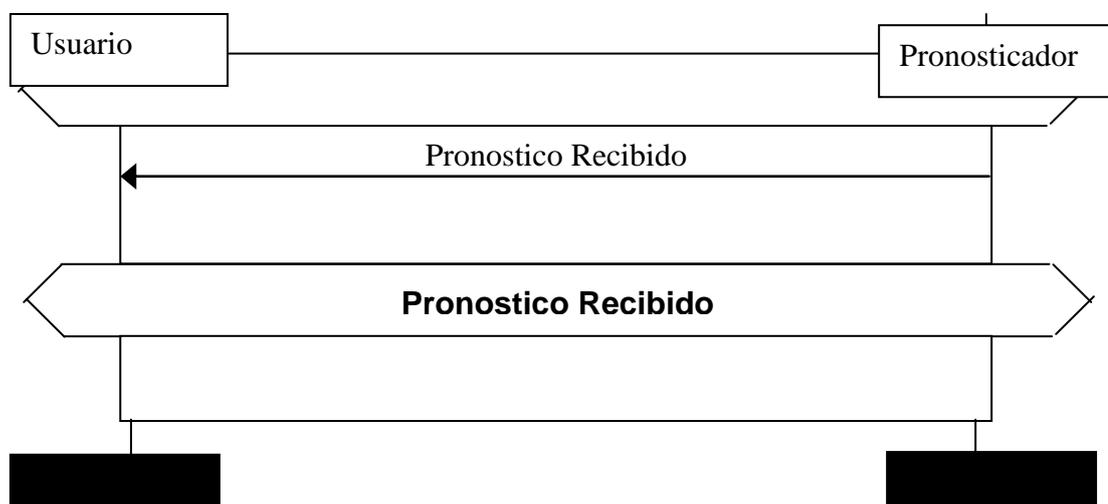


Fig. 5.12 Intervención Comunicar a otro agente

5.2.6.4 Identificación de los servicios

Los servicios se derivan de las conversaciones. En el Sistema se identificaron los siguientes servicios: Comunicar y Pronosticar, para su descripción se utilizan las plantillas de servicios.

Servicio	<i>Comunicar</i>
tipo	Comunicación
objetivo	Comunicar pronóstico al usuario
parámetros-entrada	Pronostico
ontología	Comunicación

Tabla 5.26: Servicio Comunicar

Servicio	<i>Pronosticar</i>
tipo	Análisis
objetivo	Analizar datos históricos para pronosticar el clima.
parámetros-entrada	Datos históricos
ontología	Analizar

Tabla 5.27: Servicio Pronosticar

5.2.7 Modelo de Organización Multiagente

Con este modelo se especifican las relaciones “estáticas” entre los agentes del sistema (lector y pronosticador, usuario).

5.2.7.1 Identificación de los objetos del entorno

Los objetos del entorno son: Datos Históricos, Base de Datos, Interfaz del Sistema, Usuario.

