



Universidad de las Ciencias Informáticas



**SISTEMA PARA LA AYUDA A LA TOMA DE DECISIONES EN EL
DIAGNÓSTICO, CONTROL Y TRATAMIENTO DE LOS PACIENTES CON
HIPERTENSIÓN ARTERIAL.**

Módulos de Evaluación Clínica y Tratamiento No Farmacológico.

**TRABAJO DE DIPLOMA PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO EN
INFORMÁTICA**

Autores: Alfredo Morales Oliva
Ernesto Medina Delgado

Tutores: Ms.C Eugenia Muñiz Lodos
Dr.C Pedro Piñero Pérez

**Ciudad de la Habana
Mayo 2006**

La máxima obra expuesta al ser humano, es la de
forjarse un destino.
-Alejo Carpentier-

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de las Ciencias Informáticas, el ICID y el hospital Hermanos Ameijeiras por depositar su confianza en nosotros para la realización de este trabajo.

A nuestra tutora, la Ms.C Eugenia Muñiz Lodos, por habernos transmitido lo mejor de su experiencia y por darnos la oportunidad de contar siempre con su apoyo.

Al Dr. Germinal Álvarez, por todo su aporte desde el punto de vista médico.

A Ray y Rene: sin Uds., HERMANOS, no lo hubiéramos logrado. De todo corazón gracias.

A Yelaine: Porque aprendimos español juntos a pesar de que al final, todo decía lo mismo.

A Adis: Tú sabes que este trabajo tiene parte de ti.

A las dos “cosis” por habernos aguantado tanto tiempo en esta batalla. Si estamos aquí hoy, es en gran parte a todo su apoyo y cariño. ¡Estamos en deuda con Uds.!

A nuestros padres y hermanos por confiar en nosotros. Esto es solo una muestra de que no los defraudaremos.

A todos los que de una forma u otra nos han brindado su ayuda en los momentos difíciles: los Sherpas, Landrian, nuestros compañeros de aula, los buenos amigos de R&N, en fin a todos gracias también.

¿Ya? ¿Falta alguien?

Ahhhhh claro, ppp, ¿bueno, qué decir de este hermano, padre, abuelo, guía profesional y personal y principal autor de cada uno de nuestros resultados? Creo que tengo una respuesta: “Hay hombres que luchan un día y son buenos; hay otros que luchan un año y son mejores; hay otros que luchan muchos años y son muy buenos. Pero están los que luchan toda la vida y esos son imprescindibles.”

Con todo el respeto y la admiración del mundo, gracias a todos de corazón, le piden estos hermanos.

Autores.

A nuestros familiares.

RESUMEN

La hipertensión arterial es la más común de las condiciones que afectan la salud de los individuos y las poblaciones en todas las partes del mundo. Esta enfermedad es también un factor de riesgo importante en las enfermedades cerebrovasculares y cardiovasculares, las cuales tienen una alta prevalencia a nivel mundial y son la tercera y primera causa de muerte en nuestro país respectivamente.

En este trabajo se presenta HyperWeb _{v1.0}, que es un sistema para la ayuda a la toma de decisiones en el diagnóstico, control y tratamiento no farmacológico de pacientes que padecen de hipertensión arterial. Tiene como antecedente al sistema HIPERTENCID desarrollado sobre el ambiente MS-DOS; HyperWeb _{v1.0}, sin embargo, ha sido implementado sobre tecnología Web, mejorando la interfaz de usuario e incluyendo el conocimiento más actualizado en el tema de la hipertensión recogido en el Séptimo Reporte del Joint National Comité, la Guía Cubana para el Tratamiento de la Hipertensión Arterial del año 2004 y el conocimiento de los especialistas más reconocidos en nuestro país. En este trabajo se desarrollan los módulos de ayuda a la toma de decisiones para la evaluación clínica e indicación y control del tratamiento no farmacológico de los pacientes hipertensos, así como, un módulo orientado a mejorar el estilo de vida de la población. La flexibilidad y escalabilidad de este sistema se basa en la utilización de varios ficheros de configuración con formato XML y la aplicación de técnicas de inteligencia artificial.

INTRODUCCIÓN.....	1
1 FUNDAMENTACIÓN DEL TEMA.....	6
1.1 Introducción.....	6
1.2 La Hipertensión Arterial.....	6
1.2.1 Medición de la Tensión Arterial.....	7
1.2.2 Clasificación de la HTA.....	8
1.3 Evaluación Clínica del paciente.....	9
1.4 Tratamiento no farmacológico.....	10
1.4.1 Control del peso corporal.....	11
1.4.2 Incremento de la actividad física.....	12
1.4.3 Eliminación o disminución a niveles no dañinos de la ingestión de alcohol.....	12
1.4.4 Reducir la ingesta de sal.....	13
1.4.5 Recomendaciones Dietéticas.....	13
1.4.6 Eliminación del hábito de fumar.....	13
1.4.7 Ejercicios de relajación mental.....	14
1.5 Descripción actual de los procesos del negocio vinculados al campo de acción.....	14
1.6 Sistema automatizado existente vinculado al campo de acción: HIPERMAX.....	17
1.7 Análisis comparativo de otras soluciones existentes.....	18
1.7.1 Proyecto HIPERTENCID.....	18
1.7.2 Proyección del Centro de Desarrollo Electrónico hacia la Comunidad.....	18
1.7.3 Modelo con RNA para Diagnosticar Hipertensión Arterial.....	19
1.7.4 Otros modelos.....	19
1.8 Información que se maneja.....	20
1.9 Propuesta de solución: HyperWeb v1.0.....	21
1.10 Objetivos propuestos.....	22
1.10.1 Objetivo General.....	22
1.10.2 Objetivos Especificos.....	22
1.11 Conclusiones.....	23
2 TENDENCIAS, TECNOLOGÍAS Y METODOLOGÍAS ACTUALES A CONSIDERAR.....	24
2.1 Introducción.....	24
2.2 Tecnologías.....	24
2.2.1 Las aplicaciones Web.....	24
2.2.2 Lenguajes de Programación para la Web.....	25
2.3 Herramientas.....	34
2.3.1 Servidores Web.....	34
2.3.2 Sistemas de Gestión de Bases de Datos.....	36
2.3.3 Selección del sistema de gestión de contenido: ASP Portal Starter Kit 1.1.....	39
2.4 Metodologías de Software.....	41
2.4.1 Programación Extrema.....	42
2.4.2 Proceso Unificado de Desarrollo de software.....	43
2.4.3 Selección de la metodología a utilizar: RUP.....	45
2.5 Técnicas de Inteligencia Artificial.....	46
2.5.1 Sistemas basados en el Conocimiento.....	46
2.5.2 Selección para este sistema: SBR.....	50
2.6 Conclusiones.....	51
3 DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA.....	53

3.1	Introducción.....	53
3.2	Modelación del negocio.....	53
3.2.1	Actores del negocio.....	54
3.2.2	Trabajadores del negocio.....	54
3.2.3	Diagrama de casos de uso del negocio.....	54
3.2.4	Realización de casos de uso del negocio.....	56
3.3	Modelo de objetos del negocio.....	60
3.4	Especificación de los requisitos de software.....	61
3.5	Requisitos funcionales.....	62
3.6	Requisitos no funcionales.....	64
3.7	Descripción del sistema propuesto.....	67
3.8	Modelo de casos de uso del sistema.....	67
3.8.1	Definición de actores.....	68
3.8.2	Diagrama de casos de uso.....	69
3.8.3	Descripción de casos de uso.....	70
3.9	Conclusiones.....	81
4	CONSTRUCCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA.....	82
4.1	Introducción.....	82
4.2	Arquitectura para el desarrollo del proyecto.....	82
4.3	Modelo de análisis.....	84
4.3.1	Modelo de clases del diseño.....	85
4.4	Diseño del proceso de diagnóstico médico.....	85
4.4.1	Reglas en la base de conocimientos.....	85
4.4.2	Máquina de inferencia.....	86
4.5	Diagramas de interacción.....	87
4.6	Diagrama de clases Web.....	87
4.7	Diseño de la base de datos.....	88
4.8	Principios de Diseño.....	88
4.8.1	Estándares en la interfaz de la aplicación.....	89
4.8.2	Tratamiento de Excepciones.....	90
4.8.3	Seguridad.....	91
4.8.4	Concepción General de la Ayuda.....	91
4.9	Diagrama de despliegue.....	92
4.10	Diagrama de componentes.....	92
4.11	Modelo de prueba.....	93
4.12	Conclusiones.....	94
	CONCLUSIONES GENERALES.....	95
	RECOMENDACIONES.....	96
	BIBLIOGRAFÍA.....	97
	ANEXOS.....	101
	GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	168

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1 Clasificación de la Tensión Arterial según VII Reporte del JNC del 2003.....	8
Tabla 3-1 Actor del negocio	54
Tabla 3-2 Trabajador del negocio	54
Tabla 3-3 Actores del sistema.....	68
Tabla 4-1 Distribución de los casos de uso del sistema	84
Tabla 4-2 Ejemplos de tipos de pruebas de rutina.	86
Tabla 0-1 Pruebas de rutina.....	103
Tabla 0-2 Pruebas adicionales.....	106
Tabla 0-3 Niveles de ejercicios físicos	107
Tabla 0-4 Datos de la HC.....	112
Tabla 0-5 Indicación de la dieta.	112
Tabla 0-6 Constantes para el cálculo de PCI.....	127

