



**Universidad de las Ciencias Informáticas**

**Facultad 2**

**Título: Base de conocimiento y motor de inferencia de  
un Sistema Basado en Conocimiento para la  
obtención de los requisitos de software en la línea  
temática de atención y tratamiento de las emergencias  
en el centro ISEC.**

**Trabajo de Diploma para optar por el título de  
Ingeniero en Ciencias Informáticas**

**Autora:** Yaneysi Gómez González

**Tutora:** Ing. Yahima Vigo Valdés

**Junio 2012**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Declaro que soy la única autora de este trabajo y autorizo al centro de Informatización para la Seguridad Ciudadana de la Universidad de las Ciencias Informáticas a hacer uso del mismo en su beneficio.

Para que así conste firmo la presente a los \_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_\_ del año \_\_\_\_\_.

Yaneysi Gómez González

Ing. Yahima Vigo Valdés

---

Firma de la autora

---

Firma de la tutora

## RESUMEN

El Centro de Informatización para la Seguridad Ciudadana (ISEC), ha venido confrontando dificultades en el proceso de obtención de requisitos en nuevos proyectos de gestión de emergencias, y se ha identificado como una de sus causas, la falta de experiencia de los analistas. Dicha falta de experiencia, en la mayoría de los casos, impide obtener una especificación de requisitos completa, que satisfaga las necesidades del cliente, a pesar de pertenecer al mismo dominio de aplicación de otros proyectos desarrollados en el departamento de Atención al Ciudadano, que han sido exitosos.

El presente trabajo de diploma comprende la propuesta de una base de conocimiento y un motor de inferencia, que sirva de apoyo al analista para obtener los requisitos de un nuevo sistema de recepción de llamada y despacho de solicitudes, de un sistema de gestión de emergencias. Para ello, se describe la Ingeniería del Conocimiento y los Sistemas Basados en Conocimiento (SBC). El método Delphi, basado en el criterio de especialistas es utilizado para la validación de la solución propuesta, obteniendo resultados positivos.

Con la aplicación de los resultados de la presente investigación se logrará preparar mejor al analista en el dominio de aplicación de los sistemas de gestión de emergencia y por ende, una obtención de requisitos con mayor calidad en proyectos de la temática.

**Palabras claves:** Base de Conocimiento, Ingeniería del Conocimiento, obtención de requisitos, Sistemas Basados en Conocimiento, sistemas de gestión de emergencias.

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	5
Introducción del capítulo.....	5
1.1.    Proceso de gestión de emergencias .....	5
1.2.    Centro de Informatización de la Seguridad Ciudadana (ISEC).....	7
1.2.1.    Proceso de obtención de requisitos en el departamento TAC.....	8
1.3.    Sistemas Basados en el Conocimiento (SBC) .....	10
1.3.1.    Sistemas Basados en Reglas (SBR).....	10
1.3.2.    Razonamiento Basado en Casos (RBC).....	13
1.3.3.    Conclusiones parciales .....	16
1.4.    Ingeniería del Conocimiento .....	16
1.4.1.    Etapas de la IC .....	17
1.5.    Sistemas inteligentes para la obtención de requisitos .....	20
Conclusiones parciales.....	22
CAPÍTULO 2: TÉCNICAS APLICADAS AL RAZONAMIENTO BASADO EN CASOS.....	23
Introducción del capítulo.....	23
2.1.    Descripción de la Base de Casos (BC) .....	23
2.1.1.    Estructura y representación de los casos.....	23
2.1.2.    Modelos de memoria para organizar la BC .....	24
2.1.3.    Indexación de casos .....	26
2.2.    Fundamentos generales del Motor de Inferencia (MI) .....	26
2.2.1.    Detección de los casos aplicables .....	27
2.2.2.    Elección de los casos más similares.....	31
Conclusiones Parciales .....	32
CAPÍTULO 3: PROPUESTA DE SOLUCIÓN.....	33
Introducción del capítulo.....	33

3.1. Adquisición del conocimiento.....	33
3.1.1. Selección de los expertos humanos.....	33
3.1.2. Métodos de adquisición del conocimiento.....	34
3.2. Representación y organización del conocimiento .....	37
3.3. Recuperación de casos semejantes .....	56
3.3.1. Funciones de semejanza propuestas.....	57
3.3.2. Umbrales de recuperación propuestos.....	58
Conclusiones parciales.....	58
CAPÍTULO 4: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN .....	59
Introducción del capítulo.....	59
4.1. Validación por el método Delphi.....	59
4.1.1. Selección de los especialistas .....	59
4.1.2. Elaboración del cuestionario para la evaluación de la propuesta .....	63
4.1.3. Cálculo de concordancia entre los especialistas .....	64
4.1.4. Desarrollo práctico y explotación de los resultados.....	65
Conclusiones parciales.....	66
CONCLUSIONES GENERALES.....	67
RECOMENDACIONES .....	68
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	69
BIBLIOGRAFÍA.....	76

## **INTRODUCCIÓN**

El éxito de un sistema de software depende de la medida en que pueda satisfacer las necesidades de sus usuarios y su entorno (1). Los requisitos de software reflejan estas necesidades y la Ingeniería de Requisitos (IR) proporciona mecanismos diseñados para ayudar a entender lo que el cliente quiere: analizar las necesidades, evaluar la factibilidad, negociar una solución razonable, especificar la solución sin ambigüedades, validar la especificación y administrar los requisitos conforme estos se transforman en un sistema operacional (2). Los requisitos son la base de las actividades que se realizarán a lo largo de todo el proceso de desarrollo del software, tales como: la estimación de los costos, la planificación de los proyectos, y la derivación de la arquitectura base, diseños, códigos y casos de prueba (3).

La adecuada identificación y comprensión de los requisitos conduce al desarrollo de mejores aplicaciones de software que cumplan con las necesidades y expectativas de los interesados. Sin embargo, la comprensión de los requisitos de un problema está entre las tareas más difíciles que enfrenta un ingeniero de software (4), pues en la mayoría de los casos los clientes no tienen claras sus verdaderas necesidades y expectativas sobre el software que desean o necesitan para resolver los problemas reales de su organización. Por consiguiente, la información obtenida por el analista puede variar dependiendo de la persona a la que se esté consultando, así como de las preguntas para la obtención de requisitos seleccionadas por el analista.

La etapa de obtención de requisitos es una de las más importantes dentro de la IR; si no se realiza una correcta obtención de requisitos las demás etapas van a tener como principal deficiencia que les estará faltando parte de la información de las necesidades del cliente (4).

El éxito de esta etapa depende en gran medida de la experiencia de los analistas y grupos de desarrollo, así como de las habilidades adquiridas por estos en el desarrollo de sistemas con características similares. Mientras más conocimiento sobre el dominio de aplicación del proyecto a desarrollar se tenga, la formulación de una propuesta de solución adecuada será más fácil, de mayor calidad y con mayores posibilidades de adaptarse a los cambios que puedan existir.

El departamento Tecnologías para la Atención Ciudadana (TAC) del Centro de Informatización para la Seguridad Ciudadana (ISEC), en la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), se dedica a desarrollar proyectos de la línea temática de gestión de emergencias. Los sistemas de gestión de emergencias dan respuesta a las solicitudes formuladas por la población para contribuir a garantizar la tranquilidad ciudadana, siendo de vital importancia el tiempo que

demora dar solución a un suceso del que pueden depender vidas humanas. La construcción de un sistema de gestión de emergencias es una tarea compleja: por el volumen de información que se maneja diariamente, la integración con tecnologías novedosas y con otros sistemas, el trabajo en tiempo real, la complejidad de los procesos de negocio, la prestación de servicios de forma ininterrumpida, la capacidad de crecimiento al poder modificar la cantidad de puestos de trabajo, la seguridad que requieren los datos que se manejan, entre muchas otras razones.

En ISEC, por la complejidad y diversidad de los temas dentro de la línea temática gestión de emergencias, se decidió subdividirla en líneas temáticas más específicas que son:

1. Atención a emergencias.
2. Tratamiento de las emergencias.
3. Supervisión del personal que atiende las emergencias.
4. Sistemas de aviso.
5. Respuestas ante catástrofes (inundaciones, sismos, huracanes, etc.).

Los analistas que obtienen los requisitos en los temas antes enumerados requieren de un conocimiento especializado en el dominio de aplicación para lograr una especificación de requisitos completa. En ISEC existe una demanda creciente en el desarrollo de sistemas de la línea temática gestión de emergencias, lo cual requiere de especialistas trabajando al mismo tiempo en diferentes soluciones. En ocasiones, no se encuentran disponibles los analistas expertos y se necesita del servicio de otro ingeniero de software que no siempre cuenta con la experiencia necesaria para realizar el proceso de obtener los requisitos. Lo anterior conlleva a mayor tiempo en la obtención de requisitos, no gestionar las necesidades del proyecto en forma adecuada y provocar retrasos en la ejecución del proyecto.

Partiendo de la situación anterior, se identifica el siguiente **problema de investigación**:

¿Cómo aprovechar el conocimiento acumulado por especialistas en el proceso de obtención de requisitos de software en ISEC, en sistemas que pertenecen a las líneas temáticas de atención y tratamiento de las emergencias?

Con vista a la solución del problema antes planteado se define como **objeto de estudio** los Sistemas Basados en Conocimiento (SBC) para la obtención de requisitos en sistemas que pertenecen a las líneas temáticas de atención y tratamiento de las emergencias.

El **objetivo general** de la presente investigación es: proponer una base de conocimiento y el motor de inferencia de un Sistema Basado en Conocimiento, para aprovechar la experiencia en el proceso de obtención de los requisitos en sistemas que pertenecen a las líneas temáticas de atención y tratamiento de las emergencias en ISEC, utilizando la ingeniería del conocimiento.

Definiendo así el **campo de acción** como: el proceso de modelación del conocimiento y del motor de inferencia de un SBC para la obtención de requisitos en sistemas que pertenecen a las líneas temáticas de atención y tratamiento de las emergencias.

La **idea a defender** planteada es que:

La propuesta de una base de conocimiento y el motor de inferencia de un SBC para las líneas temáticas de atención y tratamiento de las emergencias, facilita el aprovechamiento del conocimiento en el proceso de obtención de los requisitos de software para los proyectos de gestión de emergencias en ISEC.

**Objetivos específicos:**

- Caracterizar sistemas de gestión de emergencias para establecer semejanzas y diferencias entre ellos, haciendo énfasis en los sistemas que responden a las líneas temáticas de atención y tratamiento de las emergencias.
- Caracterizar el proceso de obtención de requisitos en ISEC en proyectos de la línea temática de gestión de emergencias.
- Caracterizar los SBC para la selección y estudio de la técnica más adecuada para modelar el conocimiento y el motor de inferencia de las líneas temáticas de atención y tratamiento de las emergencias.
- Modelar la propuesta de solución.
- Validar la solución propuesta.

**Tareas para dar cumplimiento a los objetivos:**

1. Caracterización de sistemas de gestión de emergencias a nivel nacional e internacional, enfatizando en las líneas temáticas de atención y tratamiento de las emergencias.
2. Identificación de características comunes y diferencias entre los sistemas de gestión de emergencias estudiados.
3. Caracterización del procedimiento para la obtención de requisitos en el departamento TAC de ISEC.
4. Descripción de las técnicas de obtención de requisitos empleadas en el procedimiento anterior.
5. Caracterización de los sistemas basados en conocimiento como técnica de Inteligencia Artificial que permite aprovechar el conocimiento.
6. Selección del tipo de SBC idóneo para la representación del conocimiento en sistemas que responden a las líneas temáticas de atención y tratamiento de las emergencias.
7. Caracterización del proceso para construir un SBC a través de la ingeniería del conocimiento.

8. Búsqueda bibliográfica y caracterización de sistemas inteligentes que permitan aprovechar la experiencia en el proceso de obtención de requisitos.
9. Estudio de las diferentes maneras de modelar el conocimiento acorde al tipo de SBC seleccionado.
10. Estudio de las técnicas utilizadas en un motor de inferencia para obtener de la base de conocimiento las soluciones más similares al nuevo problema que se desea resolver.
11. Modelación de la base de conocimiento para representar los requisitos de sistemas de atención y tratamiento de las emergencias.
12. Propuesta del mecanismo de inferencia para obtener la solución al nuevo problema sin resolver.
13. Validación de la base de conocimiento propuesta, para demostrar que representa el conocimiento de las líneas temáticas de atención y tratamiento de las emergencias de manera adecuada.

El presente documento consta de 4 capítulos, estructurados de la siguiente forma:

En el Capítulo 1: “Fundamentación teórica” se describe el proceso de obtención de requisitos en el departamento TAC de ISEC y se fundamenta el objetivo de la investigación. Se hace referencia a los conceptos principales que se van a tratar en el trabajo de diploma relacionados con los sistemas basados en conocimiento, la ingeniería del conocimiento y la línea temática de gestión de emergencias. Además, se caracterizan sistemas inteligentes aplicados a la obtención de requisitos.

En el Capítulo 2: “Técnicas aplicadas al Razonamiento Basado en Casos” se realiza un estudio de las técnicas más utilizadas en el RBC para la representación y organización de la base de casos; así como, las funciones de semejanzas usadas para recuperar los casos más similares al nuevo caso sin resolver.

En el Capítulo 3: “Propuesta de solución” se abordan las actividades del proceso de extracción de la información y estructuración de la base de casos propuesta. Además, se propone un mecanismo para recuperar casos de la base de casos y los umbrales que posibiliten seleccionar los más similares al nuevo problema sin resolver.

En el Capítulo 4: “Validación de la propuesta de solución” se realiza la validación de la solución propuesta para corroborar que está representado el conocimiento perteneciente a las líneas temáticas de atención y tratamiento de las emergencias.

## **CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **Introducción del capítulo**

En el capítulo se caracteriza la línea temática de atención y tratamiento de emergencias. También, se describe el proceso de obtención de requisitos del departamento TAC de ISEC.

Se realiza un estudio del estado del arte de los Sistemas Basados en Conocimiento como técnica de Inteligencia Artificial para aprovechar la experiencia, y la Ingeniería del Conocimiento para guiar el proceso de construcción de la base de conocimiento y el motor de inferencia. Además, se presenta un estudio de diferentes herramientas inteligentes relacionadas con los requisitos de software.

### **1.1. Proceso de gestión de emergencias**

El proceso de gestión de emergencias consiste en recibir solicitudes de auxilio de la población y administrar, desde uno o varios puntos, los esfuerzos de los diferentes organismos que trabajan en una dependencia (bomberos, cruz roja, policía, etc.), depurando y despachando las emergencias. Este proceso es soportado por sistemas computarizados llamados sistemas de gestión de emergencias, que están compuestos por subsistemas de cómputo, telefonía, radio e información operativa. Como parte de sus funciones implementan y ejecutan estrategias orientadas a educar a la población y salvaguardar las vidas humanas, los bienes, los servicios, el medio ambiente y los recursos naturales, con el objetivo de minimizar el impacto social y ambiental de las situaciones de emergencias.

Los sistemas de gestión de emergencias permiten mejorar los tiempos de respuesta a las solicitudes de auxilio; además, facilitan una actuación coordinada y eficaz de los servicios públicos. Basan su funcionamiento en tres áreas claves del Centro que son las que dan atención a las solicitudes:

Recepción de llamadas: interactúa con el ciudadano y recoge la información de la emergencia. Inicia desde que el usuario intenta su comunicación con la línea telefónica, fax, e-mail, etc., para reportar el incidente de seguridad y / o emergencia, hasta que el operador de recepción recibe, clasifica la emergencia, obtiene el lugar donde ocurre y transfiere la información completa, íntegra y veraz a las agencias de Despacho. Como apoyo a esta área se puede utilizar un mapa digital para representar las ubicaciones de las llamadas telefónicas, que contribuye en la detección de llamadas falsas, y sitios de interés que permite darle una mejor atención al ciudadano.

Despacho: coordina las acciones de los órganos de seguridad para dar respuesta a las emergencias. Es el área del Centro que se encarga de contactar con el personal de seguridad pública para enviar las unidades correspondientes a cada situación de emergencia reportada por los ciudadanos. Se realiza un seguimiento de las solicitudes hasta su cierre, supervisando la actividad de las unidades en servicio a través del sistema de comunicaciones que utilice el Centro y registrando las acciones que se llevan a cabo en la atención de las solicitudes.

Como apoyo al despacho de las solicitudes se puede utilizar un mapa digital del área que corresponde atender. Éste contiene la ubicación de las unidades en servicio, solicitudes y sitios de interés, lo que posibilita una mejor apreciación de la situación en el territorio y por tanto permite tomar decisiones más precisas.

Supervisión: controla y supervisa la calidad del trabajo de las otras áreas. Se encarga de controlar la gestión de operadores, despachadores y funcionamiento en general del Centro. Cuenta para ello con varias aplicaciones que posibilitan, de forma permanente, monitorear las diferentes acciones que realiza el personal del Centro de acuerdo a sus competencias. La supervisión implica, esencialmente, la asesoría, orientación y el seguimiento para conocer, comprender e intervenir en la obtención del mejoramiento de la calidad del trabajo realizado por otros o por uno mismo. Dicha actividad se debe realizar sistemáticamente y debe ser rigurosa, coherente, flexible y ética.

Además, los sistemas de gestión de emergencias tienen otras áreas que contribuyen a su correcto funcionamiento, que deben permitir cambiar su configuración en tiempo real para atender sucesos de gran magnitud permitiendo habilitar nuevos puestos de trabajo, así como administrar recursos móviles, entre otras.

En la presente investigación solo serán objeto de estudio las dos primeras áreas dentro de los sistemas de gestión de emergencias, que responden a la atención y tratamiento de las emergencias. Esto es debido a que comprenden los procesos que dan respuesta a los ciudadanos, recibiendo y dando seguimiento a una solicitud hasta su cierre.

Los sistemas de gestión de emergencias deben responder a los procesos de negocios y las características de cada localidad. A pesar de existir funcionalidades comunes entre ellos, se diferencian por un grupo de elementos que condicionan los requisitos de cada sistema:

- dependen del modo de proceder de cada institución o gobierno donde se vaya a implantar el sistema. El modo de proceder tiene especial repercusión en los datos a almacenar en cada situación de emergencia. Todos los sistemas registran llamadas,

pero no todos registran los mismos datos, por ejemplo: hay sistemas que solo registran las llamadas que generan una emergencia, hay sistemas que no clasifican las llamadas, otros las clasifican pero difieren en las clasificaciones.

- dependen de la manera en que interactúan los Centros con los organismos disponibles para la gestión de las emergencias. En algunos casos se comunica al organismo la situación de emergencia y este coordina con sus propios recursos la atención de la misma, en ocasiones al finalizar hay Centros que recogen el resultado de la atención mientras que para otros Centros su gestión culmina cuando informan de la situación de emergencia al organismo competente. En otros Centros se coordina directamente con los recursos de los organismos disponibles para la atención de las emergencias, permitiendo llevar un control en tiempo real de las acciones llevadas a cabo para solucionar la misma. Existen Centros que disponen de recursos propios para la atención de emergencias que utilizan de conjunto con los recursos de los organismos.
- dependen de las tecnologías que dispongan los Centros para llevar a cabo el proceso de gestión de emergencias y de las funcionalidades que brinden las mismas. Ejemplo: las centrales telefónicas, GPS (Global Positioning System), ALI (Automatic Location Identifier), ANI (Automatic Number Identification), etc.
- dependen de los tipos de emergencias que atiendan los organismos a los que está dirigido el Centro. Si el organismo es de salud, las emergencias son médicas y los datos que se necesitan difieren de otro tipo de emergencias.

Existen otros factores que modifican una especificación de requisitos de software de sistemas que pertenecen a las líneas de atención y tratamiento de emergencias, pero los antes mencionados son los que más repercuten e influyen en su definición.

## **1.2. Centro de Informatización de la Seguridad Ciudadana (ISEC)**

El Centro Informatización de la Seguridad Ciudadana (ISEC) es uno de los dos centros de desarrollo de la Facultad 2. Fue creado en la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) como parte de la estrategia definida para elevar los resultados productivos, agrupando, según las temáticas, los proyectos existentes, para garantizar la colaboración entre los equipos, el continuo desarrollo científico y tecnológico, así como una continua proyección según las líneas de desarrollo. En él se desempeñan estudiantes y especialistas, tanto a tiempo parcial como a tiempo completo, en equipos multidisciplinarios.

