



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
**ESCUELA SUPERIOR DE CÓMPUTO**

**ESCOM**

Trabajo de titulación

**“Sistema para la identificación de las principales  
cardiopatías”**

Que para cumplir con la opción de titulación curricular en la carrera  
de

**“Ingeniería en Sistemas Computacionales”**

*Presentan*

**Linda Sinaí Esparza Montaña**

**Daniel Eduardo Pérez Hernández**

**Karina Velasco Cruz**

*Directores*

**M. en C. Jaime Hugo Puebla Lomas**

**Dr. en C. José Félix Serrano Talamantes**





**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
**ESCUELA SUPERIOR DE CÓMPUTO**  
**SUBDIRECCIÓN ACADÉMICA**



*Registro de Titulación:* ISCCR001-20110069/2014

*Fecha:* 24 Octubre 2014

Documento técnico

**“SISTEMA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LAS PRINCIPALES  
CARDIOPATÍAS”**

**(SIPCA)**

Presentan:

**Linda Sinaí Esparza Montaña<sup>1</sup>**

**Daniel Eduardo Pérez Hernández<sup>2</sup>**

**Karina Velasco Cruz<sup>3</sup>**

Directores:

**M. en C. Jaime Hugo Puebla Lomas**

**Dr. en C. José Félix Serrano Talamantes**

## **Resumen**

En este reporte se presenta a SIPCA, un sistema diseñado con el propósito de facilitar al médico general las bases para establecer un diagnóstico del paciente apoyando con la determinación de una posible cardiopatía y su nivel de riesgo. El pre-diagnóstico del sistema se realizara mediante técnicas de aprendizaje derivadas de la inteligencia artificial, basando su análisis en el diagnóstico diferencial que muestre el paciente.

Palabras clave: ID3, diagnóstico, inteligencia artificial, cardiología.

---

<sup>1</sup> [linabu\\_23@hotmail.com](mailto:linabu_23@hotmail.com)

<sup>2</sup> [dperezh0503@hotmail.com](mailto:dperezh0503@hotmail.com)

<sup>3</sup> [kimberly\\_azul.k@hotmail.com](mailto:kimberly_azul.k@hotmail.com)

## **ADVERTENCIA**

*“Este informe contiene información desarrollada por la Escuela Superior de Cómputo del Instituto Politécnico Nacional a partir de datos y documentos con derecho de propiedad y por lo tanto su uso quedar restringido a las aplicaciones que explícitamente se convengan.”*

La aplicación no convenida exime a la escuela su responsabilidad técnica y da lugar a las consecuencias legales que para tal efecto se determinen. Información adicional sobre este reporte técnico podrá obtenerse en: El Departamento de Formación Integral e Institucional de la Escuela Superior de Cómputo del Instituto Politécnico Nacional, situada en Av. Juan de Dios Bátiz s/n Teléfono: 57296000 Extensión 52021.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por estar a mi lado en todo mi trayecto de vida por darme la capacidad para lograr uno más de mis sueños, por las bendiciones y regalos que recibo día a día por tenerme en tus brazos, esto es para ti.

A mi mamá hermosa y hermano querido por ser seres maravillosos que Dios me mando que de forma incondicional entendiendo mi ausencia me brindaron su apoyo, su comprensión, por depositar su confianza en mí y por darme ánimos para seguir adelante en los momentos difíciles.

A mi padre que a pesar de su ausencia siempre me impulso y estuvo al pendiente de mí, por depositar su confianza, quiero que sepas que en mí ocupas un lugar especial

Finalmente a todos mis compañeros, amigos y profesores que de alguna manera sus consejos, su apoyo y compañía brindado fueron de gran ayuda para llegar al objetivo final, gracias.

Los quiero mucho

**Linda Sinaí Esparza Montaña**

En primer lugar agradezco a Dios por darme la vida y por acompañarme en todo este tiempo.

A mi familia que fue de gran ayuda, mis padres Antonio e Isabel por haber creído en mí y por su gran apoyo incondicional en todo este trayecto de mi vida, esto es un pequeño reconocimiento a sus esfuerzos. A mis hermanas Julia y Claudia con las cuales conviví estos 5 años de mi formación profesional que me tuvieron paciencia, aprendí a valorar muchas cosas y que a pesar de las tempestades me enseñaron a ver que las cosas se pueden resolver teniendo una buena comunicación, mil disculpas por los malos momentos, sé que no fui la hermana que ustedes esperaban pero gracias a ustedes estoy aquí, mi hermana Irma porque siempre estuvo en los momentos más difíciles y los ánimos brindados, mi hermana Alicia por que hasta el último momento confió en mí, y a cada uno de mis hermanos (as), cuñados y sobrinos por estar al tanto a pesar de la distancia y en todo momento apoyándome y sus grandes consejos, los quiero mucho.

A mis amigos por los momentos inolvidables que hemos vivido, por su gran compañía, por estar siempre con una palabra de aliento.

A mis compañeros y profesores que me animaron a seguir adelante, a ti Linda y Lalito por enseñarme y aprender de ustedes lo que es trabajar en equipo y a cada uno de los que aportaron en la terminación de este proyecto.

**Karina Velasco Cruz**

A Pablo Hernández García +:

Gracias interminables por todo lo que me has heredado, por demostrarme que la superación no es una opción si no una decisión, que la vida hay que vivirla de la mejor manera hasta el último momento, por enseñarme que nunca hay que sentirnos vencidos, que existe una razón para todo y por lo tanto que siempre hay razón para disfrutar de la vida y ser feliz, gracias por creer en mí cuando yo no lo hacía, finalmente quiero agradecer toda la sabiduría que me has dejado.

A Guadalupe Irma Hernández Fragoso y a José de Jesús Pérez Gaytán:

Gracias por sus puntos de vista, por la experiencia brindada, por su tiempo, tolerancia y apoyo incondicional, por siempre permitir mi superación pese a las adversidades, gracias por su exigencia y sobre todo por los valores heredados.

A Edith Guadalupe Pérez Hernández y a Domingo de Jesús Pérez Hernández:

Gracias por sus consejos, gracias por su cariño y comprensión, por su apoyo en los momentos difíciles y su emoción en cada logro, muchísimas gracias por la experiencia que me brindaron, ustedes siempre han sido el mejor ejemplo a seguir, los admiro.

A Karina Ramírez Medina:

Amor, muchas gracias por tu tolerancia y paciencia, por los momentos complicados y gratos que hemos vivimos durante el transcurso de la carrera, gracias por tu compañía en cada termino e inicio de ciclos en nuestra vida, gracias por tu apoyo y por tus consejos valiosos.

A Kael Eduardo Pérez Ramírez:

Kael te agradezco por ser el motorcito que mueve montañas, gracias por demostrarme que siempre me puedo esforzar más y lograr metas que ni siquiera sabía que existían, gracias por existir y ser gran parte de mi felicidad día a día.

A mis sobrinos:

Muchísimas gracias por existir, por alegrarme la vida cada momento que convivimos, muchas gracias por demostrarme que los sueños nunca dejan de existir. Les agradezco por enseñarme que día a día aprendemos algo nuevo y que podemos ser mejores con una mente innovadora.

A mis tíos y primos:

Me han demostrado que la familia está siempre unida no importando la distancia. Gracias por su apoyo demostrado a lo largo de los años.

A mis amigos:

Gracias por los momentos de “tranquilidad” que me brindaron en los momentos que estaba tenso, gracias por creer en mí.

A mis compañeras de trabajo terminal:

Les agradezco por el apoyo mutuo que nos brindamos, por los buenos y malos momentos que pasamos, me enseñaron a trabajar en equipo, a dividir la parte profesional con la sentimental.

Gracias también por la motivación que nos brindamos hasta el último momento y que sin ustedes, posiblemente la historia sería algo diferente.

A mis directores y sinodales:

Agradezco a sus observaciones y consejos que me han ayudado no sólo como profesionalista, sino como persona.

A mis compañeros de trabajo:

Que gracias a su experiencia me permitieron abrir el panorama a nuevas opciones e ideas.

A los que de alguna manera colaboraron con la realización del trabajo terminal:

Gracias por sus aportaciones, tiempo, recomendaciones y consejos sobre la realización de este trabajo.

*Daniel Eduardo Pérez Hernández*

# Índice general

|   |           |
|---|-----------|
| ÍNDICE GENERAL .....  | 7         |
| ÍNDICE DE FIGURAS .....   | 8         |
| ÍNDICE DE TABLAS .....  | 9         |
| RESUMEN .....   | 2         |
| <b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>  | <b>12</b> |
| <b>A. PROBLEMÁTICA .....</b>  | <b>12</b> |
| <b>B. PROPUESTA DE SOLUCIÓN .....</b>   | <b>12</b> |
| <b>C. JUSTIFICACIÓN .....</b>   | <b>12</b> |
| <b>D. OBJETIVO .....</b>  | <b>13</b> |
| <i>i. Objetivo general .....</i>  | <i>13</i> |
| <i>ii. Objetivos específicos .....</i>  | <i>13</i> |
| <b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>  | <b>15</b> |
| <b>A. ESTADO DEL ARTE .....</b>   | <b>15</b> |
| <b>B. CONTEXTO DE LA MEDICINA .....</b>   | <b>16</b> |
| <b>C. CARDIOPATÍA .....</b>   | <b>16</b> |
| <i>i. Cardiopatía isquémica .....</i>   | <i>16</i> |
| <i>ii. Inteligencia artificial en la medicina .....</i>                                     | <i>18</i> |
| <i>iii. Inteligencia artificial .....</i>   | <i>19</i> |
| <i>iv. Aprendizaje .....</i>  | <i>19</i> |
| <i>v. Árbol de decisión (AD) .....</i>  | <i>21</i> |
| <i>vi. Elementos de un árbol de decisión .....</i>  | <i>21</i> |
| <i>vii. Tipos de árboles de decisión .....</i>  | <i>22</i> |
| <i>viii. Ventajas en el uso de árboles de decisión .....</i>                                | <i>22</i> |
| <i>ix. Desventajas en el uso de árboles de decisión .....</i>                               | <i>22</i> |
| <i>x. Algoritmo de aprendizaje ID3 .....</i>  | <i>23</i> |
| <i>xi. Características de aprendizaje ID3 .....</i>   | <i>24</i> |
| <i>xii. Algoritmo de ID3 .....</i>  | <i>24</i> |
| <i>xiii. Tabla comparativa de árboles de decisión y redes neuronales artificiales .....</i> | <i>25</i> |
| <b>III. ANÁLISIS .....</b>  | <b>27</b> |
| <b>A. ANÁLISIS DEL SISTEMA .....</b>  | <b>27</b> |
| <i>i. Requerimientos del sistema .....</i>  | <i>27</i> |
| <i>ii. Software .....</i>   | <i>27</i> |
| <i>iii. Plan de trabajo .....</i>   | <i>29</i> |
| <i>iv. Identificación del alcance .....</i>   | <i>29</i> |
| <i>v. Análisis de requerimientos .....</i>  | <i>29</i> |
| <i>vi. Análisis de riesgos .....</i>  | <i>31</i> |
| <b>IV. DISEÑO .....</b>   | <b>37</b> |
| <b>A. DISEÑO DEL SISTEMA .....</b>  | <b>37</b> |
| <b>B. ARQUITECTURA DEL SISTEMA .....</b>  | <b>37</b> |
| <i>i. Descripción de módulos .....</i>  | <i>37</i> |
| <i>ii. Descripción detallada con flujo de datos .....</i>                                   | <i>38</i> |
| <b>C. DIAGRAMA DE CASOS DE USO .....</b>  | <b>40</b> |
| <i>i. Diagrama de caso de uso general .....</i>   | <i>40</i> |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| ii.   | <i>Diagrama de caso de uso específico, usuario</i> ..... | 41 |
| D.    | <b>DIAGRAMA DE CLASES</b> .....                          | 48 |
| E.    | <b>DIAGRAMA DE COMPORTAMIENTO</b> .....                  | 49 |
| i.    | <i>Diagrama de estados</i> .....                         | 49 |
| ii.   | <i>Diagrama de actividad</i> .....                       | 50 |
| F.    | <b>DIAGRAMA DE ITERACIÓN</b> .....                       | 51 |
| i.    | <i>Diagrama de secuencia</i> .....                       | 51 |
| G.    | IMPLEMENTACIÓN DE SIPCA.....                             | 53 |
| V.    | <b>PRUEBAS Y RESULTADOS</b> .....                        | 62 |
| VI.   | <b>CONCLUSIONES</b> .....                                | 67 |
| VII.  | <b>TRABAJOS A FUTURO</b> .....                           | 67 |
| VIII. | <b>REFERENCIAS</b> .....                                 | 68 |

## Índice de figuras

|                 |   |    |
|-----------------|---|----|
| Ilustración 1.  | Diagrama de bloque SIPCA. ....                      | 37 |
| Ilustración 2.  | Descripción de flujo de datos.....                  | 39 |
| Ilustración 3.  | Caso de uso general. ....                           | 40 |
| Ilustración 4.  | Casos de uso del sistema, usuario. ....             | 41 |
| Ilustración 5.  | Diagrama de clases del sistema. ....                | 48 |
| Ilustración 6.  | Diagrama de clases GUI.....                         | 48 |
| Ilustración 7.  | Diagrama de estado del sistema.....                 | 49 |
| Ilustración 8.  | Diagrama de actividad del sistema. ....             | 50 |
| Ilustración 9.  | Diagrama de secuencia. ....                         | 51 |
| Ilustración 10. | Diagrama base de datos del sistema. ....            | 52 |
| Ilustración 11. | Diagrama base de conocimiento del sistema. ....     | 52 |
| Ilustración 12. | Ventana, ingresar sistema. ....                     | 53 |
| Ilustración 13. | Ventana, nuevo registro médico.....                 | 53 |
| Ilustración 14. | Mensaje 1. ....                                     | 54 |
| Ilustración 15. | Ventana iniciar pre-diagnóstico. ....               | 54 |
| Ilustración 16. | Ventana registrar nuevo paciente. ....              | 55 |
| Ilustración 17. | Registro completado, la información se guardó. .... | 55 |
| Ilustración 18. | Ventana buscar paciente.....                        | 56 |
| Ilustración 19. | Ventana historial clínico.....                      | 57 |
| Ilustración 20. | Ventana dolor.....                                  | 58 |
| Ilustración 21. | Ventana disnea. ....                                | 58 |
| Ilustración 22. | Ventana diaforesis.....                             | 58 |
| Ilustración 23. | Ventana buscar paciente.....                        | 59 |
| Ilustración 24. | Modificar información del paciente. ....            | 59 |
| Ilustración 25. | Base de Datos paciente y médico. ....               | 60 |
| Ilustración 26. | Base de Datos conocimiento. ....                    | 60 |
| Ilustración 27. | Base de conocimientos parte 1.....                  | 62 |

|  |    |
|--|----|
| Ilustración 28. Base de conocimientos parte 2. ....              | 62 |
| Ilustración 29. Datos generales del paciente. ....               | 63 |
| Ilustración 30. Cuestionario del apartado de Dolor. ....         | 63 |
| Ilustración 31. Cuestionario del apartado de Diaforesis. ....    | 64 |
| Ilustración 32. Historial clínico completado con éxito. ....     | 64 |
| Ilustración 33. Obtención de la estratificación del riesgo. .... | 65 |

## Índice de Tablas

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1. Proyectos relacionados con diagnósticos. ....                        | 15 |
| Tabla 2. Aportaciones de sistemas de diagnóstico y tratamiento. ....          | 18 |
| Tabla 3. Tabla comparativa entre AD y RNA. ....                               | 25 |
| Tabla 4. Comparación de IDE de programación ....                              | 27 |
| Tabla 5. Comparación de manejadores de Bases de Datos ....                    | 28 |
| Tabla 6. Requerimientos Funcionales del Sistema. ....                         | 30 |
| Tabla 7. Requerimientos No Funcionales del Sistema. ....                      | 31 |
| Tabla 8. Riesgos en el desarrollo del sistema. ....                           | 32 |
| Tabla 9. Descripción de ingresar al sistema. ....                             | 41 |
| Tabla 10. Descripción de ingresar nuevo paciente. ....                        | 42 |
| Tabla 11. Descripción modificar paciente. ....                                | 42 |
| Tabla 12. Descripción de eliminar paciente. ....                              | 43 |
| Tabla 13. Descripción de realizar cuestionario. ....                          | 43 |
| Tabla 14. Descripción de ingresar interpretación de estudios realizados. .... | 44 |
| Tabla 15. Descripción de acceder perfil. ....                                 | 44 |
| Tabla 16. Descripción de guardar datos. ....                                  | 45 |
| Tabla 17. Descripción de mostrar historial clínico. ....                      | 45 |
| Tabla 18. Descripción de actualizar paciente. ....                            | 46 |
| Tabla 19. Descripción mostrar posible cardiopatía. ....                       | 46 |
| Tabla 20. Descripción de finalizar pre-diagnostico. ....                      | 47 |
| Tabla 21. Descripción de mostrar pre-diagnóstico del nivel de riesgo. ....    | 47 |
| Tabla 22. Matriz de confusión. ....   | 63 |



# *CAPÍTULO 1*

## INTRODUCCIÓN

## **I. Introducción**

### **a. Problemática**

La identificación de una posible cardiopatía y su nivel de riesgo por parte de los médicos generales es complicada y tardada ya que sus síntomas no solo están asociadas a una única enfermedad, también se presentan en otras cardiopatías, por lo que la mayoría de los casos los pacientes son enviados con el especialista para tratar los padecimientos y así dar un pre-diagnóstico [1].