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 Algoritmo para el proceso de consultas de seguimiento.....	15
Figura 3-1 Diagrama de casos de uso del negocio	55
Figura 3-2 Modelo de Objetos del Negocio.....	61
Figura 3-3 Diagrama de casos de uso del sistema.....	69
Figura 4-1 Diagrama de paquetes del análisis.....	84
Figura 4-4 Estructura de las Páginas Web.	90
Figura 4-5 Diagrama de Despliegue.	92
Figura 4-6 DC: Modelo general.	93
Figura 0-1 Diagrama de Actividades: Evaluar Clínicamente la HTA	113
Figura 0-2 Diagrama de Actividades: Evaluar Pruebas de Rutina.....	114
Figura 0-3 Diagrama de Actividades: Evaluar Pruebas Adicionales.....	115
Figura 0-4 Diagrama de Actividades: Indicar Tratamiento No Farmacológico.	116
Figura 0-5 Diagrama de Actividades: Analizar la Evolución del Tratamiento.	117
Figura 0-6 Diagrama de Actividades: Evaluar Tratamiento No Farmacológico.....	118
Figura 0-7 Diagrama de colaboración CU 7 Confeccionar dieta.	119
Figura 0-8 Diagrama de colaboración CU 9 Indicar Tratamiento No farmacológico.	119
Figura 0-9 Diagrama de colaboración CU 10 Evaluar Tratamiento No Farmacológico.	120
Figura 0-10 Diagrama de colaboración CU 11 Incluir Paciente.....	121
Figura 0-11 Diagrama de colaboración CU 12 Buscar Paciente.....	122
Figura 0-12 Diagrama de colaboración CU 13 Clasificar HTA.	123
Figura 0-13 Diagrama de colaboración CU 14-15 Analizar resultados de las Pruebas.	123
Figura 0-14 Diagrama de colaboración CU 16 Atender Paciente.....	124
Figura 0-15 Subsistema de Medidas no farmacológicas para el usuario (Ciclo 1).....	131
Figura 0-16 Subsistema de Medidas no farmacológicas para el usuario (Ciclo 2).....	132
Figura 0-17 Subsistema de Evaluación clínica (Ciclo 1).....	132
Figura 0-18 Subsistema de Evaluación clínica (Ciclo 2).....	133
Figura 0-19 Subsistema de Tratamiento no farmacológico para el médico.	133
Figura 0-20 Obtener Plan de Ejercicios Físicos.....	134
Figura 0-21 Obtener recomendaciones dietéticas.....	134
Figura 0-22 Conocer si sobrepeso.....	135
Figura 0-23 Obtener dieta preconfeccionada.....	135
Figura 0-24 Confeccionar dieta.....	136
Figura 0-25 Obtener autorrelajación.....	137
Figura 0-26 Calcular probabilidad de Cardiopatía.....	137
Figura 0-27 Conocer factores de riesgo de HTA.....	138
Figura 0-28 Clasificar HTA.....	139
Figura 0-29 Incluir Paciente Parte 1.....	140
Figura 0-30 Incluir Paciente Parte 2.....	141
Figura 0-31 Incluir Paciente Parte 3.....	142
Figura 0-32 Buscar Paciente.....	143
Figura 0-33 Evaluar resultados de Pruebas de Rutina y Adicionales.....	144
Figura 0-34 Atender Paciente.....	145
Figura 0-35 Indicar Tratamiento No Farmacológico.....	146
Figura 0-36 Evaluar Tratamiento No Farmacológico.....	147
Figura 0-37 Modelo Entidad Relación. Parte 1.....	148
Figura 0-38 Modelo Entidad Relación. Parte 2.....	149
Figura 0-39 DC: Subsistema de Usuario	150

Figura 0-40 DC: Subsistema Incluir Paciente	151
Figura 0-41 DC: Subsistema Evaluar Pruebas	152
Figura 0-42 DC: Subsistema Tratamiento del Médico	153
Figura 0-43 DC: Subsistema Control	154
Figura 0-44 DC: Subsistema Datos	154

ÍNDICE DE CASOS DE USO

CU 1 Obtener plan de ejercicios físicos.....	70
CU 2 Obtener recomendaciones dietéticas.....	70
CU 3 Conocer si sobrepeso.....	71
CU 4 Obtener dieta preconfeccionada.....	71
CU 5 Obtener autorrelajación.....	72
CU 6 Calcular probabilidad de Cardiopatía Isquémica.....	72
CU 7 Confeccionar dieta.....	73
CU 8 Conocer factores de riesgo de HTA.....	73
CU 9 Indicar Tratamiento No Farmacológico.....	74
CU 10 Evaluar Tratamiento No Farmacológico.....	75
CU 11 Incluir Paciente.....	76
CU 12 Buscar Paciente.....	77
CU 13 Clasificar HTA.....	78
CU 14 Evaluar resultados de Pruebas de Rutina.....	78
CU 15 Evaluar resultados de Pruebas Adicionales.....	79
CU 16 Atender Paciente.....	80

INTRODUCCIÓN

La hipertensión arterial (HTA) es la más común de las condiciones que afectan la salud de los individuos y las poblaciones en todas las partes del mundo, atendiendo a múltiples factores de índole económicos, sociales, culturales, ambientales y étnicos. Representa por sí misma una enfermedad, como también un factor de riesgo importante para otras enfermedades, fundamentalmente para la Cardiopatía Isquémica, Insuficiencia Cardíaca, Enfermedad Cerebro Vascular (ECV), Insuficiencia Renal y contribuye significativamente a la Retinopatía. Su prevalencia ha estado en aumento, asociada fundamentalmente a patrones alimentarios inadecuados, disminución de la actividad física y otros aspectos conductuales relacionados con hábitos tóxicos [1].

En América, la HTA es el diagnóstico primario más frecuente, la cifra se eleva a 35 millones de visitas en consulta como diagnóstico primario. Las actuales tasas de control (Tensión Arterial Sistólica (TAS) menor que 140 mmHg y Tensión Arterial Diastólica (TAD) menor que 90 mmHg), aunque mejoradas, están todavía demasiado por debajo de los objetivos del 50% de Salud Poblacional para el 2010; y aproximadamente el 30% de los individuos desconocen todavía ser hipertensos.

En la mayoría de los pacientes, el control de la TAS, que es un factor de riesgo de ECV más importante que la TAD, excepto en los pacientes menores de 50 años y afecta mucho más frecuentemente a personas ancianas, ha sido considerablemente más difícil que el control diastólico. Sobre el control efectivo de la Tensión Arterial (TA), recientes ensayos clínicos han demostrado que se puede conseguir en la mayoría de los pacientes hipertensos, pero la mayoría precisará dos o más fármacos antihipertensivos. Los fallos de los médicos cuando aconsejan sobre estilos de vida y el uso inadecuado tanto de las dosis de antihipertensivos, como de combinaciones de fármacos, puede contribuir a una menor efectividad en el control de la TA. [1] Todo esto se pone de manifiesto ya que el tratamiento de la HTA puede resultar en muchos casos un proceso complejo, que requiere de la asistencia de un equipo multidisciplinario donde se incluyen especialistas en diversas ramas de la salud y donde se pueden llegar a evaluar hasta 350 variables para lograr que este sea realmente efectivo. También los criterios médicos relacionados con el tratamiento hipertensivo son cambiados y actualizados periódicamente a nivel mundial, con el objetivo de optimizar los resultados obtenidos, lo que implica una preparación constante por parte del personal médico relacionado con la rama para poder aplicar el tratamiento de forma correcta. Esto afecta de manera directa la toma de decisiones por parte de los médicos tanto especialistas como de la Atención Primaria a la Salud (APS) lo que repercute en el tratamiento al paciente y en su evolución positiva. Por otra parte, resulta importante incidir en la prevención de la HTA

como medida más importante, universal y menos costosa lo cual actualmente debe constituir una tarea priorizada de las instituciones de salud, la población y los gobiernos, sin embargo, las soluciones existentes hasta ahora resultan aún insuficientes [1].

Por tanto, la **situación problemática** que se presenta es la no existencia de aplicaciones informáticas actualizadas que ayuden a mejorar la toma de decisiones en los procesos de evaluación clínica e indicación y control del tratamiento no farmacológico, lo cual está afectando el tratamiento efectivo de la HTA y la evolución positiva de los pacientes.

Con el objetivo de dar respuesta a esta problemática, se procede en este trabajo a la tarea de desarrollar la propuesta de sistema HyperWeb v1.0; el cual recoge el conocimiento más actualizado sobre el tema, registrado en documentos de gran relevancia a nivel mundial como es el Séptimo Reporte del Joint National Committee (JNC-7), la Guía Cubana para el Tratamiento de la Hipertensión Arterial del año 2004, así como de la experiencia de trabajo de los mejores especialistas en HTA en nuestro país. Con esta propuesta pretendemos posibilitar que la población pueda mejorar el estilo de vida, además de brindar una herramienta para la ayuda a la toma de decisiones en el diagnóstico, tratamiento y control de pacientes hipertensos.

Esta solución que se propone desarrollar tiene como **antecedente** al HIPERTENCID v1.0, sistema experto realizado por un grupo de investigadores pertenecientes al Instituto Central de Investigaciones Digitales (ICID) en conjunto con especialistas del Hospital Hermanos Ameijeiras, el cual comenzó su explotación en el año 1994. Este software de efectividad probada permitía el diagnóstico, control, tratamiento y seguimiento de los pacientes hipertensos, integrando tanto el tratamiento farmacológico como el no farmacológico y emitiendo respuestas óptimas de acuerdo con las características particulares del paciente [2]. Sin embargo HIPERTENCID, a pesar de su comprobado éxito durante su uso en la Clínica Cira García y el Hospital Hermanos Ameijeiras, así como su exportación mundial de una versión personal, lo que prolongó su utilización por diez años más después de vencida su licencia médica en 1999, fue programado en Borland C++ 3.1 con CodeBase 4.5 como paquete para el trabajo con Bases de Datos tipo dBase III y operaba sobre un ambiente MS-DOS. Esto unido a que fue realizado tomando la experiencia de los mejores especialistas de Cuba en hipertensión arterial acumulada hasta 1994 y que nuevas formas de tratar la enfermedad han surgido hasta la actualidad, hacía necesario una revisión de las últimas tendencias tanto en la producción de software como del tratamiento hipertensivo a nivel mundial y nacional, con el fin de proveer de una actualización importante al sistema, teniendo en cuenta dichos aspectos.

Además, la inclusión de las nuevas tecnologías en esta propuesta de solución, no solo mejorará la interfaz de trabajo y permitirá una extensión de uso del producto, sino que se le adicionarán nuevas funcionalidades y posibilidades de explotación al mismo.

El ambiente distribuido sobre el cual se construye este nuevo sistema, se basa en una plataforma Web, lo que facilitará la telemedicina [3], ampliándose el servicio tanto a nivel de intranets en hospitales, clínicas, etc., como a nivel internacional, siendo una alternativa de solución para muchos médicos no especialistas en el tema que necesiten tratar la HTA, incluyendo por supuesto, nuestros propios médicos que trabajan en misiones internacionalistas en otros países. También permitirá el acceso y uso simultáneo del sistema por varios usuarios, limitando el comportamiento individual según los roles definidos, con lo que se garantiza la privacidad de toda la información que es manejada.

Además, el uso de técnicas de Inteligencia Artificial, en particular un Sistema Basado en Reglas (SBR) para el diagnóstico, y el empleo de configuraciones dinámicas soportadas en ficheros con formato XML proporcionan un nivel superior de flexibilidad, alargando el tiempo de vida útil del producto y adecuándolo a las necesidades específicas de cada consumidor.

El **objeto de estudio** de este trabajo consiste en el conjunto de procesos involucrados en la evaluación clínica del paciente y el establecimiento, control periódico, modificación y seguimiento del tratamiento no farmacológico.

El **campo de acción** comprende al desarrollo de una herramienta que permita de forma efectiva el mejoramiento de los procesos de evaluación clínica y tratamiento no farmacológico desde su asignación, pasando por el control y seguimiento en paciente afectados por HTA.

La **hipótesis** que se plantea es que, si se desarrolla una herramienta actualizada para la evaluación clínica y el tratamiento, control y seguimiento de medidas no farmacológicas en pacientes con hipertensión arterial, que permita además, realizar un trabajo educativo a la población en general, entonces, se mejorará la toma de decisiones por parte de los médicos, así como el nivel de vida tanto de la población, como de los pacientes.

Para la realización de este trabajo se trazó como **objetivo general** el desarrollo de una aplicación Web actualizada que facilite el proceso de evaluación clínica y tratamiento no farmacológico a médicos no precisamente especialistas en HTA, sirviendo de herramienta de apoyo en la toma de decisiones y realizando un trabajo profiláctico en la población en el mejoramiento de los estilos de vida.