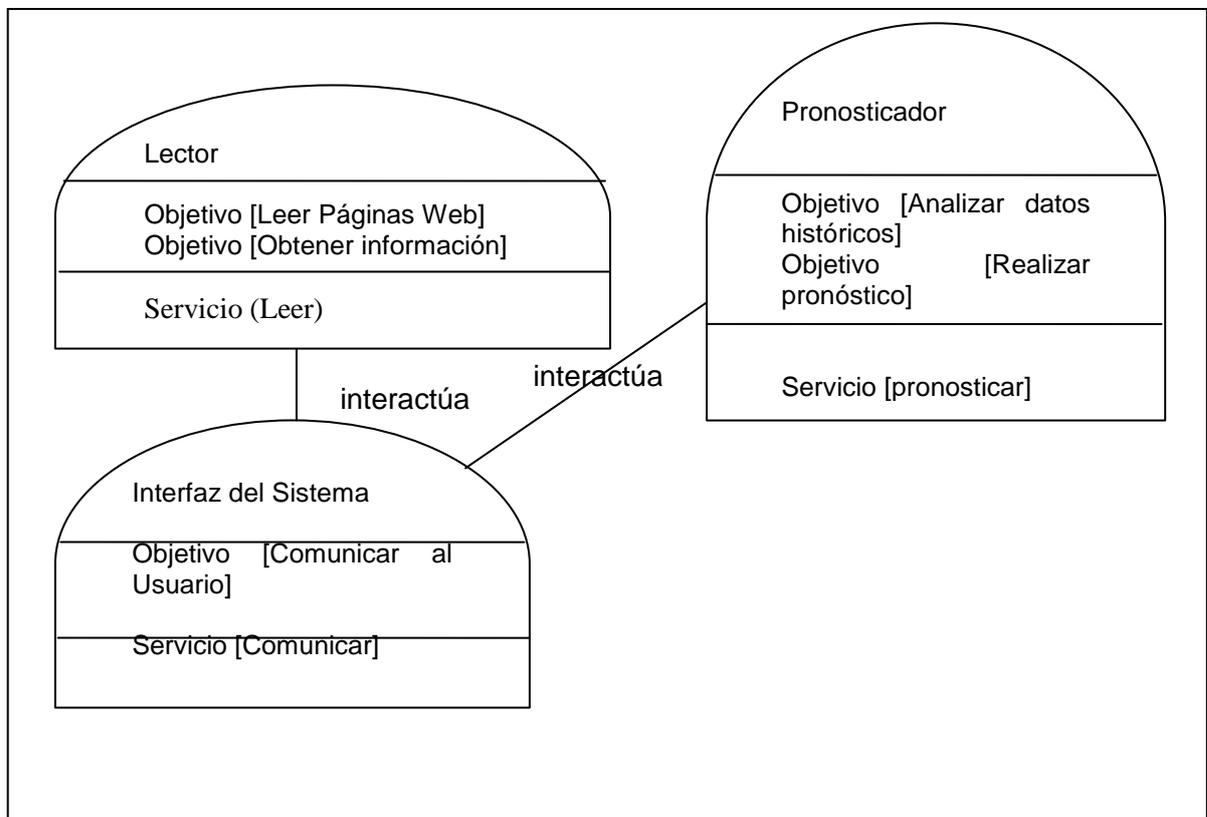


Figura 5.13: Estructura organizativa de agentes

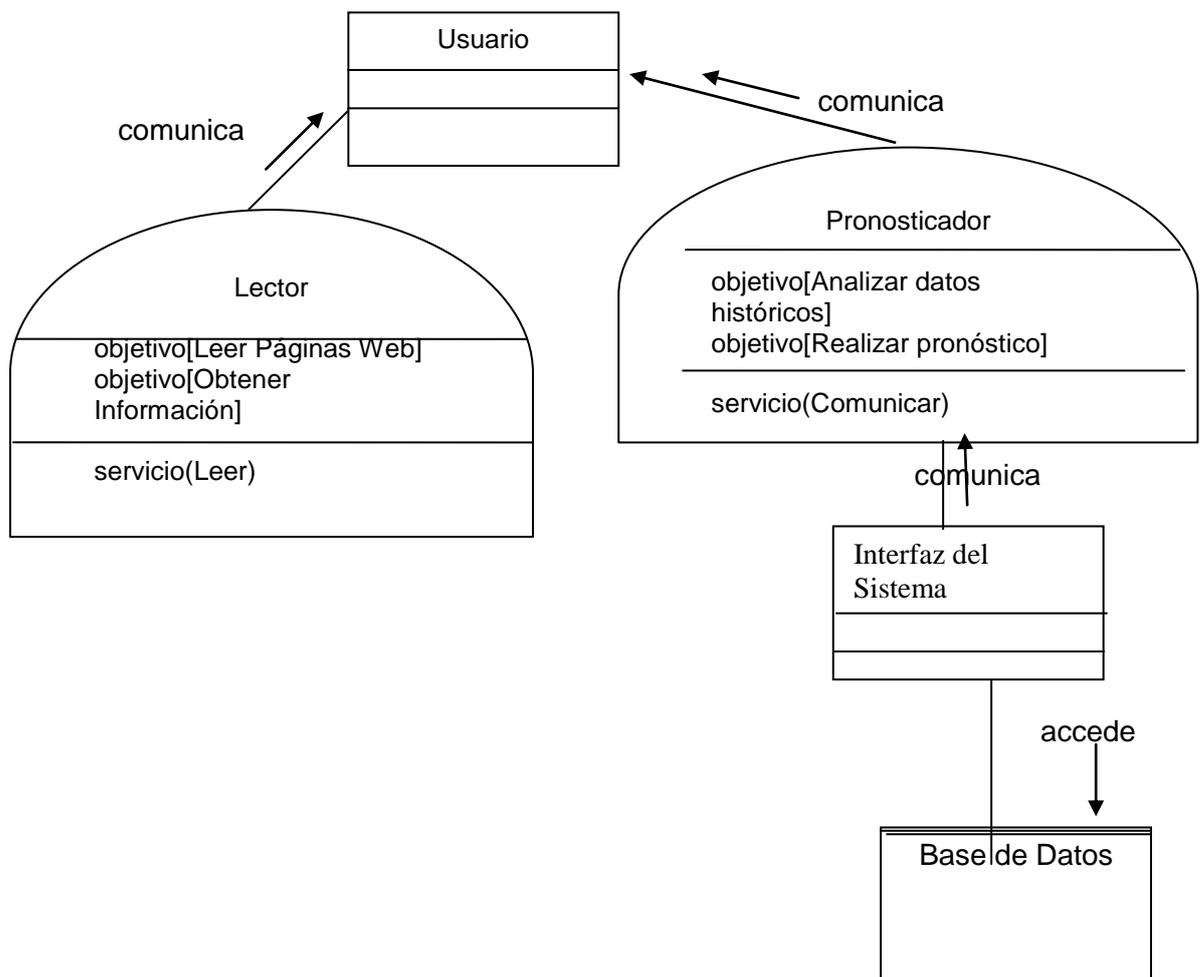


Figura 5.14: Relación con los objetos del entorno

5.3 FASE DE DISEÑO

Como resultado de la fase de análisis, un conjunto inicial de agentes ha sido determinado, así como sus objetivos, capacidades e interacciones. Durante esta fase se desarrolla el Modelo de Diseño; el mismo que recopila los modelos

desarrollados en el análisis y se subdivide en tres actividades descritas a continuación.