Un pre-diagnóstico erróneo, puede tener muchas consecuencias, representa costos económicos, debido a los estudios que se le piden, y aumenta el nivel de riesgo de la enfermedad del paciente, mientras no sea acertado el diagnóstico.

### **b. Propuesta de solución**

Abordando la problemática así como la investigación de trabajos previos sobre sistemas de diagnóstico, se pretende desarrollar un sistema de pre-diagnóstico médico que sirva de herramienta para los médicos generales con el propósito de brindarle un apoyo para la obtención de un pre-diagnóstico en el que se pueda observar la posible cardiopatía y su nivel de riesgo que pudiera presentarse en un individuo.

### **c. Justificación**

Considerando la problemática de un médico general que se le presenta la ardua tarea de la identificación de una posible cardiopatía y su nivel de riesgo tiene un paciente dentro de una gran gama de patologías, por lo cual, en ocasiones le es complejo determinar la enfermedad y así poder canalizar al paciente a una especialidad médica.

Los árboles de decisión permiten que un médico pueda efectuar un pre-diagnóstico de manera precisa y rápida a un paciente y poder elegir el tratamiento adecuado para su problema. A su vez, los médicos podrán canalizar a los pacientes con los especialistas y así podrán realizar un mayor número de pruebas en un periodo de tiempo menor evitando que la enfermedad avance [2].

## **d. Objetivo**

### **i. Objetivo general**

Diseñar un sistema que apoye al médico general a identificar el nivel de riesgo de una posible cardiopatía, proporcionando la información necesaria para canalizar a un paciente con un especialista en cardiología.

### **ii. Objetivos específicos**

- Crear una base de conocimiento del cuadro clínico para el nivel de riesgo en una posible cardiopatía.
- Determinación de un cuestionario, para la especificación de los signos vitales que el médico observa en el paciente.
- Obtener un pre-diagnóstico basado en técnicas de aprendizaje al realizar la conjunción de las características obtenidas del cuestionario.

# *CAPÍTULO 2*

## MARCO TEÓRICO

## II. Marco teórico

### a. Estado del arte

Durante la investigación realizada hemos encontrado proyectos similares que sirven para generar un pre-diagnóstico las cuales se muestra en la siguiente tabla.

| Aportación   | Características  | Autor   |
|--|--|---|
| “Sistema de Cómputo Para el Pre-diagnóstico en Medicina”                                 | Sistema para realizar tareas relacionadas con el control y atención de citas medicas.<br><br>Consta de cuatro módulos especiales y genera pre-diagnósticos médicos utilizando técnicas de inteligencia artificial. | Gustavo Jonathan Moreno Hernández<br><br>Isaías Pérez Hernández<br><br>Juan Abel García Santos                                  |
| “Sistema Experto para el Diagnóstico del Síndrome de Guillian Barre”                     | Sistema Experto que genera el diagnóstico del síndrome de Guillian Barre, para que empiece el paciente inicie su tratamiento a buen tiempo.  | Marlene Carlos Soto   |
| “Sistema Experto para el Diagnóstico y Tratamiento de Infecciones de Transmisión Sexual” | Sistema que ayudará a generar un diagnóstico y tratamiento para infecciones de transmisión sexual.   | Ing. Maribel García García<br><br>Lic. Karina Fernández Sánchez<br><br>Lic. Viviana Toledo Rivero<br><br>Lic. Lisset León Vidal |
| “Diagnóstico de Cardiopatías Mediante Redes Neuronales y Algoritmos Genéticos”           | Sistema que diagnostica cardiopatías de un paciente.   | John Goddard<br><br>Irineo López<br><br>Hugo Leonardo Rufiner   |

Tabla 1. Proyectos relacionados con diagnósticos.

## **b. Contexto de la medicina**

Las ciencias de la salud, y en especial la medicina son uno de los campos que deben ser más evolucionados y beneficiados por la informática para incrementar la efectividad en sus sistemas, estudios y diagnósticos. La medicina es un área donde se requiere de mucho entrenamiento para ser un especialista, además cuando existe una amplia diversidad de enfermedades como lo es en cardiología, los síntomas pueden ser más confusos cuando se busca determinar ampliamente un diagnóstico, que puede significar la muerte o sobrevivencia del paciente.

La cardiología es el estudio de la anatomía, funciones normales y enfermedades del corazón, la cual es una de las especialidades más importantes en nuestro días, ya que mucha gente padece de enfermedades del corazón a consecuencia de la forma de vida en las grandes ciudades como es el caso de la Ciudad de México. Por lo tanto pueden llegar a avanzar y complicarse la enfermedad si se toma demasiado tiempo en dar un diagnóstico acertado [3].

Las enfermedades cardiovasculares se han convertido en la principal causa de muerte en los países industrializados, siendo la cardiopatía isquémica motivo fundamental de dicha mortalidad cardiovascular. Estas enfermedades afectan a la población de forma diferente según su edad, sexo, raza y hábitos de vida. El conocimiento de la naturaleza y distribución de estas enfermedades es esencial para su control y prevención [4].

El tipo de cardiopatía más común de la Cd. de México es la Cardiopatía Isquémica [5].

## **c. Cardiopatía**

Cualquier padecimiento que afecte el funcionamiento normal del corazón. [6]

### **i. Cardiopatía isquémica**

La cardiopatía isquémica es un trastorno en que parte del miocardio recibe una cantidad insuficiente de sangre y oxígeno; surge de manera específica cuando hay un desequilibrio entre el aporte de oxígeno y la necesidad de él por dicha capa muscular. La causa más frecuente de isquemia del miocardio es la trombosis de una arteria epicárdica coronaria (o arterias) que baste para disminuir en una región la circulación sanguínea al miocardio y ocasionar una perfusión insuficiente de esa capa por parte de la arteria coronaria afectada. La cardiopatía isquémica causa más muertes y discapacidad y tiene un costo monetario mayor que cualquier otra enfermedad en los países desarrollados. Es la enfermedad más común, grave, crónica. La cardiopatía isquémica guarda relación cercana con la alimentación a base de abundantes grasas y carbohidratos, el sedentarismo, tabaquismo u otras enfermedades como la diabetes mellitus o la hipertensión arterial [7].

Los sistemas de información del Sistema Nacional de Salud, permiten afirmar que la cardiopatía isquémica es uno de los dos más grandes problemas de la salud pública en México. La cardiopatía isquémica afecta sobre todo a los hombres de mediana y avanzada edad y su mortalidad es 20% más alta en los hombres que en las mujeres.

Aunque la cardiopatía isquémica representa una causa importante de muerte en todos los adultos, el mayor número de defunciones ocurre en personas de ambos géneros de 65 años o más, lo que subraya que la edad avanzada es un poderoso inductor de esta enfermedad [8].

### 1. Síntomas comunes de la cardiopatía isquémica

El conjunto de los siguientes datos serán los necesarios para la estratificación de riesgos de la cardiopatía isquémica [9].

#### **Dolor**

- ❖ Dolor opresivo
- ❖ Dolor punzante
- ❖ Dolor urente (ardor)

**Disnea:** Dificultad al respirar.

**Diaforesis:** Sudoración abundante.

Para que un médico general pueda realizar un pre-diagnóstico a un paciente requiere de un historial clínico, el cual está conformado de esta manera:

- ✓ Antecedentes
  - \*Diabetes Mellitus (DM)
  - \*Hipertensión Arterial Sistémica (HAS)
  - \*Tabaquismo (TABAQ)
  - \*Familiares con infarto agudo del miocardio (FAM IAM)
  - \*Infarto agudo del miocardio previo (IAMPREVIO)
- ✓ Síntomas
  - \*Dolor
  - \*Disnea
  - \*Diaforesis

- ✓ Examen Físico
  - \*Galope
  - \*Estertores
  - \*Edema
  - \*Presión arterial (TA)
- ✓ Electrocardiograma
  - \*ST Elevado
  - \*ST Deprimido
- ✓ Enzimas
  - \*CK-MB
  - \*TNI

ii. Inteligencia artificial en la medicina

Como hemos mencionado, la obtención de un diagnóstico y la asignación del tratamiento adecuado es de vital importancia, y para médicos no especialistas es complicado.

Para resolver esta problemática se aceptó que la inteligencia artificial se introdujera en la medicina, a tal grado que a esta fusión se le conoce como IAM por el acrónimo de “Artificial Intelligence in Medicine” [10].

| Nombre y Año de Proyecto | Lugar de Desarrollo     | Rama de Aplicación  |
|--------------------------|-------------------------|---|
| <b>MYCIN – 1976</b>      | Stanford                | Enfermedades Infecciosas  |
| <b>CASNET – 1979</b>     | Rutgers                 | Oftalmología  |
| <b>INTERNIST – 1980</b>  | Pittsburgh              | Medicina Interna  |
| <b>PIP – 1971</b>        | MIT                     | Afecciones Renales  |
| <b>AI/RHEUM -1983</b>    | Universidad de Missouri | Diagnóstico en Reumatología   |
| <b>SPE - 1983</b>        | Rutgers                 | Interpretación de Resultados de Electroforesis de las Proteínas del Suero Producidas por Instrumentos de Análisis |
| <b>TIA – 1984</b>        | Universidad de Maryland | Terapia de Ataques Isquémicos   |

Tabla 2. Aportaciones de sistemas de diagnóstico y tratamiento.

Para poder realizar que el comportamiento de los sistemas fuera inteligente es necesario apoyarnos en la mecanización del razonamiento, encadenando afirmaciones o silogismos. A los sistemas que utilizan dicha técnica se les conoce como sistemas expertos ya que es necesario de algún experto en la materia, en este caso en medicina, para poder obtener el conocimiento de la materia y posteriormente ser procesada por medio de la inteligencia artificial.

### iii. Inteligencia artificial

La inteligencia artificial es el desarrollo de métodos y algoritmos que permitan comportarse a las computadoras de modo inteligente.

El objetivo de la inteligencia artificial es que los procesos que se llevan a cabo en el cerebro pueden ser analizados, a un nivel de abstracción dado, como procesos computacionales de algún tipo [11].

Algunas aplicaciones de la inteligencia artificial son:

- Procesamiento de lenguajes naturales
- Robótica
- Sistemas expertos

### iv. Aprendizaje

El aprendizaje es la capacidad de experimentar cambios adaptativos para mejorar el rendimiento [12].

Algunos métodos de aprendizaje son:

- Implantación directa
  - Programación
  - Memorización
- Instrucción
- Deducción
- Analogía
- Inducción
  - Ejemplos
  - Observación y descubrimiento

- Creación de Sistemas Autónomos con muy poco Conocimiento Inicial que fueran capaces de Aprender sobre una gran Diversidad de Cuestiones.

Algunos sistemas con aprendizaje inductivo son:

- Sistemas conexionistas: redes neuronales
- Sistemas evolucionistas: algoritmos genéticos
- Sistemas simbólicos: aprendizaje de conceptos

### *1. Sistemas conexionistas: Redes neuronales*

Las Redes Neuronales son un paradigma de aprendizaje y procesamiento automático, no como una secuencia de pasos, sino cómo funciona el sistema nervioso de los animales, y dotados por tanto de cierta "inteligencia", los cuales no son sino la combinación de elementos simples de proceso interconectados, que operando de forma paralela en varios estilos que serán analizados detalladamente, consiguen resolver problemas relacionados con el reconocimiento de formas o patrones, predicción, codificación, control y optimización entre otras aplicaciones que finalizarán con este documento.

Se trata de un sistema de interconexión de neuronas en una red que colabora para producir un estímulo de salida. En inteligencia artificial es frecuente referirse a ellas como redes de neuronas o redes neuronales.

### *2. Sistemas evolucionistas: Algoritmos genéticos*

Se basan en ideas sobre la evolución de las especies (selección natural, herencia, mutaciones, etc.) aplicadas sobre una población artificial de individuos, para conseguir su adaptación al entorno.

Los algoritmos genéticos se basan en lo siguiente:

- Tipo de individuos de la población depende del problema.
- Cada individuo tendrá un valor (fuerza), para medir su adaptación al entorno.
- La evolución se realiza mediante una búsqueda en paralelo de individuos bien adaptados.
  - Operadores genéticos (selección, entrecruzamiento y mutación).
  - Criterios para variar la fuerza de cada individuo.

Algunas aplicaciones de los algoritmos genéticos son:

- Optimización: maximización/minimización de funciones

Aprendizaje inductivo: clasificadores, reglas de producción

### 3. *Sistemas simbólicos: Aprendizaje de conceptos*

Los sistemas simbólicos realizan una representación del conocimiento fácil de entender las cuales pueden ser las representaciones estructuradas, ejemplos, lógica (de proposiciones, de primer orden, borroso). El aprendizaje es por medio de conceptos, siendo un concepto una clase de entidades con algún principio común (y con descripción simple).

Algoritmos para la adquisición de conceptos:

- Árboles de decisión (ID3).
- Búsqueda de descripciones (AQ11, INDUCE, FOIL).

Para la formación de conceptos (inducción a partir de la observación):

- Agrupamiento conceptual (CLUSTER)
- Descubrimiento cuantitativo (BACON, RX)
- Descubrimiento cualitativo (AM, EURISKO)

#### v. Árbol de decisión (AD)

Los árboles de decisión son herramientas que ayudan a realizar elecciones adecuadas entre muchas posibilidades analizando decisiones secuenciales basadas en el uso de resultados y probabilidades asociadas [13].

Los árboles de decisión se utilizan en cualquier proceso que implique una toma de decisiones como en búsquedas binarias, árboles de juego o sistemas expertos.

Los árboles de decisión son usados en sistemas expertos porque, al no dejar pasar alguna posibilidad o detalle, que aunque más lentos se vuelven más precisos que el hombre.

#### vi. Elementos de un árbol de decisión

Un árbol de decisión consta de los siguientes elementos:

- Nodos intermedios: engendran dos o más (dependiendo del método empleado) segmentos descendientes inmediatos. También denominados segmentos intermedios.
- Nodos terminales: es un nodo que no se puede dividir más, también denominado segmento terminal.
- Rama de un nodo  $t$ : consta de todos los segmentos descendientes del nodo  $t$ , excluyendo  $t$ .
- Árbol de decisión completo ( $T_{max}$ ): árbol en el cual cada nodo terminal no se puede ramificar.
- Subárbol: se obtiene de la poda de una o más ramas del árbol completo  $T_{max}$ .

#### vii. Tipos de árboles de decisión

De acuerdo al tipo de decisión tomada por el árbol, hay dos tipos de árboles:

- Difusos, dan un grado de pertenencia a cada clase del conjunto de datos.
- Duros, asignan la pertenencia del objeto a solamente una clase, así el objeto pertenece o no pertenece a una clase, ejemplos de estos algoritmos son: ID3, C4.5, CART [14].