Para dar cumplimiento al objetivo general se han definido los siguientes **objetivos específicos**:

- El desarrollo de un módulo de evaluación clínica que permita la recopilación de los datos de la historia clínica, examen físico, la indicación de un conjunto de pruebas de rutina, la evaluación de las mismas y que arroje como resultado conclusiones sobre las patologías actuales que padece el paciente y que influyen en un tratamiento efectivo de la HTA. En caso de ser necesario debe sugerir la indicación de nuevas pruebas adicionales a partir del análisis de los resultados de las pruebas anteriores y que permitan refinar el diagnóstico.
- El desarrollo de un módulo de tratamiento no farmacológico que sugiera planes específicos, adecuados a las necesidades del paciente, donde se incluyen dietas hipocalóricas, ejercicios de autorrelajación, plan de ejercicios físicos y un conjunto de pruebas de control tales como sodio, potasio y colesterol. Todo esto con el objetivo de mantener un estricto seguimiento de la evolución del paciente y realizar las modificaciones al tratamiento cuando sean necesarias.
- La implementación de un módulo para el usuario del sistema. Con el objetivo de brindar recomendaciones que mejoren el estilo de vida a las personas que interactúen con la aplicación y donde se incluyan opciones como: conocer los factores de riesgo que presenta de sufrir HTA, calcular la probabilidad de padecer de Cardiopatía Isquémica, calcular si presenta sobrepeso y obtener una dieta adecuada según el cálculo, realizar ejercicios de autorrelajación, realizar una clasificación simple de HTA, entre otras.

Para el cumplimiento de los objetivos descritos anteriormente se propone el siguiente cronograma de tareas:

1. Realizar un estudio del estado del arte en el tratamiento de la HTA, en particular los procesos de evaluación clínica y de tratamiento no farmacológico, así como análisis del conjunto de aplicaciones existentes que den determinado nivel de solución a alguno de estos procesos o sus variantes.
2. Estudio de las diferentes tecnologías aplicables a los principios de construcción de esta aplicación y justificación de la selección realizada para dar solución al problema.
3. Estudio de algunas técnicas de inteligencia artificial y evaluación de su aplicación fundamentalmente en la solución del proceso de diagnóstico de la HTA.
4. Selección de la metodología de desarrollo de software para guiar el proceso de construcción de la propuesta de solución de forma que se garantice la calidad y la legibilidad del proyecto.
5. Diseño de la base de datos que soporte el conjunto de funcionalidades necesarias y el correcto manejo de la información del sistema.

6. Realizar el análisis, diseño, implementación y prueba de la solución propuesta de forma que abarque los procesos de evaluación clínica, tratamiento no farmacológico y recomendaciones para la mejora de los estilos de vida.

La construcción y generalización de esta solución, pudiera minimizar los problemas de evaluación clínica y tratamiento no farmacológico a pacientes que sufren de HTA. También se facilitaría el proceso de toma de decisiones a los médicos que utilicen el sistema en el tratamiento personalizado y sistemático de sus pacientes, pudiendo extenderse su uso más allá del marco nacional. Además incidiría en la mejora del estilo de vida de la población en general, al manejarse desde la aplicación un conjunto de recomendaciones generales que orienten sobre hábitos más saludables de vida, accesibles a todo usuario registrado en el sistema.

Este documento está organizado en 4 capítulos con la siguiente estructura:

- Capítulo 1: Se hace una breve descripción de la propuesta, analizando los principales conceptos relacionados con el dominio. Además se realiza un estudio del estado del arte de la informatización del tratamiento de la HTA a nivel nacional y mundial, caracterizando las diferentes soluciones y efectuando un análisis comparativo. Finalmente se plantean los objetivos generales y específicos de este trabajo.
- Capítulo 2: Se realiza un estudio del estado del arte de las distintas técnicas, tecnologías y metodologías disponibles para la realización de la propuesta y se justifica la selección de un grupo de ellas para el desarrollo de la aplicación.
- Capítulo 3: En este capítulo se realiza una descripción formal del negocio a informatizar y se capturan los requisitos que deberá cumplir la aplicación. También se presentan los casos de uso del sistema que serán la guía en las siguientes etapas de desarrollo y su descripción detallada.
- Capítulo 4: Se construye la solución propuesta, pasando por las etapas de análisis, diseño, implementación y prueba de RUP.



1 FUNDAMENTACIÓN DEL TEMA.

1.1 Introducción.

En este capítulo se realiza una descripción de los procesos involucrados en la evaluación clínica y tratamiento no farmacológico que se realizan actualmente, quedando plasmados los principales problemas surgidos a raíz de estos procesos que originan el planteamiento de esta propuesta de solución. También se analizan algunos de los sistemas en explotación actualmente y que pudieran constituir soluciones reales, emitiendo en cada variante nuestro criterio acerca de por qué consideramos que no resulta factible para la solución de este problema. Además se describe la propuesta de solución y se plantean los objetivos que se persiguen con el sistema.

1.2 La Hipertensión Arterial.

Como se ha venido planteando anteriormente, la hipertensión arterial, es una enfermedad crónica, hereditaria, relacionada con el incremento de la presión sanguínea y que usualmente permanece asintomática hasta etapas tardías de su evolución. Constituye de por sí, un factor de riesgo importante para un grupo de enfermedades como las cerebrovasculares, insuficiencia renal, retinopatía, entre otras; y se ha comprobado que una disminución de los valores de tensión, es decir, el control de la HTA, contribuye de manera significativa a la reducción de la morbilidad y mortalidad por estas causas.[1]

La TA varía normalmente durante el transcurso del día. La cifra más baja se alcanza durante la hora más profunda del sueño, sobre las 3:00 AM, después de lo cual comienza a incrementarse hasta su valor más alto entre las 11:00 AM y 12:00 M; se mantiene hasta las 6:00 PM momento en que comienza a descender nuevamente. Esta curva de variación de la TA durante el día se conoce como el ritmo circadiano y su estudio

permite detectar hipertensión refractaria o resistente, la detección de pacientes No-DIPPER¹, los cuales tienen un mayor riesgo de sufrir accidentes cardiovasculares, así como el ajuste de los horarios en que el paciente debe medicarse. [1]

1.2.1 Medición de la Tensión Arterial.

La medición de la TA debe cumplir requisitos importantes para lograrla con exactitud, ya que esta es el punto de partida para precisar las conductas apropiadas que individualmente deberán ser tomadas [1]. A continuación se relacionan el conjunto de medidas que deben adoptarse:

- El paciente descansará 5 minutos antes de tomarle la TA.
- No debe haber fumado o ingerido cafeína por lo menos 30 minutos antes de tomar la TA.
- Debe estar en posición sentada y con el brazo apoyado. En casos especiales puede tomarse en posición supina. En ancianos y diabéticos deberá tomarse la TA de pie.
- El manguito de goma del esfigmomanómetro debe cubrir por lo menos dos tercios de la circunferencia del brazo, el cual estará desnudo.
- Se insufla el manguito, se palpa la arteria radial y se sigue insuflando hasta 20 o 30 mmHg por encima de la desaparición del pulso.
- Se coloca el diafragma del estetoscopio sobre la arteria humeral en la fosa antecubital y se desinfla el manguito, descendiendo la columna de mercurio o la aguja a una velocidad de 2 mmHg por segundos o lentamente.
- El primer sonido (Korotkoff 1) se considera la TAS y la TAD la desaparición del mismo (Korotkoff 5). Es importante señalar que la lectura de las cifras debe estar fijada en los 2 mmHg o divisiones más próximos a la aparición o desaparición de los ruidos. Se deben efectuar dos lecturas separadas por 2 minutos. Si la diferencia de las mismas difiere en 5 mmHg debe efectuarse una tercera medición y promediar las mismas. Verificar en el brazo contralateral y tomar en cuenta la lectura más elevada.

¹ Se denominan DIPPER al efecto que ocurre en la mayoría de las personas, hipertensas o no, de disminución de su TA entre un 10%-20% durante la noche con respecto a la cifra promedio durante el día. Se clasifican como No-DIPPER si no les ocurre tal disminución.

1.2.2 Clasificación de la HTA

La detección de la hipertensión ocurre frecuentemente por vía de la medición directa de las tensión arterial del paciente y puede clasificarse según los valores obtenidos, para adultos mayores de 18 años, tal y como se muestra en la Tabla 1-1. Cuando las cifras de tensión arterial sistólica o diastólica caen en diferentes categorías la más elevada de las tensiones es la que se toma para asignar la categoría de clasificación.[1]

Clasificación de la TA	TAS (en mmHg)	TAD (en mmHg)
Normal	Menor de 120	Y menor de 80
Prehipertenso	Entre 120 y 139	O entre 80 y 89
Grado I	Entre 140 y 159	O entre 90 y 99
Grado II	Mayor que 160	O mayor que 100

Tabla 1-1 Clasificación de la Tensión Arterial según VII Reporte del JNC del 2003.

Las personas con valores de tensión arterial por debajo de los 120/80 mmHg (TAS/TAD), son considerados normotensos y no requieren de atenciones especiales. A partir del grupo de pacientes clasificados como Prehipertensos en adelante, todos requieren recomendaciones y modificaciones del estilo de vida, lo cual constituye el primer paso para incidir en la prevención y control de la HTA. Los Prehipertensos son considerados un grupo de bajo riesgo y las principales acciones van dirigidas a intervenir en el mejoramiento de la salud a través de acciones preventivas. Los grupos de Grado I y Grado II se consideran mucho más complejos y además de las indicaciones preventivas, usualmente van acompañados del suministro de fármacos para lograr el control hipertensivo. En el caso de los pacientes clasificados en el Grupo II este tratamiento es mucho más agresivo y necesitarán por lo regular la combinación de varias drogas para alcanzar el control. [4]

Cuba, a pesar de encontrarse en una situación muy positiva con respecto a la atención médica en sus distintos niveles y fundamentalmente en el nivel primario con relación al resto de los países, incluso muchos de ellos desarrollados, se experimentan aún dificultades y existe la necesidad de seguir trabajando por lograr un mejoramiento de los indicadores de salud. El tratamiento de la HTA no queda ajeno a este aspecto y aunque varios estudios cubanos realizados, indican en general que los resultados en nuestro país son positivos comparados con otros países como Estados Unidos, España y el Reino Unido [5], las cifras aún quedan por debajo de los niveles deseados. Por solo citar un ejemplo: un estudio inicial realizado en el municipio 10 de Octubre de Ciudad de la Habana [6], arroja como resultados que en relación al tratamiento no

farmacológico la medida más recomendada fue la dieta sin sal, seguida de la indicación de ejercicios físicos, sin embargo, la reducción del peso corporal en pacientes con sobrepeso y obesos, así como, la suspensión del hábito de fumar en pacientes fumadores solo apareció indicada en un 55.2% y un 38.8% respectivamente. En el caso del tratamiento farmacológico, se recoge el uso no siempre apropiado, en este municipio, de los medicamentos antihipertensivos y en ocasiones el uso o “abuso” de ciertas drogas menos eficaces o simplemente no indicables para esta enfermedad tales como los sedantes. De forma general y aunque no son resultados que abarcan a todo el país, existe en este un comportamiento similar aunque las dificultades varían en menor o mayor grado en dependencia de varios factores como la preparación del personal de la salud, la relación médico–paciente, las condiciones de vida de la población, entre otras. La necesidad de mejorar los procesos del tratamiento de la HTA, lograr estandarizar la atención a pacientes hipertensos siguiendo las más actuales y probadas metodologías, incrementar el nivel de información de la población de manera que se realice un trabajo preventivo y se mejore el estilo de vida en general, son varias de las razones que han motivado este trabajo. A continuación se describen los procesos que están involucrados en el campo de acción.