5.3.1 Modelo de Diseño

El modelo de diseño tiene como objetivo documentar todas las decisiones de diseño y determinar por una parte la arquitectura de la red de agentes, y por otra la arquitectura de agente más adecuada para cada agente. En el modelo de diseño deben considerarse los requisitos no funcionales del sistema y establecerse una relación entre los modelos del análisis y la arquitectura del agente. Los requisitos no funcionales así como la arquitectura concreta que se defina pueden obligar a modificar partes de los modelos del análisis.

5.3.1.1 Diseño de los agentes

En el diseño de los agentes se selecciona una arquitectura de agente para cada agente.

Sistema-Agente	Pronosticador
arquitectura	Arquitectura reactiva
tiene-subsistema	Ninguno

Tabla 5.28: Sistema – Agente Pronosticador

Sistema-Agente	<i>Lector</i>
arquitectura	Arquitectura reactiva
tiene-subsistema	Ninguno

Tabla 5.29: Sistema – Agente Lector

5.3.1.2 Diseño de la plataforma

En este apartado se documenta las decisiones del software y hardware empleado.

Plataforma	<i>Sistema-Multiagente</i>
descripción	No se utiliza plataforma multiagente predefinida.
usa-lenguaje	Java

hardware-requerido	PC con Windows 98,2000,XP.
software-requerido	Java
usuario	Usuario

Tabla 5.30: Plataforma Sistema Multiagente

5.4 CODIFICACION Y PRUEBA DE CADA AGENTE

El siguiente código corresponde al agente lector cuya principal labor es realizar la obtención de la información de las páginas Web.

```

package AgenteLector;
import com.heaton.bot.*;
import java.io.*;
public class Weather {

    /** Creates a new instance of Weather */
    public Weather() {
    }

    public String city;
    public double deg;
    public static String getTemp (String codigo, int NumCar,String CarFin)
    {
        try
        {
            String url;
            url ="http://www.inamhi.gov.ec/pronostico/nacional.htm";

            HTTPSocket http= new HTTPSocket();
            http.send(url,null);
            int i=http.getBody().indexOf(codigo)+ NumCar;
            while (!Character.isDigit(http.getBody().charAt(i) ))
            i++;

            //Obtiene la informacion desde la pagina Web

```

```

String str=http.getBody().substring(i,http.getBody().indexOf(CarFin,i));

return str;
}
catch(Exception e)
{
System.out.println(e.getMessage());
}
return "0";
}

```

```

public static int getPagina (String url, int Dia, int Mes)

```

```

{
try
{
String StrMes="";
switch (Mes) {
case 1: StrMes="ene";
break;
case 2: StrMes="feb";
break;
case 3: StrMes="mar";
break;
case 4: StrMes="abr";
break;
case 5: StrMes="may";
break;
case 6 StrMes="jun";
break;
case 7: StrMes="jul";
break;
case 8: StrMes="ago";
break;
case 9: StrMes="sep";
break;
case 10: StrMes="oct";
break;

```

```

        case 11: StrMes="nov";
            break;
        case 12: StrMes="dic";
            break;
    }

    HTTPSocket http= new HTTPSocket();
    http.send(url,null);

    int i=0;
    i=http.getBody().indexOf(Dia + " "+ StrMes);

    return i;
}
catch(Exception e)
{
    System.out.println(e.getMessage());
}
return 0;
}
}

```

El siguiente código corresponde al agente pronosticador desarrollado a través de un Web Services, mediante el cual se puede realizar el pronóstico del clima tanto de la temperatura como de la precipitación.

```

@WebMethod
public String PronosticoTemp(@WebParam(name = "Dia") int Dia,
@WebParam(name = "Mes") int Mes, @WebParam(name = "Tipo") int Tipo) throws
Exception
{
    String sqlDatosClima;
    if(Tipo==1)//Pronosticar la temperatura maxima
    {
        sqlDatosClima="SELECT ELCL_TEMPMAX FROM elementosclima WHERE
ELCL_MES = " + Mes + " and ELCL_DIA = " + Dia ;
    }
}

```

```

    }
    else //Pronosticar la temperatura minima
    {
        sqlDatosClima="SELECT ELCL_TEMPMIN FROM elementosclima WHERE
ELCL_MES = " + Mes + " and ELCL_DIA = " + Dia ;
    }

    // crea una instancia de la coneccion
    Connection con=null;
    double Pronostico=0;
    int nDates = 0;
    final int MAX = 1;

    //vector para almacenar las temperaturas
    double [ ] ListaTemp = new double [MAX];

    try {
        //conectarse a la base de datos
        con=ConectarDb();
        // preparar el query para obtener las temperaturas
        PreparedStatement stat=con.prepareStatement(sqlDatosClima);

        // poner en el rs los datos devueltos por el query
        ResultSet rs=stat.executeQuery();

        //pasar los datos desde el result set al arreglo
        while(rs.next())
        {

            // Bloque de codigo para redimensionar el arreglo
            if (nDates >= ListaTemp.length)
            {

                double[ ] tmp = new double[ListaTemp.length + 1];

                System.arraycopy(ListaTemp, 0, tmp, 0, ListaTemp.length);
            }
        }
    }