#### viii. Ventajas en el uso de árboles de decisión

Las ventajas de un árbol de decisión son:

- Facilita la interpretación de la decisión optada.
- Proporciona un alto grado de comprensión del conocimiento utilizado en la toma de decisiones.
- Reduce el número de variables independientes.

Explica el comportamiento respecto a una tarea de decisión.

#### ix. Desventajas en el uso de árboles de decisión

- Los árboles de decisión requieren un gran número de datos para asegurarse que la cantidad de las observaciones de los nodos hoja es significativa.
- Dificultad para elegir el árbol óptimo.

#### x. Algoritmo de aprendizaje ID3

Uno de los algoritmos de aprendizaje automático más conocidos, basado en "ejemplos", es el denominado ID3, o "Iterative Dichotomizer (versión) 3" (J.R. Quinlan, 1979). Trabaja con datos simbólicos, se basa en la obtención de un árbol de decisión, a partir del cual se obtienen una serie de reglas de producción, capaces de representar un dominio o universo determinado, generando conocimiento independiente de dicho dominio. El árbol de decisión permite por tanto clasificar los datos de entrada. Se pueden distinguir dos tipos de procesos de aprendizaje [15]:

- Supervisado: los ejemplos o "explicaciones" son proporcionados al sistema por un sujeto externo. Pertenecen a esta categoría las clasificaciones de datos basadas en árboles de decisión en base a ejemplos, como es el caso del algoritmo de aprendizaje ID3.
- No supervisado: los ejemplos u "observaciones" son creados por el propio sistema. Pertenecen a esta categoría los procesos de agrupamiento de datos o *data clustering* [16].

El algoritmo básicamente consta de 2 etapas:

1. Inducción al árbol: Se construye el árbol de decisión a partir del conjunto de entrenamiento, comúnmente cada nodo interno del árbol se compone de un atributo de prueba y la porción del conjunto de entrenamiento presente en el nodo es dividida de acuerdo a los valores que pueda tomar ese atributo. La construcción del árbol inicia generando su nodo raíz, eligiendo un atributo de prueba y peticionando el conjunto de entrenamiento en dos o más subconjuntos, para cada partición se genera un nuevo nodo y así sucesivamente. Cuando en un nodo se tienen objetos de más de una clase se asigna la etiqueta de la clase.
2. Etapa del algoritmo: Cada objeto nuevo es clasificado por el árbol construido, se recorre el árbol desde el nodo raíz hasta una hoja, a partir de la cual se determina la pertenencia del objeto a alguna clase. El camino a seguir en el árbol lo determinan las decisiones tomadas en cada nodo interno, de acuerdo al atributo de prueba presente.

Los criterios usados por el algoritmo ID3 para la selección de atributos que se pueden utilizar para determinar el o los atributos para caracterizar a los nodos internos del AD son: [17]

- *Entropía*: Dada una colección  $S$  de objetos, con  $c$  clases, la entropía de  $S$  se mide como:

$$Entropía(S) = \sum_{i=1}^c -p_i \log_3 p_i$$

Donde  $P_i$  es la proposición de ejemplos en  $S$  que pertenecen a la clase  $i$ .

- **Ganancia:** Se define como la ganancia de información, de un atributo  $X$  en un conjunto de datos  $S$ , como:

$$Ganancia(S, X) = Entropía - \sum_{v \in Valores(X)} \frac{|S_v|}{|S|} Entropía(S_v)$$

Donde  $Valores(X)$  es el conjunto de todos los posibles valores que puede tomar el atributo  $X$  y  $S_v$  es el subconjunto de  $S$ , donde los objetos toman el valor  $v$  en el atributo  $X$ . El atributo a elegir será aquél que proporcione el mayor valor de **Ganancia**.

#### xi. Características de aprendizaje ID3

El algoritmo ID3 genera lo que se conoce como reglas "duras", es decir, aquellas que solo atienden a dos posibles estados (verdadero-falso, positivo-negativo, 0-1, etc.), y que tienen por tanto un carácter bivalente, a diferencia de las reglas "borrosas", que permiten representar un rango infinito de valores entre dos extremos de una escala, como las que se obtienen mediante algoritmos ID3 "extendidos" (ID4, ID5, ID5R, C4.5, C5, etc.).

#### xii. Algoritmo de ID3

Recibe un conjunto  $E$  de ejemplos, un atributo objetivo o Clase, y una lista de Atributos sin la clase. [18]

La función mejor atributo ( $E, A$ ) implementa la función de entropía o alguna otra métrica de evaluación de los atributos.

```

Crear una Raíz (Árbol con un solo nodo);
if Si todos los ejemplos son + then
    Regresa Raíz con etiqueta = +;
end if
if todos los ejemplos son - then
    Regresa Raíz con etiqueta = -;
end if
if Si Atributos es vacío then
    Regresa Raíz con etiqueta = valorMásComún(E, Clase);
else
    A ← mejorAtributo(E, A);
    Raíz ← A;
    while ∃vi de A ∈ E do
        Añadir un nuevo subárbol Raíz (correspondiente a la prueba A = vi);
        Hacer Evi (el subconjunto de E con el valor vi);
        if Evi es vacío then
            Añadir una nueva hoja con etiqueta ← valorMásComún(E, Clase);
        else
            Añadir nuevoSubarbol ← ID3(Evi, Clase, Atributos - A);
        end if
    end while
end if
    Regresa Raíz
    
```

xiii. Tabla comparativa de árboles de decisión y redes neuronales artificiales

| <b>ÁRBOLES DE DECISIÓN (AD)</b>   | <b>REDES NEURONALES ARTIFICIALES (RNA)</b>   |
|---|--|
| <b>Los atributos son utilizados para crear particiones de conjuntos de ejemplos.</b>        | Pueden tener pesos fijos o adaptables.   |
| <b>Herramienta útil para resolver problemas de clasificación supervisada.</b>               | Pueden ser de aprendizaje supervisado y no supervisado.                                    |
| <b>Los nodos del árbol corresponde a los nombres o identificadores de los atributos.</b>    | Las RNA adaptables tienen una fase de entrenamiento y una de recuperación de lo aprendido. |
| <b>Las ramas de un nodo representan los posibles valores del atributo asociado al nodo.</b> | No siguen una secuencia predefinida de instrucciones.                                      |
| <b>Las hojas son conjuntos ya clasificados de ejemplos.</b>                                 | Aprenden de ejemplos y de sus propios errores.   |

Tabla 3. Tabla comparativa entre AD y RNA.

# *CAPÍTULO 3*

## ANÁLISIS

### III. Análisis

#### a. Análisis del sistema

##### i. Requerimientos del sistema

Podemos mencionar que las restricciones con las que cuenta el sistema son las siguientes:

- La confidencialidad de los datos.
- Para la recolección de los datos, nos apoyaremos con el médico especialista en cardiología con el propósito de recolectar información precisa y correcta.

##### ii. Software

Debido a que el sistema se hará basado en el paradigma orientado a objetos es necesario contar con herramientas adecuadas para el diseño y la documentación de acuerdo a cada etapa del desarrollo, por tanto se han elegido estos programas que nos dan ésta funcionalidad, cada uno se usara dependiendo de la parte del sistema que se vaya a diseñar. Estos programas son:

Herramientas de Diseño

- Visual Paradigm

Herramientas de Desarrollo

- Java

| CARACTERÍSTICAS       | NETBEANS 7.0                                       | PLATAFORMA VISUAL STUDIO  |
|-----------------------|--|---|
| LICENCIAS             | Sun Microsystems                                   | Propietaria de Microsoft  |
| PLATAFORMAS           | Windows (XP, Vista, 7), Linux, Unix, Solaris y Mac | Windows (XP, Vista, 7)  |
| LENGUAJES QUE SOPORTA | Java, C/C++, Ruby, UML, JavaScript, JSP's          | C/C++, C#, Visual Básic, .NET, ASP.NET                              |
| COSTO DEL SOFTWARE    | Distribución gratuita                              | La versión profesional se cotiza en \$1,200 dólares aproximadamente |

Tabla 4. Comparación de IDE de programación

Como IDE de Programación en JAVA se utilizara NETBEANS, por ser de uso libre con licencia GNU.

- MySQL

Para la administración de la información generada por los usuarios del sistema, hemos optado por crear una base de datos; el gestor de bases de datos seleccionado es MySQL debido a que es un manejador libre ideal para la creación de herramientas de éste tipo y por la experiencia que tenemos sobre el mismo en proyectos escolares.

| <b>Características</b>         | <b>Oracle</b>   | <b>SQL server</b>                       | <b>MySQL</b>   | <b>PosgreSQL</b>                              |
|--------------------------------|---|---|--|---|
| <b>Licencia</b>                | Propietaria   |   | Sun Microsystems   | Libre (GPL)                                   |
| <b>Tamaño máximo de tablas</b> | Limitado al espacio en disponible en Disco                  | Limitado al espacio disponible en Disco | 64 tablas por BD<br>(50 millones de registros por tabla) | 32 tablas por BD                              |
| <b>Plataforma (S.O)</b>        | Windows (XP, Vista, 7)<br>Linux/Unix y Mac                  | Windows (XP,2000, Vista)                | Windows (XP, Vista, 7)                                   | Windows (XQ, Vista, 2000)<br>Linux/Unix y Mac |
| <b>Costo</b>                   | De \$5,000 a \$6,000 dólares<br>Licencia (edición estándar) | \$1,600.00 Dólares                      | Distribución gratuita                                    |   |

**Tabla 5.Comparación de manejadores de Bases de Datos**

### iii. Plan de trabajo

#### 1. *Alcances y delimitaciones*

Las enfermedades del corazón son muchas, más aún cuando hablamos de las cardiopatías las cuales están asociadas a diversas patologías por la que es un estudio muy extenso y de alcances enormes, y como consecuencia de la limitante del tiempo de realización para este trabajo terminal, no se podrá tratar la mayoría de las cardiopatías; por lo que se ha optado por acotar la gran variedad de las cardiopatías, debido a que el número es elevado y el tiempo de desarrollo del trabajo es relativamente corto, por lo que se tomo la decisión de tratar únicamente la cardiopatía isquémica.

#### iv. Identificación del alcance

- ✓ Elaboración de una interfaz amigable.
- ✓ Elaboración de una base de datos.
- ✓ Implementación de un algoritmo para el conjunto de síntomas y características de la cardiopatía.
- ✓ Determinación de un pre-diagnóstico estratificando el riesgo.

#### v. Análisis de requerimientos

A continuación se definen los requerimientos con lo que contara la aplicación, es decir, la interacción que tendrá el médico general con respecto al sistema.

#### 1. Requerimientos funcionales

En la siguiente tabla se puede apreciar los requerimientos funcionales, los cuales son los elementos que representan el comportamiento funcional y los elementos del sistema que deberán desarrollarse. Detalla requerimientos de cómo el sistema deberá procesar y manejar la información.

| <b>ID</b>   | <b>Nombre</b>           | <b>Descripción</b>   |
|-------------|-------------------------|--|
| <b>RF01</b> | Ingresar sistema        | El médico general podrá ingresar al sistema con su nombre de usuario y contraseña, una vez que ya haya sido registrado al sistema.       |
| <b>RF02</b> | Ingresar nuevo paciente | Dar de alta a pacientes nuevos, obteniendo sus datos personales (nombre completo, dirección, fecha de nacimiento, CURP, sexo, teléfono). |
| <b>RF03</b> | Realizar Cuestionario   | El sistema obtendrá información del cuadro clínico del paciente y síntomas a través de un cuestionario que mostrará el sistema al        |

|             |   |  |
|-------------|---|--|
|             |   | médico general.  |
| <b>RF04</b> | Actualizar paciente   | Modificar o actualizar datos de los pacientes ya registrados.  |
| <b>RF05</b> | Mostrar expediente clínico  | Si el paciente ya fue registrado el sistema deberá mostrar su expediente clínico (datos personales, cuadro clínico) al insertar el CURP.                                       |
| <b>RF06</b> | Mostrar Pre-diagnóstico de la posible cardiopatía y la estratificación de riesgo. | El sistema mostrará la posible cardiopatía y la estratificación de riesgo que el paciente puede llegar a presentar.  |
| <b>RF07</b> | Guardar datos   | El sistema deberá permitir guardar los datos del paciente ya realizado.  |
| <b>RF08</b> | Finalizar pre-diagnóstico   | El sistema permitirá finalizar el pre-diagnostico del paciente si ya ha determinado la cardiopatía o si aun no.  |
| <b>RF09</b> | Modificar paciente  | El sistema permitirá modificar datos del paciente, esto para el ingreso de un nuevo dato y/o interpretación de los estudios diagnósticos realizados.                           |
| <b>RF10</b> | Ingresar interpretación de estudios realizados                                    | El sistema deberá permitir el ingreso de las interpretaciones de los estudios realizados por el paciente, para la determinación del nivel de riesgo de la cardiopatía.         |
| <b>RF11</b> | Eliminar Paciente.  | El sistema le permitirá eliminar algún paciente.   |
| <b>RF12</b> | Mostrar Pre-diagnóstico de cardiopatía final                                      | El sistema deberá mostrar al médico general la cardiopatía, para un pre-diagnostico del paciente, una vez ingresado todos los datos para identificación (si este lo requiere). |

**Tabla 6. Requerimientos Funcionales del Sistema**

## 2. *Requerimientos no funcionales*

En la siguiente tabla se puede apreciar los requerimientos no funcionales, los cuales definen la parte no programable del sistema, es por ello que es básico considerar estos requerimientos en un sistema por cuestión de referencia al usuario ya que estos nos ayudaran para conocer los alcances que tendrá el sistema, así como las limitaciones con respecto a su funcionalidad.

| ID    | Nombre                                   | Descripción  |
|-------|--|--|
| RNF01 | Interfaz amigable                        | El sistema proporcionará a los usuarios una interfaz grafica a base de menús, ventanas, botones y listas desplegables.                 |
| RNF02 | Realizar Base de Datos de cuadro clínico | El sistema deberá garantizar integridad y consistencia en la información almacenada.   |
| RNF03 | Proceso diagnóstico                      | El proceso de diagnóstico de la cardiopatía debe cumplir con el cuadro clínico de utilización de los médicos.                          |
| RNF04 | Diagnóstico Final                        | El sistema deberá garantizar integridad y consistencia a la hora de mostrar un posible pre-diagnóstico y la estratificación de riesgo. |

Tabla 7.Requerimientos No Funcionales del Sistema

vi. Análisis de riesgos

1. *Identificación de riesgos*

Para todo proyecto es importante identificar los riesgos que se pueden presentar en su elaboración y de esta manera tener medidas que los contrarrestaren.

En la siguiente tabla se representan los riesgos que representa el proyecto, así como la gravedad con la que impactaría el proyecto y la probabilidad de que ocurra.

| RIESGO              | Rendimiento   | Coste  | Planificación |
|---------------------|---|--|---------------|
| Riesgo catastrófico |   | 1. Planificación mal diseñada. (30%)                             |               |
|                     |   | 2. Salida de un miembro del equipo. (30%)                        |               |
|                     |   | 3. Pérdida de toda la información del TT. (20%)                  |               |
|                     |   | 4. Fecha de entregas inalcanzables. (30%)                        |               |
| Riesgo crítico      | 5. Horas desaprovechadas en horario de trabajo. (80%)         |  |               |
|                     |   | 6. Retrasos por pequeñas modificaciones en el SW original. (50%) |               |
|                     | 7. Obstaculización de TT por otras materias y exámenes. (60%) |  |               |

|                 |  |     |  |
|-----------------|--|-----|--|
|                 | 8. Problemas personales de las integrantes. (5%)             |     |  |
| Riesgo marginal | 9. Sentirnos desmotivados y no querer hacer el TT. (50%)     | 50% |  |
|                 | 10. No dominar bien los temas elegidos (cardiopatías). (50%) |     |  |

Tabla 8. Riesgos en el desarrollo del sistema.

## 2. Descripción de riesgos

Descripción. Se elabora el plan de trabajo con tiempos que no corresponde al tiempo asignado al desarrollo de las actividades.

Contexto. Retrasa o deja muchos tiempos de holgura en todo el proyecto.

Reducción. Pedir asesoría a personas más experimentadas para el cálculo de los tiempos.