1.3 Evaluación Clínica del paciente.

La evaluación clínica de un paciente va dirigida a la clasificación del mismo según sus cifras de TA, la determinación de ser posible de las causas que originan la HTA, si existen daños en órganos diana, así como la detección de otros factores de riesgo cardiovasculares o enfermedades asociadas que ayuden establecer una terapéutica apropiada. Estos datos son obtenidos de la Historia Clínica, el examen físico que se realiza, así como el diagnóstico médico.

En caso de que el paciente no tenga actualizada la Historia Clínica (HC), se procede a su redacción por parte del médico y se recogen datos como: los Antecedentes Patológicos Familiares (APF) y personales (APP), el uso de algún fármaco en terapéuticas no vinculadas a la HTA, comportamiento histórico del peso, estilos de vida, así como, otros factores de riesgo cardiovasculares.

Durante el examen físico se obtienen un conjunto de mediciones realizadas por el médico al paciente tales como: valores de TA tomados en tres ocasiones, el peso, la talla; además se incluyen resultados de varios exámenes como: el fondo de ojo para localizar si existe retinopatía, del abdomen en busca de soplos, tumores, aumento de los riñones, entre otros.

El diagnóstico médico de la HTA por su parte, constituye un paso final dentro de la evaluación clínica y fundamental en el tratamiento efectivo de esta enfermedad. Sus conclusiones dependen del análisis detallado

de un conjunto de pruebas de rutina que el médico realiza al paciente con el fin de detectar posibles patologías que afecten el tratamiento farmacológico y no farmacológico. En ocasiones los resultados de estas pruebas de rutina no resultan suficientes para obtener un diagnóstico final, es entonces cuando se hace necesario la indicación de nuevas pruebas, consideradas adicionales, que refinan el resultado inicial. (Para ver el listado de las posibles pruebas de rutina y adicionales véase el Anexo 1 Tabla 0-1 y Tabla 0-2 respectivamente).

Es conocido que las causas que provocan la HTA que son potencialmente curables no superan el 5% del total, por lo tanto este paso de diagnóstico no debe convertirse en sucesivas y costosas investigaciones innecesarias que no justifiquen una adecuada evaluación individual, clínica y epidemiológica de cada paciente. [1]

El conjunto de pruebas realizables es variable y queda a disposición del médico la selección final de cuales indicar, evaluando siempre las características individuales del paciente. Los resultados de estos exámenes permiten configurar un perfil personalizado del paciente y la selección correcta del tratamiento a seguir, así como las modificaciones en caso de ser necesarias.

1.4 Tratamiento no farmacológico

El tratamiento no farmacológico es un eslabón fundamental dentro del tratamiento general del paciente hipertenso. Es considerado como la principal medida a emprender en todo caso y en la mayoría la más apropiada. Su aplicación se extiende a todas las posibles clasificaciones de un paciente hipertenso y su objetivo fundamental va dirigido a la intervención en el estilo de vida del paciente, por tanto es considerada como la medida terapéutica más importante, universal y menos costosa en la prevención y control de la HTA. Todo este trabajo educativo debe además, estar apoyado en los medios masivos de comunicación disponibles, soporte documental con materiales audiovisuales, así como, materiales impresos. [1]

El tratamiento no farmacológico incluye un conjunto de medidas que serán adoptadas de forma individual en dependencia de las características del paciente hipertenso. Estas medidas incluyen [1, 2]:

- Control del peso corporal.
- Incremento de la actividad física.
- Eliminación o disminución a niveles no dañinos de la ingestión de alcohol.
- Reducir la ingesta de sal.
- Lograr una adecuada educación nutricional sobre una ingesta con equilibrio energético.
- Eliminación del hábito de fumar.

- Ejercicios de relajación mental.

El efecto antihipertensivo final del tratamiento, tanto el no farmacológico como el farmacológico, depende indiscutiblemente de la adherencia del paciente a la terapia. Cuando la adherencia es óptima, la tensión sistólica se reduce en más de 10 mmHg bajo una terapia no medicamentosa, pero en la práctica clínica de poco control, se han visto efectos más modestos. [7]

Independientemente de los niveles de TA, todos los individuos deberían adoptar modificaciones apropiadas en su estilo de vida. El efecto protector de estas modificaciones incluye una reducción en la incidencia de hipertensión, diabetes y dislipidemia, una reducción de la mortalidad por el abandono del tabaco y una disminución de los valores de tensión arterial que, por sí misma, reduce probablemente la mortalidad y morbilidad. Además, frente a la terapia farmacológica, que puede causar efectos adversos y reducir la calidad de vida, la terapia no farmacológica no tiene efectos perjudiciales conocidos, mejora la sensación de bienestar de los pacientes y es frecuentemente menos cara.

1.4.1 Control del peso corporal.

El control del peso corporal es realizado a cada paciente de forma rutinaria en cada consulta de seguimiento mediante el cálculo del índice de masa corporal (IMC). Se estima que una reducción entre un 4%-8% del peso corporal puede disminuir la TAS y la TAD alrededor de 3 mmHg lo cual influye en una disminución de la necesidad de medicación antihipertensiva. [8]

El cálculo del IMC puede efectuarse de la siguiente manera [1]:

$$IMC = \frac{Peso (Kg)}{[Estatura (m)]^2}$$

Ecuación 1 Cálculo del Índice de Masa Corporal (IMC).

Se consideran valores adecuados de IMC, aquellos comprendidos entre 20-25 Kg/m². Valores superiores a 25 Kg/m² para el sexo femenino o superior a 27 Kg/m² para el masculino ya se considera un sobrepeso y se deben adoptar medidas para su reducción. Por otro lado, cifras por encima de 27 Kg/m² han sido relacionadas con la TA y otras enfermedades asociadas como la diabetes mellitus, dislipidemias y enfermedad coronaria.[1]

1.4.2 Incremento de la actividad física.

La actividad física aeróbica sistemática favorece el mantenimiento o reducción del peso corporal y por consiguiente un bienestar físico y psíquico del individuo. Las personas con TA normal pero con una vida sedentaria incrementan el riesgo de padecer HTA entre un 20% a un 50%. [1]

Los ejercicios isotónicos son los más recomendados para la HTA, entre los que se pueden mencionar: correr, trotar, montar bicicleta, la natación y aeróbicos. El ejercicio físico debe ser supervisado y ajustado por el médico especialista a las características particulares del paciente (ver Anexo 2) incluyendo para ello la realización a priori de una prueba de esfuerzo. [9]

Al igual que el resto de las terapias el aspecto de la regularidad de la práctica física resulta importante. El efecto protector se pierde si se descontinúa el ejercicio. Existen varios criterios sobre la frecuencia de la actividad física del paciente pero en la mayoría de los casos esta varía entre 30 y 60 minutos diarios, idealmente todos los días, aunque se puede limitar a 3 veces semanales como mínimo.

Toda actividad física², según estudios observativos, aparenta ser beneficiosa aunque aquella más activa suele aportar mayor protección, no solo contra la HTA, sino también un efecto protector fuerte sobre la mortalidad cardiovascular [10], es por tanto recomendable que se fomente en todos los grupos de edades, desde los más jóvenes hasta los ancianos.

1.4.3 Eliminación o disminución a niveles no dañinos de la ingestión de alcohol.

Es conocido el efecto dañino de la ingestión de alcohol para la salud humana, pero es especialmente importante el control de este aspecto en pacientes hipertensos, ya que existe una asociación directa entre el consumo de alcohol y el aumento de las cifras de TA [8]. También este factor está asociado a la aparición o complicación de otras enfermedades como neoplasias, cirrosis y accidentes cerebrovasculares; además de propiciar una resistencia a la terapia hipotensora.

En individuos que consumen alcohol debe eliminarse si es necesario, o limitarse a menos de 1 onza de etanol (20 ml) diario, teniendo en cuenta que en las mujeres y en personas de bajo peso el consumo ha de limitarse a menos de 15 ml diarios ya que presentan mayor susceptibilidad a los efectos negativos del mismo [1].

² Aquí nos referimos a actividades isotónicas en general pues no todas las actividades físicas son recomendables para la HTA como es el caso de las isométricas (Ej. el levantamiento de pesos), asociadas a su efecto de elevación de la TA.

1.4.4 Reducir la ingesta de sal.

La restricción de la ingesta de sodio es capaz de reducir las cifras de TAS y TAD en grado modesto pero significativo en el conjunto de la población hipertensa [8]. De acuerdo a los hábitos alimentarios de nuestra población, la ingesta de sal debe estar por encima de los valores necesarios. Es recomendable que esta ingestión no sobrepase los 6 g/día por cada persona, lo cual es equivalente a una cucharadita de postre rasa de sal per cápita distribuida entre los platos confeccionados en almuerzo y la comida. [1]

En este tópico es importante la función del médico especialista, personal de enfermería y de APS en general, para lograr una estrategia educativa tanto individual como grupal en la adopción de dietas hiposódicas.

1.4.5 Recomendaciones Dietéticas.

La dieta de los pacientes hipertensos es también un aspecto a considerar por el médico dentro del tratamiento no farmacológico de la HTA. El consumo de una dieta rica en frutas, vegetales y reducida en el contenido de colesterol y de grasas saturadas, tiene una influencia en los valores de TA entre un 8-14 mmHg [4]. Es también recomendable que la dieta incluya 2 g de potasio diario como mínimo [1] ya que favorece una protección contra la hipertensión al condicionar el aumento de la excreción de sodio. El uso sin embargo de suplementos de potasio en pacientes, debe ser siempre monitorizado pues puede producir hiperpotasemia, sobre todo en ancianos en tratamiento con IECA o con insuficiencia renal [8]. Otro punto a manejar es el colesterol que consumimos, el cual se encuentra fundamentalmente en alimentos de origen animal, ya que está asociado según evidencias epidemiológicas a la mortalidad por enfermedad coronaria, por lo cual su ingestión está recomendada a menos de 300 mg/día en adultos.

La dieta puede establecerse según los valores del IMC y asignarse de manera que se vaya produciendo una modificación gradual de la alimentación del paciente y no como un cambio repentino. De esta manera se permite una asimilación viable de las indicaciones del especialista. Como parte del control del cumplimiento de la dieta, el médico puede establecer periódicamente un conjunto de pruebas para comprobar los niveles de sodio, potasio y colesterol, las cuales deben realizarse mensualmente para las dos primeras y cada 6 meses la última.

1.4.6 Eliminación del hábito de fumar.

El personal de salud debe realizar su máximo esfuerzo para eliminar de la población el tabaquismo. Este está reconocido como un factor de riesgo importante y modificable de la HTA, así como de enfermedades

cardiovasculares. Aquellas personas hipertensas que dejan de fumar experimentan un descenso del riesgo hasta de un 50% en 1 año, aunque son necesarios hasta 10 años para alcanzar el nivel de riesgo de una persona no fumadora normal. [10]

El uso por parte del personal de salud de terapias sustitutas de la nicotina es seguro y eficiente en pacientes hipertensos y el especialista debe lograr siempre que el individuo reconozca la necesidad de abandonar el hábito y sea motivado a hacerlo.