```

```

    ListaTemp = tmp;
}

// Almacena el dato del rs en el arreglo
if(Tipo==1)
{
    ListaTemp[nDates++] = rs.getDouble("ELCL_TEMPMAX");
}
else
{
    ListaTemp[nDates++] = rs.getDouble("ELCL_TEMPMIN");
}

} // fin while

//Para Buscar el mayor y el menor de las temperaturas
int i=0;
double Mayor=0;
double Menor=0;

if (ListaTemp.length > 0)
{
    Mayor=ListaTemp[0];
    Menor=ListaTemp[0];
}

for (i=0;i<ListaTemp.length;i++)
{
    //para el mayor
    if((ListaTemp[i] > Mayor))
    {
        Mayor=ListaTemp[i];
    }

    //para el menor
    if(ListaTemp[i]< Menor)
    {

```

```

        Menor=ListaTemp[i];
    }
}
//Fin proceso obtener temperatura mayor o menor

//Valor del intervalo para obtener el numero de valores dentro de un rango de
temperaturas
double Intevalo=0.9;
double LimiteSup;
double LimiteInf;

int NumValores=0;

//Arreglo para almacenar el numero de datos dentro de un rango
int [ ] NumDatos = new int [MAX];

//Arreglo para almacenar los limites Inferiores de cada rango
double [ ] LimInf = new double [MAX];

//Arreglo para almacenar los limites superiores de cada rango
double [ ] LimSup = new double [MAX];

int j=0;
int k=0;
int l=0;

LimiteInf=Menor;
LimiteSup=Menor+Intevalo;

//Mientras el limite inferior sea menor que la mayor temperatura
while (LimiteInf<=Mayor)
{
    // Bloque de codigo para redimensionar el arreglo (LimInf)
    if (j >= LimInf.length)
    {

        double [ ] tmp = new double[LimInf.length + 1];
    }
}

```

```

System.arraycopy(LimInf, 0, tmp, 0, LimInf.length);

LimInf = tmp;

}

LimInf[j++] = LimiteInf;

// Bloque de codigo para redimensionar el arreglo (LimSup)
if (k >= LimSup.length)
{
    double[ ] tmp = new double[LimSup.length + 1];
    System.arraycopy(LimSup, 0, tmp, 0, LimSup.length);
    LimSup = tmp;
}

LimSup[k++] = LimiteSup;

//Ver cuantos datos hay dentro del rango

for(i=0;i<ListaTemp.length;i++)
{
    if(ListaTemp[i]>=LimiteInf && ListaTemp[i]<=LimiteSup)
    {
        NumValores+=1;
    }

    // Bloque de codigo para redimensionar el arreglo (NumDatos)
    if (l >= NumDatos.length)
    {
        int[ ] tmp = new int[NumDatos.length + 1];
        System.arraycopy(NumDatos, 0, tmp, 0, NumDatos.length);
        NumDatos = tmp;
    }
}
}

```

```

    NumDatos[i++] = NumValores;
    NumValores=0;
    LimiteInf=LimiteSup+0.1;
    LimiteSup=LimiteInf+0.9;
} //fin while

// Fin bloque de obtener rangos y el numero de valores dentro de cada rango

int a=NumDatos.length;
int b=LimSup.length;
int c=LimInf.length;

//Para obtener el numero mayor de valores dentro de un rango
int MaxNumValoresRango=0;
int IndiceMayor=0;
for (i=0;i<NumDatos.length;i++)
{
    if (Tipo==1)
    {
        if(MaxNumValoresRango <= NumDatos[i])
        {
            MaxNumValoresRango=NumDatos[i];
            IndiceMayor=i;
        }
    }
    else
    {
        if(MaxNumValoresRango < NumDatos[i])
        {
            MaxNumValoresRango=NumDatos[i];
            IndiceMayor=i;
        }
    }
}

//Calcular el pronostico
Pronostico=(LimInf[IndiceMayor]+LimSup[IndiceMayor])*0.5;

```

```

    }

    catch(Exception e)
    {
        System.out.println(e.getMessage( ));

    }
    finally
    {
        // Cierra la conexion a la base de datos
        con.close( );
        //Poner el return para el pronostico
        NumberFormat FormatoDefecto = NumberFormat.getInstance( );
        NumberFormat MiFormato = new DecimalFormat("###0.##");

        //return Pronostico;
        return MiFormato.format(Pronostico);
    }
}

/**
 * Web service operation
 */
@WebMethod
public String PronosticoPrecip(@WebParam(name = "Dia") int Dia,
@WebParam(name = "Mes") int Mes) throws Exception
{
    String sqlDatosClima;
    sqlDatosClima="SELECT ELCL_PRECIPITACION FROM elementosclima
WHERE ELCL_MES = " + Mes + " and ELCL_DIA = " + Dia ;
    // connection instance
    Connection con=null;
    double Pronostico=0;
    int nDates = 0;
    final int MAX = 1;

```

```

double [ ] ListaPrecip = new double [MAX];

try {
    // connect to database
    con=ConectarDb( );

    // preparar el quey para obtener las temperaturas
    PreparedStatement stat=con.prepareStatement(sqlDatosClima);

    // poner en el rs los datos devueltos por el query
    ResultSet rs=stat.executeQuery( );

    //Poner la informacion del Resulset que se obtiene de la base de datos en un
arreglo
    while(rs.next( ))
    {

        if (nDates >= ListaPrecip.length)
        {

            double[ ] tmp = new double[ListaPrecip.length + 1];

            System.arraycopy(ListaPrecip, 0, tmp, 0, ListaPrecip.length);

            ListaPrecip = tmp;
        }
        ListaPrecip[nDates++] = rs.getDouble("ELCL_PRECIPITACION");
    }

    //Contar el numero de datos diferentes de cero
    int contNumDatos=0;
    int i=0;

    for(i=0;i<ListaPrecip.length;i++)
    {
        if(ListaPrecip[i]!=0)