Plan de contingencia. Cada vez que se hagan ajustes en la planificación, se deberá revisar por personas más experimentadas.

### 2. Salida de un miembro del equipo.

Descripción. Por diversas razones algún miembro del equipo de trabajo sale del proyecto.

Contexto. Retrasa el proyecto, ya que hay que buscar a otra persona con características similares y si afecta mucho al avance, hay que hacer una nueva planificación.

Reducción. Crear un buen ambiente de trabajo, darle oportunidad al miembro del equipo para resolver sus problemas.

Plan de contingencia. Cada semana se hará una revisión de los avances que lleve cada miembro. Si hay algún miembro retrasado, hay que preguntar el motivo, si necesita tiempo para resolver problemas, llegar a un acuerdo con el miembro. Por otro lado si hay problemas internos en el equipo de trabajo, se tendrá una actitud abierta ante el diálogo.

### 3. Pérdida de toda la información del TT.

Descripción. Por alguna razón se pierde la información acerca del proyecto.

Contexto. Afecta a todo el proyecto, ya que si se ha avanzado mucho, todo ese avance se pierde y hay que empezar de cero. Atrasa totalmente al proyecto y hay que volver a iniciar todo.

Reducción. Hacer un respaldo de la información.

Plan de contingencia. Se hará un respaldo cada dos semanas de trabajo en un dispositivo asignado específicamente para la información del trabajo terminal.

#### 4. Fecha de entregas inalcanzables.

Descripción. Se hace una mala planeación del desarrollo del proyecto y se fijan fechas de entrega (de avances o de entrega final) que no pueden ser cubiertas en tiempo y forma debido a que los tiempos no son los correctos.

Contexto. Afecta a la planificación del proyecto, ya que si las fechas de entregas están mal asignadas, toda la demás planificación también lo está.

Reducción. Pedir asesoría en cuanto a las fechas de entrega de los hitos.

Plan de contingencia. Al principio del proyecto se evaluarán muy cuidadosamente las entregas durante el desarrollo del proyecto.

#### 5. Horas desaprovechadas en horario de trabajo.

Descripción. Cuando se reúnen los integrantes del equipo de trabajo es muy probable que alguna persona se distraiga o no esté concentrada en el momento.

Contexto. Estropea el tiempo que se destinó para trabajar en equipo, no contribuye al trabajo y no presta atención a los avances que realiza el resto del equipo.

Reducción. En las reuniones y el tiempo de trabajo que se tenga, se decomisarán los medios que puedan causar distracción (por ejemplo laptop que no se esté utilizando, teléfono celular, tablet, reproductor de música, etc.).

Plan de contingencia. Cada sesión una persona diferente estará al pendiente de la atención de los demás integrantes. Si llega distraerse se aplicará una medida restrictiva.

#### 6. Retrasos por pequeñas modificaciones en el sistema original.

Descripción. Cuando se van haciendo pequeñas modificaciones en el modelo inicial del sistema.

Contexto. Puede retrasar la planificación actual y si se van agregando más funcionalidades, se puede perder el objetivo principal del sistema.

Reducción. Primero se desarrollará el sistema planteado en el diseño que cubren las necesidades básicas del cliente. Siempre se tendrán presentes los requerimientos que necesita cubrir el proyecto.

Plan de contingencia. Una vez desarrollado el sistema básico, se empezarán a revisar los extras del sistema de acuerdo al tiempo y a los recursos que se tengan.

#### 7. Obstaculización de TT por otras materias y exámenes.

Descripción. Si en la planificación se toma en cuenta los días de evaluación en la escuela, no se tiende a respetar, ya que se olvida el proyecto para entregar trabajos pendientes y estudiar para los exámenes.

Contexto. Afecta en la planificación inicial el no respetar los horarios y días de trabajo.

Reducción. En la calendarización no considerar la temporada de evaluación de departamentales.

Plan de contingencia. Verificar una semana antes de cada periodo de evaluación que se haya cumplido con el avance programado en la planificación.

#### 8. Problemas personales de los integrantes.

Descripción. Alguno de los integrantes atraviesa un problema personal.

Contexto. Afecta en el desempeño y el tiempo que se le dedica al proyecto. Además de que el problema capta la atención del integrante del equipo, es difícil concentrarse y tener un rendimiento adecuado.

Reducción. Darle tiempo a la persona que presenta el problema para que resuelva lo que tiene pendiente.

Plan de contingencia. El motivo del permiso tiene que estar fundamentado y estar validado, los integrantes del equipo deben estar de acuerdo.

#### 9. Sentirnos desmotivados y no querer hacer el TT.

Descripción. En algún momento los miembros del equipo pueden sentirse desmotivados y sin ganas de seguir trabajando en el proyecto por falta de interés.

Contexto. Afecta a toda la planificación del proyecto, al rendimiento de los miembros del equipo y al correcto desarrollo del proyecto en general.

Reducción. Platicar con los otros miembros del estado para motivarse y seguir con el proyecto.

Plan de contingencia. Se estarán motivando continuamente a los miembros del equipo para que no pierdan el interés y el buen desempeño.

#### 10. No dominar bien los temas elegidos (cardiopatías).

Descripción. No investigar correctamente las cardiopatías como temas principal a tratar para el desarrollo del TT y no utilizar adecuadamente todo el potencial que tiene para dar.

Contexto. Afecta al buen desarrollo del proyecto, ya que existen variaciones en las cardiopatías con las cuales se pueden trabajar mejor, o quizás no dominarlas bien o no conocerlas como debe de ser.

Reducción. Repartir a cada miembro unas de las cardiopatías más comunes para que la investigue más detalladamente.

Plan de contingencia. Cada integrante del equipo de trabajo hará un resumen y una presentación acerca de las cardiopatías que le haya tocado investigar para presentarlas al resto del equipo.

# *CAPÍTULO 4*

## DISEÑO

## IV. Diseño

### a. Diseño del sistema

#### 1. Planificación mal diseñada.

#### b. Arquitectura del sistema

En la siguiente figura se muestra el respectivo diagrama a bloques de SIPCA, en el cual se muestra cada uno de los módulos que componen al sistema.

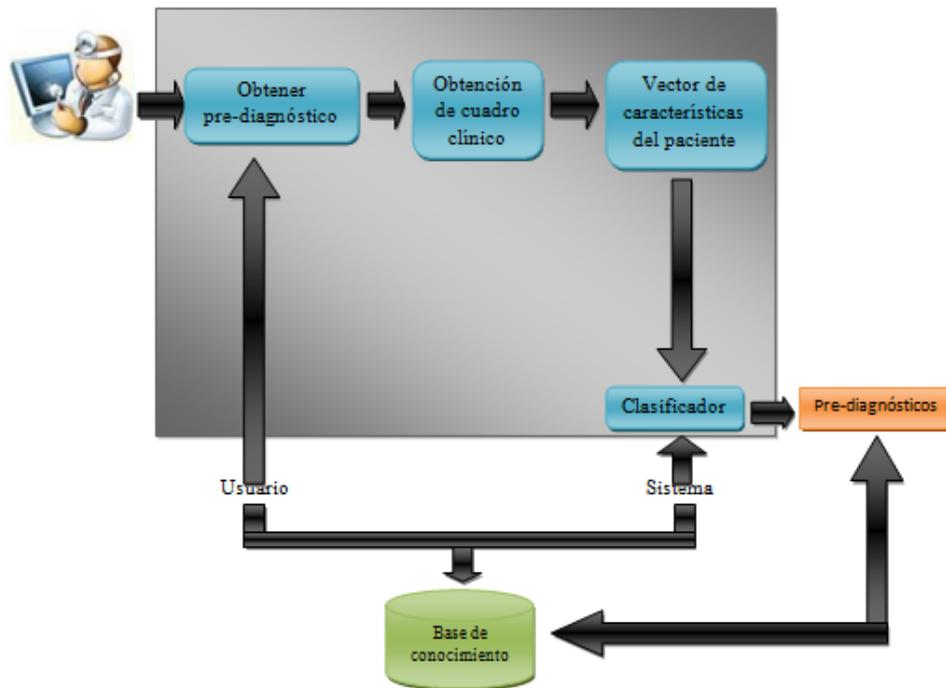


Ilustración 1. Diagrama de bloque SIPCA.

#### i. Descripción de módulos

A continuación se describirá de manera breve cada uno de los módulos de la figura 1, que contendrá el sistema.

##### Obtener pre-diagnóstico

El módulo de obtener pre-diagnostico se encargará de ingresar y/o modificar los datos y el cuadro clínico del paciente para generar el pre-diagnóstico, guardando estos datos en la base de datos.

##### Obtención de cuadro clínico

El módulo de obtención de cuadro clínico se encargará de obtener las respuestas que arroje el cuestionario que le practique el médico al paciente para posteriormente de ello tomar los datos característicos para el siguiente módulo.

Vector de características del paciente.

La función básica de este modulo es la de obtener un vector característico final, es decir, que de los módulos de extracción de características y de obtención del diagnostico diferencial, obtendrá los vectores característicos que arroja cada módulo, con el propósito de obtener uno solo, el cual pasara al modulo de clasificador para su respectivo procesamiento.

Clasificador

Este modulo es el más importante del sistema, este se encargara de clasificar el vector característico en base al árbol de decisión de acuerdo al algoritmo ID3.

Pre-diagnostico

La función básica de este modulo es el obtener el resultado que arrojara el modulo anterior, es decir el clasificador, este resultado será procesado para la visualización del médico general, para posteriormente tomar su decisión final del diagnostico del paciente.

ii. Descripción detallada con flujo de datos

En esta descripción se muestra a detalle la iteración que tendrá el médico general con el sistema que se explicara con más claridad en la interfaz (Ilustración 2.Descripción de flujo de datos.).

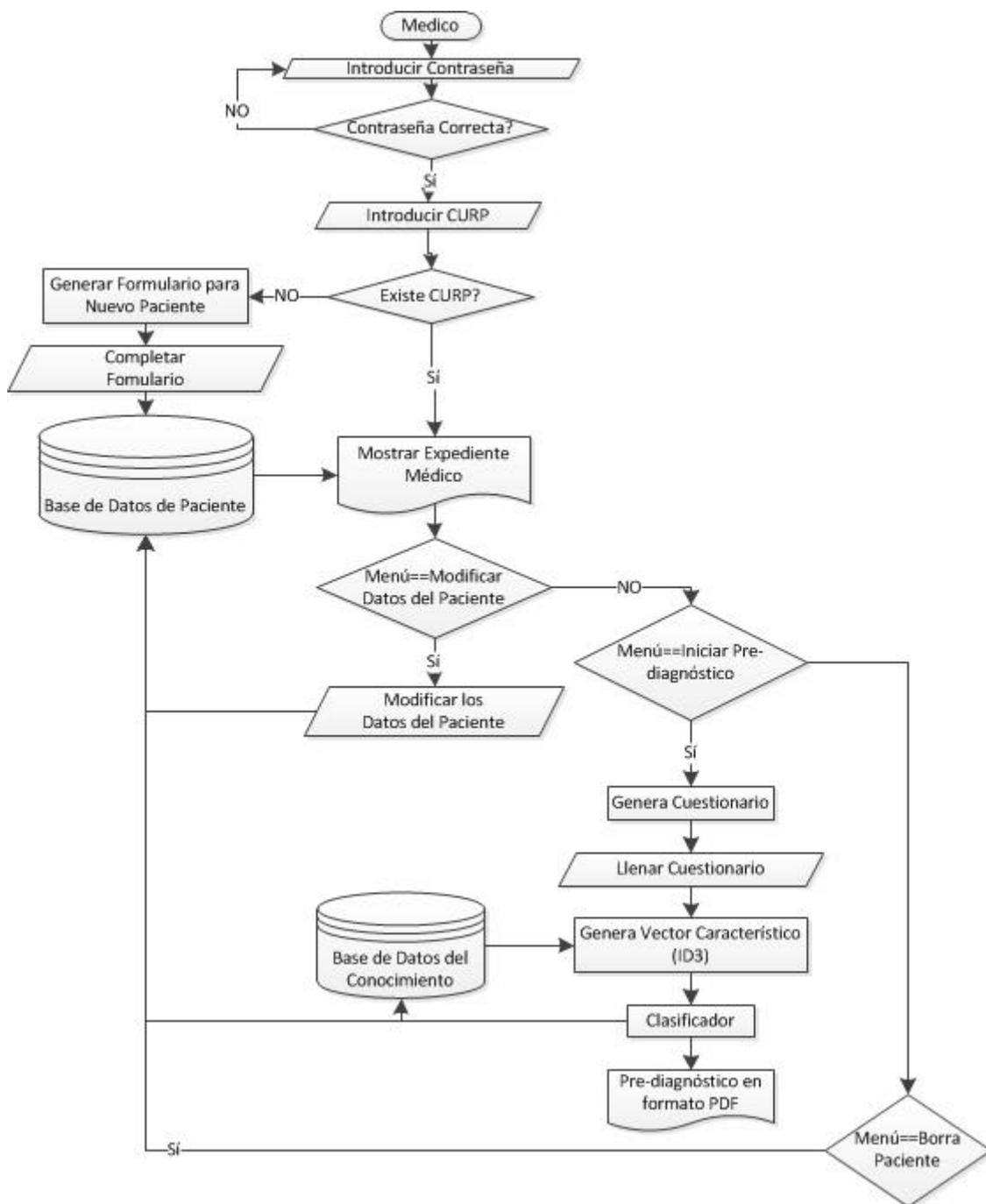


Ilustración 2.Descripción de flujo de datos.

### c. Diagrama de casos de uso

El siguiente diagrama representa la funcionalidad de nuestro sistema, mostrando su interacción el agente externo (médico general).