1.4.7 Ejercicios de relajación mental.

La autorrelajación aunque no es ampliamente abordada en la bibliografía y los resultados obtenidos a partir de su aplicación no son claramente reflejados, existen referencias de que intervenciones estructuradas de reducción del estrés y promoción de la relajación tienen un efecto modesto en la TA [11]. Entre los ejemplos de terapias a utilizar están: el control del estrés, la meditación, relajación muscular, terapias cognitivas, entre otras.

Las intervenciones en este campo deben ser efectuadas por personal especializado y usualmente van asociadas a una inversión considerable de tiempo, lo que a veces limita su aplicación como terapia rutinaria. Sin embargo hay indicios de que en pacientes, fundamentalmente en aquellos en que el estrés está ligado a la HTA, algunas técnicas de relajación pueden aportar beneficios en la disminución de las cifras de TA.

1.5 Descripción actual de los procesos del negocio vinculados al campo de acción.

El en tratamiento de la HTA, como la mayoría de las áreas de la medicina, no existe un método estático con el cual se pueda atender a un paciente, pues siempre hay que tener en cuenta variables subjetivas, además de la experiencia que posean los médicos, pero si cuenta con pasos lógicos que describen el proceso de seguimiento en cada una de las consultas, que aunque pueden ocurrir algunas modificaciones de manera individualizada, si corresponde a un mecanismo que guía a los médicos, principalmente los no especialistas, a realizar un control más certero del tratamiento aplicado. A continuación se presenta una propuesta de algoritmo que recoge los pasos fundamentales en el desarrollo de las consultas.

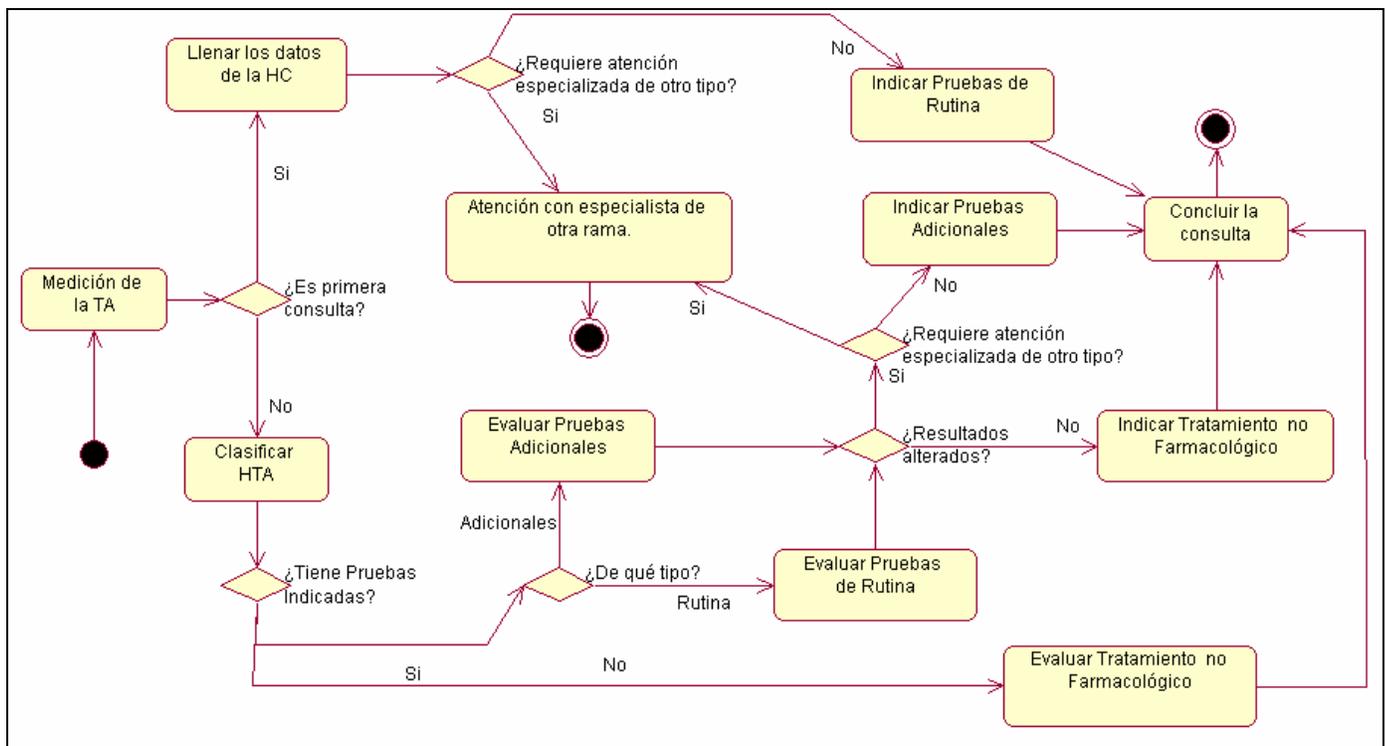


Figura 1-1 Algoritmo para el proceso de consultas de seguimiento.

El proceso comienza con la llegada del paciente a la consulta, de esta forma el médico realiza de manera adecuada las mediciones de las cifras de TA y si es la primera vez que el paciente acude al especialista, entonces este procede a confeccionar su HC donde se registran los datos generales, APP, APF, resultados arrojados por el examen físico y otros datos de interés que se relacionan en el Anexo 3. Finalizada la creación de la HC, el médico valora e indica un conjunto de exámenes de rutina, con lo que se inicia un proceso de diagnóstico efectivo y cuyo resultado final, en consultas posteriores, permitirá conocer el conjunto de patologías que pueden incidir directamente en el tratamiento y control de la HTA. El dominio de las posibles pruebas de rutina que se pueden indicar se muestra en el Anexo 1 Tabla 0-1. El proceso de finalización de toda consulta médica consiste en la redacción de las conclusiones, las cuales quedan plasmadas en la HC y la indicación de la fecha de próxima consulta en correspondencia con las necesidades particulares del paciente.

Por el contrario si el paciente ya ha asistido a alguna consulta entonces se procede a clasificar su TA la cual se realiza promediando tres o más valores de TAS y TAD. El promedio es sometido a los criterios de

clasificación mencionados anteriormente en la Tabla 1-1. Si el paciente se encuentra en proceso de diagnóstico médico entonces se procede por parte del especialista a la evaluación de los resultados de las pruebas indicadas, ya sean de rutina o adicionales. En cualquier caso, si se detectan alteraciones que requieran atención de otro experto, se remite al paciente a una consulta especializada en el tratamiento de su afección. Por otra parte, si estas alteraciones necesitan ser estudiadas a profundidad se indican las pruebas adicionales necesarias para el refinamiento de los resultados hasta lograr un diagnóstico definitivo. Si el proceso de diagnóstico concluye de manera satisfactoria, entonces el médico posee criterios suficientes para iniciar el proceso de control de la HTA mediante tratamiento personalizado al paciente. Para la indicación del tratamiento no farmacológico se comienza por la medición del peso del paciente y el cálculo del IMC (ver Ecuación 1). Si el valor del IMC clasifica como sobrepeso u obeso, el médico procede a la indicación de la dieta hipocalórica correspondiente (ver Anexo 4). También el médico debe considerar el incremento de la actividad física en dependencia de las características individuales del paciente, para ello, se realiza un examen físico y se indica un plan de ejercicios de acuerdo a sus resultados como se muestra en el Anexo 2. Otras medidas sobre las cuales el paciente debe recibir orientación, si proceden, son: la reducción de la ingesta de sal, la eliminación del hábito de fumar y el alcoholismo. El médico debe fundamentarse en los efectos negativos que estas acciones provocan en el organismo y principalmente en pacientes hipertensos. Por último el médico puede orientar al paciente la realización de ejercicios de relajación mental, para lo cual este debe contestar las preguntas que se presentan en los test mentales de Beck³ e IDARE⁴, los cuales tienen el propósito de evaluar la capacidad del paciente de someterse a estos ejercicios. Una vez terminadas las orientaciones a seguir dentro del proceso de control de la HTA mediante tratamiento no farmacológico se ejecutan los pasos mencionados anteriormente para dar conclusión a la consulta médica.

Por último, si el paciente al llegar a la consulta no es su primera visita y además no se encuentra en el proceso de diagnóstico, entonces le corresponde la evaluación del cumplimiento de las medidas no farmacológicas. Para ello el médico debe realizarle al paciente una nueva medición del peso y comprobar que realmente este ha estado disminuyendo con la aplicación de la dieta y el plan de ejercicios físicos (esto no debe cumplirse estrictamente en la consulta inmediata siguiente a la de indicación del tratamiento no farmacológico, sino que debe existir un margen de al menos 1 mes posterior pues su efecto no es

³ El inventario de Beck es un test mental compuesto por 22 preguntas que permiten evaluar el grado de depresión de una persona.

⁴ El inventario IDARE es también un test mental que incorpora 40 preguntas que para evaluar el rasgo y el estado de ansiedad de una persona.

instantáneo). En caso de que así sea, analizar si el nuevo valor de IMC merece calcular una nueva dieta hipocalórica, así como: verificar el cumplimiento del plan de ejercicios e incrementar el nivel del mismo de ser necesario, ratificar la importancia de la dieta hiposódica, eliminar el tabaquismo, el alcoholismo y orientar el desarrollo de los ejercicios de relajación mental. El médico también debe indicar pruebas de laboratorio de sodio y potasio mensualmente, así como de colesterol cada 6 meses. La evaluación posterior de estas pruebas, permite mantener un control más certero del cumplimiento de las medidas no farmacológicas que fueron indicadas al paciente.

1.6 Sistema automatizado existente vinculado al campo de acción: HIPERMAX.

El ICID es una de las instituciones que ha desarrollado históricamente equipos y software para el estudio de la HTA y el equipo HIPERMAX es un ejemplo de ello. Esta herramienta permite el Monitoreo Ambulatorio de la Presión Arterial (MAPA) produciendo como resultados: si el paciente sufre o no de HTA, la condición DIPPET o no, el ritmo circadiano de la tensión arterial, y otras informaciones de relevancia [12].

Este tipo de equipamiento es recomendable cuando existen problemas para la clasificación y atención del paciente, ya sea por sospecha de hipertensión de bata blanca⁵, hipertensión refractaria o resistente⁶, sospecha de feocromocitoma o necesidad de distribuir el horario de los medicamentos.

HIPERMAX pudiera ser integrado a esta propuesta de solución, de forma que el fichero de salida pudiera considerarse como entrada en los procesos de medición de la TA y clasificación del paciente, eliminando por esta vía, la necesidad de ejecutar dichos procesos en la aplicación. No obstante, el uso de estas herramientas está justificado solo cuando existen complicaciones para superar estas primeras etapas de evaluación del paciente debido fundamentalmente a su costo y disponibilidad; por lo que no existe un uso masivo de estos instrumentos, solo bajo las condiciones específicas planteadas anteriormente, y la generalidad es que se siguen utilizando los métodos tradicionales para la medición y clasificación de la TA.