```

```

        {
            contNumDatos++;
        }
    }

    //Realiza el calculo para obtener el pronostico

    Pronostico=(contNumDatos * Math.pow(ListaPrecip.length,-1))*100;
}
catch(Exception e)
{
    System.out.println(e.getMessage( ));
}
finally
{
    // cierra la conexion
    con.close();
    //Poner el return para el pronostico
    NumberFormat FormatoDefecto = NumberFormat.getInstance( );
    NumberFormat MiFormato = new DecimalFormat("##0.##");
    //return Pronostico;
    return MiFormato.format(Pronostico);
}
}

```

Prueba 1.1 Predecir el clima para una fecha anterior

Actividades:

- Consultar el pronóstico del clima para una fecha anterior a la actual.

Resultados esperados

- Que el sistema muestre un mensaje indicando que no se puede realizar pronósticos del clima para una fecha anterior.

Prueba 1.2 Predecir el clima para una fecha actual o posterior.

Actividades:

- Consultar el pronóstico del clima para una fecha actual.
- Consultar el pronóstico del clima para una fecha posterior a la actual.

Resultados esperados

- Que el sistema muestre la página Web en el caso de haber encontrado la información del clima para cierta fecha.
- Que el agente pronosticador realice el pronóstico del clima para la fecha ingresada por el usuario.
- Que los pronósticos sean mostrados en la página Web de la aplicación.

Prueba 1.3 Verificar que el pronóstico del clima realizado por el sistema tenga concordancia con los datos presentador por el INAMHI mediante la prueba de hipótesis.

Actividades:

- Realizar la recolección de datos del clima (temperatura y precipitación) tanto del INAMHI como del sistema pronosticador del clima para el mayor número de días.

DÍA	TEMPERATURA MÍNIMA				
	INAMHI (X1)	SISTEMA (X2)	X1*X1	X2*X2	DIFERENCIA
25/10/07	20,00	21,45	400,0	460,1	-1,45
26/10/07	20,10	20,65	404,0	426,4	-0,55
27/10/07	20,40	20,45	416,2	418,2	-0,05
28/10/07	21,00	21,95	441,0	481,8	-0,95
29/10/07	20,50	20,05	420,3	402,0	0,45
30/10/07	22,00	20,25	484,0	410,1	1,75
31/10/07	20,50	21,45	420,3	460,1	-0,95
01/11/07	21,00	20,85	441,0	434,7	0,15
02/11/07	20,50	20,25	420,3	410,1	0,25
03/11/07	21,00	20,65	441,0	426,4	0,35
04/11/07	20,40	21,15	416,2	447,3	-0,75
05/11/07	20,40	21,15	416,2	447,3	-0,75
06/11/07	20,50	21,25	420,3	451,6	-0,75
07/11/07	20,50	21,55	420,3	464,4	-1,05
08/11/07	20,70	21,55	428,5	464,4	-0,85
09/11/07	20,60	21,05	424,4	443,1	-0,45
10/11/07	21,50	20,15	462,3	406,0	1,35
11/11/07	20,80	21,85	432,6	477,4	-1,05
12/11/07	21,20	21,15	449,4	447,3	0,05