#### i. Diagrama de caso de uso general

Usuario

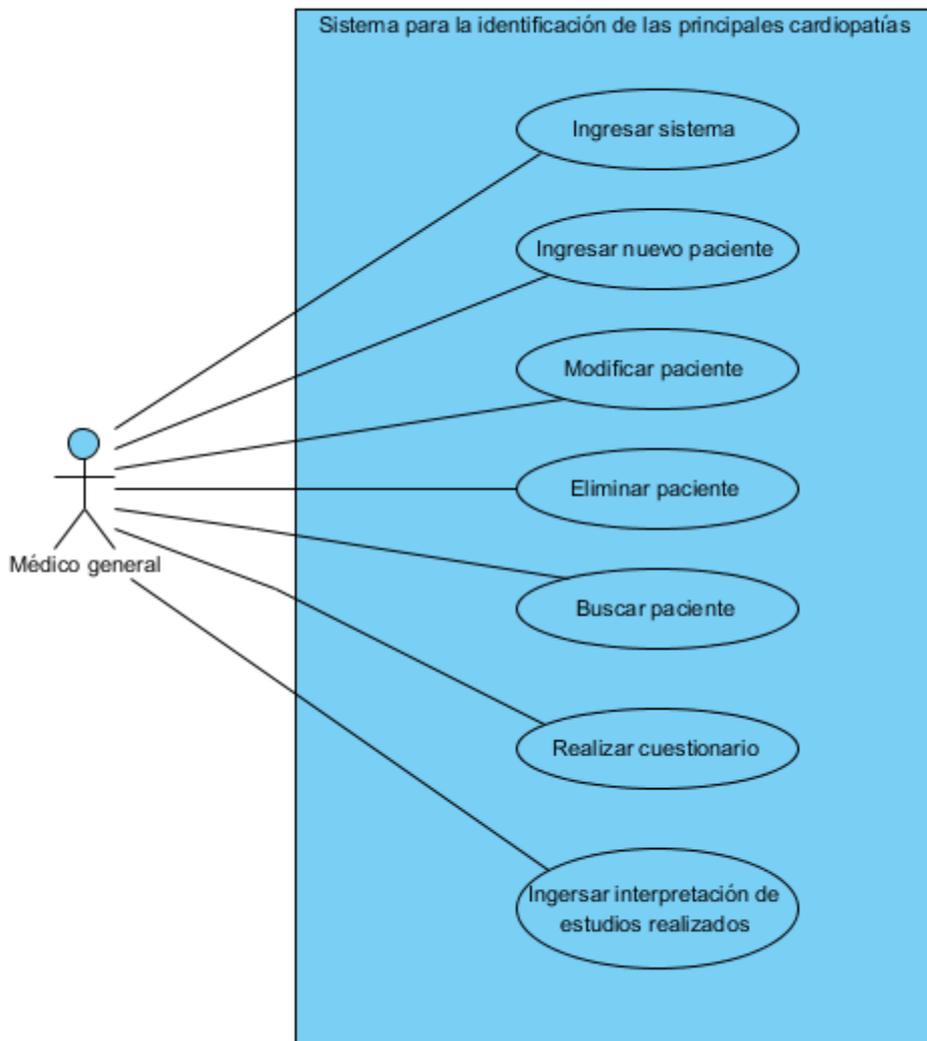
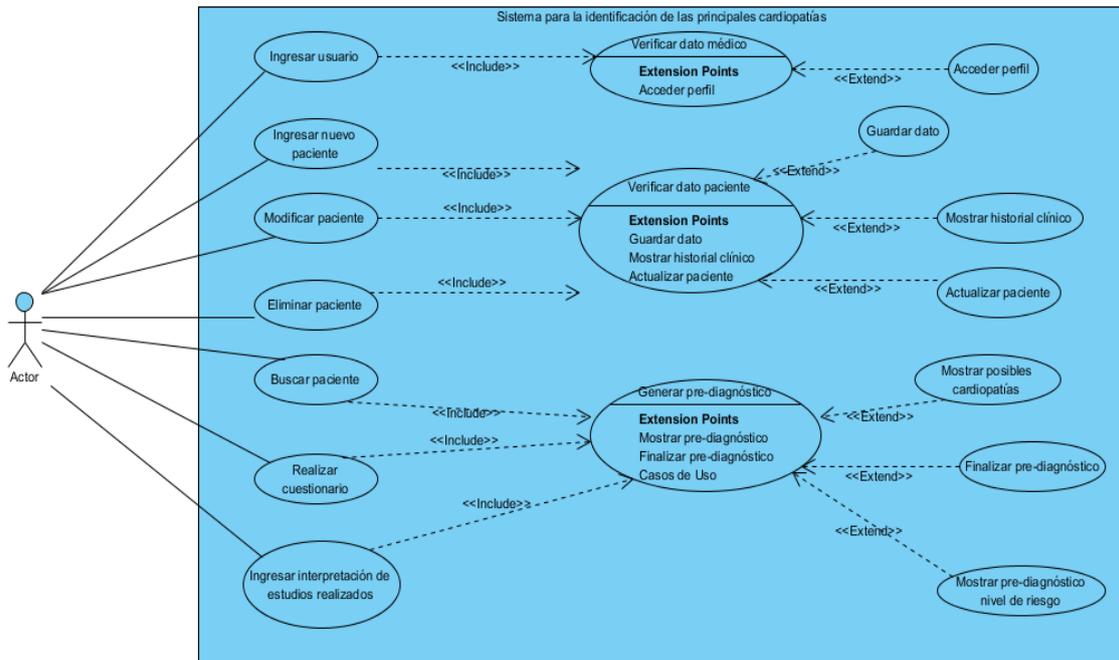


Ilustración 3.Caso de uso general.



**Ilustración 4. Casos de uso del sistema, usuario.**

ii. Diagrama de caso de uso específico, usuario

Este formato muestra una descripción para ayudar a comprender los casos y subcasos de uso.

|   |                         |
|---|-------------------------|
| Nombre de caso de uso:  | <b>Ingresar usuario</b> |
| Autor:  | Velasco Cruz Karina     |
| Fecha:  | 07/11/2011              |
| Actor: <b>Médico General</b>  |                         |
| Descripción:<br><b>Permite ingresar al médico general al sistema una vez ya registrado sus datos y este obtenga un usuario y una contraseña, y solo el tener acceso a su información.</b> |                         |
| Precondiciones:<br><b>El médico general habrá ingresado al sistema.</b>   |                         |
| Pos condiciones:<br><b>El médico general tendrá el acceso al sistema.</b>   |                         |

**Tabla 9. Descripción de ingresar al sistema.**

|   |                                |
|---|--------------------------------|
| Nombre de caso de uso:  | <b>Ingresar nuevo paciente</b> |
| Autor:  | Velasco Cruz Karina            |
| Fecha:  | 07/11/2011                     |
| Actor: <b>Médico General</b>  |                                |
| Descripción:<br><b>Permite ingresar un nuevo paciente al sistema (Nombre, apellido, fecha de nacimiento, sexo, CURP, dirección, teléfono).</b>  |                                |
| Precondiciones:<br><b>El médico general habrá ingresado al sistema.</b>   |                                |
| Flujo Normal (Ideal):<br><ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>El actor inicia la aplicación y se muestra una pantalla de ingresar nuevo paciente o Buscar paciente.</b></li> <li>2. <b>El sistema comprueba los datos del paciente si este ya se ha registrado anteriormente.</b></li> <li>3. <b>El sistema guarda los datos del nuevo paciente o el médico general.</b></li> </ol> |                                |
| Pos condiciones:<br><b>El médico general tendrá el acceso al sistema.</b>   |                                |

Tabla 10.Descripción de ingresar nuevo paciente.

|   |                           |
|---|---------------------------|
| Nombre de caso de uso:  | <b>Modificar paciente</b> |
| Autor:  | Velasco Cruz Karina       |
| Fecha:  | 07/11/2011                |
| Actor: <b>Médico General</b>  |                           |
| Descripción:<br><b>Permite al médico general modificar el expediente clínico del paciente, para ingresar nuevo dato.</b>  |                           |
| Precondiciones:<br><b>El médico general habrá ingresado los datos del paciente.</b>   |                           |
| Flujo Normal (Ideal):<br><ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Al actor se le muestra la opción de buscar paciente</b></li> <li>2. <b>El sistema muestra al médico general los datos anteriormente registrado ya sea para ingresar más datos.</b></li> </ol> |                           |
| Pos condiciones:<br><b>El médico tendrá el acceso al sistema para buscar los datos del paciente y/o modificar.</b>  |                           |

Tabla 11.Descripción modificar paciente.

|                        |  |
|------------------------|--|
| Nombre de caso de uso: | <b>Eliminar paciente</b>   |
| Autor:                 | Karina Velasco Cruz  |
| Fecha:                 | 07/11/2011   |
| Actor:                 | <b>Médico General</b>  |
| Descripción:           | <b>Permite al médico general eliminar al paciente del sistema, si este lo desea.</b> |
| Precondiciones:        | <b>El médico general habrá ingresado los datos del paciente.</b>                     |
| Flujo Normal (Ideal):  | <b>1. Al médico general se le presentara una opción de eliminar paciente.</b>        |
| Pos condiciones:       | <b>El médico tendrá el acceso al sistema para eliminar al paciente.</b>              |

Tabla 12.Descripción de eliminar paciente.

|                        |  |
|------------------------|--|
| Nombre de caso de uso: | <b>Realizar cuestionario</b>   |
| Autor:                 | Karina Velasco Cruz  |
| Fecha:                 | 07/11/2011   |
| Actor:                 | <b>Médico General</b>  |
| Descripción:           | <b>Permite ingresar el cuadro clínico del paciente al sistema.</b>   |
| Precondiciones:        | <b>El médico general habrá ingresado el nuevo paciente.</b>  |
| Flujo Normal (Ideal):  | <b>1. Al médico general se le presentara una opción de realizar cuestionario (cuadro clínico), esto por medio de un formulario para un ingreso preciso y rápido.</b> |
| Pos condiciones:       | <b>El médico tendrá el acceso al sistema para realizar cuestionario del paciente.</b>  |

Tabla 13.Descripción de realizar cuestionario.

|  |   |
|--|---|
| Nombre de caso de uso:   | <b>Ingresar interpretación de estudios realizados</b> |
| Autores:   | Karina Velasco Cruz                                   |
| Fecha:   | 07/11/2011  |
| Actor: <b>Médico General</b>   |   |
| Descripción:<br><b>Permite ingresar la interpretación de estudios realizados por parte del paciente al sistema (estudios diagnóstico, examen físico).</b>  |   |
| Precondiciones:<br><b>El médico general habrá ingresado el paciente al sistema con sus datos y síntomas, esto si aun no ha quedado establecida la cardiopatía final.</b>   |   |
| Flujo Normal (Ideal):<br><ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Consultar paciente al sistema</b></li> <li>2. <b>El sistema le presentará al médico general una opción de registro de los estudios realizados por el paciente</b></li> </ol> |   |
| Pos condiciones:<br><b>El médico tendrá el acceso al sistema para introducir los estudios realizados del paciente.</b>   |   |

Tabla 14.Descripción de ingresar interpretación de estudios realizados.

|  |                       |
|--|-----------------------|
| Nombre de caso de uso:   | <b>Acceder perfil</b> |
| Autor:   | Karina Velasco Cruz   |
| Fecha:   | 07/11/2011            |
| Actor: <b>Médico General</b>   |                       |
| Descripción:<br><b>Permite al médico acceder a su perfil o bien su área de trabajo del ingreso de nuevo paciente, modificación y/o consulta.</b> |                       |
| Precondiciones:<br><b>El médico deberá haber registrado sus datos, en este caso ingresado contraseña y usuario.</b>                              |                       |
| Flujo Normal (Ideal):<br><ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>El médico registrará sus datos.</b></li> </ol>                             |                       |
| Pos condiciones:<br><b>El médico tendrá el acceso a su perfil.</b>   |                       |

Tabla 15.Descripción de acceder perfil.

|  |                      |
|--|----------------------|
| Nombre de caso de uso:   | <b>Guardar datos</b> |
| Autor:   | Karina Velasco Cruz  |
| Fecha:   | 07/11/2011           |
| Actor: <b>Médico General</b>   |                      |
| Descripción:<br><b>Permite guardar todos los registros del paciente al sistema (estudios diagnóstico, examen físico, datos del paciente).</b>  |                      |
| Precondiciones:<br><b>El médico deberá registrar los estudios diagnósticos (si se tienen), examen físico, datos del paciente para posteriormente guardar estos datos en la base de datos.</b>  |                      |
| Flujo Normal (Ideal):<br><ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>El médico registrará la información del paciente.</b></li> <li>2. <b>El sistema le presentará al médico general una opción de guardar los estudios realizados por el paciente</b></li> </ol> |                      |
| Pos condiciones:<br><b>El médico tendrá el acceso al sistema para guardar dato del paciente.</b>   |                      |

Tabla 16.Descripción de guardar datos.

|   |                                  |
|---|----------------------------------|
| Nombre de caso de uso:  | <b>Mostrar historial clínico</b> |
| Autor:  | Karina Velasco Cruz              |
| Fecha:  | 07/11/2011                       |
| Actor: <b>Médico General</b>  |                                  |
| Descripción:<br><b>Permite mostrar al médico general el expediente clínico del paciente (estudios diagnóstico, examen físico, datos del paciente).</b>  |                                  |
| Precondiciones:<br><b>El médico deberá registrar los datos del paciente y/o estudios diagnósticos, examen físico, para posteriormente mostrar información del paciente.</b>   |                                  |
| Flujo Normal (Ideal):<br><ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>El médico registrará la información del paciente.</b></li> <li>2. <b>El sistema le presentará al médico general la opción de Mostrar información del paciente.</b></li> </ol> |                                  |
| Pos condiciones:<br><b>El médico tendrá el acceso al sistema para mostrar información del paciente.</b>   |                                  |

Tabla 17.Descripción de mostrar historial clínico.

|   |                            |
|---|----------------------------|
| Nombre de caso de uso:  | <b>Actualizar paciente</b> |
| Autor:  | Karina Velasco Cruz        |
| Fecha:  | 07/11/2011                 |
| <b>Actores: Médico General</b>  |                            |
| Descripción:<br><b>Permite al médico general actualizar los datos del paciente al sistema (estudios diagnóstico, examen físico, datos del paciente).</b>  |                            |
| Precondiciones:<br><b>El médico habrá registrado los datos del paciente.</b>  |                            |
| Flujo Normal (Ideal):<br><ol style="list-style-type: none"> <li><b>El médico actualizará la información del paciente.</b></li> <li><b>El sistema le presentará al médico general la opción de actualizar paciente.</b></li> </ol> |                            |
| Pos condiciones:<br><b>El médico tendrá el acceso al sistema para actualizar datos del paciente.</b>  |                            |

Tabla 18.Descripción de actualizar paciente.

|  |                                    |
|--|------------------------------------|
| Nombre de caso de uso:   | <b>Mostrar posible cardiopatía</b> |
| Autor:   | Karina Velasco Cruz                |
| Fecha:   | 07/11/2011                         |
| <b>Actor: Médico General</b>   |                                    |
| Descripción:<br><b>Permite mostrar la posible cardiopatía del paciente y el nivel de riesgo, una vez que el médico general haya ingresado los estudios diagnóstico, examen físico, síntomas y los datos del paciente, esto si aun no se conoce la cardiopatía.</b>                       |                                    |
| Precondiciones:<br><b>El médico habrá registrado los síntomas y/o estudios del paciente para posteriormente mostrar la posible cardiopatía y su nivel de riesgo del paciente.</b>  |                                    |
| Flujo Normal (Ideal):<br><ol style="list-style-type: none"> <li><b>El médico registrará los síntomas y/o estudios del paciente.</b></li> <li><b>El sistema le presentará al médico general la opción de Mostrar la posible cardiopatía y su nivel de riesgo del paciente.</b></li> </ol> |                                    |
| Pos condiciones:<br><b>El médico tendrá el acceso al sistema para mostrar información del paciente.</b>  |                                    |

Tabla 19.Descripción mostrar posible cardiopatía.

|  |                                  |
|--|----------------------------------|
| Nombre de caso de uso:   | <b>Finalizar pre-diagnostico</b> |
| Autor:   | Karina Velasco Cruz              |
| Fecha:   | 07/11/2011                       |
| Actor: <b>Médico General</b>   |                                  |
| Descripción:<br><b>Permite finalizar el pre-diagnostico del paciente, si este ya se hayo o aun no.</b>   |                                  |
| Precondiciones:<br><b>El médico habrá registrado los síntomas y/o estudios, del paciente para posteriormente finalizar el pre-diagnostico del paciente.</b>  |                                  |
| Flujo Normal (Ideal):<br><ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>El médico registrará el nuevo y/o buscar paciente.</b></li> <li>2. <b>El médico registrará los síntomas y/o estudios.</b></li> <li>3. <b>El sistema le presentará al médico general la opción de finalizar pre-diagnóstico.</b></li> </ol> |                                  |
| Pos condiciones:<br><b>El médico tendrá el acceso al sistema para finalizar pre-diagnóstico del paciente.</b>  |                                  |

Tabla 20.Descripción de finalizar pre-diagnostico.

|  |  |
|--|--|
| Nombre de caso de uso:   | <b>Mostrar pre-diagnóstico del nivel de riesgo</b> |
| Autor:   | Karina Velasco Cruz                                |
| Fecha:   | 07/11/2011   |
| Actor: <b>Médico General</b>   |  |
| Descripción:<br><b>Permite mostrar el nivel de riesgo que se encuentra el paciente, una vez que el médico general haya ingresado todos los estudios diagnostico, examen físico, síntomas y los datos del paciente.</b> |  |
| Precondiciones:<br><b>El médico habrá registrado los síntomas y/o estudios del paciente para posteriormente mostrar el nivel de riesgo del paciente.</b>   |  |
| Flujo Normal (Ideal):<br><ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>El médico registrará nuevo paciente.</b></li> <li>2. <b>El médico registrará los síntomas y/o estudios.</b></li> </ol>                           |  |
| Pos condiciones:<br><b>El médico visualizara el nivel de riesgo del paciente.</b>  |  |

Tabla 21.Descripción de mostrar pre-diagnóstico del nivel de riesgo.

#### d. Diagrama de clases

El siguiente diagrama nos muestra una vista de la aplicación en un determinado momento de nuestro sistema. Las clases son la plantilla de los objetos, y aquí podemos ver representados estos con sus atributos o características y su comportamiento o métodos, así como la relación entre ellas.