La integración de esta herramienta a la propuesta mediante la interpretación de las salidas del equipo ha sido considerada por el grupo de desarrollo y se propuso su implementación en próximas versiones del producto,

⁵ Se le denomina al efecto de elevación de la TA de la persona en el momento de la consulta médica, sin embargo, fuera de este ambiente los valores son normales. La forma de detectarla es un monitoreo programado de la TA durante 24h.

⁶ Es aquella que no se logra reducir a menos de 160/100 mmHg con un régimen adecuado terapéutico con tres drogas en dosis máximas, siendo una de ellas un diurético.

de forma que se adicione nueva funcionalidad y se permita el análisis de HyperWeb _{v1.0} de toda la información detallada que provee este equipo cubano.

1.7 Análisis comparativo de otras soluciones existentes.

El tratamiento hipertensivo y el seguimiento de los pacientes hipertensos es una tarea médica compleja, es por eso posiblemente, que desde el punto de vista informático esta labor no ha sido frecuentemente acometida. Varias instituciones en nuestro país han trabajado y establecido diversos proyectos colaborativos con el objetivo de proveer soporte informático a los procesos de diagnóstico, control y seguimiento de pacientes hipertensos. A continuación se muestran un conjunto de aplicaciones desarrolladas en este sentido.

1.7.1 Proyecto HIPERTENCID.

El sistema HIPERTENCID obtuvo el Registro Médico otorgado por el Centro de Control de Equipos Médicos (CECEM) en 1994 y una extensión de su uso en el año 2000 [2]. Estuvo en explotación durante mucho tiempo en el Hospital Hermanos Ameijeiras, se usa todavía en la Clínica Cira García y fueron realizadas algunas ventas al extranjero de una versión personal del producto. El sistema HIPERTENCID, con eficacia comprobada, indicaba tratamiento, seguía la evolución de los pacientes, controlaba su asistencia a consultas, modificaba el tratamiento según fuera este siendo menos efectivo y realizaba prevención y control de la HTA a través de modificaciones del estilo de vida del paciente. Sobre la base de conocimientos acumulada por este proyecto es que se remontan los inicios de esta propuesta de solución, con el fin de proveer de una actualización importante de este software tanto desde el punto de vista médico, como tecnológico, así como la incorporación de nuevas funcionalidades.

1.7.2 Proyección del Centro de Desarrollo Electrónico hacia la Comunidad.

Otro trabajo que también se ha desarrollado en los últimos tiempos en Cuba en este sentido forma parte de un proyecto de investigación conjunta entre la Universidad Central de Las Villas y la Universidad de Oviedo. Donde hace algunos años se creó la “Proyección del Centro de Desarrollo Electrónico hacia la Comunidad” cuyo objetivo principal es desarrollar un estudio de personas supuestamente normotensas. En este proyecto especialistas en Medicina General Integral (MGI) de los centros hospitalarios José Ramón León, Chiqui Gómez y Ramón Pando Ferrer realizan la captura de los datos, mientras que el centro realiza el diagnóstico automatizado de la HTA a partir del software TENSOFIT II, previamente desarrollado a estos efectos. El

programa computacional TENSOFIT II en su versión en uso (V.1.4) fue confeccionado sobre la plataforma Access 2000 de la firma Microsoft para bases de datos, y cuenta con un grupo de macros y módulos programados sobre Visual Basic for Applications, incluyendo también un módulo de seguridad sobre SQL Server. Posee un programa de inteligencia artificial que se fundamenta en la aplicación de reglas para la decisión, basadas en los criterios obtenidos del Comité de Expertos, el cual le asignó a cada epígrafe de la Historia Clínica una puntuación, para ponderar los factores que más influyen en la HTA, emitiéndose el diagnóstico de manera general y detallada para cada caso [13]. La base de casos relativa a este estudio está formada por 14 rasgos predictores y un rasgo objetivo [14]. Este programa cuenta con valoraciones estadísticas, sólidos sistemas de seguridad, información, ayudas y manuales de usuarios. Además permite sugerir el diagnóstico y clasificación de la HTA pero no se involucra en los procesos de control y seguimiento de los pacientes.

1.7.3 Modelo con RNA para Diagnosticar Hipertensión Arterial.

Este trabajo consiste en desarrollar un sistema con aplicaciones en el ámbito hospitalario, para interpretar la detección biológica de personas hipertensas, clasifica y reconoce la hipertensión arterial a través de técnicas con redes neuronales artificiales (RNA). Con ayuda de un experto y con el historial médico de personas con problemas de hipertensión arterial, se genera un arreglo de minimización matricial. Se aplica una red neuronal artificial realimentada con métodos de aprendizaje que modelan una memoria autoasociativa bidireccional. Mediante la implantación en Mathcad se realiza la simulación y modelación del arreglo en RNA que apoya a los diagnósticos en los que se involucran dicho tipo de señales biológicas. [15]

1.7.4 Otros modelos.

De esta forma también se han desarrollado otros muchos sistemas relacionados con el diagnóstico, control y seguimiento de pacientes que utilizan técnicas de inteligencia artificial y si bien muchos de ellos no tratan la HTA si aportan elementos interesantes a tener en cuenta y experiencias para cualquier trabajo futuro. Ejemplo de estos otros sistemas son:

- *DIAGNOS*: Programa informático para ayudar al profesional en la toma de decisiones clínicas. Ayuda al diagnóstico clínico diferencial. Consulta de fármacos. Interacciones entre fármacos. Consulta rápida de posibles contraindicaciones. [16]

- *HEMO*: Es un módulo clásico para las Unidades de Cuidados Intensivos (UCI) que realiza los cálculos de variables hemodinámicas y de oxigenación, permitiendo la obtención de diagnósticos y tratamientos de mayor precisión. El sistema además, clasifica, usando elementos de la lógica borrosa (fuzzy), las posibles alteraciones hemodinámicas del Shock, la Hipertensión Pulmonar y el Infarto Agudo del Miocardio.
- *Sistema Multiagente para Monitorización Inteligente Domiciliaria de Pacientes con Patologías Cardiovasculares*: Sistema multiagente que vincula herramientas matemáticas y técnicas de inteligencia artificial para realizar la monitorización inteligente de pacientes con patologías cardiovasculares, Se utilizan sistemas de razonamiento basado en casos y basado en reglas para decidir el accionar de acuerdo a la situación de cada paciente. [17]

De manera general existen aplicaciones informáticas que abarcan uno o más procesos dentro del marco de la atención a la HTA, con un uso también generalizado de técnicas de Inteligencia Artificial para la toma de decisiones en el campo de la salud. Esto se debe fundamentalmente por el carácter subjetivo de los resultados lo que incorpora una mayor complejidad a los procesos. Sin embargo, no se tiene referencia de una plataforma que asuma la integración de todos los flujos y permita un trabajo desde el punto de vista médico en todos los ángulos posibles del tratamiento, excepto por HIPERTENCID, aplicación que aporta nuestros antecedentes y que adquiere una total reestructuración con esta propuesta de solución.

1.8 Información que se maneja.

El desarrollo de esta propuesta se fundamenta principalmente en el Manual de Usuario del sistema HIPERTENCID, desarrollado por el ICID y el hospital Hermanos Ameijeiras en el año 1994. Además se apoya en los criterios más actualizados recogidos en el JNC-7. Este documento se da a conocer en mayo del año 2003 debido a la existencia de numerosos estudios observacionales y ensayos clínicos posteriores a la publicación del Sexto Reporte en el año 1997, la necesidad de una guía clínica nueva, clara y concisa que pueda ser usada por los clínicos, la importancia de simplificar la clasificación de HTA y el claro reconocimiento de que los informes del JNC no han sido usados para obtener los máximos beneficios.[13] Como referencias nacionales se seleccionó el Programa Nacional de Prevención, Diagnóstico, Evaluación y Control de la Hipertensión Arterial de 2004 y la documentación generada mediante entrevistas, cursos y simposios en los cuales participaron los miembros del proyecto con los especialistas en HTA del Hospital Hermanos Ameijeiras y la Comisión Nacional de HTA, los cuales contribuyeron en gran medida en el conocimiento implícito en HyperWeb v1.0 y la adaptación del mismo a la realidad de la población cubana.

Además, estos espacios permitieron la incorporación de nuevas ideas que podrán hacer más asequible y útil al sistema.

1.9 Propuesta de solución: HyperWeb v1.0.

Para darle solución a la situación problemática planteada se propone desarrollar un sistema para la ayuda a la toma de decisiones de los médicos en el diagnóstico, tratamiento y control de los pacientes que padecen de HTA. Específicamente en esta propuesta se abarcan los módulos para la evaluación clínica de la HTA y la indicación y control del tratamiento no farmacológico. El sistema también estará dirigido para la población no necesariamente hipertensa, la cual podrá adquirir en el mismo un conjunto de medidas y consejos encaminados a mejorar el estilo de vida, estas se relacionan a continuación:

- La obtención de un plan de ejercicios físicos personalizado
- Conocer si presenta o no sobrepeso y de ser necesario se le indica la dieta hipocalórica adecuada.
- Conocer su probabilidad de padecer Cardiopatía Isquémica.
- Conocer sus factores de riesgo de padecer de HTA.
- Realizarse una clasificación simple de la HTA.
- Realizar ejercicios de autorrelajación, los cuales podrán incluir test mentales, música-terapia, entre otras.

También se propone que el sistema sirva como guía al médico en las consultas de HTA y lo ayude a un mejor diagnóstico e indicación del tratamiento adecuado. Es preciso aclarar que el sistema no pretende sustituir el papel del médico, sino que solo sugerirá en cada momento los pasos que se deben seguir o los tratamientos que se deben aplicar, pero el médico será en última instancia el que decidirá, basado en su conocimiento y experiencia personal, si seguir esa conducta o seleccionar la opción personal que estime conveniente. A continuación se listan las opciones comprendidas para un médico en nuestra propuesta:

- Incluir nuevos pacientes, con lo cual podrán realizar el llenado correcto de la HC la cual incluye los APP, APF, examen físico, además de los datos generales del paciente.
- Buscar un paciente determinado y conocer de forma rápida la evolución en las consultas pasadas, dígame gráficos de comportamiento de la TA y el peso, estado actual del paciente en el sistema, tratamiento que tiene indicado, principales patologías que presenta y que pueden afectar en la conducta a seguir con el paciente.
- Clasificar al paciente según las cifras de TA, para ello se guardarían en el sistema las tomas de TA en cada consulta y se realizaría la clasificación según el JNC-7 (ver Tabla 1-1).

- Realizar un proceso de evaluación de los resultados de las pruebas de rutinas y adicionales indicadas, con el cual se podrá detectar las posibles patologías que presenta el paciente, contribuyendo en gran medida a un mejor diagnóstico. Este sistema será diseñado pensando en la posible aparición de nuevas patologías que afecten a los pacientes que presentan HTA, las cuales solo deben generar en el mismo una actualización de las configuraciones y no una nueva implementación.
- Indicar y seguir la evolución del tratamiento no farmacológico, controlando en cada consulta el peso y el estado de la TA respecto al objetivo del paciente⁷, además de los ejercicios físicos indicados, la dieta y cada un cierto tiempo establecido analizar los niveles de sodio, potasio y colesterol y tomar las medidas que sean necesarias para mantener un control adecuado.