En ISEC, en el departamento Tecnologías para la Atención Ciudadana (TAC), confluyen los proyectos cuya línea temática es la gestión de emergencias de los ciudadanos, que comprende los temas relacionados con:

1. Atención a emergencias.
2. Tratamiento de las emergencias.
3. Supervisión del personal que atiende las emergencias.
4. Sistemas de Aviso.
5. Respuestas ante catástrofes (inundaciones, sismos, huracanes, etc.).

### **1.2.1. Proceso de obtención de requisitos en el departamento TAC**

Ante la llegada de un nuevo proyecto al departamento, una comisión de especialistas analiza la descripción del proyecto para determinar a qué línea temática pertenece, y es luego que se conforma el equipo inicial de proyecto. Para la conformación del equipo, independientemente de la metodología de desarrollo a utilizar en el mismo, se necesitan personas que desempeñen el rol de analistas. Uno de los aspectos que se tiene en cuenta para su selección es la experiencia adquirida en proyectos que pertenecen a la misma línea temática y al mismo dominio de aplicación que el proyecto que se está conformando. Actualmente después de conformado el equipo del proyecto con los analistas seleccionados (con experiencia o no), se coordinan los encuentros necesarios con los funcionarios del cliente. Durante el intercambio se realizan entrevistas de preguntas libres para obtener datos generales del proyecto y una lista de características del problema. Una vez concluidas las entrevistas se efectúa un estudio del estado del arte, o sea, se obtiene información del negocio del cliente: folletos, informes sobre el sector, publicaciones, documentos, consultas con expertos, soluciones existentes y software que posean particularidades similares. Esta actividad es necesaria, pues enfrentarse a un desarrollo sin conocer las características principales ni el vocabulario propio del dominio del cliente, suele provocar que el producto final no sea el esperado. Si el equipo de desarrollo tiene experiencia en el dominio del problema y el sistema actual es conocido, esta tarea es opcional.

Luego, se procede a realizar tormentas de ideas, entrevistas o a aplicar la técnica del desarrollo conjunto de aplicaciones (JAD, Joint Application Development) para definir los requisitos del sistema, donde se utilizan los casos de uso para modelar las funcionalidades. Después de varias entrevistas con los interesados, se presenta un prototipo de interfaz que posibilita verificar los requisitos de software que fueron extraídos. Posterior a esta actividad comienza el desarrollo del software, donde el equipo de proyecto puede enfrentarse a múltiples cambios a

los requisitos, ya sea porque se identifican inconsistencias y errores en los requisitos, o se realizan nuevas peticiones de los clientes y usuarios.

Utilizar la experiencia de otras personas que han realizado el proceso de obtención de requisitos en problemas con dominios similares al de gestión de emergencias, podría conllevar a obtener especificaciones de requisitos más completas y tener menos contactos con el cliente.

En el departamento y en toda empresa de desarrollo de software de manera general, sucede en ocasiones que los analistas expertos en determinado dominio de aplicación, no se encuentran disponibles y se necesita del servicio de otro analista que no siempre cuenta con la experticia necesaria para realizar el proceso de obtener los requisitos en el dominio requerido. Tampoco se dispone de un repositorio donde los analistas puedan consultar de forma fácil la documentación generada por los expertos durante su proceso de autopreparación en el dominio de aplicación objeto de análisis. Lo anterior conlleva a interactuar en más ocasiones con los clientes para entender el negocio, interrumpiendo su trabajo y sabiendo que las personas con mayor conocimiento de un negocio y con poderes de decisión, generalmente disponen de poco tiempo.

Las técnicas de obtención de requisitos actuales, están enfocadas no solo para identificar los requisitos que los clientes sean capaces de transmitir por sí solos, sino en ayudarlos a desarrollar sus requisitos y a extraer necesidades que inicialmente no sospechaban (26). Los analistas que obtienen los requisitos de un sistema de gestión de emergencias requieren de un conocimiento especializado en el dominio de aplicación para lograr una especificación de requisitos completa, debido a lo complejo que son sus procesos de negocio, la interacción con tecnologías novedosas y sistemas externos, el trabajo en tiempo real, lo variable que pueden ser las especificaciones de requisitos en sistemas para diferentes centros de gestión de emergencias, entre otros aspectos.

Se hace necesario entonces, combinar herramientas con la experiencia de los especialistas para afrontar los nuevos retos que impone diseñar sistemas eficientes y novedosos en las condiciones actuales. Esta necesidad es aún más imperiosa cuando cada individuo en una organización tiene su propia forma de abordar los problemas y no siempre tiene todo el conocimiento y experiencia necesarios sobre el negocio (27).

Existen varias técnicas de Inteligencia Artificial (IA) que permiten aprovechar la experiencia acumulada en un área o dominio de aplicación, como los Sistemas Basados en Conocimiento (SBC).

### **1.3. Sistemas Basados en el Conocimiento (SBC)**

Los Sistemas Basados en el Conocimiento (SBC) pueden ser definidos como un sistema computarizado que usa conocimiento sobre un dominio para arribar a una solución de un problema de ese dominio. Esta solución es esencialmente la misma que la obtenida por una persona experimentada en el dominio del problema cuando se enfrenta al mismo problema (28).

Los SBC están formados por tres componentes: la base de conocimiento, la máquina de inferencia y la interfaz.

En la base de conocimiento se almacena el conocimiento necesario para resolver los problemas del dominio de aplicación para el cual se desarrolla el SBC. La máquina de inferencia es un procedimiento en el cual está implementado algún método que utiliza el conocimiento de la base de conocimiento para resolver los problemas del dominio. La interfaz consiste en el medio comunicacional a través del cual el usuario interactúa con el sistema (29).

Una de las facilidades que brindan los SBC es que el conocimiento que se almacena puede ser de diferente tipo en dependencia del dominio de aplicación. Los diferentes tipos de conocimiento dan lugar a diferentes tipos de SBC, entre ellos: los sistemas basados en reglas, sistemas basados en probabilidades, sistemas basados en modelos, sistemas basados en marcos (frames), redes neuronales artificiales y razonamiento basado en casos. Dentro de los tipos de SBC se estudiarán dos de los tipos más conocidos: los sistemas basados en reglas como pionero y de alta popularidad y los sistemas basados en casos como una alternativa que supera las limitaciones del primero respecto a la problemática de la adquisición del conocimiento (31).

#### **1.3.1. Sistemas Basados en Reglas (SBR)**

En los Sistemas Basados en Reglas (SBR) la forma de representación del conocimiento son las reglas de producción y como método de inferencia utiliza la regla del modo que afirma (modus ponens). Las reglas utilizan un formato SI - ENTONCES (IF - THEN) para representar el conocimiento, la parte SI es una condición, y la parte ENTONCES permite inferir un conjunto de hechos nuevos si se verifican las condiciones establecidas en la parte SI (29).

En un SBR el conocimiento se puede organizar a través de estructuras que establecen formas de representarlo y manipularlo.

### 1.3.1.1. Arquitecturas basadas en reglas

Hay dos estructuras básicas para organizar el conocimiento de un SBR: redes de inferencia y sistemas de compatibilidad de patrones (pattern-matching).

#### 1. Redes de inferencia

Una red de inferencia es un gráfico, en el cual los nodos representan parámetros que son datos iniciales o valores inferidos. Cada parámetro mide algún aspecto del problema que se considera y puede servir como consecuente o antecedente de una regla. Cada parámetro puede tener uno o más valores asociados con su correspondiente medida de incertidumbre.

Las reglas en el sistema constituyen los enlaces en el gráfico. Este conocimiento es usado por el proceso de inferencia para programar los resultados a través de la red. Como todas las conexiones entre los nodos de la red se conocen antes de la ejecución, se minimiza la búsqueda de las reglas a aplicar en cada momento del proceso de inferencia (31).

#### 2. Compatibilidad de patrones

Estos sistemas realizan la búsqueda extensiva para compatibilizar y ejecutar las reglas, derivando nuevos hechos. Las relaciones entre las reglas y los hechos se forman en tiempo de ejecución. Para determinar cuáles reglas tienen sus premisas satisfechas por los hechos y, por tanto, pueden ser ejecutadas, el sistema depende de la compatibilidad (matching) de las premisas de una regla con los hechos existentes. Las premisas de una regla son patrones, estos usualmente se describen mediante expresiones lógicas complejas.

Para determinar las reglas que se satisfacen con la información contenida en la base de datos para resolver problemas muy interesantes, es necesario usar una gran cantidad de reglas por lo que explorar toda la base de conocimiento resulta muy ineficiente (31).

Para encontrar la solución a un problema en un SBR no solo se organiza el conocimiento, también se selecciona el proceso de razonamiento que se realizará con el mismo.

### 1.3.1.2. Proceso de razonamiento

El proceso de razonamiento o solución de problemas en un SBR es crear una cadena de inferencias que constituye un camino entre la definición del problema y su solución. Esta cadena de inferencias puede construirse por dos vías (direcciones de búsqueda):

- ✚ Comenzar con todos los datos conocidos y progresar hacia la conclusión (data driven o forward chaining). Esta dirección es apropiada cuando hay pocos datos de entrada o la

cantidad de conclusiones posibles es grande. Entre los campos de aplicación para esta dirección de búsqueda están monitoreo y diagnóstico en sistemas de control en tiempo real, diseño y planificación (29).

- ✚ Seleccionar una conclusión posible y tratar de probar su validez buscando evidencias que la soporten (goal driven o backward chaining). La mejor manera de utilizar esta dirección es cuando hay pocas conclusiones posibles o los valores de entrada no son adquiridos automáticamente. Los problemas de diagnóstico y clasificación son frecuentemente resueltos con esta dirección de búsqueda (29).

### **1.3.1.3. Ventajas y desventajas de los SBR**

Los SBR tienen campos de aplicación como la medicina, la minería, el diseño y la investigación científica. Algunos sistemas clásicos basados en SBR son: Mycin (32), Dendral (33), Prospector (34) y Xcon (35). A continuación se expresan algunas ventajas y desventajas del empleo de SBR.

#### Ventajas:

- ✚ Modularidad: los SBR son altamente modulares. Cada regla es una unidad de conocimiento que puede ser añadida, modificada o removida independientemente de las otras reglas existentes. Esto da flexibilidad en el desarrollo de la base de conocimiento.
- ✚ Uniformidad: todo el conocimiento del sistema se expresa en el mismo formato.
- ✚ Naturalidad: las reglas son un formato natural para expresar conocimiento en algunos dominios. Los expertos lógicamente piensan en los problemas y sus soluciones usando las situaciones existentes para indicar las conclusiones deseadas.

#### Desventajas:

- ✚ Encadenamiento infinito: se produce debido a que la mayoría de los SBR realizan una búsqueda primero a profundidad y este método padece este problema si no es implementado correctamente.
- ✚ Adición de nuevo conocimiento: puede resultar contradictorio, se puede producir por la incorporación de nuevas reglas cuyas conclusiones entren en contradicción con las de las reglas ya existentes en la base de conocimiento.
- ✚ Ineficiencia: el reconocimiento de qué reglas son aplicables en cada ciclo es altamente ineficiente; durante cada ciclo la MI examina cada regla para encontrar la aplicable. Se han desarrollado algunas técnicas para tratar este problema, pero ninguna da una solución completa.

- ✚ Visión parcial: es muy difícil examinar una base de conocimiento desarrollada para determinar cuándo ocurrirá cada acción. Cada regla individualmente resulta natural y comprensible, pero se pierde la perspectiva global del conjunto de reglas.
- ✚ Cubrimiento del dominio: hay dominios en que las entradas varían mucho y requerirán miles de reglas para considerar todas las situaciones (31).

### **1.3.2. Razonamiento Basado en Casos (RBC)**

El RBC es una de la técnica de IA muy usada y significa usar experiencias viejas para comprender y resolver nuevos problemas (36). Existen otras definiciones como la de Aamodt y Plaza (37) que plantean que constituye una reciente aproximación para la resolución de problemas y aprendizaje. Por su parte Riesbeck y Schank (38) enuncian que el RBC resuelve problemas nuevos adaptando las soluciones dadas a otros problemas resueltos con anterioridad.

En este sentido el RBC se basa en la utilización de experiencias previas para resolver nuevos problemas mediante la hipótesis, problemas similares tienen soluciones similares.

#### **1.3.2.1. Ciclo de vida del RBC**

El funcionamiento del RBC para resolver un problema se basa en buscar en la Base de Casos (BC) los casos más similares al problema y adaptar sus soluciones para dar una respuesta al problema actual. Para cumplir con este funcionamiento se necesita involucrar todo un proceso con un ciclo de actividades, que además de solucionar nuevos problemas permite aprender de las buenas soluciones ofrecidas a los mismos. En la figura 1 se muestran las actividades comprendidas en este proceso y a continuación se describen las mismas:

**Recuperar:** Dado un problema, se recuperan los casos más similares de la BC mediante funciones de similitud entre casos. Un caso es un problema anterior con su solución.

**Reutilizar:** Se identifican las diferencias entre el nuevo caso y los casos recuperados y con funciones de adaptación, se ajusta la solución del problema recuperado de la BC al problema que se desea resolver. Si el problema actual estuviese almacenado en la base, no sería necesaria la adaptación.

**Revisar:** Se debe analizar si la nueva solución es aceptable y si es necesario revisarla.

**Retener:** Por último, dado que el RBC es un sistema de aprendizaje, se guarda el problema y la solución en la BC, para poder emplearlas en un futuro (39).

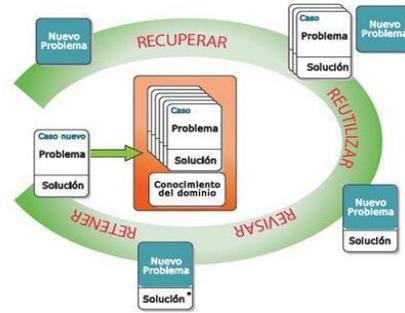


Fig. 1: Ciclo de vida del RBC

### 1.3.2.2. Estructura del RBC

El RBC constituye una manera inteligente y flexible de guardar y recuperar información. En cumplimiento de este objetivo incluyen tres componentes principales: la BC, el motor de inferencia y la interfaz visual como se muestra en la figura 2.

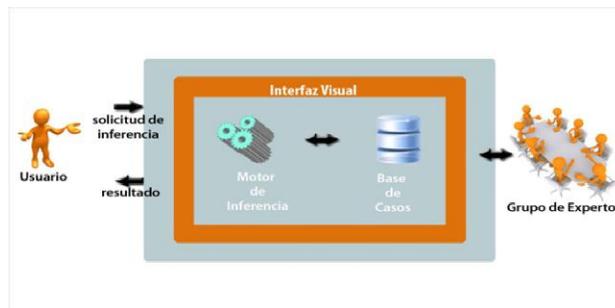


Fig. 2. Componentes del RBC

**La base de casos** contiene el conocimiento y las experiencias de los expertos en un determinado dominio a través de una colección de casos.

**El motor de inferencia** contempla un conjunto de algoritmos que posibilitan el análisis de la información contenida en la base.

**La interfaz visual** posibilita a los expertos, de una forma interactiva y amigable, introducir en la BC todo el conocimiento sobre el tema en cuestión. También es el componente a través del cual el usuario solicita al razonador que haga la búsqueda que requiere (39).

Los componentes esenciales del RBC se interrelacionan para obtener las conclusiones necesarias en la resolución del problema en estudio, logrando que el sistema diseñado pueda emular el comportamiento del experto en un dominio específico.

### **1.3.2.3. Ventajas y desventajas del RBC**

El RBC es particularmente útil para resolver problemas y tomar decisiones cuando:

1. Es difícil formular reglas, pero existen casos disponibles.
2. Las reglas pueden ser formuladas, pero requieren mayor información de la que normalmente se dispone.
3. Las reglas se pueden formular, pero usarlas es costoso porque:
  - a. El número de reglas es muy grande.
  - b. La longitud promedio de la cadena de reglas necesaria para realizar una inferencia es muy larga.
4. Casos con soluciones similares tienen una formulación del problema similar.
5. Verificar la utilidad de la solución es fácil.
6. Existen casos disponibles.

Por las utilidades del RBC ha sido utilizado en diversos dominios de aplicación, como el campo jurídico, la medicina, el diseño, tareas de planificación, etc. (29). Su uso ha brindado muchas ventajas, como las siguientes:

1. El esfuerzo en la solución de problemas puede ser capturado para ahorrar trabajo en el futuro.
2. Experiencias previas que hayan sido exitosas pueden ser utilizadas para justificar nuevas soluciones.
3. Experiencias previas que no hayan sido exitosas se pueden utilizar para anticipar problemas.
4. La comunicación entre el sistema y los expertos se realiza en base a ejemplos concretos, es decir, el sistema explica sus decisiones citando precedentes.
5. Trabaja a partir de casos existentes por lo que no se requieren demasiadas entrevistas con los expertos, simplificándose la adquisición del conocimiento.
6. Es un algoritmo de aprendizaje incremental, el aprendizaje tiene lugar tan pronto como un nuevo ejemplo está disponible, sin excesivo costo computacional.
7. Permite proponer soluciones para los problemas rápidamente, evitando el tiempo necesario para derivar respuestas desde el estado inicial de un proceso de búsqueda de soluciones.
8. Permite proponer soluciones en dominios que no se comprenden completamente.
9. Los casos ayudan a focalizar el razonamiento sobre las partes importantes de un problema señalando qué rasgos del problema son importantes.

10. Es aplicable a un amplio rango de problemas.

A pesar de las numerosas ventajas del RBC existen elementos que lo hacen inconveniente para algunos dominios de aplicación como los siguientes:

1. El sistema no explora todo el espacio de soluciones, por lo que no puede encontrar soluciones óptimas.
2. Requiere de una base de datos considerablemente grande y bien seleccionada.
3. La consistencia entre varios casos es difícil de mantener. Depende de una adecuada función de semejanza la cual no es fácil de encontrar para cada aplicación.

### **1.3.3. Conclusiones parciales**

Es necesario realizar la selección del SBC para representar y extraer la información de los sistemas de gestión de emergencias que contribuya a aprovechar la experiencia en este dominio, durante el proceso de obtención de requisitos.

Los requisitos de software de los sistemas que corresponden a las líneas de atención y tratamiento de las emergencias son muy variantes, como se demostró en el epígrafe 1.1.12. Esto provoca que a los expertos en el dominio les resulte muy difícil establecer cadenas de reglas generalizables que permitan inferir los requisitos en sistemas de este dominio y les sea más fácil expresar su conocimiento en términos de sistemas (casos) ya implementados. Además, que al tener un nuevo sistema con características diferentes a los sistemas almacenados y necesitar incorporar su conocimiento, resulta más sencillo para este tipo de dominio, utilizar RBC que sería agregar nuevos proyectos representados por casos, en vez de los SBR donde se requerirían de varias reglas para considerar todas las situaciones. También, agregar ese nuevo conocimiento en un SBR podría resultar contradictorio al introducir conclusiones ya existentes en otras reglas.

Cuando se necesita obtener la solución a un nuevo problema planteado en un SBR es difícil, en algunos casos, determinar cuándo ocurrirá una acción porque se pierde la perspectiva global del conjunto de reglas. Sin embargo, en el RBC al basarse en casos que representan experiencias anteriores, cada uno constituye una solución, sin necesitar una interrelación entre ellos para obtener una solución al problema.

## **1.4. Ingeniería del Conocimiento**

La Ingeniería del Conocimiento (IC) es el área de la IA que se relaciona con la construcción de los SBC, incluyendo los procesos de adquisición y representación del conocimiento, y creación

del sistema. Provee los métodos y las herramientas para construir SBC en una forma sistemática y controlable (40).

En general, en la IC existe la cooperación de expertos humanos en el dominio del conocimiento con el ingeniero del conocimiento para representar el conocimiento que dichos expertos humanos usan para resolver problemas reales. En la construcción de un SBC dicha cooperación del experto humano con el ingeniero de conocimiento se da con la finalidad de estructurar la base de conocimientos (30).