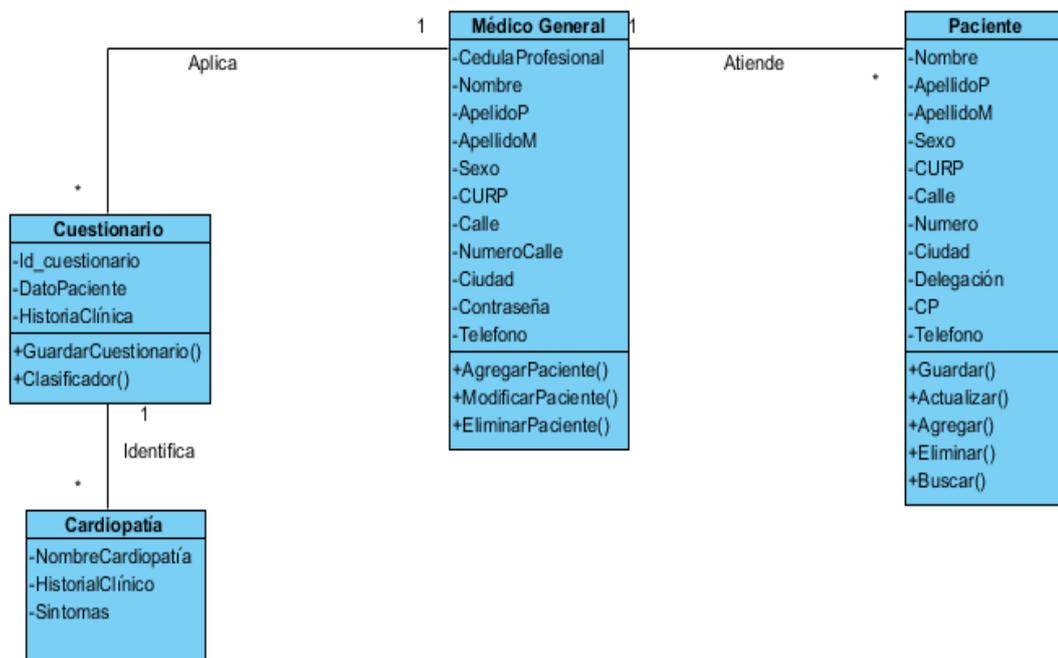


Ilustración 5. Diagrama de clases del sistema.

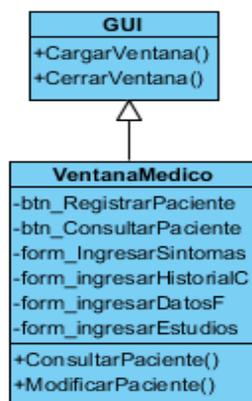


Ilustración 6. Diagrama de clases GUI.

## e. Diagrama de comportamiento

### i. Diagrama de estados

El siguiente diagrama describirá el comportamiento del sistema. Describiendo todos los estados posibles en los que puede entrar un objeto particular y la manera en que cambia el estado del objeto, como resultado de los eventos que llegan a él.

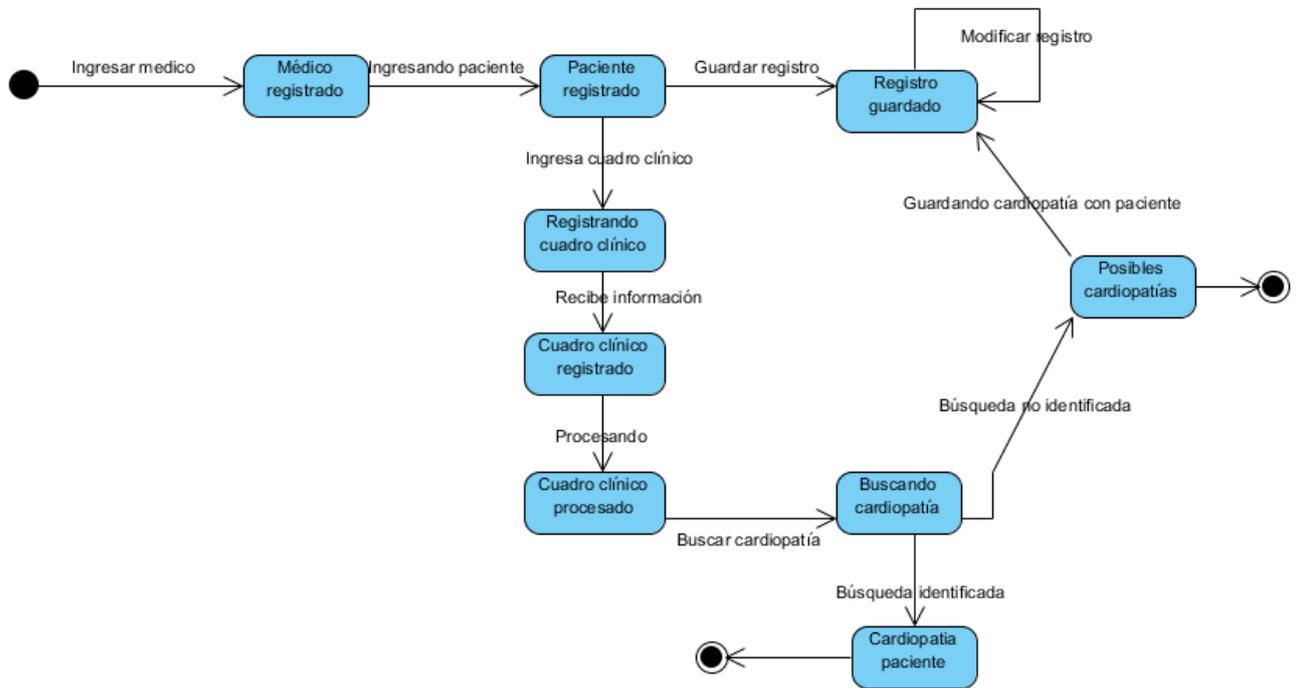


Ilustración 7. Diagrama de estado del sistema.

ii. Diagrama de actividad

El siguiente diagrama de actividad visualizaremos la dinámica de un conjunto de objetos.

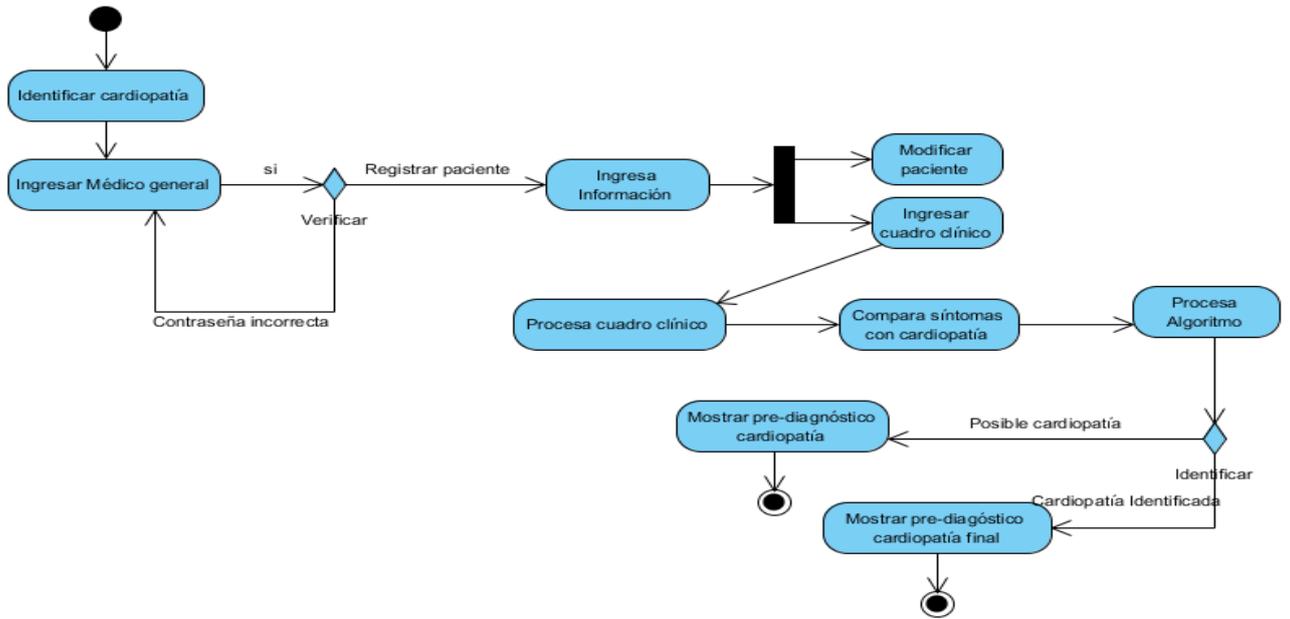


Ilustración 8. Diagrama de actividad del sistema.

## f. Diagrama de iteración

### i. Diagrama de secuencia

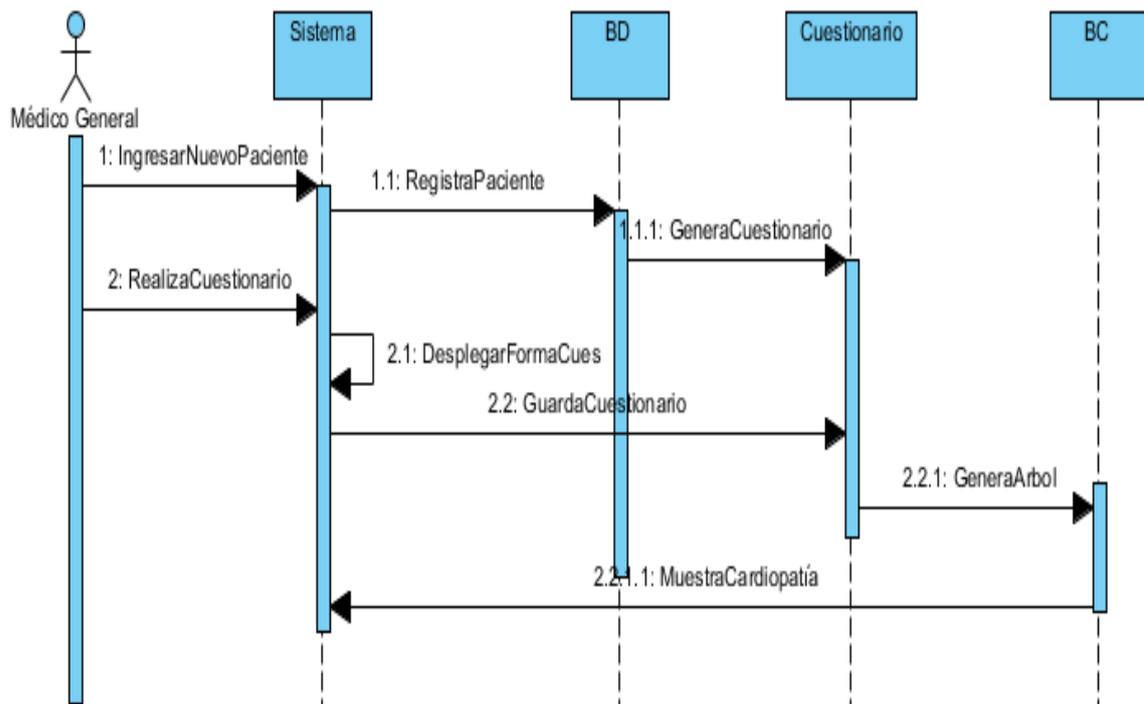


Ilustración 9. Diagrama de secuencia.

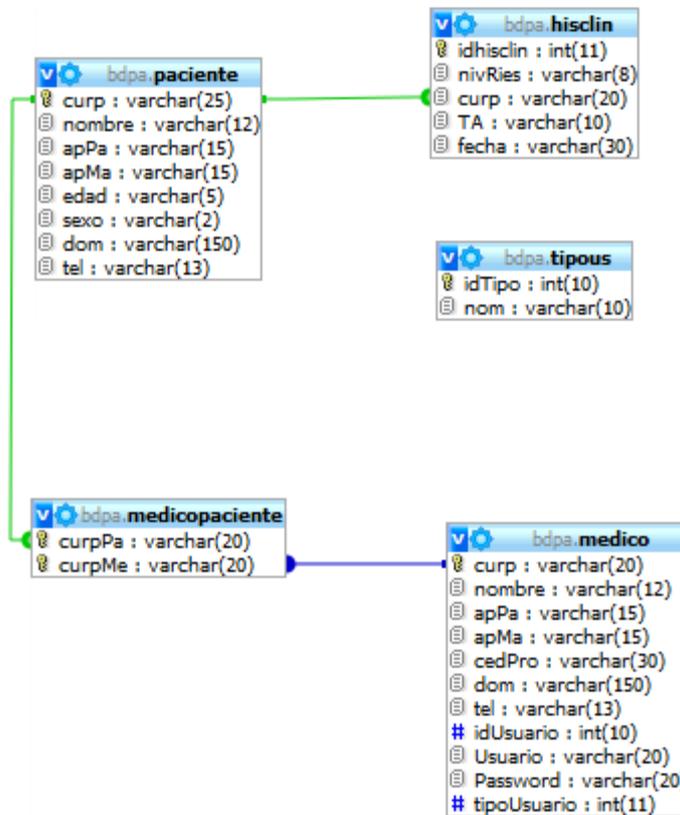


Ilustración 10. Diagrama base de datos del sistema.

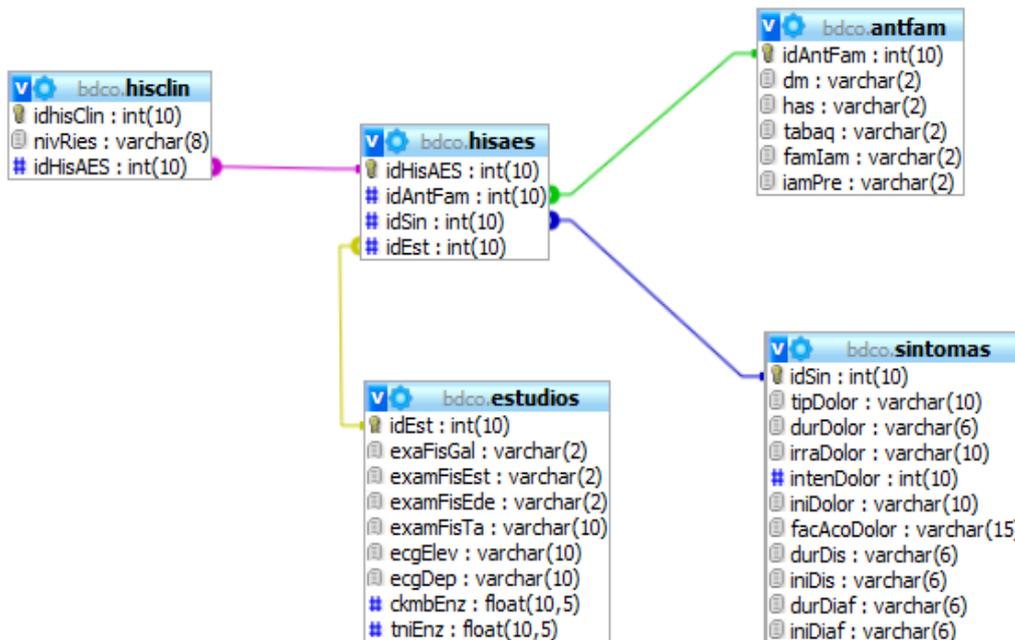


Ilustración 11. Diagrama base de conocimiento del sistema.

### g. Implementación de SIPCA

SIPCA ofrece un ámbito gráfico de manera que el usuario pueda familiarizarse rápidamente y sin necesidad de tener conocimientos especiales sobre su funcionamiento haciéndola una aplicación de operación inmediata.

Pantalla de SIPCA (aquí pones la pantalla principal de SIPCA)

Para ingresar al sistema, tenemos forzosamente iniciar sesión (medico) para esto ingresamos a la pestañita archivo y le damos click en Ingresar Sistema

El bloque de validación de Usuarios costa de dos casillas para introducir sus datos, en caso de que el médico no se encuentre registrado se muestra la opción nuevo registro donde el médico podrá llenar sus datos y posteriormente ingresar al sistema.



**Ilustración 12. Ventana, ingresar sistema.**

A continuación se muestra la siguiente pantalla para registrarse y poder acceder al sistema.