1.10 Objetivos propuestos.

Para cumplimentar el desarrollo de esta propuesta de solución se han considerado una serie de objetivos que surgen a raíz de la situación problemática planteada anteriormente. Los mismos se describen a continuación.

1.10.1 Objetivo General.

Desarrollar una aplicación Web actualizada que facilite el proceso de evaluación clínica y tratamiento no farmacológico a médicos no precisamente especialistas en HTA, sirviendo de herramienta de apoyo en la toma de decisiones y realizando un trabajo profiláctico en la población en el mejoramiento de los estilos de vida.

1.10.2 Objetivos Específicos.

- El desarrollo de un módulo de evaluación clínica que permita la recopilación de los datos de la historia clínica, examen físico, indicación de un conjunto de pruebas de rutina, la evaluación de las misma y arroje como resultado conclusiones sobre las patologías actuales que padece el paciente y que influyen en un tratamiento efectivo de la HTA, o en caso de ser necesario, sugiera la indicación de nuevas pruebas adicionales a partir del análisis de los resultados de las primeras que permitan refinar el diagnóstico final.

⁷ Objetivo de TA: menos de 140/90 mmHg y en caso de los diabéticos es de 135/85 mmHg.

- El desarrollo de un módulo de tratamiento no farmacológico que sugiera planes específicos, adecuados a las necesidades del paciente, donde se incluyen dietas hipocalóricas, ejercicios de autorrelajación, plan de ejercicios físicos y un conjunto de pruebas de control tales como sodio, potasio y colesterol con el objetivo de mantener un estricto seguimiento de la evolución del paciente y las modificaciones al tratamiento que esta implique.
- La implementación de un módulo para el usuario del sistema, que no precisamente representa a un paciente, con el objetivo de que estos puedan obtener recomendaciones que mejoren el estilo de vida de forma interactiva con la aplicación, donde se incluyen opciones como: conocer sus factores de riesgo de sufrir HTA, el cálculo de la probabilidad de padecer Cardiopatía Isquémica, calcular si presenta sobrepeso y obtener una dieta recomendada según el cálculo, realizar ejercicios de autorrelajación, realizar un diagnóstico simple de HTA, entre otras, que en general orienten e indiquen al usuario hábitos de conducta más saludables.

1.11 Conclusiones.

Una vez descritos los procesos que se analizan dentro del marco de este trabajo, se puede concluir que a nivel mundial, el tratamiento de la HTA resulta un problema latente, que debido a su complejidad no existen soluciones informáticas integrales que atiendan de manera general los procesos involucrados en la atención a un paciente hipertenso. En su mayoría, las herramientas analizadas, solo abarcan hasta el proceso de evaluación clínica del paciente y sin embargo, procesos como la indicación de un tratamiento personalizado, el seguimiento de su evolución y modificación en aquellas situaciones necesarias no se valoran con la importancia que realmente merecen.

Por tanto, ante la situación descrita, se plantea el desarrollo de esta propuesta de solución, de forma que como herramienta de ayuda a la toma de decisiones en los procesos de atención a la HTA, sirva de soporte informático a médicos relacionados con esta especialidad y que como sistema integral, en él queden reflejados los aspectos que permitan a los galenos realizar un análisis lo suficientemente completo como para adoptar en cada caso las medidas más efectivas.



2 TENDENCIAS, TECNOLOGÍAS Y METODOLOGÍAS ACTUALES A CONSIDERAR.

2.1 Introducción.

En este capítulo se hará un análisis de cuales, a consideración de los autores, son aquellas técnicas, tecnologías y metodologías más actualizadas que pudieran ser utilizadas para la implementación de esta propuesta de solución. De forma general se abordan los temas de servidores Web, las distintas plataformas que pueden proporcionar un ambiente de trabajo adecuado y productivo, los sistemas gestores de bases de datos, metodologías y algunas técnicas de inteligencia artificial que fueron estudiadas para adaptarse a situaciones más dinámicas. En la conclusión de cada sección, se presentan las razones que motivaron la selección particular de cada uno de los aspectos tratados de manera que se garantizara el cumplimiento de los objetivos trazados.

2.2 Tecnologías

A continuación se realiza un estudio de un conjunto de tecnologías actuales que pueden ser utilizadas para el desarrollo de software, seleccionando finalmente aquella que consideramos adecuada para cumplir los objetivos de este trabajo.

2.2.1 Las aplicaciones Web.

Una manera actual de enfrentar el desarrollo de sistemas informáticos es el uso de aplicaciones Web, las cuales basándose en la arquitectura cliente/servidor proveen una manera sencilla de interacción con poca o casi ninguna instalación de software adicional en el cliente, facilitando de esta forma el despliegue, mantenimiento y actualización de este tipo de sistemas.

Las aplicaciones Web se desarrollan utilizando diferentes lenguajes disponibles como: ASP.NET, PHP, Perl, JSP, entre otros y se incorporan a un servidor Web el cual se encarga de manejar las peticiones de un modo

“desconectado”⁸ a través del protocolo HTTP [18]. De esta manera los usuarios o clientes usando los navegadores Web, disponibles en casi todos los sistemas operativos actuales, pueden acceder a la aplicación Web la cual genera dinámicamente un conjunto de páginas en formato estándar como HTML o XHTML, soportado por la mayoría de los navegadores comunes. Del lado del cliente por otra parte, se utilizan generalmente lenguajes interpretados como JavaScript o VBScript, para incorporar elementos dinámicos a la interfaz, la cual suele ser más limitada en funcionalidades que una aplicación común de escritorio.

La estructura de una aplicación Web es diversa, presentando múltiples variaciones de implementación en implementación, sin embargo, en su forma más común, consta de tres capas lógicas: la capa de interfaz: que es la que se le presenta al cliente y de la que forma parte el navegador Web, la capa lógica del negocio: compuesta por el código de la aplicación Web y un motor de ejecución de dicho código, por último un sistema gestor de base de datos (SGBD) como capa de datos. [19]

Por el creciente auge y uso progresivo de la navegación Web, el trabajo de la oficina nacional de informatización por extender la conectividad de nuestro país y por consiguiente el uso cada vez más tangible de Internet por parte de la población, la necesidad de una solución distribuida, además de todas las características antes mencionadas, se dispuso la construcción de esta propuesta de solución como aplicación Web haciendo uso de las tres capas básicas explicadas en el párrafo anterior.

2.2.2 Lenguajes de Programación para la Web.

Como se mencionaba anteriormente, existe una gran variedad de programas disponibles y adecuados para la implementación de aplicaciones Web. La selección de alguno en particular para la implementación de un sistema informático va aparejada del análisis de varios aspectos, algunos propios del lenguaje como: su rendimiento, independencia de la plataforma y facilidades que provee; otros pueden ser los requerimientos del cliente, preparación del personal y la línea de tiempo real para la entrega del producto.

A continuación se hace un análisis de algunos de los lenguajes de programación Web más utilizados en la actualidad y señalamos la elección hecha para el desarrollo de esta propuesta de solución.

⁸ HTTP es un protocolo cliente/servidor orientado a transacciones y aunque hace uso del protocolo TCP es sin embargo, un protocolo “sin estados”, cada transacción se trata independientemente. Por consiguiente, una implementación típica creará una conexión nueva entre el cliente y el servidor con cada transacción y después se cerrará tan pronto como quede completada.

2.2.2.1 PHP. (Personal Home Page).

PHP (acrónimo de *Hypertext Preprocessor*) es un lenguaje de alto nivel, interpretado y de código abierto el cual va embebido en el HTML y es ejecutado del lado del servidor para dar como resultado páginas Web dinámicas. El desarrollo de aplicaciones en este lenguaje es independiente de la plataforma ya que puede ser utilizado en los principales sistemas operativos del mercado, incluyendo Linux, muchas variantes de Unix (HP-UX, Solaris, OpenBSD), Microsoft Windows, Mac-OS X, RISC OS y algunos más. Soporta además la mayoría de los servidores Web actuales como Apache, Microsoft Internet Information Server, Personal Web Server, Netscape e iPlanet, O'Reilly Website Pro Server y muchos otros. [20]

Entre las habilidades de PHP se incluyen: creación de imágenes, archivos PDF y películas Flash (usando libswf y Ming) sobre la marcha. También puede presentar otros resultados, como XHTML y archivos XML. PHP tiene unas características muy útiles para el procesamiento de texto, desde expresiones regulares POSIX extendidas o tipo Perl hasta procesadores de documentos XML utilizando los estándares SAX y DOM.

Otra característica importante de PHP y quizás la más destacable y potente es su soporte para una gran cantidad de bases de datos. La lista de bases de datos soportadas actualmente incluye: dBase, MySQL, PostgreSQL, InterBase, Oracle, entre otras. Cuenta también con una extensión DBX⁹ de abstracción de datos que permite el uso transparente de cualquier base de datos soportada por la extensión. Además soporta el estándar abierto de conexión con bases de datos (ODBC) por lo que cualquier base de datos que soporte este estándar puede ser utilizada con PHP. [20]

2.2.2.2 JSP. (Java Server Page)

JavaServer Pages (JSP) es la tecnología para generar páginas Web de forma dinámica en el servidor, desarrollada por Sun Microsystems, basada en scripts que utilizan una variante del lenguaje Java.

La tecnología JSP, o de JavaServer Pages, permite a los programadores generar dinámicamente HTML, XML o algún otro tipo de página Web, admitiendo al código Java y a ciertas acciones predefinidas ser embebidas en el contenido estático. En las JSP, se escribe el texto que va a ser devuelto en la salida (normalmente código HTML) incluyendo código Java dentro de él para poder modificar o generar contenido dinámicamente. Este código se incluye dentro de las marcas de etiqueta `<% y %>`.

⁹ El módulo DBX es una capa de abstracción de base de datos. Las funciones DBX permiten el acceso a todas las bases de datos soportadas usando una única convención para la invocación de comandos.

En una posterior especificación, se incluyeron taglib; los que dan la posibilidad de definir etiquetas nuevas que ejecuten código de clases Java. La asociación de las etiquetas con las clases Java se declara en archivos de configuración en formato XML.[21]

La principal ventaja de JSP frente a otros lenguajes es que admite integrarse con clases Java (.class) lo que permite separar en niveles las aplicaciones Web, almacenando en clases las partes que consumen más recursos así como las que requieren más seguridad, y dejando la parte encargada de formatear el documento HTML en el archivo JSP. Todo esto provoca que la tecnología JSP gane en mucha versatilidad.