13/11/07	20,50	20,55	420,3	422,3	-0,05
14/11/07	22,00	20,45	484,0	418,2	1,55
15/11/07	21,20	20,45	449,4	418,2	0,75
16/11/07	21,80	21,75	475,2	473,1	0,05
17/11/07	21,30	21,65	453,7	468,7	-0,35
18/11/07	22,00	21,45	484,0	460,1	0,55
19/11/07	22,50	21,45	506,3	460,1	1,05
20/11/07	20,40	21,35	416,2	455,8	-0,95
21/11/07	22,30	20,75	497,3	430,6	1,55
22/11/07	21,70	20,45	470,9	418,2	1,25
23/11/07	22,50	21,95	506,3	481,8	0,55
24/11/07	20,30	20,75	412,1	430,6	-0,45
25/11/07	20,90	21,55	436,8	464,4	-0,65
26/11/07	22,70	21,05	515,3	443,1	1,65
27/11/07	22,00	22,15	484,0	490,6	-0,15
28/11/07	21,10	20,95	445,2	438,9	0,15
29/11/07	21,40	21,35	458,0	455,8	0,05
30/11/07	21,00	20,95	441,0	438,9	0,05
01/12/07	21,30	20,65	453,7	426,4	0,65
02/12/07	22,50	22,25	506,3	495,1	0,25
03/12/07	21,40	21,45	458,0	460,1	-0,05
04/12/07	21,10	22,25	445,2	495,1	-1,15
05/12/07	21,00	21,25	441,0	451,6	-0,25
06/12/07	20,40	21,65	416,2	468,7	-1,25
07/12/07	21,20	22,45	449,4	504,0	-1,25
08/12/07	20,90	21,25	436,8	451,6	-0,35
09/12/07	21,20	22,45	449,4	504,0	-1,25
10/12/07	21,10	23,05	445,2	531,3	-1,95
11/12/07	21,00	22,05	441,0	486,2	-1,05
12/12/07	20,90	21,55	436,8	464,4	-0,65
13/12/07	20,50	21,45	420,3	460,1	-0,95
14/12/07	21,80	23,25	475,2	540,6	-1,45
15/12/07	21,50	22,85	462,3	522,1	-1,35
16/12/07	23,00	20,65	529,0	426,4	2,35
17/12/07	22,40	21,85	501,8	477,4	0,55
18/12/07	21,60	21,95	466,6	481,8	-0,35
19/12/07	21,50	22,45	462,3	504,0	-0,95
20/12/07	22,30	21,95	497,3	481,8	0,35
21/12/07	22,50	22,85	506,3	522,1	-0,35
22/12/07	22,50	22,85	506,3	522,1	-0,35
23/12/07	23,40	21,05	547,6	443,1	2,35
24/12/07	23,50	23,05	552,3	531,3	0,45
25/12/07	23,40	22,45	547,6	504,0	0,95
26/12/07	24,00	22,85	576,0	522,1	1,15
27/12/07	24,00	23,45	576,0	549,9	0,55
28/12/07	23,80	22,45	566,4	504,0	1,35
29/12/07	22,50	22,15	506,3	490,6	0,35
30/12/07	23,40	22,15	547,6	490,6	1,25
31/12/07	21,30	23,05	453,7	531,3	-1,75
01/01/08	22,30	23,45	497,3	549,9	-1,15
02/01/08	23,40	23,35	547,6	545,2	0,05
03/01/08	22,20	23,35	492,8	545,2	-1,15

04/01/08	22,30	22,75	497,3	517,6	-0,45
05/01/08	22,50	23,85	506,3	568,8	-1,35
06/01/08	23,40	22,45	547,6	504,0	0,95
07/01/08	24,00	23,25	576,0	540,6	0,75
08/01/08	22,00	23,35	484,0	545,2	-1,35
09/01/08	22,60	23,25	510,8	540,6	-0,65
10/01/08	23,90	23,65	571,2	559,3	0,25
11/01/08	22,50	22,85	506,3	522,1	-0,35
12/01/08	23,20	23,35	538,2	545,2	-0,15
13/01/08	23,30	22,05	542,9	486,2	1,25
14/01/08	23,90	22,95	571,2	526,7	0,95
SUMA	1785,60	1790,8	38982,48	39188,7	

- Se plantea las hipótesis nula y alternativa:

Ho: No existe DIFERENCIA entre los datos pronosticados por el INAMHI y el Sistema Informático.

H1: Existe DIFERENCIA entre los datos pronosticados por el INAMHI y el Sistema Informático.

$$H_0: \mu_I = \mu_S$$

$$H_1: \mu_I \neq \mu_S$$

- Se selecciona el nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

grados de libertad $gl = 82 + 82 - 2 = 162$.

- Se formula la regla de decisión

Ho rechazar si $z < -1,65$ ó $z > 1,65$; y se acepta H1.

- Se identifica el estadístico de prueba.

Calculamos las varianzas de las muestras poblacionales.

$$S_1^2 = \frac{\sum x_1^2 - \frac{(\sum x_1)^2}{n_1}}{n_1 - 1}$$

$$S_1^2 = \frac{38982.48 - \frac{(1784.6)^2}{82}}{82 - 1} = 1.23$$

$$S_2^2 = \frac{\sum x_2^2 - \frac{(\sum x_2)^2}{n_2}}{n_2 - 1}$$

$$S_2^2 = \frac{39188.7 - \frac{(1790.8)^2}{82}}{82 - 1} = 0.98$$

Determinamos el valor del estadístico de prueba, recurriendo al estadístico z, debido a que las muestras se consideran grandes al superar el tamaño muestral de 30.

$$z = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$
$$z = \frac{21.78 - 21.84}{\sqrt{\frac{1.23}{82} + \frac{0.98}{82}}} = -0.366$$

- Se toma la muestra y se decide.

Resultados esperados

La decisión es no rechazar la hipótesis nula (H_0) debido a que -0,366 cae en la región entre -1,65 y +1,65. Se concluye que no existe diferencia entre la Temperatura pronosticada por el INAMHI y la Temperatura dada por el SISTEMA INFORMÁTICO.

Prueba 1.4 Verificar que el pronóstico del clima realizado por el sistema tenga concordancia con los datos presentador por el INAMHI mediante la prueba de ANOVA.

Actividades:

- Realizar la recolección de datos del clima (temperatura y precipitación) tanto del INAMHI como del sistema pronosticador del clima para el mayor número de días.