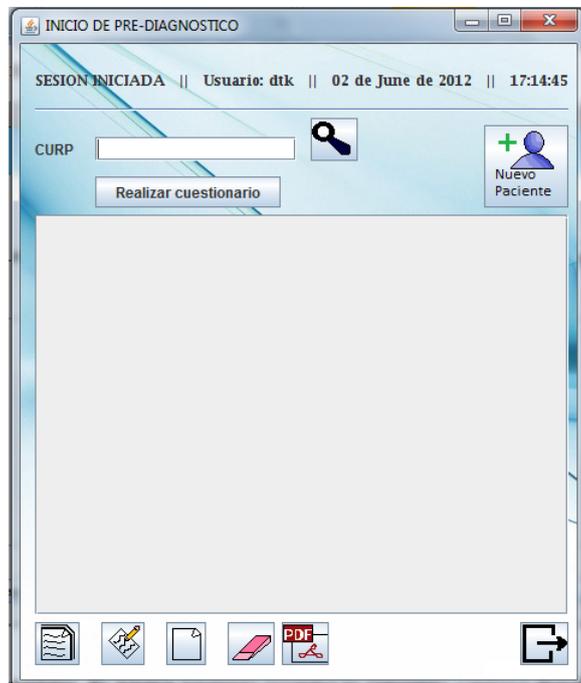
**Ilustración 13. Ventana, nuevo registro médico.**

La Ilustración 14.Mensaje 1. cuenta con todas las validaciones, en ingresar contraseña esta debe coincidir con la siguiente opción de introducir la contraseña de nuevo sino mostrara el siguiente mensaje.



**Ilustración 14.Mensaje 1.**

Ahora, el médico puede pasar al apartado de iniciar pre-diagnóstico, donde se le muestran 9 opciones: Registro de nuevo paciente, buscar paciente, realizar cuestionario, modificar paciente, iniciar pre-diagnostico, borrar paciente, nuevo historial, exportar información a PDF y salir.



**Ilustración 15.Ventana iniciar pre-diagnóstico.**

En la opción registro de nuevo paciente muestra la siguiente ventana donde se deberán llenar los datos del paciente y guardar.

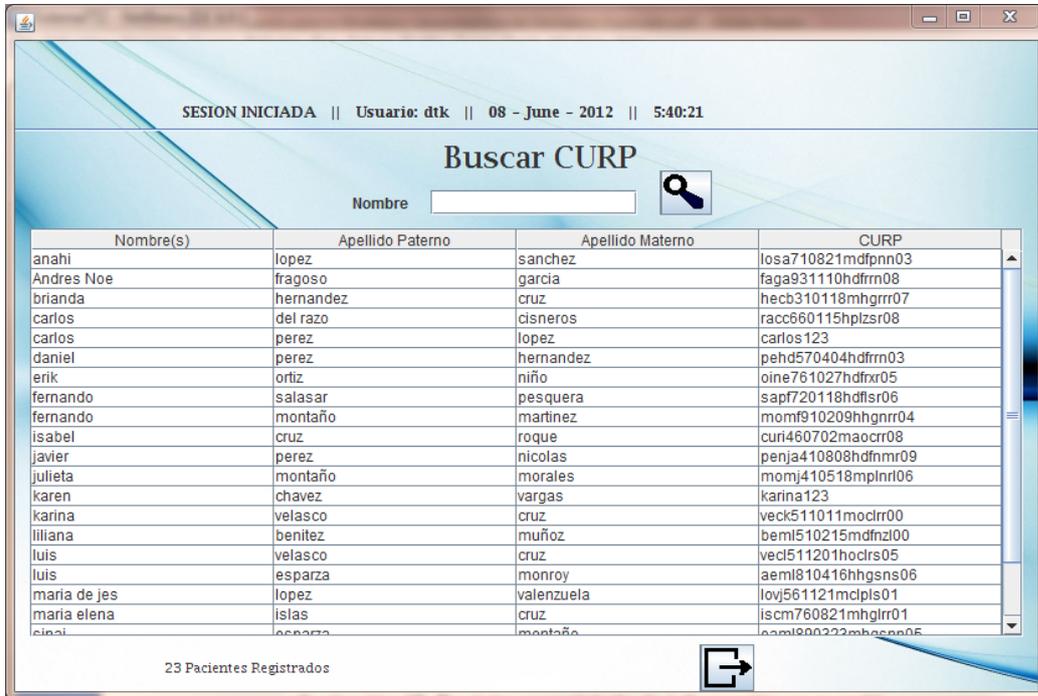
The screenshot shows a web browser window titled 'SESION INICIADA || Usuario: dtk || 02 de June de 2012 || 17:15:6'. The main heading is 'Nuevo Paciente'. The form contains the following fields: CURP (empty), Nombre (empty), Apellido Paterno (empty), Apellido Materno (empty), Edad (empty), Sexo (dropdown menu with 'M' selected), Domicilio (empty text area), and Telefono (empty). At the bottom, there are two icons: a floppy disk icon for saving and a right-pointing arrow icon for navigation.

**Ilustración 16. Ventana registrar nuevo paciente.**

This screenshot shows the same 'Nuevo Paciente' form, but now with data entered: CURP is 'gehd901212hdfkjl02', Nombre is 'Josefina', and Telefono is '56987412'. A modal dialog box titled 'Mensaje' is overlaid on the form, containing an information icon, the text 'Los datos se registraron correctamente', and an 'Aceptar' button. The background form fields are partially obscured by the dialog box.

**Ilustración 17. Registro completado, la información se guardó.**

La opción “Buscar” sirve para averiguar si un paciente ya fue registrado en el sistema SIPCA, esto se realiza introduciendo el CURP del paciente en el campo correspondiente a este. En caso de que el paciente no haya registrado se mostrara la ventana para poder buscar a los pacientes previamente registrados (Ilustración 18.Ventana buscar paciente.).



**Ilustración 18.Ventana buscar paciente.**

La opción realizar cuestionario (Ilustración 19.Ventana historial clínico.) genera una serie de preguntas las cuales se van a ir llenando de acuerdo a los padecimientos, síntomas y estudios del paciente para poder obtener su pre-diagnóstico y así poder guardar los datos correspondientes.

SESION INICIADA || Usuario: USUARIO || 09 de June de 2012 || 16

### Historial Clínico

**I. Síntomas**

Dolor

Disnea

Diaforesis

**II. Antecedentes**

Diabetes Mellitus

Hipertensión Arterial Sistémica

Tabaquismo

Familiar con Infarto Agudo del Miocardio

Infarto Agudo del Miocardio Previo

**III. Examen Físico**

Galope

Estertores

Edema

TA  /

**IV. Electrocardiograma**

ST Elevado

ST Deprimido

**V. Enzimas**

CK-MB menor a 4

Ilustración 19.Ventana historial clínico.

En el apartado síntomas se encuentran tres botones, los cuales nos ayudan a definir los parámetros de dolor (Ilustración 20.Ventana dolor.), disnea (Ilustración 21.Ventana disnea.) y diaforesis (Ilustración 22.Ventana diaforesis.).

SINTOMA DE DOLOR

SESION INICIADA || Usuario: dtk || 02 de June de 2012 || 17:44:36

### Dolor

Tipo de Dolor Seleccione

Duración Seleccione

Irradiación Seleccione

Intensidad Seleccione

Inicio Seleccione

Factor acompañante Seleccione

Aceptar Cancelar

**Ilustración 20.Ventana dolor.**

Síntoma de Disnea

SESION INICIADA || Usuario: dtk || 02 de June de 2012 || 17:44:57

### Disnea

Duración Seleccione

Inicio Seleccione

Aceptar Cancelar

**Ilustración 21.Ventana disnea.**

Síntoma de Diaforesis

SESION INICIADA || Usuario: dtk || 02 de June de 2012 || 17:45:19

### Diaforesis

Duración Seleccione

Inicio Seleccione

Aceptar Cancelar

**Ilustración 22.Ventana diaforesis.**

Concluido el cuestionario y guardada la información se podrá visualizar todo lo referente al paciente buscado en la ventana de “Inicio de pre-diagnóstico” (Ilustración 23.Ventana buscar paciente.).



Ilustración 23.Ventana buscar paciente.

La opción “modificar” permite que el usuario (médico) actualice la información del paciente (Ilustración 24. Modificar información del paciente.).



Ilustración 24. Modificar información del paciente.

Las bases de datos se encuentran importadas en el servidor XAMPP. Esta conexión se realiza mediante el servidor XAMPP, teniendo en cuenta que se está trabajando con la base de datos MySQL.

Teniendo ya la Base de Datos de Registro paciente y médico con sus respectivos datos.

| #  | Columna            | Tipo         | Cotejamiento      | Atributos | Nulo | Predeterminado | Extra          |
|----|--------------------|--------------|-------------------|-----------|------|----------------|----------------|
| 1  | <b>curp</b>        | varchar(20)  | latin1_swedish_ci |           | No   | Ninguna        |                |
| 2  | <b>nombre</b>      | varchar(12)  | latin1_swedish_ci |           | Sí   | NULL           |                |
| 3  | <b>apPa</b>        | varchar(15)  | latin1_swedish_ci |           | Sí   | NULL           |                |
| 4  | <b>apMa</b>        | varchar(15)  | latin1_swedish_ci |           | Sí   | NULL           |                |
| 5  | <b>cedPro</b>      | varchar(30)  | latin1_swedish_ci |           | Sí   | NULL           |                |
| 6  | <b>dom</b>         | varchar(150) | latin1_swedish_ci |           | Sí   | NULL           |                |
| 7  | <b>tel</b>         | varchar(13)  | latin1_swedish_ci |           | Sí   | NULL           |                |
| 8  | <b>idUsuario</b>   | int(10)      |                   |           | No   | Ninguna        | AUTO_INCREMENT |
| 9  | <b>Usuario</b>     | varchar(20)  | latin1_swedish_ci |           | No   | Ninguna        |                |
| 10 | <b>Password</b>    | varchar(20)  | latin1_swedish_ci |           | No   | Ninguna        |                |
| 11 | <b>tipoUsuario</b> | int(11)      |                   |           | Sí   | NULL           |                |

| #                          | Columna       | Tipo         | Cotejamiento      | Atributos | Nulo | Predeterminado |
|----------------------------|---------------|--------------|-------------------|-----------|------|----------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <b>curp</b>   | varchar(25)  | latin1_swedish_ci |           | No   | Ninguna        |
| <input type="checkbox"/> 2 | <b>nombre</b> | varchar(12)  | latin1_swedish_ci |           | Sí   | NULL           |
| <input type="checkbox"/> 3 | <b>apPa</b>   | varchar(15)  | latin1_swedish_ci |           | Sí   | NULL           |
| <input type="checkbox"/> 4 | <b>apMa</b>   | varchar(15)  | latin1_swedish_ci |           | Sí   | NULL           |
| <input type="checkbox"/> 5 | <b>edad</b>   | varchar(5)   | latin1_swedish_ci |           | Sí   | NULL           |
| <input type="checkbox"/> 6 | <b>sexo</b>   | varchar(2)   | latin1_swedish_ci |           | Sí   | NULL           |
| <input type="checkbox"/> 7 | <b>dom</b>    | varchar(150) | latin1_swedish_ci |           | Sí   | NULL           |
| <input type="checkbox"/> 8 | <b>tel</b>    | varchar(13)  | latin1_swedish_ci |           | Sí   | NULL           |

**Ilustración 25. Base de Datos paciente y médico.**

| Tabla                                    | Acción  | Filas      | Tipo          | Cotejamiento             | Tamaño          | Residuo a depurar |
|--|---|------------|---------------|--------------------------|-----------------|-------------------|
| <input type="checkbox"/> <b>antfam</b>   | Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar | 23         | InnoDB        | latin1_swedish_ci        | 16.0 KB         | -                 |
| <input type="checkbox"/> <b>estudios</b> | Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar | 23         | InnoDB        | latin1_swedish_ci        | 16.0 KB         | -                 |
| <input type="checkbox"/> <b>hisaes</b>   | Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar | 23         | InnoDB        | latin1_swedish_ci        | 64.0 KB         | -                 |
| <input type="checkbox"/> <b>hisclin</b>  | Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar | 23         | InnoDB        | latin1_swedish_ci        | 32.0 KB         | -                 |
| <input type="checkbox"/> <b>sintomas</b> | Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar | 23         | InnoDB        | latin1_swedish_ci        | 16.0 KB         | -                 |
| <b>5 tablas</b>                          | <b>Número de filas</b>                              | <b>115</b> | <b>InnoDB</b> | <b>latin1_swedish_ci</b> | <b>144.0 KB</b> | <b>0 B</b>        |

**Ilustración 26. Base de Datos conocimiento.**

# *CAPÍTULO 5*

## PRUEBAS Y RESULTADOS

## V. Pruebas y resultados

Para las pruebas la base de conocimiento cuenta con 21 ejemplos, es decir, pacientes ya clasificados en alguna de las clases que para el médico es la estratificación del riesgo en alto, medio y bajo.

El método usado para evaluar la eficiencia en el sistema es el de restitución obteniendo los siguientes resultados los cuales se muestran en la Tabla 22. Matriz de confusión. Obteniendo una eficiencia de 100% sobre la diagonal principal.

| EDAD | SEXO | ANTECEDENTES |     |       |         |            |          | DOLOR    |             |            |          |                  |          | DISNEA   |  |
|------|------|--------------|-----|-------|---------|------------|----------|----------|-------------|------------|----------|------------------|----------|----------|--|
|      |      | DM           | HAS | TABAQ | FAM IAM | IAM PREVIO | TIPO     | DURACIÓN | IRRADIACIÓN | INTENSIDAD | INICIO   | FACT ACOMPAÑANTE | DURACIÓN | INICIO   |  |
| 65   | M    | S            | S   | S     | S       | S          | OPRESIVO | 1HR      | MANDIBULA   | 8          | REPOSO   | DISNEA           | 1HR      | REPOSO   |  |
| 70   | M    | N            | S   | N     | N       | S          | OPRESIVO | 30MIN    | BRAZO       | 10         | ESFUERZO | PALPITACIONES    | 30MIN    | REPOSO   |  |
| 55   | M    | S            | N   | S     | S       | N          | OPRESIVO | 30 MIN   | HOMBROS     | 9          | ESFUERZO | ANGUSTIA         | 30MIN    | ESFUERZO |  |
| 40   | M    | S            | S   | S     | N       | N          | OPRESIVO | 1HR      | NO          | 7          | REPOSO   | NO               | 1HR      | REPOSO   |  |
| 60   | M    | N            | S   | N     | S       | N          |          |          |             |            |          |                  | 10MIN    | REPOSO   |  |
| 56   | M    | N            | N   | S     | S       | N          | PUNZANTE | 10MIN    | MANDIBULA   | 10         | REPOSO   | POSICIÓN         | 20MIN    | ESFUERZO |  |
| 45   | M    | N            | N   | N     | N       | N          | OPRESIVO | 20MIN    | BRAZO       | 7          | ESFUERZO | ANGUSTIA         | 10MIN    | REPOSO   |  |
| 60   | M    | N            | N   | S     | N       | N          | OPRESIVO | 3HRS     | BRAZO       | 8          | ESFUERZO | NO               | 3HRS     |          |  |
| 35   | M    | N            | N   | N     | S       | N          | PUNZANTE | 3HRS     | HOMBROS     | 7          | REPOSO   | POSICIÓN         | 24HRS    | ESFUERZO |  |
| 30   | M    | N            | N   | N     | N       | N          | URENTE   | 24HRS    | EPIGASTRIO  | 4          | REPOSO   | COMIDA           | 24HRS    |          |  |
| 20   | M    | N            | N   | N     | N       | N          |          |          |             |            |          |                  | 3HRS     |          |  |
| 65   | F    | S            | S   | S     | S       | S          | OPRESIVO | 1HR      | MANDIBULA   | 8          | REPOSO   | DISNEA           | 1HR      | REPOSO   |  |
| 60   | F    | N            | S   | N     | N       | S          | OPRESIVO | 30MIN    | BRAZO       | 10         | ESFUERZO | PALPITACIONES    | 30MIN    | REPOSO   |  |
| 55   | F    | S            | N   | S     | S       | N          | OPRESIVO | 30 MIN   | HOMBROS     | 9          | ESFUERZO | ANGUSTIA         | 20MIN    | ESFUERZO |  |
| 70   | F    | S            | S   | S     | N       | N          | OPRESIVO | 1HR      | NO          | 7          | REPOSO   | NO               | 1HR      | REPOSO   |  |
| 50   | F    | N            | S   | N     | S       | N          |          |          |             |            |          |                  | 10MIN    | REPOSO   |  |
| 45   | F    | N            | N   | S     | S       | N          | PUNZANTE | 10MIN    | NO          | 10         | REPOSO   | POSICIÓN         | 20MIN    | ESFUERZO |  |
| 80   | F    | N            | N   | N     | N       | N          | OPRESIVO | 20MIN    | BRAZO       | 7          | ESFUERZO | ANGUSTIA         | 10MIN    | REPOSO   |  |
| 35   | F    | N            | N   | S     | N       | N          | OPRESIVO | 2HRS     | BRAZO       | 8          | ESFUERZO | POSICIÓN         | 3HRS     |          |  |
| 40   | F    | N            | N   | N     | S       | N          | PUNZANTE | 3HRS     | HOMBROS     | 7          | REPOSO   | NO               | 24H      | ESFUERZO |  |
| 60   | F    | N            | N   | N     | N       | N          | URENTE   | 12hrs    | EPIGASTRIO  | 4          | REPOSO   | COMIDA           | 3HRS     |          |  |