#### **1.4.1. Etapas de la IC**

Las 5 actividades fundamentales que están comprendidas en el proceso de la IC son las siguientes:

1. **Adquisición del conocimiento.** Se refiere a la extracción del conocimiento de los expertos humanos, libros, documentos, sensores, archivos de computadora, entre otros. El conocimiento puede ser específico en el dominio del problema y los procedimientos para la solución del mismo, puede ser conocimiento general.
2. **Representación del conocimiento.** Como parte de esta etapa, el conocimiento adquirido es organizado y codificado en la base de conocimientos.
3. **Validación del conocimiento.** El conocimiento representado en la base de conocimientos es validado y verificado a través de expertos en el tema.
4. **Inferencia.** Esta actividad se refiere al diseño del software que habilitará a la computadora para hacer inferencias basadas en el conocimiento y entonces proporcionar al usuario avisos sobre ciertos tópicos.
5. **Explicación y justificación.** Esta actividad se refiere al diseño y programación de la capacidad de explicación o habilidad para contestar las preguntas que se le realizan (30).

En esta investigación se profundizará solamente en las tres primeras actividades de la IC, considerando que son las necesarias para la construcción de la base de conocimiento adecuada.

##### **1.4.1.1. Adquisición del conocimiento**

Es la etapa en la que el ingeniero de conocimiento más interactúa con el experto en el dominio de aplicación para acumular la mayor cantidad de información. Para realizar esta tarea es necesario realizar un arduo proceso de revisión de todo el conocimiento público existente sobre la solución de problemas en el dominio de aplicación elegido, así como el conocimiento que

poseen los expertos en el dominio (conocimiento privado). Estas fuentes de conocimientos pueden clasificarse de dos formas:

#### Fuente Estática

Una fuente estática es una fuente de información secundaria y rígida porque su contenido generalmente no se puede variar. Dentro de estas fuentes se pueden encontrar libros, revistas, artículos y películas (41).

Para adquirir conocimiento de este tipo de fuentes lo primero que se debe hacer es seleccionar las fuentes más apropiadas que estén relacionadas con el problema para adquirir los conocimientos básicos del dominio, evaluando todos los recursos que se tengan disponibles (42). Comúnmente el experto es quien aconseja las fuentes a estudiar, luego se hace un estudio minucioso de ellas para así adquirir ese conocimiento básico y fundamental del dominio del experto y así conseguir realizar un proceso de adquisición eficiente y eficaz. Por último se debe hacer una comprobación del conocimiento que se extrajo para ver si es correcto o no.

#### Fuente Dinámica

Una fuente de información dinámica es una fuente primaria que refleja las características del conocimiento tales como, la variabilidad, el hecho de ser cambiante e inexacto entre otras, el hombre forma parte de este tipo de fuente y en particular el experto (43).

Esta labor se realiza una vez se haya adquirido el conocimiento básico del dominio. Hay diferentes estrategias para ello, a continuación se presentarán las más usadas:

- ✓ Entrevista directa o formal: Consiste en realizar conversaciones personales con el experto. Se debe establecer el objetivo principal de la reunión, el tema a tratar, los recursos que se necesitan para registrar la entrevista, la fecha, la hora y el lugar donde se llevará a cabo dicha entrevista. Este plan de trabajo se debe enviar al experto para que lo revise, lo corrija, lo apruebe y así tenga la oportunidad de prepararse con anterioridad (44).
- ✓ Entrevista Informal: Se realiza de forma personal pero no planeada. Consiste en aprovechar cualquier oportunidad de encuentro con el experto. Obviamente por ser una entrevista esporádica o imprevista, no se tienen disponibles los medios que permiten registrar el conocimiento, por lo tanto, se debe tener cuidado con su manejo (44).
- ✓ Observación del trabajo real del experto: Se denomina método de la observación. Consiste en examinar la labor del experto en su ambiente de trabajo, solucionando un problema como el que se está tratando de simular. La ventaja del conocimiento que se

adquiere en esta forma es que es muy espontáneo, ya que el experto está tomando las decisiones sin tener mucho tiempo para analizar el porqué de ellas. Además, no se le permite cuestionar si está haciendo lo correcto o no, solamente él hace lo que cree mejor para esa situación (45).

- ✓ Cuestionario: Es una encuesta bien diseñada que se utiliza especialmente cuando requiere obtener las ideas que tienen varias personas sobre el tema. Puede llegar a ser muy difícil de diseñar e inclusive de manejar.

#### 1.4.1.2. Representación del conocimiento

La representación del conocimiento es un campo que se refiere a los mecanismos para representar y manipular información de diferentes fuentes y conocimientos, los cuales convergen en esquemas de representación que deben permitir una búsqueda o realizar una operación eficiente del motor de inferencia (46).

Los métodos de representación del conocimiento son combinaciones de estructuras de datos que almacenan información y procedimientos de interpretación que permiten realizar inferencias sobre los datos almacenados.

Las investigaciones de la IA han creado una variedad de formas para representar distintos tipos de conocimiento, sin que se haya llegado a un modelo de representación único y definitivo. El objetivo es elegir un tipo de representación del conocimiento que facilite el trabajo sobre un problema en particular (47).

Para los SBC se han determinado algunas representaciones que se han vuelto estándar para ello, éstas son: la lógica proposicional y la lógica de predicados, las reglas de producción, las redes semánticas, los marcos (frames), los guiones (scripts), los lenguajes orientados a objetos y las redes neuronales, entre otros (44). Existen otras formas de representación del conocimiento como son los casos que se emplean en el RBC, probabilidades o frecuencias y modelos (31).

La representación del conocimiento debe basarse en el cumplimiento de los siguientes puntos:

- ✚ Sencilla: Fácil de modificar y manipular por procedimientos manuales o mediante técnicas automáticas.
- ✚ Fácil de modificar: Permitir la incorporación de nuevo conocimiento de forma sencilla.
- ✚ Transparente: Facilitar la detección de incoherencias y faltas de consistencia.
- ✚ Independiente: Facilitar la reutilización de sentencias y procedimientos, así como permitir, la inclusión, modificación o exclusión de una unidad de conocimiento sin que afecte al resto de la base de conocimiento ni al resto del sistema experto.

✚ Relacional: Permite establecer relaciones entre los conocimientos (30).

#### 1.4.1.3. Validación del conocimiento

Consiste en hacer las validaciones pertinentes, pruebas y manipulación del conocimiento para comprobar que el conocimiento que se adquirió del experto y la representación del mismo, sean iguales a la realidad.

Según la bibliografía consultada uno de los métodos más utilizados para validar las bases de conocimientos es el método Delphi. El mismo es una metodología de investigación multidisciplinar para la realización de pronósticos y predicciones. Es definida por Linstone y Turoff como un método de estructuración de un proceso de comunicación grupal que es efectivo a la hora de permitir a un grupo de individuos, como un todo, tratar un problema complejo (48).

Consiste en la selección de un grupo de especialistas a los que se les pregunta su opinión sobre cuestiones referidas a acontecimientos del futuro. La capacidad de predicción del método se basa en la utilización sistemática de un juicio intuitivo emitido por un grupo de especialistas. Delphi procede por medio de la interrogación a especialistas con la ayuda de cuestionarios, a fin de poner de manifiesto convergencias de opiniones y deducir eventuales consensos. La encuesta se lleva a cabo de una manera anónima por lo que la calidad de los resultados depende, sobre todo, del cuidado que se ponga en la elaboración del cuestionario y en la elección de los especialistas consultados (48).

### 1.5. Sistemas inteligentes para la obtención de requisitos

¿Qué sistemas inteligentes basados en IA existen en el mundo para apoyar la obtención de requisitos en sistemas de gestión a emergencias? En el estudio realizado para responder a esta interrogante, se encontraron dos sistemas que su objeto de estudio son los requisitos del software. A continuación se describen estos sistemas:

✚ ARPA:

Esta herramienta es un Asistente para Revisiones a Proyectos. Utiliza el RBC para hacer una propuesta a los revisores de un conjunto de defectos que están presentes en el producto que se revisa, en la fase correspondiente. Además muestra un conjunto de defectos que han sido encontrados en otros proyectos revisados anteriormente, lo que puede ser utilizado también por el equipo de desarrollo para prevenir la ocurrencia de dichos defectos.

Para devolver los defectos del proyecto que se revisa y de los proyectos almacenados en la BC, parte de los requisitos candidatos o necesidades de los usuarios y de la solución que

dieron los desarrolladores, siendo esta última la información que se somete a revisión por parte de los inspectores. La herramienta cuenta con algoritmos que realizan una comparación entre los requisitos candidatos y los almacenados para determinar la similitud entre ellos formando los pares de requisitos más semejantes para identificar los casos más similares y devolver los defectos encontrados (49).

 Recuperación de procedimientos de pruebas funcionales:

El sistema que se desarrolla tiene como objetivo fundamental hacer propuestas para la planificación y reutilización de pruebas funcionales. El proyecto toma en cuenta solamente las pruebas a los requisitos del software (funcionales o de caja negra), cuya finalidad fundamental es validar si el comportamiento observado de él cumple o no con las especificaciones.

En una de las fases comprendidas en su desarrollo es donde se llevan a cabo varios procesos que generan un conjunto de casos y procedimientos de prueba para un proyecto de software partiendo de pruebas funcionales desarrolladas a proyectos anteriores. Para lograr obtener estos resultados la información referente a los proyectos y los defectos detectados en las revisiones a éstos fue almacenada en un repositorio presentado en (49) que fue enriquecido con los conceptos de casos y procedimientos de prueba. Para trabajar con la información almacenada y obtener una solución al problema planteado, utiliza nuevos mecanismos de recuperación que permiten recuperar los casos de prueba (CP) y los procedimientos de prueba (PP). Además de los algoritmos definidos en (49) para determinar la semejanza de proyectos basándose en los requisitos (50).

### **Conclusiones parciales**

El proceso de obtención de requisitos en sistemas de las líneas temáticas de atención y tratamiento de las emergencias es complejo, porque: son sistemas de tiempo real, de gran tamaño, que interactúan con tecnologías novedosas y sistemas externos, cuyos requisitos son muy variables. Para minimizar la complejidad del proceso se han propuesto utilizar en el departamento TAC varias técnicas de obtención de requisitos, pero por ser un dominio tan específico se necesita contar con expertos para obtener una especificación de requisitos completa. Los expertos no siempre están disponibles y la técnica de RBC permite aprovechar la experiencia en un dominio específico.

El uso del RBC permitirá representar el conocimiento en el dominio de atención y tratamiento de las emergencias y servirá de apoyo al analista para obtener una propuesta de especificación de requisitos en poco tiempo para presentarla al cliente. Además, permitirá a los analistas ir a las entrevistas con el cliente mejor preparados y con varias alternativas de solución. El RBC tiene gran rapidez de respuesta, entre otros factores, por el hecho de que generalmente no se realizan retrocesos, sino se recuperan soluciones previas completas en un solo paso.

Del estudio de los dos sistemas inteligentes para la obtención de requisitos encontrados se concluye que ninguno cumple con el objetivo de la investigación. Ambos sistemas determinan la semejanza entre proyectos basándose en los requisitos, pero solo tienen en cuenta para la comparación entre requisitos el verbo y el sustantivo. En el dominio de atención y tratamiento de las emergencias existen varios requisitos que con solo el verbo y el sustantivo no se pueden diferenciar; se necesita analizar el resto de la especificación para que tenga significado en el dominio.

## **CAPÍTULO 2: TÉCNICAS APLICADAS AL RAZONAMIENTO BASADO EN CASOS**

### **Introducción del capítulo**

En el capítulo se profundiza en el Razonamiento Basado en Casos (RBC), específicamente en las técnicas que se usan para la representación y organización de la base de casos, las funciones de semejanza que se utilizan en el motor de inferencia para la recuperación de los casos, y un umbral usado para seleccionar los casos recuperados más semejantes al nuevo caso sin resolver.

### **2.1. Descripción de la Base de Casos (BC)**

El componente principal del Razonamiento Basado en Casos (RBC), es la BC la cual constituye la memoria del sistema, y está formada por una colección de casos (51). Según Janet Kolodner (52), un caso es una pieza de conocimiento contextualizado que representa una experiencia, en la que se muestra una lección fundamental para consolidar los objetivos de un razonamiento.

Argumentado mucho más este concepto se plantea que un caso es la definición completa, clara y precisa de las características de un problema particular que lo distinguen de entre otros problemas, y las acciones que se deben tomar para su corrección. De esta manera, una situación previamente experimentada, que ha sido capturada y aprendida de manera que pueda ser reutilizada para resolver futuros problemas, se denomina un caso previo, caso almacenado o caso guardado. Así, un caso nuevo o un caso sin resolver no es más que la descripción de un problema nuevo a resolver.

Para utilizar el RBC es conveniente disponer de casos de éxito para diferentes problemas, conocer los diferentes factores que influyen en la solución (conocidos como rasgos) y construir la BC teniendo en cuenta los siguientes aspectos (53):

- ✚ La estructura y representación de los casos.
- ✚ El modelo de memoria usado para organizar los casos.
- ✚ Los índices empleados para identificar cada caso.

#### **2.1.1. Estructura y representación de los casos**

Para poder evaluar correctamente un caso, el primer paso consiste en definir cuáles son los parámetros que lo representan, dichos parámetros son los rasgos del caso, las características sobre las que se apoyaría un experto para caracterizar la situación y posteriormente decidir entre todas las posibles soluciones. Decidir qué almacenar en la representación de un caso es

un proceso muy importante puesto que la estructura de éste condicionará fuertemente todo el diseño del sistema (37).

Una de las ventajas del RBC es la flexibilidad que ofrece respecto a la representación. Independientemente de la representación que se elija siempre se debe tener en cuenta que la información que almacene un caso debe ser relevante tanto para el propósito del sistema como para asegurar que siempre será elegido el caso más apropiado para solucionar un nuevo problema en un determinado contexto (39).

La estructura de la BC puede definirse de dos maneras (31):

✚ Atributo-valor:

En esta estructura la similaridad entre los casos de la BC y el nuevo caso sin resolver se determina comparando los valores de cada par de rasgos pertenecientes a ambos.

✚ Estructurado:

Esta se basa en la similaridad estructural, por ende, para recuperar un caso se necesita comparar los rasgos del nuevo caso sin resolver con los rasgos pertenecientes a la BC a través de las inferencias entre rasgos para llegar a la solución. Dentro de los modelos que permiten estructurar la BC se destacan los grafos, los árboles de decisión y las redes semánticas. De estos modelos uno de los más usados son las redes semánticas por lo que se profundiza en ellas.

### **2.1.2. Modelos de memoria para organizar la BC**

Dado que los casos constituyen el elemento principal del RBC, la manera de almacenarlos repercutirá directamente en el rendimiento del mismo. La BC es el módulo encargado de almacenar y organizar todos los casos disponibles y su estructura es crucial para la fase de recuperación de casos similares. En la creación de la estructura que formará la BC hay que tener en cuenta aspectos fundamentales: el tamaño que se desea que tenga la BC, los requisitos que se imponen en el dominio específico en el que se trabaja y la inserción eficiente de nuevos casos (54). Tradicionalmente se han propuesto dos modelos de memoria para el almacenamiento de casos:

**Memoria plana:** En esta estructura se presentan los casos completos de forma secuencial utilizando la indexación manual. Los casos se almacenan secuencialmente en una lista simple, un arreglo o un fichero. Para lograr una recuperación eficiente, se indexan los casos de la base. Los índices se eligen para representar los aspectos importantes del caso y la recuperación involucra comparar las características consultadas con cada caso de la BC.

Esta estructura tiene el principal inconveniente de que la búsqueda de casos es menos eficiente, por lo que no es recomendable utilizarla en sistemas que trabajan con una BC de gran tamaño y necesitan respuesta en tiempo real. Por otra parte la inserción de nuevos casos en este tipo de estructuras es muy sencilla ya que basta con incluir un nuevo registro con el nuevo caso respetando el método de indexación que se esté utilizando (55).

El uso de este modelo de memoria trae consigo las siguientes ventajas y desventajas (56):

### Ventajas:

- ✚ simplicidad de los algoritmos de búsqueda.
- ✚ es sencillo agregar nuevos casos.

### Desventaja:

- ✚ demora en la obtención de respuestas.

**Memoria jerárquica:** En una estructura con memoria jerárquica se utilizan representaciones en forma de árbol, en los que cada nodo interior representa un atributo del caso y en las hojas se almacenan las soluciones a los mismos. Cada recorrido desde la raíz hasta una de las hojas del árbol representa un caso completo. Se debe intentar que los atributos más discriminantes estén almacenados en los niveles superiores del árbol empezando desde la raíz. La gran ventaja de este tipo de almacenamiento es la eficiencia en la búsqueda pero a cambio se sacrifica la sencillez de inserción de nuevos casos (55).

Existen diversos modelos de organización de la memoria que se basan en la memoria jerárquica, entre ellos: modelo categorías-ejemplares, redes de características compartidas, redes de discriminación con prioridades, paquetes de organización de memoria y redes de discriminación redundante.

Los modelos de memoria jerárquica traen asociados algunas ventajas y desventajas (56):

### Ventaja:

- ✚ la recuperación de casos es más eficiente en relación a la memoria plana.

### Desventajas:

- ✚ agregar nuevos casos es una operación compleja.
- ✚ es difícil mantener la red en forma óptima cuando se agregan nuevos casos.
- ✚ se requiere espacio extra para la organización.

- ✚ para proveer recuperación exacta para varios objetivos de razonamiento, varias redes de características compartidas priorizadas en forma diferente necesitan ser utilizadas.
- ✚ no hay garantía que algún caso útil no se pierda.

La correcta elección de uno de los modelos anteriores para crear la BC responde a la eficiencia de recuperación o eficiencia de inserción que se desee. De esta elección dependerá en gran medida la eficiencia global del funcionamiento de todo el sistema.

### **2.1.3. Indexación de casos**

Consiste en asignar uno o varios índices a cada caso para que así sea más fácil la recuperación del mismo, y además, se haga en un tiempo razonable. Esta etapa es opcional, pero cuando la BC es grande la búsqueda de casos más similares será más lenta si se hace de forma secuencial. Generalmente, cuando se va a elegir un índice, se tienen en cuenta los siguientes factores:

- ✚ Los índices deben ser lo suficientemente abstractos para que ayuden a recuperar el caso más adecuado, pero manteniendo un equilibrio, ya que si no, pueden hacer que el caso sea recuperado en demasiadas situaciones.
- ✚ Deben ser predictivos y reflejar las características del caso y de los atributos.
- ✚ Deben describir los contextos en los que será adecuado recuperar el caso, por esto, los índices formarán parte de la información almacenada en el caso.

## **2.2. Fundamentos generales del Motor de Inferencia (MI)**

El MI es el encargado de modelar el proceso de razonamiento humano. Este trabaja con la información contenida en la BC para deducir nuevos casos. Contrasta los casos particulares de la BC con el conocimiento contenido para obtener conclusiones acerca del problema (57). El conjunto de facilidades que proporciona, permite clasificar a los sistemas de RBC en uno de los tres niveles siguientes (58):

- ✚ Sistemas consejeros que tan sólo recuperan casos: Sin las facilidades de adaptación, evaluación y reparación. El usuario describe una situación y el sistema devuelve casos previos relevantes de los que el usuario extraerá sus propias conclusiones.
- ✚ Sistemas con recuperación y adaptación: Sin evaluación ni reparación. El usuario describe una situación, y el sistema encuentra y adapta casos previos similares.
- ✚ Sistemas con recuperación, adaptación y reparación: El usuario describe una situación y el sistema encuentra y adapta casos previos relevantes. Si la solución propuesta falla,

el sistema la repara y también modifica el mecanismo de recuperación para evitar el mismo error en el futuro.

El nivel que se ajusta al objetivo que se propone la investigación es el primero.

Para lograr darle solución a un nuevo problema, el MI separa las funciones que realiza en 4 etapas:

1. Detección de casos aplicables.
2. Elección de los casos más similares.
3. Aplicación.
4. Almacenamiento en la base de casos.

En esta investigación se desarrollarán solo las dos primeras etapas y para ello se realiza un estudio de las técnicas para cumplimentarlas.

### **2.2.1. Detección de los casos aplicables**

En el apartado anterior se explicaron los modelos de memoria que se utilizan para organizar la BC. Los procesos involucrados en la recuperación de un caso son muy dependientes del modelo de memoria y de los procedimientos de indexación usados. Para realizar la detección de los casos que se pueden aplicar para resolver el nuevo caso sin resolver, es necesario seleccionar los casos más semejantes.