TEMPERATURA

DÍA	MÍNIMA		X1*X1	X2*X2	DIFERENCIA
	INAMHI (X1)	SISTEMA (X2)			
25/10/07	20,00	21,45	400,0	460,1	-1,45
26/10/07	20,10	20,65	404,0	426,4	-0,55
27/10/07	20,40	20,45	416,2	418,2	-0,05
28/10/07	21,00	21,95	441,0	481,8	-0,95
29/10/07	20,50	20,05	420,3	402,0	0,45
30/10/07	22,00	20,25	484,0	410,1	1,75
31/10/07	20,50	21,45	420,3	460,1	-0,95
01/11/07	21,00	20,85	441,0	434,7	0,15
02/11/07	20,50	20,25	420,3	410,1	0,25
03/11/07	21,00	20,65	441,0	426,4	0,35
04/11/07	20,40	21,15	416,2	447,3	-0,75
05/11/07	20,40	21,15	416,2	447,3	-0,75
06/11/07	20,50	21,25	420,3	451,6	-0,75
07/11/07	20,50	21,55	420,3	464,4	-1,05
08/11/07	20,70	21,55	428,5	464,4	-0,85
09/11/07	20,60	21,05	424,4	443,1	-0,45
10/11/07	21,50	20,15	462,3	406,0	1,35
11/11/07	20,80	21,85	432,6	477,4	-1,05
12/11/07	21,20	21,15	449,4	447,3	0,05
13/11/07	20,50	20,55	420,3	422,3	-0,05
14/11/07	22,00	20,45	484,0	418,2	1,55
15/11/07	21,20	20,45	449,4	418,2	0,75
16/11/07	21,80	21,75	475,2	473,1	0,05
17/11/07	21,30	21,65	453,7	468,7	-0,35
18/11/07	22,00	21,45	484,0	460,1	0,55
19/11/07	22,50	21,45	506,3	460,1	1,05
20/11/07	20,40	21,35	416,2	455,8	-0,95
21/11/07	22,30	20,75	497,3	430,6	1,55
22/11/07	21,70	20,45	470,9	418,2	1,25
23/11/07	22,50	21,95	506,3	481,8	0,55
24/11/07	20,30	20,75	412,1	430,6	-0,45
25/11/07	20,90	21,55	436,8	464,4	-0,65
26/11/07	22,70	21,05	515,3	443,1	1,65
27/11/07	22,00	22,15	484,0	490,6	-0,15
28/11/07	21,10	20,95	445,2	438,9	0,15
29/11/07	21,40	21,35	458,0	455,8	0,05
30/11/07	21,00	20,95	441,0	438,9	0,05
01/12/07	21,30	20,65	453,7	426,4	0,65
02/12/07	22,50	22,25	506,3	495,1	0,25
03/12/07	21,40	21,45	458,0	460,1	-0,05
04/12/07	21,10	22,25	445,2	495,1	-1,15
05/12/07	21,00	21,25	441,0	451,6	-0,25
06/12/07	20,40	21,65	416,2	468,7	-1,25
07/12/07	21,20	22,45	449,4	504,0	-1,25
08/12/07	20,90	21,25	436,8	451,6	-0,35
09/12/07	21,20	22,45	449,4	504,0	-1,25
10/12/07	21,10	23,05	445,2	531,3	-1,95
11/12/07	21,00	22,05	441,0	486,2	-1,05
12/12/07	20,90	21,55	436,8	464,4	-0,65
13/12/07	20,50	21,45	420,3	460,1	-0,95

14/12/07	21,80	23,25	475,2	540,6	-1,45
15/12/07	21,50	22,85	462,3	522,1	-1,35
16/12/07	23,00	20,65	529,0	426,4	2,35
17/12/07	22,40	21,85	501,8	477,4	0,55
18/12/07	21,60	21,95	466,6	481,8	-0,35
19/12/07	21,50	22,45	462,3	504,0	-0,95
20/12/07	22,30	21,95	497,3	481,8	0,35
21/12/07	22,50	22,85	506,3	522,1	-0,35
22/12/07	22,50	22,85	506,3	522,1	-0,35
23/12/07	23,40	21,05	547,6	443,1	2,35
24/12/07	23,50	23,05	552,3	531,3	0,45
25/12/07	23,40	22,45	547,6	504,0	0,95
26/12/07	24,00	22,85	576,0	522,1	1,15
27/12/07	24,00	23,45	576,0	549,9	0,55
28/12/07	23,80	22,45	566,4	504,0	1,35
29/12/07	22,50	22,15	506,3	490,6	0,35
30/12/07	23,40	22,15	547,6	490,6	1,25
31/12/07	21,30	23,05	453,7	531,3	-1,75
01/01/08	22,30	23,45	497,3	549,9	-1,15
02/01/08	23,40	23,35	547,6	545,2	0,05
03/01/08	22,20	23,35	492,8	545,2	-1,15
04/01/08	22,30	22,75	497,3	517,6	-0,45
05/01/08	22,50	23,85	506,3	568,8	-1,35
06/01/08	23,40	22,45	547,6	504,0	0,95
07/01/08	24,00	23,25	576,0	540,6	0,75
08/01/08	22,00	23,35	484,0	545,2	-1,35
09/01/08	22,60	23,25	510,8	540,6	-0,65
10/01/08	23,90	23,65	571,2	559,3	0,25
11/01/08	22,50	22,85	506,3	522,1	-0,35
12/01/08	23,20	23,35	538,2	545,2	-0,15
13/01/08	23,30	22,05	542,9	486,2	1,25
14/01/08	23,90	22,95	571,2	526,7	0,95
SUMA	1785,60	1790,8	38982,48	39188,7	

- Formulación de las hipótesis nula y alternativa.