Ilustración 27. Base de conocimientos parte 1.

| DIAFORESIS |          |          | EXAMEN FISICO |            |     |        | ELECTROCARDIOGRAMA |      | ENZIMAS |       | NIVEL DE RIESGO |
|------------|----------|----------|---------------|------------|-----|--------|--------------------|------|---------|-------|-----------------|
| EXISTE     | DURACIÓN | INICIO   | GALOPE        | ESTERTORES | EDE | TA     | TIPO DE ST         | CKMB | TNI     |       |                 |
| S          | 1HR      | REPOSO   | S             | S          | S   | 120/80 | ELEVADO            | 20   | 10      | ALTO  |                 |
| N          |          |          | S             | S          | N   | 160/90 | DEPRIMIDO          | 16   | 5       | ALTO  |                 |
| S          | 10 MIN   | ESFUERZO | S             | N          | N   | 100/50 | ELEVADO            | 4    | 8       | ALTO  |                 |
| S          | 30MI     | REPOSO   | N             | S          | S   | 80/30  | DEPRIMIDO          | 4    | 0.5     | ALTO  |                 |
| n          |          |          | n             | s          | s   | 170/90 | ELEVADO            | 6    | 0       | MEDIO |                 |
| s          | 1hr      | ESFUERZO | s             | s          | n   | 90/50  | DEPRIMIDO          | 2    | 4       | MEDIO |                 |
| s          | 30 min   | REPOSO   | s             | n          | n   | 120/80 | ELEVADO            | 12   | 6       | MEDIO |                 |
| S          | 10MIN    | ESFUERZO | N             | N          | N   | 110/50 | NO                 | 3    | 0       | BAJO  |                 |
| N          |          |          | N             | N          | N   | 120/80 | ELEVADO            | 4    | 0.05    | BAJO  |                 |
| N          |          |          | N             | N          | N   | 120/80 | NO                 | 2    | 0.05    | BAJO  |                 |
| N          |          |          | N             | N          | N   | 120/80 | NO                 | 4    | 0.05    | BAJO  |                 |
| S          | 1HR      | REPOSO   | S             | S          | S   | 120/80 | ELEVADO            | 16   | 12      | ALTO  |                 |
| N          |          |          | S             | S          | N   | 160/90 | DEPRIMIDO          | 10   | 7       | ALTO  |                 |
| S          | 10 MIN   | ESFUERZO | S             | N          | N   | 100/50 | ELEVADO            | 4    | 10      | ALTO  |                 |
| S          | 30MI     | REPOSO   | N             | S          | S   | 80/30  | DEPRIMIDO          | 10   | 0.5     | ALTO  |                 |
| n          |          |          | n             | s          | s   | 170/90 | ELEVADO            | 20   | 0       | MEDIO |                 |
| s          | 1hr      | ESFUERZO | s             | s          | n   | 90/50  | DEPRIMIDO          | 2    | 4       | MEDIO |                 |
| s          | 30 min   | REPOSO   | s             | n          | n   | 120/80 | ELEVADO            | 12   | 1       | MEDIO |                 |
| S          | 10MIN    | ESFUERZO | N             | N          | N   | 110/50 | NO                 | 3    | 0.05    | BAJO  |                 |
| N          |          |          | N             | N          | N   | 120/80 | ELEVADO            | 4    | 0.05    | BAJO  |                 |
| N          |          |          | N             | N          | N   | 120/80 | NO                 | 4    | 0       | BAJO  |                 |

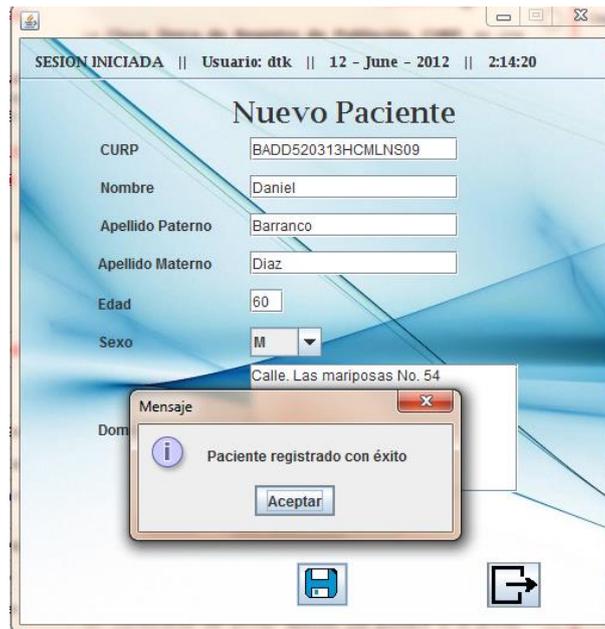
Ilustración 28. Base de conocimientos parte 2.

Los datos mostrados en la Ilustración 27. Base de conocimientos parte 1. e Ilustración 28. Base de conocimientos parte 2. fueron proporcionadas por el especialista en cardiología del hospital ABC Dr. Víctor Ocaña.

|       | ALTO | MEDIO | BAJO |
|-------|------|-------|------|
| ALTO  | 100% | 0%    | 0%   |
| MEDIO | 0%   | 100%  | 0%   |
| BAJO  | 0%   | 0%    | 100% |

**Tabla 22. Matriz de confusión.**

Iniciamos las pruebas capturando en el sistema los datos del paciente:



**Ilustración 29. Datos generales del paciente.**

Llenamos el historial clínico con los datos correspondientes al paciente.



**Ilustración 30. Cuestionario del apartado de Dolor.**



Ilustración 31. Cuestionario del apartado de Diaforesis.

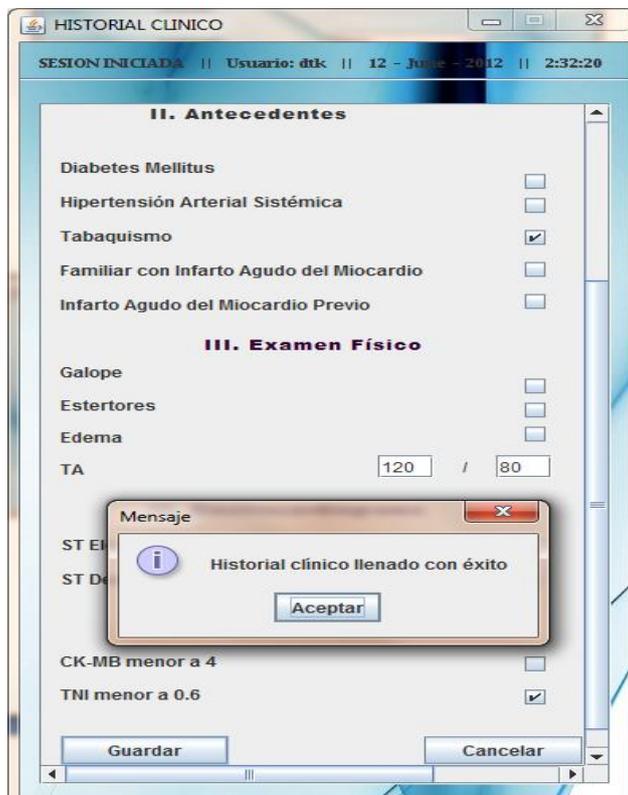
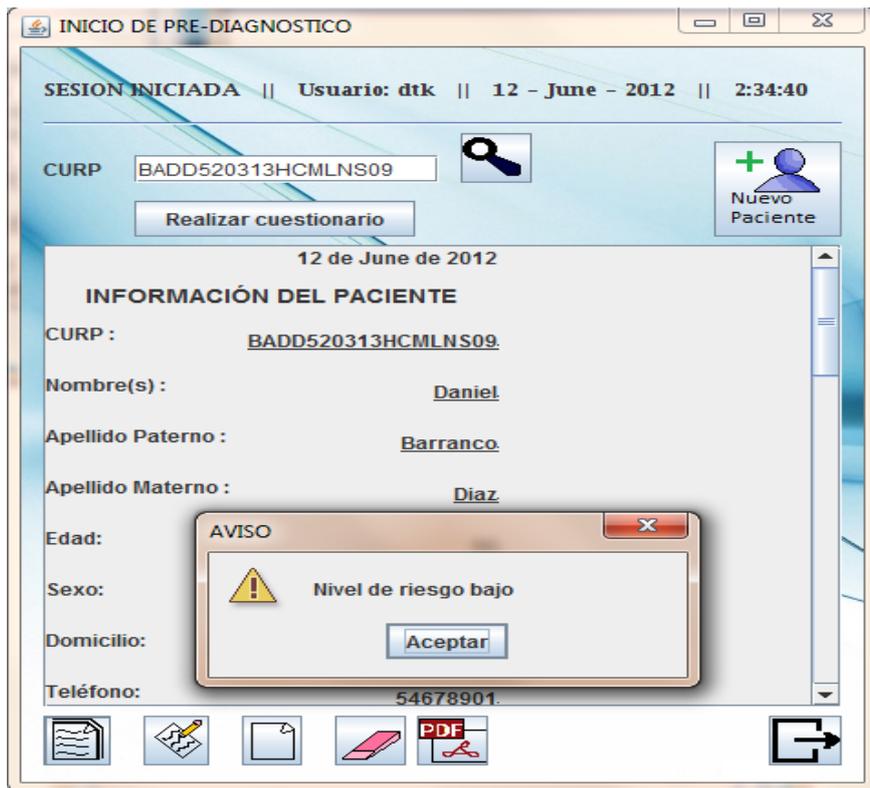


Ilustración 32. Historial clínico completado con éxito.

Una vez completado el cuestionario con éxito iniciamos el pre-diagnóstico obteniendo como salida la estratificación del riesgo correspondiente al paciente ingresado (Ilustración 33. Obtención de la estratificación del riesgo.).



**Ilustración 33. Obtención de la estratificación del riesgo.**

El procedimiento anterior se realizo exactamente igual para todas las muestras.

## *CAPÍTULO 6*

### CONCLUSIONES Y TRABAJOS A FUTURO

## VI. Conclusiones

Los algoritmos de aprendizaje intuitivo son realmente útiles para la minería de datos y así poder clasificar de manera eficaz aun teniendo clases con un gran número de atributos.

Una de los módulos que mayor importancia tienen al realizar sistemas expertos es determinar claramente los atributos, sus características las clases en las que se clasificarán.

Las redes neuronales artificiales también son útiles para éste tipo de sistemas, el motivo por el cual no fueron usadas se debió a que en el análisis tanto de los datos como del tipo de algoritmos nos percatamos de que la información cumplía con todas las condiciones para poder usar el algoritmos de árboles de decisión. La información cuenta con las siguientes características:

- Conocemos el número y el tipo de clases (alto, medio y bajo).
- Los atributos tienen valores discretos.
- Es un sistema supervisado.
- El número de clases y atributos no cambian con el transcurso del entrenamiento.
- Conocemos la cantidad de atributos.
- Un árbol de decisión puede trabajar con falta de información, es decir el valor de cierto atributo se desconoce.

Aunado a lo anterior, el árbol de decisión basado en el algoritmo ID3 no necesita tiempo de entrenamiento lo cual nos ayudo bastante ya que la información médica, es decir, los ejemplos de la base de conocimientos retrasó un poco la elaboración del sistema.

Sin embargo, aunque para la elaboración de SIPCA se optó por utilizar árboles de decisión como clasificador obteniendo resultados favorable, sabemos que no es el único algoritmo para poder realizar éste tipo de sistemas, ya que las RNA también son bastante factibles, lo único que se debe tomar en cuenta seriamente es el tipo y tiempo de entrenamiento que éstas conllevan

## VII. Trabajos a futuro

Realizar una aplicación para dispositivos móviles.

Basándose en la base de conocimiento, aplicar otro algoritmo y comparar los resultados.

Podar el árbol de decisión y comparar los tiempos de respuesta entre SIPCA y el nuevo trabajo.

Añadir otro algoritmo al ID3, como lo pueden ser las redes neuronales artificiales o los algoritmos genéticos, para así obtener una salida más exacta a la realidad y así aumentar la veracidad y eficacia del sistema.

## VIII. Referencias

### Páginas web

- [16] <http://ccc.inaoep.mx/~esucar/Clases-MetIA/MetIA-14.pdf>
- [18] <http://www.it.uc3m.es/jvillena/irc/practicas/03-04/21.pres.pdf>
- [3] <http://salud.discapnet.es/Castellano/Salud/Enciclopedia/C/Paginas/Cardiopatía%20isquemica.aspx>
- [5] <http://www.who.int/es/>
- [7] <http://www.meddics.com/apuntes-y-resumenes/medicina/cardiopatía-isquemica.html>
- [8] <http://www.medigraphic.com/pdfs/archi/ac-2007/ac071e.pdf>
- [10] <http://medicinactual.obolog.com/inteligencia-artificial-medicina-237116>
- [11] [http://personales.unican.es/gutierjm/docs/trans\\_ai.pdf](http://personales.unican.es/gutierjm/docs/trans_ai.pdf)
- [12] <http://www.gsi.dit.upm.es/~anto/tesis/html/stateart.html>

### Revistas y Documentos

- [14] Anilu Franco-Arcega, J. Ariel Carrasco-Ochoa, Guillermo Sánchez-Díaz, J. Francisco Martínez-Trinidad “Árboles de Decisión para Grandes Conjuntos de Datos”. Reporte Técnico No. CCC-08-001 13 de Febrero de 2008. P 3
- [2] Barrientos Martínez Rocío Erandi, Nicandro Cruz Ramírez, Héctor Gabriel Acosta Mesa, Ivonne Rabatte Suárez, María del Carmen Gogeochea Trejo, Patricia Pavón León, Sobeida L. Blázquez Morales. “Árboles de decisión como herramienta en el diagnóstico médico”.
- [13] Botía Blaya, Juan A. “Árboles de decisión (Primera parte)”. Departamento de Ingeniería de la Información y las Comunicaciones Universidad de Murcia.
- [1] Crawford Michel. M. “Diagnostico y tratamiento en cardiología”. Editorial: Manual moderno. Capitulo 1 Pp. 1-17
- [4] Espino Vela Jorge. “Introducción a la cardiología.” Editorial: el manual moderno, S.A de C.V, decimo tercera edición. P 23.
- [9] Martínez Ríos, Marco Antonio. “Cateterismo cardiaco, diagnóstico y tratamiento de la cardiopatía”. Editorial Trilles, Capitulo 10, pág. 273.
- [6] Gispert Carlos. “Diccionario de Medicina océano Mosby”. Océano 2002. Pág. 214
- [15] J.R. Quinlan. “Induction of Decision Trees”. Pág. 81-106.
- [17] Solarte Martínez Guillermo Roberto, Soto Mejía José A. “ Árboles de decisiones en el diagnóstico de enfermedades cardiovasculares”.