La selección de un caso semejante a un nuevo problema entre un grupo de casos almacenados, exige el uso de alguna herramienta que indique cuan semejantes son los casos analizados. Una medida que determine el grado de proximidad entre los casos, se conoce como "Medida de semejanza".

Existen dos clasificaciones para las funciones de semejanza: similitud local y global. Las funciones de similitud local se basan en comparar los rasgos de los casos pertenecientes a la BC y al nuevo caso sin resolver, y las funciones de similitud global son las que calculan los resultados de las funciones locales por cada caso almacenado, para así determinar los más semejantes.

#### **2.2.1.1 Funciones de semejanza local**

Las funciones de distancia son una de las funciones de semejanza local. La distancia es una magnitud que mide la relación de lejanía o cercanía entre dos cuerpos, objetos o individuos. Menores distancias indican una similitud creciente (60) (61). Ejemplos de estas funciones son:

Para valores numéricos

**Distancia Euclídea:**

Es la distancia más común y la más usada en la mayoría de los sistemas de RBC. Se denomina la distancia Euclídea entre dos puntos  $u$  y  $v$  como se evidencia en la fórmula (1):

$$D(u, v) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (u_i - v_i)^2} \quad (1)$$

Donde  $u$  y  $v$  son los vectores que representan dos elementos y las  $u_n$  y  $v_n$  son las coordenadas de los mismos (57).

**Distancia de Manhattan:**

La distancia de Manhattan entre dos puntos es la suma de los valores absolutos de las diferencias de sus componentes. Se denomina la distancia de Manhattan entre un punto  $u$  y otro punto  $v$  como se evidencia en la fórmula (2):

$$D(u, v) = \sum_{i=1}^n |u_i - v_i| \quad (2)$$

Donde  $u$  y  $v$  son los vectores que representan dos elementos y las  $u_i$  y  $v_i$  son las coordenadas de los mismos (57).

Para valores que dependen de la ocurrencia de un único valor

**Función booleana:**

$$\delta_i(O_0, O_t) = \begin{cases} 1 & \text{si } X_i(O_0) = X_i(O_t) \\ 0 & \text{e. o. c} \end{cases} \quad (3)$$

Siendo  $X_i(O)$  el valor de la variable  $X_i$  en el objeto  $O$ ; 1 significa que los valores son coincidentes y 0 que son diferentes (62).

Para valores nominales y textuales

**Distancia de Jaccard:**

La similitud Jaccard compara dos conjunto de palabras (tokens), en cuanto a la cantidad de palabras que está presente en cada uno por sobre la cantidad total de ellos en ambos conjuntos.

$$D(X, Y) = \frac{|X \cap Y|}{|X \cup Y|} \quad (4)$$

Donde  $X$  representa el conjunto de palabras de entrada de un rasgo del nuevo caso y  $Y$  representa el conjunto de palabras de los rasgos de la BC (59).

**Distancia de Hamming:**

Cuando los atributos son nominales, una de las funciones más utilizadas es la distancia de Hamming (5), la cual cuenta el número de atributos que tienen valores diferentes para los casos.

$$\beta(\mathcal{O}_i, \mathcal{O}_j) = \begin{cases} 1 & \text{si } \{X_i \mid \delta_i(\mathcal{O}_i, \mathcal{O}_j) = 0\} \\ 0 & \text{e. o. c} \end{cases} \quad (5)$$

Siendo  $\delta_i$  un criterio de comparación booleano de semejanza.

Para valores heterogéneos e información incompleta

**HEOM:**

La Métrica Heterogénea Euclidiana Generalizada (conocida por sus siglas en inglés HEOM) (63) es una función que permite determinar la semejanza entre rasgos para dominios nominales y numéricos.

En este caso la distancia entre  $x$  e  $y$  para un valor de atributo  $i$  se define como:

$$d_i(x_i, y_i) = \begin{cases} 1 & \text{si } x_i \text{ o } y_i \text{ son desconocidos} \\ \text{overlap}(x_i, y_i) & \text{si } i \text{ es un atributo nominal} \\ \text{valor del rango normalizado } (rn_{dif}(x_i, y_i)) & \text{en otro caso} \end{cases} \quad (6)$$

Donde los valores desconocidos del atributo, se manejan devolviendo el valor de distancia 1 (máximo valor de distancia), la función “overlap” analiza los atributos nominales (simbólicos) y se define como:

$$\text{overlap}(x_i, y_i) = \begin{cases} 0 & \text{si } x_i = y_i \\ 1 & \text{en otro caso} \end{cases} \quad (7)$$

Para los valores numéricos se calcula el valor del rango normalizado, el cual está dado por la siguiente expresión:

$$rn_{dif}(x_i, y_i) = \frac{|x_i - y_i|}{rangoi} \quad (8)$$

Donde  $rangoi = max_i - min_i$  siendo  $max_i$  y  $min_i$  los valores máximos y mínimos observados en el conjunto de entrenamiento para en atributo  $i$ .

**Argelio:**

Esta función se utiliza para determinar la semejanza entre rasgos para dominios nominales y numéricos. Donde para los valores nominales se tiene que (64):

$$d_i(x_i, y_i) = \begin{cases} 0 & \text{si } x_i = y_i \\ 1 & \text{si } x_i \neq y_i \end{cases} \quad (9)$$

Y para variables numéricas:

$$d_i(x_i, y_i) = \begin{cases} \frac{|x_i - y_i|}{\text{rango}_i} & \text{si son conocidos los valores de } x_i \text{ e } y_i \\ 1 & \text{si la información es desconocida} \end{cases} \quad (10)$$

### 2.2.1.2 Funciones de semejanza global

Son las encargadas de determinar el grado de semejanza que tiene el caso a resolver con respecto a cada uno de los casos contenido en la BC. No existe una medida de semejanza única, general, para cualquier dominio, de ahí que la eficiencia del sistema radica en la función de semejanza que se defina.

En la búsqueda por semejanza el objetivo es recuperar el elemento de la memoria que más se parece al nuevo problema a partir de calcular una medida que cuantifique ese grado de similitud. La función de semejanza más recomendada en la literatura (65) (66) (67) es conocida como la suma ponderada de la comparación por rasgos, que determina la medida numérica del grado de semejanza entre dos problemas como se evidencia en la fórmula (11).

$$D(u, v) = \frac{\sum_{i=1}^n W_i * \delta_i(u, v)}{\sum_{i=1}^n W_i} \quad (11)$$

Donde  $W_i$  es la importancia del rasgo,  $u$  y  $v$  son los valores que el rasgo  $i$  tiene en el problema y en el caso respectivamente, y  $\delta_i$  es la función de comparación para el rasgo  $i$ .

Otra función de semejanza es la (12) (62):

$$\beta(O_i, O_j) = \begin{cases} 1 & \text{si } |\{X_i \mid \delta_i(O_0, O_t) = 0\}| \leq \varepsilon \\ 0 & \text{e. o. c} \end{cases} \quad (12)$$

Siendo  $\delta_i$  un criterio de comparación booleano de semejanza y  $\varepsilon$  un umbral dado por el usuario. Dos descripciones (subdescripciones) de dos objetos son semejantes si la cantidad de rasgos diferentes no excede un umbral  $\varepsilon$  determinado.

En dos de las funciones mencionadas anteriormente se utilizan además de las medidas de similitud globales para valores nominales y numéricos para comparar los rasgos, una función de similitud global. En la función de HEOM se utiliza para la sumatoria de las semejanzas de todos los atributos que conforman el caso la función (13):

$$HEOM(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n d_i(x_i, y_i)^2} \quad (13)$$

En la función de Argelio se define la distancia entre el caso de la BC y el nuevo caso sin resolver como (14) (64):

$$D(x, y) = \sum_{i=1}^n \left(1 - \frac{1}{1+d(x_i, y_i)}\right) \quad (14)$$

Después que se calcula la semejanza de cada caso, es necesario determinar cuál o cuáles de esos casos semejantes son los que se recuperarán. Se puede simplemente recuperar todos los casos, pero ello no garantiza que la solución brindada sea la mejor. Para eliminar esta desventaja se determina un umbral de recuperación que representa el mínimo valor de semejanza que debería tener un caso. Con este valor se garantizará por lo menos que hayan sido recuperados los casos más similares en la BC.

### 2.2.2. Elección de los casos más similares

El umbral es la cota inferior de los posibles valores de semejanza existente para cada uno de los casos recuperados con respecto al nuevo caso. Su verdadera función consiste en restringir el intervalo en caso de que se quiera lograr una mayor precisión en la obtención de los casos más semejantes. Este umbral será definido por el usuario que interactúe con el sistema, y este puede ir variándolo en relación con que tan exigente pueda ser con el resultado. Un umbral muy elevando puede representar la ventaja de que solo se brinden como resultado los casos con un alto nivel de semejanza, pero puede presentar la desventaja de que ninguno de los casos recuperados lleguen o sobrepasen este valor, lo que traería consigo no tener al menos un caso para que el usuario obtenga una respuesta al problema planteado. En caso de que el usuario tenga problemas con la definición del umbral, el MI puede calcularlo.

Para ello se necesita construir una matriz cuadrada donde la fila y las columnas están representadas por los casos que se encuentran almacenados en la BC y en la intersección está el valor de semejanza  $\beta$  como se muestra en la tabla 1.

	Caso <sub>1</sub>	Caso <sub>2</sub>	Caso <sub>3</sub>	Caso <sub>n</sub>
Caso <sub>1</sub>	$\beta(01, 01)$	$\beta(01, 02)$	$\beta(01, 03)$	$\beta(01, 0n)$
Caso <sub>2</sub>	$\beta(02, 01)$	$\beta(02, 02)$	$\beta(02, 03)$	$\beta(02, 0n)$
Caso <sub>3</sub>	$\beta(03, 01)$	$\beta(03, 02)$	$\beta(03, 03)$	$\beta(03, 0n)$
Caso <sub>n</sub>	$\beta(0n, 01)$	$\beta(0n, 02)$	$\beta(0n, 03)$	$\beta(0n, 0n)$

Tabla. 1. Matriz de semejanza entre casos

Luego de construida la matriz, mediante el cálculo de  $\mu$  se obtiene el valor umbral que dependerá de los valores de semejanza entre los casos contenidos en dicha matriz (68):

$$\mu = \frac{2}{m(m-1)} \sum_{i=1}^{m-1} \sum_{j=j+1}^m \beta(O_i, O_j) \quad (15)$$

Donde  $m$  es el número de casos,  $i$  el valor que recorrerá las filas,  $j$  es el valor que recorrerá las columnas y  $\beta(O_i, O_j)$  representa la semejanza entre el caso  $i$  y el caso  $j$ .

Luego de definido el umbral, se comparan los valores de semejanza de los casos recuperados, y solamente se eligen como respuesta al problema planteado por el usuario aquellos casos que sean iguales o estén por encima.

### Conclusiones Parciales

El presente capítulo permitió conocer que existen diferentes maneras de representar los casos en dependencia de las relaciones que se puedan establecer entre los atributos de cada caso. Para BC cuyos atributos no tienen relación o se pueden tratar de forma independiente, se utiliza una memoria plana; mientras que si existe dependencia entre los atributos o dominios de los atributos se debe utilizar una representación jerárquica.

Para seleccionar la función de semejanza adecuada y recuperar los casos más semejantes al nuevo caso sin resolver se debe tener en cuenta el dominio de los rasgos y la manera de representar los casos. Se puede utilizar más de una función para dar solución a los nuevos problemas si contienen en su dominio rasgos con distintos tipos de valores.

Es importante para seleccionar los casos más similares de todos los recuperados utilizar un umbral de semejanza. Este permite establecer cuál es el mínimo valor de semejanza entre los casos de la BC y el nuevo caso sin resolver.

## **CAPÍTULO 3: PROPUESTA DE SOLUCIÓN**

### **Introducción del capítulo**

En el capítulo se arriba a la solución propuesta, extrayendo conocimiento del dominio de aplicación de los expertos y la revisión bibliográfica, y modelando el conocimiento en la base de casos. Además, se proponen las funciones de semejanza a emplear para la recuperación de los casos y los umbrales para determinar los más semejantes al nuevo caso sin resolver.

### **3.1. Adquisición del conocimiento**

Para construir la base de casos (BC) que se desea proponer como solución en la investigación, se necesita adquirir la mayor cantidad de información del dominio de aplicación de los sistemas de gestión de emergencias. El conocimiento que se desea obtener está relacionado con los requisitos de software de estos sistemas. Se determinó basar la representación del conocimiento en los requisitos, porque como se demostró en el capítulo 1, lo que permite diferenciar un sistema de gestión de emergencias de otro son los datos que registran en cada uno de los requisitos.

En la línea temática atención de solicitudes solo se tuvo en cuenta como mecanismo de recepción de solicitudes, las llamadas, porque los expertos que pertenecen a ISEC poseen un amplio conocimiento de este medio de recepción. Además, el estudio de los sistemas de gestión de emergencias realizado en el primer capítulo demostró que la llamada es la vía más usada de recepción de solicitudes.

Para llevar a cabo la extracción del conocimiento se necesita primeramente seleccionar los expertos que poseen una gran experiencia en el desarrollo de sistemas de gestión de emergencias.

#### **3.1.1. Selección de los expertos humanos**

Para extraer la mayor cantidad de conocimiento y construir una BC que tuviera la mayor calidad posible, se necesitó de expertos humanos (EH) que estuviesen disponibles y contaran con las características siguientes:

- ✚ Los expertos existentes deben estar posibilitados para resolver problemas en el dominio del tema.
- ✚ Los expertos deben articular razonablemente el conocimiento. Deben ser capaces de describir el conocimiento del dominio y cómo se debe aplicar.

- ✚ Los expertos deben tener la disposición a dar conocimiento y colaborar en los esfuerzos de desarrollo.
- ✚ Los expertos deben disfrutar de buena reputación entre los potenciales usuarios del sistema.
- ✚ Muchos expertos deben estar de acuerdo sobre las técnicas de resolución del problema. Esto posibilita la verificación final del sistema por parte de varios expertos (46).

Considerando las características que el EH debe poseer se seleccionaron 7 especialistas en el dominio de aplicación de sistemas de gestión de emergencias de ISEC con más de cinco años de experiencia.

1. Yahima Vigo Valdés
2. Manfred Ramón Díaz Cabrera
3. Javier Fernández Cruz
4. Rammel Maestre Sánchez
5. Ariagnis Yero Guevara
6. Yordanis Tornés Medina
7. Adrián Maranje Agramonte

### **3.1.2. Métodos de adquisición del conocimiento**

La selección de las fuentes de información para la adquisición del conocimiento en la construcción de la BC, se basó en el volumen e importancia de la información que podrían brindar. A continuación se describen las mismas:

**Fuente estática:** este tipo de fuente aportó un amplio conocimiento del dominio de aplicación. Entre las fuentes estáticas utilizadas se encuentra la revisión bibliográfica de los sistemas existentes que pertenecen a este dominio para analizar las características que los definen, realizada al inicio de la investigación como parte del estudio del arte. Ejemplo de los sistemas estudiados son: GEMYC, GEMYC-D 2, SEG-911, SIGE y NUSE 123. Además se consultaron los requisitos y procesos de negocio de los proyectos del departamento de gestión de emergencias 171 y Patrulla, y la propuesta genérica realizada por el departamento, basada en las características comunes de estos sistemas.

**Fuente dinámica:** esta fuente permitió comprender y aclarar mucho más el conocimiento adquirido de las fuentes estáticas sobre los sistemas de gestión de emergencias, a través de entrevistas a personas consideradas especialistas en este dominio, por el alto nivel de

experiencia que poseen. Las entrevistas fueron de tipo formal para que las respuestas a las preguntas elaboradas estuvieran encaminadas a profundizar mucho más en el conocimiento del dominio y extraer de los expertos, elementos y rasgos de una forma más directa y segura. A pesar de las múltiples actividades de los expertos humanos, gracias al interés y compromiso de los mismos, se logró realizar una entrevista con cada uno de ellos, para un total de 7 entrevistas que se documentaron en minutas reflejando las respuestas a cada pregunta realizada.

### 3.1.2.1. Materiales generados

En el proceso de adquisición del conocimiento fue necesario elaborar con anterioridad una descripción con los principales objetivos de la investigación, para que los expertos humanos logran un entendimiento del resultado que se deseaba obtener, y el establecimiento de un ambiente de confianza hacia el ingeniero de conocimiento en el que se entendiera que todo el trabajo realizado llevaría a la meta final.

✚ **Minutas de las entrevistas con los expertos humanos:** implicaron investigación previa para la elaboración de las preguntas cuyas respuestas estuvieran encaminadas a la solución del problema. Una vez concluidas las entrevistas, se documentaron las respuestas de los expertos. En total se realizaron 7 entrevistas, una por cada experto de aproximadamente 30 minutos cada una, teniendo un total de tres horas y 30 minutos de trabajo, a continuación se muestra la tabla 2 con la cronología de las entrevistas:

No.	Fecha	Lugar	Nombre del Experto Humano
1.	9/5/2012	Dpto. ISEC	Yahima Vigo Valdés
2.	11/5/2012	Dpto. ISEC	Ariagnis Yero Guevara
3.	15/5/2012	Laboratorio 302	Manfred Ramón Díaz Cabrera
4.	15/5/2012	Laboratorio 302	Javier Fernández Cruz
5.	16/5/2012	Laboratorio 302	Rammel Maestre Sánchez
6.	16/5/2012	Laboratorio 302	Yordanis Tornes Medina
7.	17/5/2012	Dpto. ISEC	Adrián Maranje Agramonte

Tabla. 2. Cronología de entrevistas

### 3.1.2.2. Resultados obtenidos

Una vez terminada cada entrevista se detectaron rasgos o factores que influyen en la solución del problema. Para lograr que en cada entrevista se cumpliera con el propósito de obtener la mayor cantidad de rasgos posibles se utilizaron las siguientes preguntas:

Los requisitos definen lo que el sistema debe hacer. Para crear sistemas de gestión de solicitudes es necesario tener en cuenta requisitos que marcan la diferencia entre un sistema de gestión de emergencias y otro tipo de proyecto.

- ✚ ¿Cuáles elementos consideras que influyen en estas diferencias?
- ✚ ¿Cuáles son los elementos que definen a un sistema de gestión de emergencias?
- ✚ ¿Qué funcionalidades consideras importantes dentro de los módulos recepción de llamadas y despacho de solicitudes?

Las entrevistas de los expertos permitieron profundizar en importantes actividades que se realizan en las líneas temáticas de recepción de llamadas y despacho de solicitudes, e identificar rasgos a partir de las mismas, ayudando al ingeniero del conocimiento a comprender completamente su funcionamiento e importancia dentro de los sistemas de gestión de emergencias.

Los procesos y requisitos de los proyectos del departamento de gestión de emergencias aportaron nuevos rasgos relacionados con los mencionados por los especialistas, que responden a funcionalidades que se integran con las principales actividades descritas por los expertos.

Las revisiones bibliográficas de los sistemas de gestión de emergencias internacionales aportaron nuevos rasgos, además de valores a los dominios que ya se habían definido. El nuevo conocimiento estuvo dado porque los sistemas desarrollaban actividades que no se habían conocido o las realizaban de una manera diferente.

### 3.1.2.3. Verificación de la información

Luego de haber obtenido todo el conocimiento sobre el dominio de los sistemas de atención y tratamiento de solicitudes se procedió a realizar la tarea de verificación de la información, para comprobar que el conocimiento adquirido se corresponde y redacta de la forma correcta. Para esta tarea se utilizó al experto Yordanis Tornés Medina, por ser uno de los que tiene mayor experiencia como especialista en el desarrollo de proyectos de gestión de emergencias. El especialista asumió su rol como experto humano y revisó cada rasgo definido una vez realizadas las entrevistas y agregados los nuevos rasgos por el ingeniero de conocimiento, verificando la consistencia del conocimiento.