Ho: $\mu_1 = \mu_2$ "NO existe diferencia en el PRONÓSTICO de Temperatura entregados por el INAMHI y el SISTEMA INFORMÁTICO desarrollado".

H1: "Existe diferencia en el PRONÓSTICO de Temperatura entregados por el INAMHI y el SISTEMA INFORMÁTICO desarrollado".

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$$

- Nivel de significancia.

$$\alpha = 0.05$$

Grados de libertad en el numerador = $k - 1 = 2 - 1 = 1$

Grados de libertad en el denominador = $n - k = 164 - 2 = 162$

Tabla de Distribución F = 3,84 valor crítico de F.

- Determinación de estadístico de prueba.

TABLA ANOVA

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Media de cuadrados	F
Tratamientos	SST	k - 1	$SST/(k-1) = MST$	MST / MSE
Error	SSE	n - k	$SSE/(n-k) = MSE$	
Total	SS Total	n - 1		

Realizamos los calculos

	INAMHI		SISTEMA INFORMÁTICO		TOTAL
	X	X ²	X	X ²	
Tc	1785,60		1790,8		3576,4
nc	82		82		164,0
X ²		38982,5		39188,7	78171,2

$$SS\ Total = \sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n} = 78171,2 - \frac{(3576,4)^2}{164} = 179,51$$

$$SST = \sum \left(\frac{T_c^2}{n_c} \right) - \frac{(\sum x)^2}{n} = \frac{(1785,60)^2}{82} + \frac{(1790,8)^2}{82} - \frac{(3576,4)^2}{164} = 0,165$$

$$SSE = SS\ Total - SST = 179,51 - 0,165 = 179,345$$

Resumiendo en la Tabla ANOVA se tiene:

TABLA ANOVA

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Media de cuadrados	F
---------------------	-------------------	--------------------	--------------------	---

Tratamientos	0,165	1	0,165	0,149
Error	179,345	162	1,107	
Total	179,51	163		

Por lo tanto el valor calculado es $F = 0,149$

- Toma de decisión.

Resultados esperados

Como F calculada es MENOR que el valor crítico de la F , entonces se acepta H_0 , es decir: "NO existe diferencia en el PRONÓSTICO de Temperatura entregados por el INAMHI y el SISTEMA INFORMÁTICO desarrollado"

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- Con la obtención, análisis y procesamiento de los datos históricos obtenidos del INAMHI; sobre temperatura y precipitación, se puede realizar el pronóstico del clima para una fecha determinada. Fue posible desarrollar un agente inteligente utilizando la tecnología de Web Services que permita la obtención del pronóstico del clima y de esta forma ayudar a las personas a que estén preparadas para eventuales cambios climáticos.
- Los agentes inteligentes constituyen actualmente un área de creciente interés dentro de la Inteligencia Artificial, por ser aplicable a la resolución de problemas complejos como: el control de procesos, procesos de producción, control de tráfico aéreo, aplicaciones comerciales, gestión de información, comercio electrónico, aplicaciones médicas, juegos y en este caso para la implementación del proceso de pronóstico del clima.
- El uso de la tecnología de Servicios Web XML (Web Services) para la implementación del agente inteligente que realiza el pronóstico del clima permitirá que este servicio sea usado por otras aplicaciones sin importar la plataforma en la que estén desarrolladas dichas aplicaciones, debido

a que ese es el propósito de los Servicios Web, que estén disponibles y que puedan ser accedidos por todos.

- La utilización de la metodología Mas Common KADS, fue de gran ayuda para el desarrollo de los agentes inteligentes que realizan las tareas de obtener información de las páginas Web así como la tarea de pronosticar el clima, debido a que esta es una metodología orientada a agentes inteligentes.
- La plataforma Java es la más idónea para el desarrollo de sistemas multiagentes debido a que es multiplataforma y por esta razón puede ser implementado en cualquier servidor.
Los agentes Inteligentes utilizan la información adquirida en el pasado para tomar decisiones en situaciones futuras en las que se encuentre.
- La tecnología de agentes de software ha mostrado una nueva forma de trabajar con computadores, permitiendo “delegar” en un programa (el agente) ciertas tareas que, de otra forma, solamente podría hacer el usuario.
- Realizada la investigación se concluye que en el Internet existe demasiada información acerca de los aspectos climatológicos, con el desarrollo del Agente Inteligente se pudo discriminar información que no es importante y encontrar la información correcta en el tiempo justo

6.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda la propagación efectiva de esta información a todas las personas que puedan tener interés en la misma, para que mediante el uso esta planifiquen sus actividades de tal forma que estas no se vean afectadas por los factores climáticos.
- Impulsar el desarrollo de nuevos sistemas multiagentes que realicen o presten servicios que sean útiles a las personas y que a través de la

tecnología de Web Services puedan ser implementados y accedidos por cualquier usuario.

- Se recomienda el uso de la metodología Mas-CommonKADS es la más apropiada para el desarrollo de sistemas multiagentes y es la que se utilizo para el desarrollo del presente proyecto.
- Se recomienda el uso del lenguaje JAVA conjuntamente con la plataforma JSP para el desarrollo de Agentes Inteligentes, puesto que es un lenguaje completamente orientado a Objetos y además multiplataforma.