En este proceso, primeramente se analizó el sistema recepción de llamadas. Se revisaron las redacciones de los rasgos, y se encontró que algunos tenían problema en la especificación. Estos rasgos son:

- ✚ del rasgo *obtener dirección normalizada* y estándar eliminar la palabra estándar.
- ✚ el rasgo *clasificaciones de llamadas* pasó a llamarse *clasificar llamada*.
- ✚ el rasgo *procedimiento de actuación automáticamente acorde al motivo* pasó a llamarse *mostrar procedimiento de actuación en dependencia del motivo*.
- ✚ el rasgo de *integración con sistemas heterogéneos* pasó a llamarse *integración con sistemas de comunicación*.
- ✚ el rasgo *registrar incidencia del turno de trabajo* pasó a llamarse *registrar incidencia*; además sugirió que este rasgo no debe insertarlo manualmente el operador de recepción, sino automáticamente cuando exceda los tiempos de atención por ejemplo y por otra persona en caso de ser problemas técnicos u otro tipo de incidencia.

Se detectó también que el rasgo *mapificar punto de referencia* debería incluirse en el sistema de recepción de llamadas, y otros rasgos deberían ser eliminados o estar relacionados porque estaban incluidos como dominio de otros. Ejemplos de estos rasgos:

- ✚ unir los rasgos *integración con sistemas de comunicación* e *integración con plantas telefónicas*, para poner dentro del dominio del primer rasgo en teléfono fijo los diferentes modelos de plantas telefónicas con las que se puede integrar un sistema de recepción de llamada.
- ✚ el rasgo *buscar llamada* no le es útil al despachador, por lo que se propone su eliminación.
- ✚ incluir dentro del rasgo *mostrar procedimiento de actuación en dependencia del motivo* un valor que sea descripción del motivo y eliminar esto último como rasgo.

En el módulo de despacho de las emergencias se detectaron problemas en la redacción y el rasgo que anteriormente se llamaba *mostrar listas de unidades al despachador* pasó a llamarse *filtrar unidades del despacho abierto*.

### 3.2. Representación y organización del conocimiento

La forma principal de representación del conocimiento en el Razonamiento Basado en Casos (RBC) son los casos. La estructura seleccionada para describir un caso fue el par atributo-valor donde cada rasgo de un caso está compuesto por el nombre que lo identifica y los posibles valores que puede tomar el rasgo. Además de una medida que represente la relevancia de los rasgos dentro de la base de casos, más conocido como peso.

Es importante tener en cuenta en cada rasgo los pesos porque potencialmente, en el conjunto de casos podrían estar todas las propiedades que describen los objetos; pero existen rasgos que no son útiles porque carecen de importancia de acuerdo al dominio de aplicación. Dentro

de los criterios más comúnmente utilizados en el cálculo de la relevancia o peso de cada rasgo está el criterio de los especialistas del dominio de aplicación.

Para realizar esta tarea se seleccionaron 5 especialistas en el dominio de gestión de emergencias, quienes a través de un cuestionario especificaron los pesos de cada rasgo teniendo en cuenta la importancia dentro del dominio. Para obtener los pesos finales de todos los rasgos se estudiaron los cuestionarios y por la concordancia entre el criterio de los especialistas se determinaron los definitivos.

A continuación se muestra la tabla 3 con los rasgos definidos anteriormente que pertenecen al sistema de atención de emergencias, los posibles valores que ellos pueden tomar y el peso asociado a cada uno. Seguidamente una descripción de los principales rasgos de este sistema. En el (Anexo 1) se muestran los rasgos que pertenecen al sistema de despacho de solicitudes y rasgos que son comunes para los dos sistemas mencionados, además de una descripción de los principales rasgos de Despacho.

No.	Rasgos predictores	Peso	Valores
Recepción de llamadas			
R1	Clasificar llamada	45	agradecimiento
			informativa
			queja
			falsa
			abandonada
			transferida
			interna
			emergencia
			circulación de persona
			circulación de objeto
			circulación de vehículo
			circulación de matrícula
			traslado médico

			evento
R2	Registrar llamada	48	número de teléfono
			clasificación de la llamada
			descripción
			hora de inicio
			hora fin
			nombre del solicitante
			apellidos del solicitante
			teléfono para contacto
			tiempo de atención de la llamada
			hora de registro
			identificador de la llamada
			nombre de la persona que registra
			apellidos de la persona que registra
			R3
dirección			
R4	Seleccionar las áreas de despacho que atenderán la solicitud	49	Sí / No(automáticamente)
R5	Registrar ficha de solicitud de emergencia	50	motivo
			categoría de motivo
			código de motivo
			hora de inicio
			hora fin
			hora de registro
			estado de la emergencia

			informante
			prioridad
			participantes
			dirección
			zona en que ocurrió el suceso (domicilio, vía pública, lugar público)
			áreas de despacho
R6	Registrar varios motivos en una ficha de emergencia	27	Sí / No
R7	Registrar despachos de solicitud	49	identificador de la solicitud
			Prioridad
			descripción real del hecho
			fecha / hora de atención
			fecha / hora de despacho
			duración del despacho
			clasificación del suceso
			indicar si hubo detenidos
			indicar si hubo drogas y armas
			lista de unidades asignadas
			fecha / hora de asignación de cada unidad
			descripción de actuación por cada unidad
			contactó con vecino o peatón, denunciante
			solicitud que necesitó apoyo
			categoría real de motivo
motivo real			
con participación de militares			
insertar personas involucradas			

			insertar vehículos involucrados
			indicar motivos de demora
R8	Enviar ficha de solicitud de emergencia	45	frecuencia
			áreas de despacho
			dirección
			clasificación de motivo
			motivo
R9	Mapificar llamada	48	ícono de llamada
			mostrar mensaje con la localización de la llamada
R10	Obtener dirección normalizada	47	calle / avenida
			kilómetro
			edificio
			número de la vivienda
			finca
			municipio
			estado
			país
			localidad
			provincia
			completada automáticamente por función matemática
R11	Transferir llamadas	42	motivo de transferencia
			ip del puesto del operador que se transfiere
			nombre del operador
			apellidos del operador
R12	Mostrar datos del abonado telefónico asociados al número de	39	nombre
			apellidos
			dirección

	teléfono		cumplimentación automática tipo de abonado (particular, organismo) afiliado al Centro
R13	Controlar tiempo de atención de llamada	44	tiempo promedio tiempo medio tiempo máximo tiempo después de máximo visible al operador
R14	Buscar fichas de solicitudes de emergencias semejantes	46	motivo dirección fecha / hora inicio de repetida fecha / hora fin de repetida alrededor de la dirección automáticamente
R15	Mostrar fichas de solicitudes de emergencias semejantes	46	cantidad total de solicitudes semejantes número de solicitud categoría de motivo motivo dirección
R16	Registrar fichas de solicitudes de emergencias repetidas	46	Sí / No
R17	Enviar notificaciones	39	usuario autenticado usuario desautenticado usuario bloqueado usuario desbloqueado inicio llamada

			fin llamada
			llamada registrada
			llamada a transferir
			respuesta de transferencia
			llamada transferida
			transferencia realizada
			inicio de registro de solicitud
			fin de registro de solicitud
			nuevo despacho
			nuevos datos
			intervención aceptada
R18	Recibir notificaciones	39	llamada entrante
			fin de llamada
			Intervención
			llamada a transferir
			respuesta de transferencia
			llamada transferida
R19	Mostrar procedimiento de actuación en dependencia del motivo	43	automáticamente
			preguntas a realizar
			descripción del motivo
			indicaciones ante determinados incidentes
R20	Integración con sistemas de comunicación	41	radio convencional
			radio trunking analógica
			radio trunking digital
			planta telefónica
			telefonía móvil
			sms

			fax
			Softphone
			email
R21	Buscar fichas de solicitudes de emergencias	38	código de la solicitud
			código de motivo
			categoría de motivo
			motivo
			fecha / hora de inicio
			fecha / hora de fin
			nombre del solicitante
			teléfono de la llamada
			dirección
R22	Mostrar resultado de la búsqueda de fichas de solicitudes de emergencias	38	código
			estado
			motivo
			dirección
R23	Ver detalles de una ficha de solicitud de emergencia	38	Sí / No
R24	Mapificar solicitudes de emergencias	36	ícono de solicitud de emergencia
			mostrar mensaje con la localización de la solicitud
R25	Buscar puntos de referencias	37	categoría (edificio, cine, etc.)
			nombre del punto de referencia
			dirección
R26	Mostrar datos del operador	5	puesto de trabajo
			teléfono
			nombre y apellidos
			rol
R27	Mostrar puntos de	37	código del punto de referencia

	referencias		nombre del punto de referencia
			fotos
R28	Ver detalles de punto de referencia	37	Sí / No
R29	Asociar fichas de solicitudes de emergencias	19	Sí / No
R30	Mostrar estadísticas del operador en el turno de trabajo	6	visibilidad
			cantidad de llamadas de agradecimiento
			cantidad de llamadas informativas
			cantidad de llamadas de queja
			cantidad de llamadas falsas
			cantidad de llamadas abandonadas
			cantidad de llamadas transferidas
			cantidad de llamadas internas
			cantidad de llamadas de emergencias
			cantidad de llamadas de circulación de persona
			cantidad de llamadas de circulación de vehículo
			cantidad de llamadas de circulación de objeto
			cantidad de llamadas de circulación de matrícula
			cantidad de llamadas de traslado médico
cantidad total de llamadas que no reportan emergencias			
cantidad de llamadas de evento			
R31	Registrar incidencias	35	fecha / hora de ocurrencia
			descripción
			autorizada
			clasificación de la incidencia
			persona implicada
			unidades implicadas

			quien registra
			automáticamente
R32	Integración con procesos y protocolos de emergencias existentes	34	CRM
			BBDD
			PBX
R33	Registrar ficha de circulación de persona	33	identificador de la ficha
			motivo de la circulación
			organismo que circula
			número de denuncia
			dirección
			dirección complementaria
			color de ojos de la persona
			color de piel de la persona
			edad de la persona
			estatura de la persona
			sexo de la persona
			ocupación de la persona
			estado de la persona
			país de la persona
			observaciones de la persona
			identificación de la persona
			nombre y apellidos del denunciante
			identificación del denunciante
			teléfono para contacto
			dirección del denunciante
			dirección de verificación del hecho
			áreas de despacho existentes
			áreas de despacho asignadas

R34	Enviar ficha de circulación de persona	21	frecuencia
			áreas de despacho
			dirección de verificación
			clasificación de motivo
			motivo
			nombre y apellidos del denunciante
			identificación del denunciante
			dirección del denunciante
			sexo
			color de piel
			observaciones de la persona
R35	Buscar fichas de circulaciones de personas semejantes	27	motivo de circulación
			dirección de verificación
			fecha / hora de inicio
			fecha / hora de fin
			alrededor de la dirección
			automáticamente
R36	Mostrar fichas de circulaciones de persona semejantes	27	identificador de solicitud
			motivo de circulación
			dirección
			nombre(s)
			primer apellido
			cédula
			cantidad total de fichas de circulaciones de personas semejantes
			segundo apellido
R37	Registrar fichas de circulaciones de personas repetidas	27	Sí / No
R38	Asociar fichas de	18	Sí / No

	circulaciones de persona		
R39	Registrar traslado médico	32	identificador
			fecha / hora en que se debe realizar el traslado
			nombre y apellidos del solicitante
			identificación del solicitante
			teléfono para contacto del solicitante
			nombre y apellidos del acompañante
			médico que autoriza
			teléfono de contacto del médico que autoriza
			dirección de origen
			punto de referencia de origen
			detalles de dirección de origen
			detalles de dirección destino
			punto de referencia de destino
			dirección destino
			detalles de dirección de destino
			médico que recibe
			teléfono de contacto del médico que recibe
			nombre y apellidos del paciente
			cédula del paciente
			grupo sanguíneo del paciente
			edad del paciente
			alérgico a
			dirección del paciente
punto de referencia del paciente			
detalles de dirección del paciente			
dirección del paciente			
diagnóstico del paciente			
patología del paciente			
área de despacho			
R40	Buscar fichas de traslados médicos semejantes	26	motivo
			dirección
			fecha / hora de inicio de buscar repetidas

			fecha / hora fin de buscar repetidas
R41	Mostrar fichas de traslados médicos semejantes	26	código de la solicitud
			cantidad de traslados médicos semejantes
			fecha / hora del traslado
			nombre y apellidos del paciente
			edad
R42	Registrar fichas de traslados médicos repetidos	26	Sí / No
R43	Asociar fichas de traslados médicos	17	Sí / No
R44	Registrar ficha de circulación de vehículo	31	motivo de la circulación
			organismo que circula
			número de denuncia
			dirección
			dirección complementaria
			número de matrícula
			marca-modelo
			láser 1
			láser 2
			color primario
			color secundario
			clase-tipo
			número de motor
			número de serie
			cantidad de combustible (litros)
			empresa
			año
			estado
			problemas técnico
nombre del denunciante			
apellidos del denunciante			
identificación del denunciante			
teléfono para contacto			

			dirección del denunciante
			dirección de verificación
			áreas de despacho existentes
			áreas de despacho asignadas
R45	Enviar ficha de circulación de vehículo	20	frecuencia
			áreas de despacho
			dirección de verificación
			clasificación de motivo
			motivo
			nombre y apellidos del denunciante
			identificación del denunciante
			dirección del denunciante
			tipo de vehículo
			color
R46	Buscar fichas de circulaciones de vehículo semejantes	25	motivo
			dirección de verificación
			fecha / hora de inicio de la búsqueda
			fecha / hora de fin de la búsqueda
R47	Mostrar fichas de circulaciones de vehículos semejantes	25	código de la ficha
			dirección
			motivo
			cantidad total de fichas de circulaciones de vehículos semejantes
			fecha / hora del suceso
			placa
			modelo
			marca
			año
R48	Registrar fichas de circulaciones de vehículos repetidas	25	Sí / No
R49	Asociar fichas de circulaciones de vehículo	16	Sí / No
R50	Registrar ficha de	30	motivo de la circulación

	circulación de objeto		fecha / hora de inicio de registro fecha / hora de fin de registro organismo que circula número de denuncia dirección dirección complementaria tipo de objeto marca modelo número de serie color primario color secundario unidad de medida estado técnico áreas de despacho existentes áreas de despacho asignadas cantidad de objetos
R51	Buscar fichas de circulaciones de objeto semejantes	24	motivo dirección de verificación fecha / hora de inicio de la búsqueda fecha / hora de fin de la búsqueda
R52	Mostrar fichas de circulaciones de objetos semejantes	24	código de la ficha cantidad total de fichas de circulaciones de objetos semejantes fecha / hora del suceso tipo de objeto modelo marca dirección Motivo
R53	Registrar fichas de circulaciones de objetos repetidas	24	Sí / No
R54	Asociar fichas de	15	Sí / No

	circulaciones de objeto		
R55	Registrar ficha de circulación de matrícula	29	motivo de la circulación organismo que circula número de denuncia dirección dirección complementaria número de matrícula láser 1 láser 2 clase-tipo institución sector
R56	Buscar fichas de circulaciones de matrícula semejantes	23	motivo fecha / hora de inicio de la búsqueda fecha / hora de fin de la búsqueda dirección número de la matrícula
R57	Mostrar fichas de circulaciones de matrícula semejantes	23	código de la ficha cantidad total de fichas de circulaciones de matrícula semejantes fecha / hora del suceso motivo dirección número de la matrícula
R58	Registrar fichas de circulaciones de matrículas repetidas	23	Sí / No
R59	Asociar fichas de circulaciones de matrícula	14	Sí / No
R60	Registrar evento	28	hora de inicio teléfono del abonado tiempo por lo que se solicita el evento nombre (s) y apellidos del abonado fecha de ocurrencia del evento

			hora de ocurrencia del evento
			motivo de evento
			descripción del evento
			dirección del evento
			punto de referencia del lugar del evento
			detalles de la dirección
			nombre y apellidos del solicitante
			identificación del solicitante
			teléfono del solicitante
			nombre del organismo
			cargo que ocupa la persona que llama
R61	Buscar fichas de eventos semejantes	22	motivo
			dirección
			fecha / hora de inicio de buscar repetidas
			fecha / hora fin de buscar repetidas
R62	Mostrar fichas de eventos semejantes	22	cantidad de eventos semejantes
			fecha / hora de inicio
			tipo de evento
			estado
			tipo de solicitante
R63	Registrar fichas de eventos repetidos	22	Sí / No
R64	Asociar fichas de eventos	13	Sí / No
R65	Buscar números de teléfonos de sitios importantes.	18	nombre de empresa u organismo
			nombre de persona
R66	Registrar varios casos de una misma llamada	33	Sí / No
R67	Incorporar menú de herramientas	5	Sí / No
R68	Mostrar resultado de la búsqueda de fichas de	12	descrito en comunes

	circulaciones de personas		
R69	Ver detalle de una ficha de circulación de persona	12	descrito en comunes
R70	Buscar fichas de traslados médicos	11	descrito en comunes
R71	Mostrar resultado de la búsqueda de fichas de traslados médicos	11	descrito en comunes
R72	Ver detalles de una ficha de traslados médicos	11	descrito en comunes
R73	Buscar fichas de circulaciones de vehículo	10	descrito en comunes
R74	Mostrar resultado de la búsqueda de fichas de circulaciones de vehículos	10	descrito en comunes
R75	Ver detalle de una ficha de circulación de vehículo	10	descrito en comunes
R76	Buscar fichas de circulaciones de objeto	9	descrito en comunes
R77	Mostrar resultado de la búsqueda de fichas de circulaciones de objetos	9	descrito en comunes
R78	Ver detalle de una ficha de circulación de objeto	9	descrito en comunes
R79	Buscar fichas de circulaciones de matrículas	8	descrito en comunes
R80	Mostrar resultado de la búsqueda de fichas de circulaciones de matrícula	8	descrito en comunes
R81	Ver detalle de una ficha de circulación de	8	descrito en comunes

	matrícula		
R82	Buscar fichas de eventos	7	descrito en comunes
R83	Mostrar resultado de la búsqueda de fichas de eventos	7	descrito en comunes
R84	Ver detalle de fichas de eventos	7	descrito en comunes

Tabla. 3. Rasgos, posibles valores y pesos asociados

A continuación se describen los rasgos que tienen mayor importancia en sistemas de recepción de llamadas y despacho de solicitudes, a consideración de un conjunto de expertos en el dominio, para lograr un mayor entendimiento de lo que representan:

#### Recepción de Llamadas

**Registrar ficha de solicitud de emergencia:** El operador registra los datos de la emergencia reportada por un usuario como: dirección, descripción, motivo, entre otros, para luego enviarla al despachador que debe darle un seguimiento y cierre.

**Seleccionar las áreas de despacho que atenderán la solicitud:** El operador selecciona las áreas de despacho que atenderán la solicitud que considere pueden dar respuesta a la solicitud, o el sistema realiza la selección automáticamente y envía la información a los despachadores sin la intervención de las personas.

**Registrar llamada:** El operador registra los datos de las llamadas que realizan los diferentes usuarios como: número de teléfono, descripción, clasificación, entre otros.

**Mapificar llamada:** Se visualiza en el mapa automáticamente la localización de la llamada, si se logra obtener la dirección georeferenciada de la misma. Sirve de ayuda al operador en la detección de llamadas falsas o posibles sabotajes, cuando la dirección de la llamada no coincide o queda en las proximidades de la dirección de la emergencia que reporta el ciudadano.

**Obtener dirección normalizada:** El operador obtiene la dirección de la emergencia con la ayuda del sistema al tener parámetros normalizados que permiten ir conformando la dirección de manera rápida y con la menor introducción de datos incorrectos evitando que se cometan errores ortográficos.

La tabla 4 representa los rasgos predictores de la BC, que constituyen los datos de entrada, o sea la información a partir de la cual el sistema infiere los rasgos objetivos. Los rasgos objetivos son las especificaciones de requisitos de los rasgos seleccionados en la interfaz que se corresponden con los casos recuperados como más semejantes al nuevo problema sin resolver. Además, se devuelven las especificaciones de los otros rasgos que contienen los casos recuperados, como ayuda al analista para completar los requisitos del nuevo problema.

En esta especificación no solo se encuentra la descripción de los requisitos de software sino también consejos útiles para el analista para intercambiar ideas y propuestas con el cliente. Un posible consejo a brindar podría estar relacionado con el número de teléfono en la recepción de la llamada, porque cambia su formato en dependencia del lugar donde se desea implantar el sistema de gestión de emergencias. Un ejemplo de esto sería aconsejar al analista que debería preguntar por el formato del número de teléfono y los tipos de llamadas que se pueden atender en el Centro. En el (Anexo 2) se ejemplifica y explica lo antes descrito.

Después de haber representado el conocimiento del dominio de aplicación es importante establecer el modelo de memoria de organización de la BC propuesta. El modelo seleccionado es la estructura plana porque brinda mayor facilidad para insertar nuevos casos y posibilita que el algoritmo de recuperación sea sencillo. La desventaja que trae consigo el uso de este tipo de modelo es la recuperación de los casos por la complejidad computacional que requiere. Sin embargo, en la actualidad el consumo de memoria de un programa no representa un problema por los grandes avances tecnológicos alcanzados, haciendo de la memoria plana una buena opción.

Las facilidades que se propondrán en el motor de inferencia (MI) como parte de la solución están enfocadas en cumplir con el objetivo de la investigación de servir de apoyo a los analistas, clasificando al RBC en un sistema consultor, ya que son sistemas consejeros que tan sólo recuperan casos, sin las facilidades de adaptación, evaluación y reparación. En este caso el analista describe una situación y el sistema devuelve casos previos relevantes de los que el analista extraerá sus propias conclusiones.

### **3.3. Recuperación de casos semejantes**

Los métodos de recuperación se encargan de combinar procedimientos para valorar el grado de similitud entre dos casos y algún procedimiento para buscar el caso más similar a la consulta. Después de seleccionar como modelo de organización de la BC la memoria plana y conocer que los casos estarán representados en forma de vector en la BC el procedimiento

para determinar la similitud entre dos casos se basa en calcular la similitud de cada rasgo para llegar a una medida de similitud global.

### 3.3.1. Funciones de semejanza propuestas

La similitud entre los rasgos de los casos de la BC y de los casos sin resolver está dada por funciones que, según el dominio de cada rasgo, son capaces de calcular cuán parecidos son, por ende, la cantidad de funciones dependerá de los diferentes dominios de los rasgos. Realizando un análisis de los valores que puede tomar cada rasgo, se pudo constatar que hay solo dos tipos de rasgos según los valores del dominio asociados a ellos: los nominales (textuales) y los que dependen de la ocurrencia o no de un único valor del dominio. A partir del estudio de las funciones de comparación del capítulo 2, se realiza una propuesta de las funciones más afines con la investigación.

Para determinar la similitud local entre rasgos donde el tipo de valor que algunos pueden tener es nominal y estar compuestos por más de uno se propone utilizar la distancia de Jaccard. Para los rasgos donde los valores que pueden tener dependen de la ocurrencia o no de un único valor, se propone utilizar la función booleana.

La distancia de Jaccard se define como:

$$D(X,Y)=\frac{(X\cap Y)}{(X\cup Y)} \quad (4)$$

Donde  $X$  representa el conjunto de palabras de entrada de un rasgo del nuevo caso y  $Y$  representa el conjunto de palabras de los rasgos de la BC (59).

La función booleana plantea que:

$$\delta_i(O_0, O_t) = \begin{cases} 1 & \text{si } X_i(O_0) = X_i(O_t) \\ 0 & \text{e. o. c} \end{cases} \quad (3)$$

Siendo  $X_i(O)$  el valor de la variable  $X_i$  en el objeto  $O$ ; 1 significa que los valores son coincidentes y 0 que son diferentes (62).

Para determinar la similitud global se propone la función de semejanza de la suma ponderada de la comparación por rasgos, que determina la medida numérica del grado de semejanza entre dos problemas como se evidencia en la fórmula (11).

$$D(u, v) = \frac{\sum_{i=1}^n W_i * \delta_i(u, v)}{\sum_{i=1}^n W_i} \quad (11)$$

Donde  $W_i$  es la importancia del rasgo,  $u$  y  $v$  son los valores que el rasgo  $i$  tiene en el problema y en el caso respectivamente, y  $\delta_i$  es la función de comparación para el rasgo  $i$ .

### **3.3.2. Umbrales de recuperación propuestos**

Para determinar los casos más semejantes de los recuperados de la BC para darle solución al nuevo problema a resolver, se propone utilizar los umbrales que defina el usuario. En caso que no sea capaz de determinarlo, por la similitud que existe entre todos los casos recuperados sería entonces necesario que el sistema determine el umbral, a través de la matriz de semejanza estudiada en el capítulo 2 con las funciones que utiliza.

### **Conclusiones parciales**

La realización de las entrevistas y el estudio de la documentación relacionada con los sistemas de gestión de emergencias, permitió definir un conjunto de actividades dirigidas a desarrollar una inferencia correcta, así como puntualizar conceptos, rasgos y dominios, importantes a tener en cuenta en la construcción de la base de caso propuesta. Se demostró que era más factible la estructura atributo-valor para representar el conocimiento en los casos.

Se definen las funciones de similitud y semejanzas específicas para el dominio de los requisitos en la línea temática de atención y tratamiento de las emergencias, y los umbrales de recuperación de casos más semejantes.

## **CAPÍTULO 4: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN**

### **Introducción del capítulo**

En el presente capítulo se valida la solución propuesta para demostrar que la base de casos representa correctamente el conocimiento de las líneas temáticas recepción de llamadas y despacho de solicitudes. Para llevar a cabo esta tarea se utilizó el método Delphi, basado en el criterio de especialistas.

### **4.1. Validación por el método Delphi**

El método Delphi en la validación de la solución brindada en el capítulo anterior, permite predecir a través de los especialistas los resultados a alcanzar con la propuesta elaborada, ayudando a obtener información sobre el futuro y la calidad de la BC propuesta a través del conocimiento que representa. Para arribar a la decisión final a través del método Delphi se realiza un procesamiento estadístico de la información, elemento que lo diferencia del resto de los métodos. Esta decisión final es un criterio fuertemente avalado por la experiencia y conocimiento del colectivo de especialistas consultado.

El proceso que se realiza para llevar a cabo este método consta de 4 pasos necesarios para la aplicación del método al problema en cuestión, estos son:

1. Selección de los especialistas.
2. Elaboración del cuestionario para la validación de la propuesta.
3. Cálculo de concordancia entre los especialistas.
4. Desarrollo práctico y explotación de los resultados.

#### **4.1.1. Selección de los especialistas**

En la investigación se considera que un experto en el tema a tratar se refiere a especialistas que cuentan con más de 5 años de experiencia en el desarrollo de software de gestión de emergencias y además son capaces de brindar criterios terminantes sobre el proceso que se realiza en estos sistemas. La selección de los especialistas se realizó bajo las condiciones mencionadas.

Aunque no hay forma de determinar el número óptimo de especialistas para participar en la encuesta, estudios realizados por investigadores de la Corporación Rand, señalan que si bien parece necesario un mínimo de siete especialistas, cuenta que el error disminuye notablemente por cada experto añadido hasta llegar a los siete especialistas, no es aconsejable recurrir a

más de 30 especialistas, pues la mejora en la previsión es muy pequeña y normalmente el incremento en coste y trabajo de investigación no compensa la mejora, por lo que en principio se tiene en cuenta siete especialistas (48).

Para el proceso de selección de los especialistas se analizó el nivel de competencia de los encuestados en el desarrollo de sistemas de gestión de emergencias. Para determinar este nivel, se utilizó una metodología completa y sencilla para la determinación de la competencia de los especialistas, la constituye la aprobada en febrero de 1971 por el comité estatal de Ciencia y Técnica de Rusia para elaboración de pronósticos científico-técnicos. En esta metodología la competencia de los especialistas se termina por el coeficiente (K), el cual se calcula de acuerdo con la opinión del especialista sobre su nivel de conocimiento acerca del problema que se está resolviendo, y con las fuentes que le permiten argumentar sus criterios.

Para determinar cuáles de los candidatos participará en la evaluación de la solución, se calculó el coeficiente de competencia K, haciendo uso de la fórmula matemática (16).

$$K = \frac{(Kc+Ka)}{2} \quad (16)$$

Donde:

Kc: Es el coeficiente de conocimiento.

Ka: Es el coeficiente de argumentación.

Para calcular el Kc y Ka se realiza una encuesta (Anexo 2) a los candidatos a especialistas.

Para calcular el Kc se le solicita al posible experto que dé su criterio sobre los conocimientos que posee sobre el tema. Para esto se utiliza un rango del 0 al 10, considerando que 0 es no tener ningún dominio del tema y 10 es tener pleno dominio del tema. Posteriormente este valor obtenido se multiplica por 0.1 para obtener el coeficiente en un rango de 0 a 1. El experto debe marcar con una cruz (X) en la casilla que estime pertinente. La tabla 4 muestra el nivel de conocimiento de los posibles especialistas.

No. Especialista	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1							X			
2									X	
3									X	

4									X	
5									X	
6								X		
7								X		

Tabla. 4. Coeficiente de conocimiento de los especialistas seleccionados

Para calcular  $K_a$ , el especialista candidato debe marcar según su consideración, cuáles fueron sus fuentes para la obtención del conocimiento que le permite argumentar su evaluación del nivel de conocimiento que especifica anteriormente, en el (Anexo 2) se puede observar dicha tabla.

En la tabla 5 se muestra los valores obtenidos por cada uno de los especialistas.

FUENTES DE ARGUMENTACIÓN	Grado de influencia de cada una de las fuentes en sus criterios.		
	A (Alto)	M (Medio)	B (Bajo)
Análisis teóricos realizados por usted	2,3	1,4,5,6,7	
Su experiencia obtenida	1,2,3,4,5	6,7	
Trabajos de autores nacionales		2,3,4	1,5,6,7
Trabajos de autores extranjeros	2,3,4	1,5,6,7	
Su propio conocimiento del estado del problema en el extranjero	2,3,4,5,	1,6,7	
Su intuición	4,5,6	1,2,3,7	

Tabla. 5. Tabla para calcular el coeficiente de argumentación

Para calcular el coeficiente de argumentación las respuestas de los especialistas se traducen a puntos según lo que muestra la tabla patrón 6, este se calcula sumando los valores de la tabla patrón en concordancia con las respuestas dadas por los especialistas.

FUENTES DE ARGUMENTACIÓN	Grado de influencia de cada una de las fuentes en sus criterios.		
	A (Alto)	M (Medio)	B (Bajo)

Análisis teóricos realizados por usted	0.3	0.2	0.1
Su experiencia obtenida	0.5	0.4	0.2
Trabajos de autores nacionales	0.05	0.05	0.05
Trabajos de autores extranjeros	0.05	0.05	0.05
Su propio conocimiento del estado del problema en el extranjero	0.05	0.05	0.05
Su intuición	0.05	0.05	0.05

Tabla. 6. Tabla patrón para determinar el coeficiente de argumentación

El código de interpretación de tales coeficientes de competencias es:

- ✚ Si  $0,8 < k < 1,0$  el coeficiente de competencia es Alto.
- ✚ Si  $0,5 < k < 0,8$  el coeficiente de competencia es Medio.
- ✚ Si  $k < 0,5$  el coeficiente de competencia es Bajo.

En la tabla 7 se muestran los resultados obtenidos en la encuesta de autovaloración realizada a los especialistas candidatos.

No. Especialista	Kc Coeficiente de Conocimiento	Ka Coeficiente de Argumentación	K Coeficiente de Competencia	Grado
1	0.7	0.9	0.8	Alto
2	0.9	1	0.95	Alto
3	0.9	1	0.95	Alto
4	0.9	0.9	0.9	Alto
5	0.9	0.9	0.9	Alto
6	0.8	0.8	0.8	Alto
7	0.8	0.8	0.8	Alto

Tabla. 7. Resultados obtenidos en el cuestionario realizado

Después de analizado el coeficiente de competencia de cada uno de los candidatos a especialistas, se obtuvo como resultado que ninguno de ellos tiene su coeficiente de competencia bajo o medio, por lo que los 7 están aptos para conformar el panel de especialistas porque su coeficiente de competencia es alto.

#### 4.1.2. Elaboración del cuestionario para la evaluación de la propuesta

Para la evaluación de la base de casos propuesta se utiliza el cuestionario que se observa en el (Anexo 3), entre sus objetivos se puede mencionar:

1. Determinar la necesidad de la propuesta para dar solución a la problemática planteada en la investigación.
2. Determinar la consistencia de la estructura de la base de casos.
3. Identificar el grado de utilidad de la base de casos.
4. Determinar el nivel de vinculación de la base de casos propuesta con la obtención de requisitos en la línea temática gestión de emergencias de ISEC.
5. Determinar la eficacia de la base de casos propuesta.
6. Determinar el nivel de completitud de la base de casos.
7. Evaluación de la base de casos propuesta.

En el cuestionario del (Anexo 3), se solicitan los datos personales de los especialistas y se originan siete preguntas, todas de tipo contable y permitiendo además que en cada una de las preguntas los especialistas emitan sus criterios y hagan recomendaciones con el objetivo de mejorar los resultados de la investigación.

Para analizar los cuestionarios realizados a los especialistas se tuvieron en cuenta 2 criterios de evaluación, los criterios cualitativos (Muy útil, Bastante útil, Útil, Poco útil, Inútil) y los criterios cuantitativos ((100-90) %, (89-75) %, (74-50) %, (49-25) %, (24-0) %). A cada uno de estos criterios se les otorgó una puntuación entre 1 y 5 en dependencia de los valores asignados por los especialistas a las preguntas contestadas en el cuestionario para su posterior análisis como se muestra en la tabla 8.

Criterios de Evaluación		Puntuación
Criterios Cualitativos	Criterios Cuantitativos (%)	
Muy útil	(100-90)	5
Bastante útil	(89-75)	4
Útil	(74-50)	3
Poco útil	(49-25)	2
Inútil	(24-0)	1

Tabla. 8. Criterios de Evaluaciones

### 4.1.3. Cálculo de concordancia entre los especialistas

Con el objetivo de aportarle un mayor peso al resultado de la validación se decidió determinar la concordancia de criterios entre los especialistas, haciendo uso del cálculo del coeficiente de concordancia Kendall (W).

Para el cálculo del W se emplea el programa estadístico Statistical Product and Service Solutions (SPSS) v 13.0.0, considerando como valores de entrada, los datos obtenidos como resultado de las encuestas de los especialistas.

Los valores del W deben oscilar entre 0 y 1 ( $0 < W < 1$ ), mientras más próximos se encuentren los valores a 1, mayor será el nivel de concordancia entre los criterios de los especialistas. La concordancia se considera aceptable cuando los valores obtenidos como resultado del cálculo del W son mayores o iguales a 0.5 ( $W \geq 0.5$ ).

Luego de obtenido el valor resultante del W, no basta con conocer si es significativamente distinto de 0, se debe realizar una de las pruebas de hipótesis para determinar qué tan significativa es la concordancia.

#### Hipótesis:

H0: No hay concordancia (Hipótesis nula).

H1: Hay concordancia (Hipótesis alternativa).

Luego de obtenido el resultado del W debe analizarse el tamaño de la muestra (N). En dependencia de N, será el proceso que se aplique para saber qué tan significativa es la concordancia entre los criterios. Si  $N \leq 7$ , las muestras son pequeñas y se calcula el nivel de significación (s), en caso de que  $N > 7$ , se utiliza el cálculo de chi-cuadrado ( $\chi^2$ ).

Si se hace uso del “s” y su valor obtenido con el empleo del SPSS es menor que 0.05, se rechaza H0 y se considera el valor de W como significativo. En caso de ser necesario el cálculo de  $\chi^2$  por presentar más de 7 criterios, debe tenerse en cuenta que si el valor de  $\chi^2$  es mayor que 0.05, entonces se rechaza la H0 y se considera significativo el valor del W. Los resultados obtenidos del SPSS se muestran en la tabla 10.

#### **Cálculo de Kendall**

<b>N</b>	<b>7</b>
W de Kendall(a)	0.557
Chi-cuadrado	23.400
gl	6

Sig. asintót.	0.001
---------------	-------

Tabla. 9. Cálculo de Kendall

El valor  $N=7$  constituye el número de criterios definidos previamente. El resultado obtenido del  $W$  se encuentra en el rango de  $(0.5 \leq W < 1)$ , por lo que se considera aceptable y el nivel de significación ( $s$ ) es de 0.001 rechazándose la hipótesis nula, por lo que se concluye que existe una concordancia significativa entre los criterios de los especialistas.

#### 4.1.4. Desarrollo práctico y explotación de los resultados

Para ir almacenando los resultados aportados por los especialistas se confeccionan tablas utilizando el programa "Microsoft Office Excel 2007". A continuación se muestra la figura 3 con los resultados finales de los objetivos establecidos en la validación y análisis de estos resultados. En el (Anexo 4) las figuras y breve análisis de los resultados obtenidos por cada uno de los objetivos establecidos.

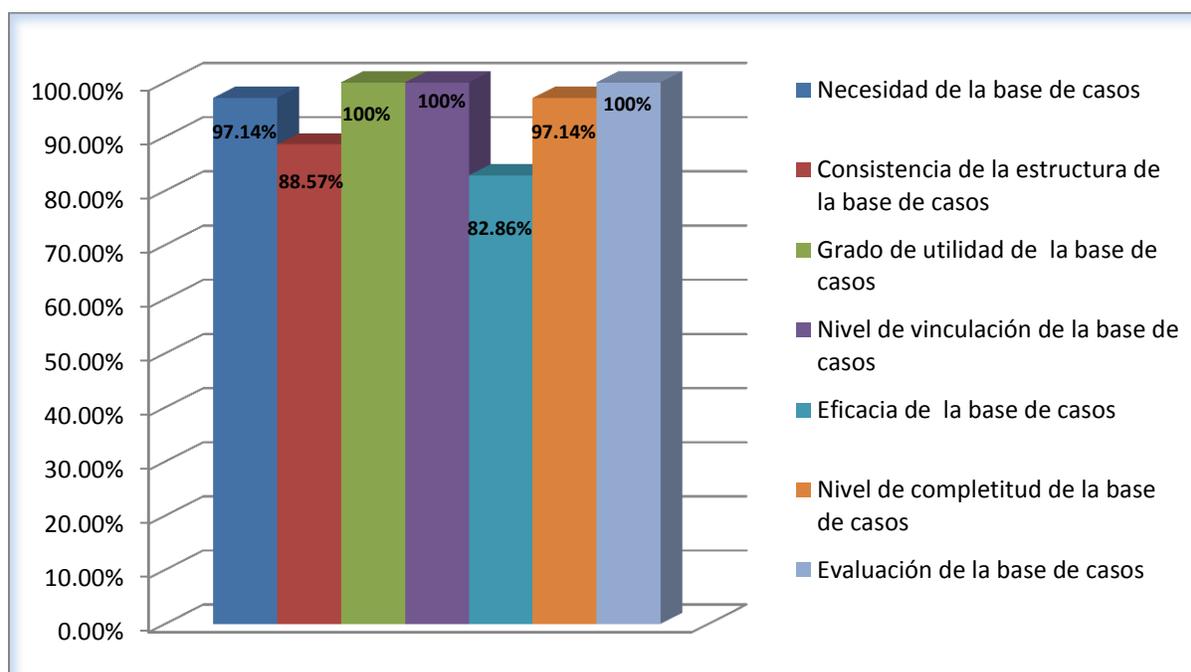


Fig. 3. Resultados finales

El porcentaje de respuestas de los especialistas a cada uno de los objetivos propuestos fue positivo, los resultados generales se pueden observar en la figura 10, pero antes es necesario tener en cuenta los siguientes resultados:

- ✚ El objetivo "Consistencia de la estructura de la base de casos" es el segundo con menor porcentaje debido a que cuatro de los especialistas percibieron una consistencia media

de la misma, sin embargo, en la pregunta referida a la evaluación de la base de casos todos los especialistas plantean que la misma está evaluada entre 100 y 90 por ciento, por lo que el porcentaje faltante no es significativo en la validación.

- ✚ El objetivo “Eficacia de la base de casos” es el que cuenta con menor porcentaje debido a que seis de los especialistas percibieron una eficacia de la estructura de la base de casos “Media”, sin embargo, en la pregunta referida al nivel de completitud de la base de casos, la mayoría de los especialistas están de acuerdo en que la misma tiene un nivel entre 100 y 90 por ciento, por lo que el porcentaje faltante no es significativo en la validación.

Es importante destacar que el por ciento general de las respuestas obtenidas en cada pregunta representa un 95.1% de 100%, reflejando que el criterio de los especialistas determina que la base de casos propuesta cuenta con la calidad requerida.

### **Conclusiones parciales**

La validación de la base de casos propuesta permitió apreciar un resultado satisfactorio obtenido de la opinión recogida a través de la encuesta efectuada. Se pudo constatar que los criterios más importantes considerados por los expertos son: evaluación, grado de utilidad, nivel de vinculación, nivel de completitud y necesidad de la base de casos. Estos criterios fueron evaluados satisfactoriamente por los especialistas obteniendo un porcentaje general entre 97 y 100%.

## **CONCLUSIONES GENERALES**

Una vez culminada la investigación se concluye lo siguiente:

- El estudio realizado sobre el proceso de obtención de los requisitos en sistemas de gestión de emergencias en ISEC demuestra que aunque se utilizan técnicas dirigidas a mejorar el proceso, ninguna está dirigida al aprovechamiento de la experiencia acumulada por analistas dentro de la línea temática para dar solución a un nuevo proyecto del mismo dominio.
- En el ISEC aumenta el número de proyectos a realizar en esta línea temática y con ello aumentan las actividades implicadas en la gestión de requisitos, y no se cuenta con analistas de experiencia para realizar el proceso de obtener los requisitos en sistemas tan grandes y de tiempo real, trayendo como consecuencia más tiempo de desarrollo y mayor probabilidad de que los requisitos estén incompletos.
- La base de casos propuesta utiliza la información de los requisitos anteriores en función del proceso de recepción de llamadas y despacho de solicitudes en la línea temática de gestión de emergencias.
- Se proponen varias funciones de semejanza entre los rasgos en función de los dominios de la base de casos y una función para la recuperación del caso más semejante al nuevo caso sin resolver.
- La validación realizada demostró que la base de casos propuesta representa el conocimiento de las líneas temáticas de atención y tratamiento de las emergencias en un 97.14%, indicando la completitud de la base de casos.

## **RECOMENDACIONES**

Con el objetivo de mejorar la solución propuesta se recomienda lo siguiente:

- Realizar una propuesta genérica para la representación de los requisitos, y aplicarla a la línea temática de gestión de emergencias.
- Incorporar funciones de similitud que tengan en cuenta la incertidumbre de los rasgos, ya que representan matemáticamente la imprecisión intrínseca de ciertas decisiones a tomar.
- Incorporar mecanismos que permitan establecer relaciones semánticas dentro de la base de casos propuesta.
- Implementar una herramienta inteligente que utilice la propuesta de solución del motor de inferencia para validar su funcionamiento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Easterbrook, B and Nuseibeh, S.** Requirements engineering: a roadmap. *The Open University. Mathematics and Computing*. [Online] 2004. [Cited: diciembre 1, 2011.] <http://mcs.open.ac.uk/ban25/papers/sotar.re.pdf>.
2. **Dorfman, M. and Thayer, R.** *Software Engineering*. Los Alamitos.CA. : IEEE Computer Society Press, 1997.
3. **Cheng, Betty H.C. and Atlee, Joanne M.** Research Directions in Requirements Engineering. *University of Minnesota. Driven to Discover*. [Online] 2007. [Cited: diciembre 12, 2011.] <http://www-users.cselabs.umn.edu/classes/Fall-2010/seng5801/readings/future-of-RE.pdf>.
4. **Pressman, R. S.** *Ingeniería de Software. Un enfoque práctico 6ta Edición*. s.l. : Mc Graw-Hill, 2005.
5. **SGE-911.** SGE 911 - Sistema de Gestión de Eventos de Emergencias 911. [Online] 2010. [Cited: mayo 13, 2012.] <http://sge911.blogspot.com/p/docs.html>.
6. **Noticias.** Noticias.com. Todas las noticias en un solo medio. [Online] 2012. [Cited: mayo 5, 2012.] <http://www.noticias.com/gemyc-nuevo-sistema-de-fedetec-para-gestionar-los-centros-de-emergencia.50079>.
7. **Fedetec.** Gestión de Emergencias Distribuido 2. Proyecto GEMYC-D 2. *Departamento de Ingeniería de Sistemas Telemáticos*. [Online] 2008. [Cited: mayo 12, 2012.] <http://jungla.dit.upm.es/~gemycd2/>.
8. **Amper.** Sistema Multiagencia y distribuido para gestión de incidencias. *Amper*. [Online] 2009. [Cited: mayo 11, 2012.] [http://www.amper.es/file/03\\_unidades/seguridad/es\\_Brochure\\_Emergencias\\_cliente\\_v00.pdf](http://www.amper.es/file/03_unidades/seguridad/es_Brochure_Emergencias_cliente_v00.pdf).
9. **No Procedentes, Llamadas.** 123 Emergencias. [Online] 2010. [Cited: mayo 11, 2012.] <http://www.123bogota.gov.co/files/mig/sgc/ProcesoSeguimientoYControllIncidentes/20-%20PCTO.%20Llamadas%20no%20procedentes.pdf>.
10. **Despacho, Procedimiento.** 123 Emergencias. [Online] 2010. [Cited: mayo 12, 2012.] <http://www.123bogota.gov.co/files/mig/sgc/ProcesoSeguimientoYControllIncidentes/3-%20PCTO.%20Despacho.pdf>.

11. **Recepción.** 123 Emergencias. [Online] 2010. [Cited: mayo 13, 2012.] [http://www.123bogota.gov.co/files/mig/sgc/ProcesoSeguimientoYControllIncidentes/1-PCTO\\_GESTION COMUNICACIÓN Y RECEPCIÓN.pdf](http://www.123bogota.gov.co/files/mig/sgc/ProcesoSeguimientoYControllIncidentes/1-PCTO_GESTION COMUNICACIÓN Y RECEPCIÓN.pdf).
12. **Bogotá.** Fondo de vigilancia y seguridad de Bogotá. [Online] 2012. [Cited: mayo 12, 2012.] [http://www.fvs.gov.co/portal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=76:nuse-123&catid=43:politicasyplanes-yo-lineas-estrategicas](http://www.fvs.gov.co/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=76:nuse-123&catid=43:politicasyplanes-yo-lineas-estrategicas).
13. **Escalona, M. J. and Koch., N.** Ingeniería de Requisitos en Aplicaciones para la Web: Un estudio comparativo. *Departamento de Lenguajes y Sistemas Informaticos Universidad de Sevilla*. [Online] 2002. [Cited: diciembre 13, 2011.] <http://www.lsi.us.es/docs/informes/LSI-2002-4.pdf>.
14. **Arias, M. and Á. Manjarrés, et al.** Obtención de requisitos. *Universidad Nacional de Educación a Distancia*. [Online] 2007. [Cited: diciembre 8, 2011.] <http://www.ia.uned.es/ia/asignaturas/adms/GuiaDidADMS/node24.html>.
15. **Durán, A.** Metodología para la Elicitación de Requisitos de Software. *Universidad de Lenguajes y Sistemas Informáticos. Universidad de Sevilla*. [Online] 2002. [Cited: abril 8, 2012.] <http://www.lsi.us.es/~informes/lsi-2000-10.pdf>.
16. **Clemente, J. R.** "Brainstorming" o torbellino de ideas en la práctica.No.48,página 56-59. *Fundación Dialnet.Universidad de Rioja*. [Online] 2002. [Cited: enero 26, 2012.] <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=239599.1133-7672>.
17. **IBM\_OOTC.** *Developing Object Oriented Software*. Estados Unidos. : IBM Object Oriented Technology Center Prentice-Hall, 1997. 0-13-737248-5.
18. **IEEE\_830.** Recommended Practice for Software Requirements Specifications. [Online] 1998. [Cited: diciembre 10, 2011.] <http://homepages.dcc.ufmg.br/~rodolfo/es-1-03/IEEE-Std-830-1998.pdf>. 0-7381-0332-2.
19. **Romero, I. K. and Prieto., M. E.** *Desarrollo de sistemas*. Universidad Tecnológica de Honduras (UTH). San Pedro Sula : s.n., 2007.
20. **Pressman, R. S.** *Ingeniería de Software. Un enfoque práctico 6ta Edición*. 2005.
21. **Jacobson, I.** *Modeling with use cases-Formalizing use-case modelling*. s.l. : Journal of Object-Oriented Programming, 1995.
22. **Liu, Lin. and Yu, Eric.** From Requirements to Architectural Design using Goals and Scenarios Proceedings of the 6th Micon Workshop. *Computer Science. University of Toronto*.

[Online] 2001. [Cited: enero 16, 2012.] <http://www.cs.toronto.edu/km/GRL/fromr2a/fromr2a/straw01.pdf>.

23. **Pan, D., Zhu, D., Johnson, K.** *Requirements Engineering Techniques. Internal Report.* University of Calgary, Canada. : Department of Computer Science., 2001.

24. **Mejías, Pedro.** Ingeniería de Software. Obtención de requisitos. *Cinvestav. Departamento de Computación.* [Online] 2009. [Cited: marzo 5, 2012.] <http://delta.cs.cinvestav.mx/~pmaalvarez/softeng/curso-2009/Obtencion-requerimientos.pdf>.

25. **Wieggers, K. E.** *More About Software Requirements: Thorny Issues and Practical Advice.* s.l. : Redmond, Microsoft Press, 2006. 0-7356-2267-1.

26. **Piattini, Mario. and Garzás, Javier.** *Fábricas de Software: experiencias, tecnologías y organización.* s.l. : Alfaomega Grupo Editor (México), 2007. 9701513156.

27. **Delgado, Martha D.** Definición del modelo del negocio y del dominio utilizando Razonamiento Basado en Casos. *Departamento Ingeniería Informática y Ciencias de la Computación. Facultad de Ingeniería Universidad de Concepción.* [Online] 2009. [Cited: diciembre 10, 2011.] <http://www.inf.udec.cl/~revista/ediciones/edicion8/Rbc.pdf>.

28. **Gálvez Lio, Daniel.** *Curso de Sistemas Basados en el Conocimiento.* Universidad Central “Martha Abreu” de Las Villas : Grupo de Investigación en Inteligencia Artificial. Departamento de Ciencia de la Computación. Facultad de Matemática, Física y Computación, 1998.

29. **Gálvez, Daniel.** *Curso de Sistemas Basados en el Conocimiento.* Universidad Central “Martha Abreu” de Las Villas : Grupo de Investigación en Inteligencia Artificial. Departamento de Ciencia de la Computación. Facultad de Matemática, Física y Computación, 1998.

30. **Moreno, Yenier.Fernando .** *Base de Conocimiento para inferir el comportamiento de las pruebas de liberación en el Laboratorio Industrial de Pruebas de Software.* s.l. : Universidad de las Ciencias Informáticas.Cuba., 2011.

31. **Bello, R. E., et al., et al.** *Aplicaciones de la Inteligencia Artificial.* Guadalajara.Jalisco.México. : Ediciones de la Noche, 2002. 970-27-0177-5 .

32. **Buchanan.** Rule-Based Expert Systems: The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project. *Amia Informatics Professionals. Leading the Way.* [Online] 1984. [Cited: enero 10, 2012.] <http://www.amia.org/staff/eshortliffe/Buchanan-Shortliffe-1984/MYCIN%20Book.htm>. 0-201-10172-6.

33. **Lindsay, Robert K., et al., et al.** *DENDRAL: A Case Study of the First Expert System for Scientific Hypothesis Formation*. s.l. : Artificial Intelligence., 1993. Vol. 61. 0004-3702.
34. **Sasikumar, M ., et al., et al.** A Practical Introduction to Rule Based Expert Systems. *Computer Society of India's Special Interest Group on Artificial Intelligence*. [Online] 2007. [Cited: abril 3, 2012.] <http://sigai.cdacmumbai.in/files/ESBook.pdf>.
35. **AAAI.** AAAI-87 Proceedings. [Online] 1995. [Cited: mayo 10, 2012.] <http://aaai.org/Papers/AAAI/1987/AAAI87-148.pdf>.
36. **Kolodner, J. L.** *An introduction to CBR*. s.l. : Artificial Intelligence., 1992.
37. *Case-Based Reasoning: Foundational Issues, Methodological Variations, and System Approaches*. **Aamodt, A. and Plaza, E.** 1, s.l. : AI Communications, 1994, Vol. 7.
38. **Riesbeck, C. K. and Shank, R. C.** *Inside Case Based Reasoning*. Estados Unidos. : Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale., 1989.
39. **Rodríguez, Kathrin.** *Sistema Inteligente de Soporte a la Toma de Decisiones. Tesis de Maestría*. Universidad de las Ciencias Informáticas. Cuba. : s.n., 2010.
40. **Studer, R., Decker, S. and Fensel, D.** Situation and Perspective of Knowledge Engineering. *Stanford University InfoLab*. [Online] 2000. [Cited: diciembre 6, 2011.] [http://infolab.stanford.edu/~stefan/paper/2000/ios\\_2000.pdf](http://infolab.stanford.edu/~stefan/paper/2000/ios_2000.pdf).
41. **Letian, Alfred. Joan.** Gradually intrusive argumentative agents for medical diagnosis. *Diee*. [Online] 2000. [Cited: marzo 8, 2012.] <http://www.diee.unica.it/biomed05/pdf/W22-110.pdf>.
42. *Comparing diagnoses from expert systems and human experts*. **Seidel, M., et al., et al.** 2, s.l. : Agricultural Systems and Medical Systems., 2003, Vol. 76, pp. 527-538. 0308-521X.
43. **Malony, Allen. D. and Helm, Robert.B.** *A theory and architecture for automating performance diagnosis*. s.l. : Future Generation Computer Systems., 2001. pp. 189-200. Vol. 18.
44. **Henao, Mónica.** La Adquisición del Conocimiento dentro de la Ingeniería del Conocimiento. *Universidad Eafit*. [Online] 1998. [Cited: abril 20, 2012.] <http://bdigital.eafit.edu.co/ARTICULO/HRU0380000110199804/henao.pdf>.
45. **Mingsheng, Ying.** *Knowledge transformation and fusion in diagnostic systems*. s.l. : Elsevier Science Publishers Ltd. Essex, 2005. pp. 1-45. Vol. 163.

46. **Padilla, A.V.** *Sistema Experto para la interpretación mamográfica.* . Distrito Federal.México. : s.n., 2010.
47. **Carrillo, Jose. Domingo.** Metodología para el desarrollo de sistemas expertos. *Archivo Digital UPM.* [Online] 1987. [Cited: diciembre 3, 2011.] [http://oa.upm.es/1057/1/JOSE\\_DOMINGO\\_CARRILLO\\_VERDUN.pdf](http://oa.upm.es/1057/1/JOSE_DOMINGO_CARRILLO_VERDUN.pdf).
48. **Astigarraga, E.** El método Delphi. *Universidad Nacional de Colombia.* [Online] 2005. [Cited: enero 19, 2012.] [http://www.unalmed.edu.co/~poboyca/documentos/documentos1/documentos-Juan%20Diego/Plnaifi\\_Cuencas\\_Pregrado/Sept\\_29/Metodo\\_delphi.pdf](http://www.unalmed.edu.co/~poboyca/documentos/documentos1/documentos-Juan%20Diego/Plnaifi_Cuencas_Pregrado/Sept_29/Metodo_delphi.pdf).
49. **Delgado, Martha., et al., et al.** Una herramienta de apoyo a las Revisiones de Proyectos de Software utilizando Razonamiento Basado en Casos. *Inteligencia Artificial.* [Online] 2006. [Cited: diciembre 10, 2011.] <http://polar.lsi.uned.es/revista/index.php/ia/article/viewFile/494/478.1137-3601>.
50. **Delgado, Martha. Dunia., López, Yucely. and Chávez, Indira.** Propuesta de utilización del razonamiento basado en casos para la recuperación de procedimientos de prueba funcionales. *Scielo Colombia. Cientific Electronic Library Online.* [Online] 2010. [Cited: diciembre 10, 2012.] <http://www.scielo.org.co/pdf/iei/v30n3/v30n3a10.pdf>.
51. **Agudo, B.** *Una aproximación ontológica al desarrollo de Sistemas de Razonamiento Basado en Casos.* Madrid. España : Departamento de Sistemas informáticos y programación. Facultad de Informática. Universidad Complutense de Madrid., 2002. 84-669-1851-5.
52. **Kolodner, J. and Leaked, D.A.** *Tutorial introduction to case based reasoning. Case based reasoning: Experiences, Lesson and future directions.* s.l. : Menlo Park AAAI Press/MIT , 1996.
53. **Navarro, María. Isabel.** Una nueva perspectiva para recuperación en Razonamiento Basado en Casos: mejora de la adecuación usando funciones de riesgo. *DIGIBUG Repositorio institucional de la Universidad de Granada.* [Online] 2002. [Cited: marzo 10, 2012.] <http://digibug.ugr.es/bitstream/10481/20319/1/20680363.pdf>. 978-84-695-1188-6.
54. *Memoria Organizacional Basada en Casos.* **Pérez, Alonso.** 1, Recife. Brasil. : Revista de Ciencia e Tecnología Política e Gestao para a Periferia (RECITEC), 2002, Revista de Ciencia., Vol. 6. 1415-3262.
55. **Mora, A. M.** *Modelos de Organización de Memoria.* 2008.

56. **Amandi, Analía.** Razonamiento Basado en Casos. *Facultad de Ciencias Exactas. Universidad Nacional del centro de la provincia de Buenos Aires.* [Online] 2012. [Cited: enero 20, 2012.] <http://www.exa.unicen.edu.ar/catedras/rbcasos/apuntes/cbr.pdf>.
57. **Bregón, Anibal, et al., et al.** Un sistema de razonamiento basado en casos para la clasificación de fallos en sistemas dinámicos. *Dpto. de Lenguajes y Sistemas Informáticos. Universidad de Sevilla.* [Online] 2005. [Cited: diciembre 10, 2011.] <http://www.lsi.us.es/redmidas/CEDI/papers/824.pdf>. 84-9732-449-8.
58. **Solano, Alcides. A., Yong, Gustavo. A. and Camacho, Andrés. S.** *Introducción a los Lenguajes de Cuarta Generación (4GL).* 2007.
59. **Rivero, Sergio. Michel.** *Modelo de un sistema de razonamiento basado en casos para el análisis en la gestión de riesgos. Tesis de Maestría.* Ciudad de la Habana. : s.n., 2010.
60. **Gutiérrez, Iliana, Bello, Rafael E. and Tellería, Andrés.** Un Sistema Basado en Casos para la toma de decisiones en condiciones de incertidumbre. *Investigación Operacional.* [Online] 2002. [Cited: abril 10, 2012.] <http://rev-inv-ope.univ-paris1.fr/files/23202/IO-23202-1.pdf>. 0257-4206.
61. **Lozano, Laura and Fernández, Javier.** Razonamiento Basado en Casos: Una Visión General. *Departamento de Informática. Universidad de Valladolid.* [Online] 2005. [Cited: enero 20, 2012.] <http://www.infor.uva.es/~calonso/IAI/TrabajoAlumnos/Razonamiento%20basado%20en%20casos.pdf>.
62. **Ruíz, José., Guzmán, Adolfo. and Martínez, Francisco.** *Enfoque Lógico Combinatorio al Reconocimiento de Patrones.* México. : s.n., 1999.
63. *Improved heterogeneous distance functions.* **Wilson, R. and Martínez, T.** 1, Estados Unidos. : Journal of Artificial Intelligence Research. AI Access Foundation, 1997, Vol. 6.
64. **Arean-Rodríguez, Y.** *Una herramienta de búsqueda inteligente en bases de datos utilizando técnicas de razonamiento basado en casos. Tesis de Maestría, CEIS, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echevarría.* Cuba : s.n., 2003.
65. **Flemming, U, Coyne, R and Snyder, J.** *Case-Based Design in the SEED System Automation in Construction.* 1994.
66. **Hedberg, S.** *New knowledge tools.* Estados Unidos. : s.n., 1993.

67. **Kolodner, J and Simpson, R.L.** *The mediator: Analysis of a Early Case-Based Problem Solver*. Estados Unidos. : Cognitive Sciencie, 1989. pp. 507-549. Vol. 13.
68. **Bergmann, R. and Goker, Mehmet.** Developing Industrial Case Based Reasoning Applications. The INRECA Methodology. *Universidad de Trier*. [Online] 1999. [Cited: enero 23, 2012.] [http://www.wi2.uni-trier.de/publications/1999\\_ijcai.pdf](http://www.wi2.uni-trier.de/publications/1999_ijcai.pdf).
69. **Piattini, M. G., et al., et al.** Análisis y Diseño Detallado de Aplicaciones Informáticas de Gestión. *Wainu Web Alumnos Informática Uned*. [Online] 2000. <http://wainu.ii.uned.es:8081/WAINU/ingenierias-tecnicas/tercero/ingenieria-del-software-de-gestion/apuntes/Analisis%20y%20Diseno%20de%20Aplicaciones%20Informaticas%20de%20Gestion.pdf>. 84-7897-587-X.
70. **Astigarraga, E.** El Método Delphi. [Online] 2005. [Cited: enero 19, 2012.] [http://www.unalmed.edu.co/~poboyca/documentos/documentos1/documentos-Juan%20Diego/Plnaifi\\_Cuencas\\_Pregrado/Sept\\_29/Metodo\\_delphi.pdf](http://www.unalmed.edu.co/~poboyca/documentos/documentos1/documentos-Juan%20Diego/Plnaifi_Cuencas_Pregrado/Sept_29/Metodo_delphi.pdf).

**BIBLIOGRAFÍA**

1. **Easterbrook, B and Nuseibeh, S.** Requirements engineering: a roadmap. *The Open University. Mathematics and Computing*. [Online] 2004. [Cited: diciembre 1, 2011.] <http://mcs.open.ac.uk/ban25/papers/sotar.re.pdf>.
2. **Dorfman, M. and Thayer, R.** *Software Engineering*. Los Alamitos.CA. : IEEE Computer Society Press, 1997.
3. **Cheng, Betty H.C. and Atlee, Joanne M.** Research Directions in Requirements Engineering. *University of Minnesota. Driven to Discover*. [Online] 2007. [Cited: diciembre 12, 2011.] <http://www-users.cselabs.umn.edu/classes/Fall-2010/seng5801/readings/future-of-RE.pdf>.
4. **Pressman, R. S.** *Ingeniería de Software. Un enfoque práctico 6ta Edición*. s.l. : Mc Graw-Hill, 2005.
5. **SGE-911.** SGE 911 - Sistema de Gestión de Eventos de Emergencias 911. [Online] 2010. [Cited: mayo 13, 2012.] <http://sge911.blogspot.com/p/docs.html>.
6. **Noticias.** Noticias.com. Todas las noticias en un solo medio. [Online] 2012. [Cited: mayo 5, 2012.] <http://www.noticias.com/gemyc-nuevo-sistema-de-fedetec-para-gestionar-los-centros-de-emergencia.50079>.
7. **Fedetec.** Gestión de Emergencias Distribuido 2. Proyecto GEMYC-D 2. *Departamento de Ingeniería de Sistemas Telemáticos*. [Online] 2008. [Cited: mayo 12, 2012.] <http://jungla.dit.upm.es/~gemycd2/>.
8. **Amper.** Sistema Multiagencia y distribuido para gestión de incidencias. *Amper*. [Online] 2009. [Cited: mayo 11, 2012.] [http://www.amper.es/file/03\\_unidades/seguridad/es\\_Brochure\\_Emergencias\\_cliente\\_v00.pdf](http://www.amper.es/file/03_unidades/seguridad/es_Brochure_Emergencias_cliente_v00.pdf).
9. **No Procedentes, Llamadas.** 123 Emergencias. [Online] 2010. [Cited: mayo 11, 2012.] <http://www.123bogota.gov.co/files/mig/sgc/ProcesoSeguimientoYControllIncidentes/20-%20PCTO.%20Llamadas%20no%20procedentes.pdf>.
10. **Despacho, Procedimiento.** 123 Emergencias. [Online] 2010. [Cited: mayo 12, 2012.] <http://www.123bogota.gov.co/files/mig/sgc/ProcesoSeguimientoYControllIncidentes/3-%20PCTO.%20Despacho.pdf>.

11. **Recepción.** 123 Emergencias. [Online] 2010. [Cited: mayo 13, 2012.] [http://www.123bogota.gov.co/files/mig/sgc/ProcesoSeguimientoYControllIncidentes/1-PCTO\\_GESTION COMUNICACIÓN Y RECEPCIÓN.pdf](http://www.123bogota.gov.co/files/mig/sgc/ProcesoSeguimientoYControllIncidentes/1-PCTO_GESTION COMUNICACIÓN Y RECEPCIÓN.pdf).
12. **Bogotá.** Fondo de vigilancia y seguridad de Bogotá. [Online] 2012. [Cited: mayo 12, 2012.] [http://www.fvs.gov.co/portal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=76:nuse-123&catid=43:politicas-planes-yo-lineas-estrategicas](http://www.fvs.gov.co/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=76:nuse-123&catid=43:politicas-planes-yo-lineas-estrategicas).
13. **Escalona, M. J. and Koch., N.** Ingeniería de Requisitos en Aplicaciones para la Web: Un estudio comparativo. *Departamento de Lenguajes y Sistemas Informaticos Universidad de Sevilla*. [Online] 2002. [Cited: diciembre 13, 2011.] <http://www.lsi.us.es/docs/informes/LSI-2002-4.pdf>.
14. **Arias, M. and Á. Manjarrés, et al.** Obtención de requisitos. *Universidad Nacional de Educación a Distancia*. [Online] 2007. [Cited: diciembre 8, 2011.] <http://www.ia.uned.es/ia/asignaturas/adms/GuiaDidADMS/node24.html>.
15. **Durán, A.** Metodología para la Elicitación de Requisitos de Software. *Universidad de Lenguajes y Sistemas Informáticos. Universidad de Sevilla*. [Online] 2002. [Cited: abril 8, 2012.] <http://www.lsi.us.es/~informes/lsi-2000-10.pdf>.
16. **Clemente, J. R.** "Brainstorming" o torbellino de ideas en la práctica.No.48,página 56-59. *Fundación Dialnet.Universidad de Rioja*. [Online] 2002. [Cited: enero 26, 2012.] <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=239599.1133-7672>.
17. **IBM\_OOTC.** *Developing Object Oriented Software*. Estados Unidos. : IBM Object Oriented Technology Center Prentice-Hall, 1997. 0-13-737248-5.
18. **IEEE\_830.** Recommended Practice for Software Requirements Specifications. [Online] 1998. [Cited: diciembre 10, 2011.] <http://homepages.dcc.ufmg.br/~rodolfo/es-1-03/IEEE-Std-830-1998.pdf>. 0-7381-0332-2.
19. **Romero, I. K. and Prieto., M. E.** *Desarrollo de sistemas*. Universidad Tecnológica de Honduras (UTH). San Pedro Sula : s.n., 2007.
20. **Pressman, R. S.** *Ingeniería de Software. Un enfoque práctico 6ta Edición*. 2005.
21. **Jacobson, I.** *Modeling with use cases-Formalizing use-case modelling*. s.l. : Journal of Object-Oriented Programming, 1995.
22. **Liu, Lin. and Yu, Eric.** From Requirements to Architectural Design using Goals and Scenarios Proceedings of the 6th Micon Workshop. *Computer Science. University of Toronto*.

[Online] 2001. [Cited: enero 16, 2012.] <http://www.cs.toronto.edu/km/GRL/fromr2a/fromr2a/straw01.pdf>.

23. **Pan, D., Zhu, D., Johnson, K.** *Requirements Engineering Techniques. Internal Report.* University of Calgary, Canada. : Department of Computer Science., 2001.

24. **Mejías, Pedro.** Ingeniería de Software. Obtención de requisitos. *Cinvestav. Departamento de Computación.* [Online] 2009. [Cited: marzo 5, 2012.] <http://delta.cs.cinvestav.mx/~pmaalvarez/softeng/curso-2009/Obtencion-requerimientos.pdf>.

25. **Wieggers, K. E.** *More About Software Requirements: Thorny Issues and Practical Advice.* s.l. : Redmond, Microsoft Press, 2006. 0-7356-2267-1.

26. **Piattini, Mario. and Garzás, Javier.** *Fábricas de Software: experiencias, tecnologías y organización.* s.l. : Alfaomega Grupo Editor (México), 2007. 9701513156.

27. **Delgado, Martha D.** Definición del modelo del negocio y del dominio utilizando Razonamiento Basado en Casos. *Departamento Ingeniería Informática y Ciencias de la Computación. Facultad de Ingeniería Universidad de Concepción.* [Online] 2009. [Cited: diciembre 10, 2011.] <http://www.inf.udec.cl/~revista/ediciones/edicion8/Rbc.pdf>.

28. **Gálvez Lio, Daniel.** *Curso de Sistemas Basados en el Conocimiento.* Universidad Central “Martha Abreu” de Las Villas : Grupo de Investigación en Inteligencia Artificial. Departamento de Ciencia de la Computación. Facultad de Matemática, Física y Computación, 1998.

29. **Gálvez, Daniel.** *Curso de Sistemas Basados en el Conocimiento.* Universidad Central “Martha Abreu” de Las Villas : Grupo de Investigación en Inteligencia Artificial. Departamento de Ciencia de la Computación. Facultad de Matemática, Física y Computación, 1998.

30. **Moreno, Yenier.Fernando .** *Base de Conocimiento para inferir el comportamiento de las pruebas de liberación en el Laboratorio Industrial de Pruebas de Software.* s.l. : Universidad de las Ciencias Informáticas.Cuba., 2011.

31. **Bello, R. E., et al., et al.** *Aplicaciones de la Inteligencia Artificial.* Guadalajara.Jalisco.México. : Ediciones de la Noche, 2002. 970-27-0177-5 .

32. **Buchanan.** Rule-Based Expert Systems: The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project. *Amia Informatics Professionals. Leading the Way.* [Online] 1984. [Cited: enero 10, 2012.] <http://www.amia.org/staff/eshortliffe/Buchanan-Shortliffe-1984/MYCIN%20Book.htm>. 0-201-10172-6.

33. **Lindsay, Robert K., et al., et al.** *DENDRAL: A Case Study of the First Expert System for Scientific Hypothesis Formation*. s.l. : Artificial Intelligence., 1993. Vol. 61. 0004-3702.
34. **Sasikumar, M ., et al., et al.** A Practical Introduction to Rule Based Expert Systems. *Computer Society of India's Special Interest Group on Artificial Intelligence*. [Online] 2007. [Cited: abril 3, 2012.] <http://sigai.cdacmumbai.in/files/ESBook.pdf>.
35. **AAAI.** AAAI-87 Proceedings. [Online] 1995. [Cited: mayo 10, 2012.] <http://aaai.org/Papers/AAAI/1987/AAAI87-148.pdf>.
36. **Kolodner, J. L.** *An introduction to CBR*. s.l. : Artificial Intelligence., 1992.
37. *Case-Based Reasoning: Foundational Issues, Methodological Variations, and System Approaches*. **Aamodt, A. and Plaza, E.** 1, s.l. : AI Communications, 1994, Vol. 7.
38. **Riesbeck, C. K. and Shank, R. C.** *Inside Case Based Reasoning*. Estados Unidos. : Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale., 1989.
39. **Rodríguez, Kathrin.** *Sistema Inteligente de Soporte a la Toma de Decisiones. Tesis de Maestría*. Universidad de las Ciencias Informáticas. Cuba. : s.n., 2010.
40. **Studer, R., Decker, S. and Fensel, D.** Situation and Perspective of Knowledge Engineering. *Stanford University InfoLab*. [Online] 2000. [Cited: diciembre 6, 2011.] [http://infolab.stanford.edu/~stefan/paper/2000/ios\\_2000.pdf](http://infolab.stanford.edu/~stefan/paper/2000/ios_2000.pdf).
41. **Letian, Alfred. Joan.** Gradually intrusive argumentative agents for medical diagnosis. *Diee*. [Online] 2000. [Cited: marzo 8, 2012.] <http://www.diee.unica.it/biomed05/pdf/W22-110.pdf>.
42. *Comparing diagnoses from expert systems and human experts*. **Seidel, M., et al., et al.** 2, s.l. : Agricultural Systems and Medical Systems., 2003, Vol. 76, pp. 527-538. 0308-521X.
43. **Malony, Allen. D. and Helm, Robert.B.** *A theory and architecture for automating performance diagnosis*. s.l. : Future Generation Computer Systems., 2001. pp. 189-200. Vol. 18.
44. **Henao, Mónica.** La Adquisición del Conocimiento dentro de la Ingeniería del Conocimiento. *Universidad Eafit*. [Online] 1998. [Cited: abril 20, 2012.] <http://bdigital.eafit.edu.co/ARTICULO/HRU0380000110199804/henao.pdf>.
45. **Mingsheng, Ying.** *Knowledge transformation and fusion in diagnostic systems*. s.l. : Elsevier Science Publishers Ltd. Essex, 2005. pp. 1-45. Vol. 163.

46. **Padilla, A.V.** *Sistema Experto para la interpretación mamográfica.* . Distrito Federal.México. : s.n., 2010.
47. **Carrillo, Jose. Domingo.** Metodología para el desarrollo de sistemas expertos. *Archivo Digital UPM.* [Online] 1987. [Cited: diciembre 3, 2011.] [http://oa.upm.es/1057/1/JOSE\\_DOMINGO\\_CARRILLO\\_VERDUN.pdf](http://oa.upm.es/1057/1/JOSE_DOMINGO_CARRILLO_VERDUN.pdf).
48. **Astigarraga, E.** El método Delphi. *Universidad Nacional de Colombia.* [Online] 2005. [Cited: enero 19, 2012.] [http://www.unalmed.edu.co/~poboyca/documentos/documentos1/documentos-Juan%20Diego/Plnaifi\\_Cuencas\\_Pregrado/Sept\\_29/Metodo\\_delphi.pdf](http://www.unalmed.edu.co/~poboyca/documentos/documentos1/documentos-Juan%20Diego/Plnaifi_Cuencas_Pregrado/Sept_29/Metodo_delphi.pdf).
49. **Delgado, Martha., et al., et al.** Una herramienta de apoyo a las Revisiones de Proyectos de Software utilizando Razonamiento Basado en Casos. *Inteligencia Artificial.* [Online] 2006. [Cited: diciembre 10, 2011.] <http://polar.lsi.uned.es/revista/index.php/ia/article/viewFile/494/478.1137-3601>.
50. **Delgado, Martha. Dunia., López, Yucely. and Chávez, Indira.** Propuesta de utilización del razonamiento basado en casos para la recuperación de procedimientos de prueba funcionales. *Scielo Colombia. Cientific Electronic Library Online.* [Online] 2010. [Cited: diciembre 10, 2012.] <http://www.scielo.org.co/pdf/iei/v30n3/v30n3a10.pdf>.
51. **Agudo, B.** *Una aproximación ontológica al desarrollo de Sistemas de Razonamiento Basado en Casos.* Madrid. España : Departamento de Sistemas informáticos y programación. Facultad de Informática. Universidad Complutense de Madrid., 2002. 84-669-1851-5.
52. **Kolodner, J. and Leaked, D.A.** *Tutorial introduction to case based reasoning. Case based reasoning: Experiences, Lesson and future directions.* s.l. : Menlo Park AAAI Press/MIT , 1996.
53. **Navarro, María. Isabel.** Una nueva perspectiva para recuperación en Razonamiento Basado en Casos: mejora de la adecuación usando funciones de riesgo. *DIGIBUG Repositorio institucional de la Universidad de Granada.* [Online] 2002. [Cited: marzo 10, 2012.] <http://digibug.ugr.es/bitstream/10481/20319/1/20680363.pdf>. 978-84-695-1188-6.
54. *Memoria Organizacional Basada en Casos.* **Pérez, Alonso.** 1, Recife. Brasil. : Revista de Ciencia e Tecnología Política e Gestao para a Periferia (RECITEC), 2002, Revista de Ciencia., Vol. 6. 1415-3262.
55. **Mora, A. M.** *Modelos de Organización de Memoria.* 2008.

56. **Amandi, Analía.** Razonamiento Basado en Casos. *Facultad de Ciencias Exactas. Universidad Nacional del centro de la provincia de Buenos Aires.* [Online] 2012. [Cited: enero 20, 2012.] <http://www.exa.unicen.edu.ar/catedras/rbcasos/apuntes/cbr.pdf>.
57. **Bregón, Anibal, et al., et al.** Un sistema de razonamiento basado en casos para la clasificación de fallos en sistemas dinámicos. *Dpto. de Lenguajes y Sistemas Informáticos. Universidad de Sevilla.* [Online] 2005. [Cited: diciembre 10, 2011.] <http://www.lsi.us.es/redmidas/CEDI/papers/824.pdf>. 84-9732-449-8.
58. **Solano, Alcides. A., Yong, Gustavo. A. and Camacho, Andrés. S.** *Introducción a los Lenguajes de Cuarta Generación (4GL).* 2007.
59. **Rivero, Sergio. Michel.** *Modelo de un sistema de razonamiento basado en casos para el análisis en la gestión de riesgos. Tesis de Maestría.* Ciudad de la Habana. : s.n., 2010.
60. **Gutiérrez, Iliana, Bello, Rafael E. and Tellería, Andrés.** Un Sistema Basado en Casos para la toma de decisiones en condiciones de incertidumbre. *Investigación Operacional.* [Online] 2002. [Cited: abril 10, 2012.] <http://rev-inv-ope.univ-paris1.fr/files/23202/IO-23202-1.pdf>. 0257-4206.
61. **Lozano, Laura and Fernández, Javier.** Razonamiento Basado en Casos: Una Visión General. *Departamento de Informática. Universidad de Valladolid.* [Online] 2005. [Cited: enero 20, 2012.] <http://www.infor.uva.es/~calonso/IAI/TrabajoAlumnos/Razonamiento%20basado%20en%20casos.pdf>.
62. **Ruíz, José., Guzmán, Adolfo. and Martínez, Francisco.** *Enfoque Lógico Combinatorio al Reconocimiento de Patrones.* México. : s.n., 1999.
63. *Improved heterogeneous distance functions.* **Wilson, R. and Martínez, T.** 1, Estados Unidos. : Journal of Artificial Intelligence Research. AI Access Foundation, 1997, Vol. 6.
64. **Arean-Rodríguez, Y.** *Una herramienta de búsqueda inteligente en bases de datos utilizando técnicas de razonamiento basado en casos. Tesis de Maestría, CEIS, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echevarría.* Cuba : s.n., 2003.
65. **Flemming, U, Coyne, R and Snyder, J.** *Case-Based Design in the SEED System Automotion in Construction.* 1994.
66. **Hedberg, S.** *New knowledge tools.* Estados Unidos. : s.n., 1993.

67. **Kolodner, J and Simpson, R.L.** *The mediator: Analysis of a Early Case-Based Problem Solver*. Estados Unidos. : Cognitive Sciencie, 1989. pp. 507-549. Vol. 13.
68. **Bergmann, R. and Goker, Mehmet.** Developing Industrial Case Based Reasoning Applications. The INRECA Methodology. *Universidad de Trier*. [Online] 1999. [Cited: enero 23, 2012.] [http://www.wi2.uni-trier.de/publications/1999\\_ijcai.pdf](http://www.wi2.uni-trier.de/publications/1999_ijcai.pdf).
69. **Piattini, M. G., et al., et al.** Análisis y Diseño Detallado de Aplicaciones Informáticas de Gestión. *Wainu Web Alumnos Informática Uned*. [Online] 2000. <http://wainu.ii.uned.es:8081/WAINU/ingenierias-tecnicas/tercero/ingenieria-del-software-de-gestion/apuntes/Analisis%20y%20Diseno%20de%20Aplicaciones%20Informaticas%20de%20Gestion.pdf>. 84-7897-587-X.
70. **Astigarraga, E.** El Método Delphi. [Online] 2005. [Cited: enero 19, 2012.] [http://www.unalmed.edu.co/~poboyca/documentos/documentos1/documentos-Juan%20Diego/Plnaifi\\_Cuencas\\_Pregrado/Sept\\_29/Metodo\\_delphi.pdf](http://www.unalmed.edu.co/~poboyca/documentos/documentos1/documentos-Juan%20Diego/Plnaifi_Cuencas_Pregrado/Sept_29/Metodo_delphi.pdf).