Además JSP no se puede considerar un script al 100% ya que antes de ejecutarse, el servidor Web compila el script y genera un servlet, por lo tanto se puede decir que aunque este proceso sea transparente para el programador no deja de ser una aplicación compilada. La ventaja de esto es algo más de rapidez y disponer del API (Application Program Interface) de Java en su totalidad, aumentando el peso de la tecnología JSP, así como Java en el desarrollo Web profesional actual. [21]

2.2.2.2.1 J2EE y Java.

Java 2 Platform, Enterprise Edition (J2EE) o la Plataforma Java 2, Edición Corporativa es un conjunto de especificaciones y prácticas coordinadas que unidas permiten el desarrollo, despliegue y administración de soluciones para aplicaciones en servidores, centralizadas y multicapas, cuya arquitectura está basada en el lenguaje Java de programación.[22]

El objetivo del estándar J2EE es posibilitar a los clientes la selección de qué productos y herramientas desea utilizar y motivar la evolución de los mejores productos a través de la competencia. Para la definición de J2EE, la empresa Sun Microsystems ha colaborado con múltiples empresas que suministran plataformas para negocios electrónicos como BEA, IBM y Oracle, de esta manera se solicitan nuevas ideas para mejorarlo. [23]

Java, es un lenguaje orientado a objetos que alcanzó su madurez con la popularización de Internet. De forma resumida, es un lenguaje neutral, portable, robusto, estable, independiente de la plataforma y sencillo de aprender para programadores que hayan trabajado previamente con lenguajes orientados a objetos. Puede utilizarse para realizar aplicaciones en múltiples plataformas, hardware y sistemas operativos (Unix, Linux, OS/390, Windows 2000, ó HP-UX), así como, para dispositivos de telefonía móvil como Palm OS, EPOC, entre otros.

La sintaxis de Java es muy similar a la de C++, pero su filosofía se encuentra a medio camino entre éste y Smalltalk. Como lenguaje, incorpora un recolector automático de memoria (Garbage Collector), al igual que Smalltalk, con lo que elimina una fuente tradicional de problemas en C/C++. Sin embargo, tal y como sucede con C++, Java es un lenguaje fuertemente "tipado", en el que se comprueban los tipos declarados en tiempo

de compilación, a diferencia de lo que sucede en Smalltalk, donde esto se comprueba en tiempo de ejecución (lo cual suele retrasar el proceso de depuración). Desde su origen, este lenguaje dispuso de una librería de clases estándar. En él existe una clase básica única: la clase Object de la cual se derivan todas las otras, aunque por aspectos de rendimiento mantiene tipos de datos primitivos con su equivalente en objetos y admite además la herencia múltiple utilizando interfaces, las cuales son una colección de nombres de métodos sin definiciones reales (o lo que es lo mismo: sin implementación) que indican que una clase tiene un conjunto de comportamientos adicionales, además de los que ella hereda de sus superclases. [24]

Lo que ha convertido al lenguaje de programación Java en interesante es su alta portabilidad, la cual ha formado parte del proceso de propaganda de la plataforma desde sus inicios. Al menos teóricamente, Java está estructurado para ser independiente del sistema operativo donde se ejecute, de aquí su lema “escribe una vez y ejecuta en todas partes”. Esto se logra ya que el código no se compila directamente en código de máquina, sino que es compilado a un código intermedio denominado bytecode el cual es independiente de la plataforma donde se ejecuta.

Para poder ejecutar este código intermedio, cada plataforma debe tener instalado su correspondiente intérprete que es el encargado de convertir los bytecode en código ejecutable. El Entorno de Ejecución de Java o Java Runtime Environment (JRE), que es como se denomina el intérprete de este lenguaje, es el encargado de la tarea de traducción del código intermedio de Java compilado en código de máquina. Existen JREs para la mayoría de las plataformas más comerciales y populares y es precisamente esto lo que influye en la portabilidad del código.[25]

Sin embargo, la portabilidad es un aspecto debatible hasta cierto punto. J2EE es un estándar y por tanto soporta múltiples implementaciones del mismo tales como BEA, IBM y el propio Sun. El peligro que encierra un estándar abierto como este es que, si algunas de las implementaciones no se ajusta estrictamente al mismo, se sacrifica la portabilidad. La opinión de los propios especialistas de la Sun es que en realidad la portabilidad de J2EE nunca será completamente directa. “Es ridículo pensar que aplicaciones corporativas complejas pueden ser desplegadas de un ambiente a otro sin ningún esfuerzo adicional, porque en la práctica, las organizaciones deben ocasionalmente tomar ventaja de las características específicas que brinda alguna implementación particular para lograr el desarrollo de sistemas reales” [23].

Por tanto consideramos la portabilidad como un aspecto dependiente de las características y necesidades del sistema a desarrollar, además en ella se encierran otros problemas asociados como:

- El conjunto de clases del marco de trabajo se ha limitado tradicionalmente a solo aquellas disponibles en todas las plataformas, lo cual afecta al ámbito y a la variedad de clases.

- La elegancia, robustez y el consumo de recursos se ven afectados en el desarrollo de interfaces visuales, dependiendo en ocasiones de implementaciones de terceros.
- La ejecución de un programa se realiza a través de un intérprete, en este caso, dentro del ambiente del JRE, se delega esa responsabilidad a la Máquina Virtual de Java o Java Virtual Machine (JVM) la cual debe ser cargada totalmente en memoria con el consecuente consumo de recursos (entre un 30%-70% mayor con respecto a programas compilados como C/C++). Esto actualmente se ha mejorado con la incorporación en las JVM de nuevas técnicas de compilación como Just-In-Time (JIT¹⁰) [25].

De manera general J2EE es una plataforma madura, con experiencia en el mercado, y que ha demostrado ser productiva en múltiples entornos y situaciones empresariales diversas. También se beneficia de una comunidad que la apoya para ir ganando en solidez y cualidades. La presencia de varias empresas involucradas en el proyecto ofrece una gama de productos al usuario quien tiene la facilidad de escoger con qué herramientas desea desarrollar su aplicación, lo que favorece la competencia entre ellas para obtener productos de una mejor calidad. Es además, una plataforma portable, aspecto importante que resulta beneficioso en términos de oportunidades e interoperabilidad.

Sin embargo todo no es “color de rosa” en este tema, como se comentaba anteriormente la portabilidad es un tema dependiente de las necesidades de la solución a desarrollar y resulta costosa en desarrollo y rendimiento. La presencia de múltiples empresas vinculadas a este estándar, provoca la aparición de muchos productos implementados para el desarrollo de aplicaciones sobre esta plataforma. La unión de todos ellos superan en características y funcionalidades a cualquier otro producto existente, no obstante, la interoperabilidad entre todos no siempre es 100% y ninguno individualmente es una opción clara como entorno de desarrollo completo. Además existe una dificultad y complejidad adicional para alcanzar los objetivos usando una mezcla de herramientas de desarrollo (toolkit), comparado con la utilización de un único entorno integrado más acabado. Se adiciona a esto, solo como un aspecto a tener en cuenta, que toda la plataforma se basa en Java como lenguaje de programación y por tanto aspectos como la integración con

¹⁰ Just-in-time (JIT) es una técnica de compilación que promete mejorar el rendimiento de aplicaciones interpretadas como Java. Para ello, en vez de permitir que la Máquina Virtual de Java ponga en funcionamiento los bytecode de las aplicaciones, el compilador JIT traduce el código en lenguaje nativo de la máquina. De esta manera las aplicaciones gozan de rendimiento similar al de códigos compilados como C/C++ mientras mantienen la portabilidad del lenguaje.

otros productos de lenguajes diferentes no son fácilmente alcanzables¹¹, además la adición de nuevo personal con desconocimiento de este lenguaje en específico implica gastos en formación y preparación.

2.2.2.3 ASP.NET.

Con la aparición de la plataforma Microsoft .NET se ha iniciado una nueva era en el campo de la programación de aplicaciones que conducirá la Internet de nueva generación. ASP.NET, una parte de la plataforma .NET de Microsoft, es una estructura de programación revolucionaria que permite el desarrollo de aplicaciones Web dirigidas a corporaciones. Constituye la forma más rápida y escalable de desarrollar, implementar y ejecutar aplicaciones Web en cualquier navegador o dispositivo. De hecho, éstas no son más que algunas de las características que han convertido a ASP.NET en la primera opción elegida por los programadores para crear aplicaciones Web.[26]

ASP.NET facilita el desarrollo de aplicaciones si lo comparamos con el modelo ASP clásico, por lo que la productividad de los programadores ha mejorado considerablemente. Esta plataforma permite dotar de funciones adicionales a una aplicación Web y escribir una menor cantidad de código. La mejor parte es que permite seleccionar cualquiera de los lenguajes de programación .NET disponibles. Por esta razón, al contrario que con el modelo ASP clásico, en el que se dependía de lenguajes VBScript y JScript interpretados, ASP.NET cuenta con una amplia variedad de lenguajes de programación.

Además de las aplicaciones Web habituales, ASP.NET permite crear otros tipos con lo que puede ampliar el alcance de las mismas a nuevos clientes y empresas. Por ejemplo, los servicios Web XML permiten compartir datos por Internet independientemente del sistema operativo y del lenguaje de programación, lo que amplía considerablemente el alcance de las aplicaciones. Al mismo tiempo cuenta con controles móviles para que las aplicaciones puedan llegar a un mayor número de dispositivos Web de este tipo.

Además de mejorar las opciones de las que disponen los programadores, también se preocupa por los usuarios. Las aplicaciones Web ASP.NET son más rápidas que las aplicaciones ASP clásicas y permiten utilizar lenguajes de programación compilados. Por esta razón, no necesitan un proceso de compilación explícito y, por lo tanto, la ejecución resulta más rápida. Además, dispone de funciones de almacenamiento en caché y de administración de estado que potencian el rendimiento de aplicaciones Web ASP.NET. Al

¹¹ Aunque se han intentado la compilación de otros lenguajes de programación a bytecode de Java, los esfuerzos han quedado reducidos a meros ejercicios académicos. El ideal de Java siempre ha sido lograr un lenguaje único en múltiples plataformas.

mismo tiempo que ofrece un alto rendimiento, las aplicaciones son muy fiables y seguras, lo que contribuye a que los usuarios tengan una mayor confianza a la hora de utilizarlas. [26]

2.2.2.3.1 Microsoft .NET.

Microsoft® .NET es al mismo tiempo un concepto que define un modo de escribir software y un conjunto de herramientas para el desarrollo del software que pone en práctica dicho concepto [27]. Para ilustrar la base del concepto .NET, analizaremos los problemas empresariales comunes de conectividad e interoperabilidad: aunque la mayoría de las empresas cooperan con otras empresas, sus sistemas de información funcionan de forma independiente. Las cadenas de suministro de productos de los distintos fabricantes no se integran; la comunicación entre el proveedor y el comprador se limita generalmente a la emisión de un facsímil o a un simple intercambio de archivos de texto. Esta falta de contacto se suele considerar una barrera para las mejoras de la productividad. Las empresas obtendrían un rendimiento mayor si ampliaran sus conexiones. De igual modo, si los fabricantes de una cadena de suministro se conectaran entre sí, podrían reducir sus inventarios al mínimo, fabricar en función de las necesidades y coordinar sus esfuerzos para mejorar el rendimiento.[28]

El problema de la interoperabilidad se relaciona con este tema. Las empresas, tras decidir establecer conexiones entre ellas, deben hacer frente a la complicada labor de ingeniería que supone el diseño y la implementación cuando los sistemas colaboradores se encuentran en diferentes estados de desarrollo o en cambio constante. Asimismo, se debe considerar la complejidad que implica la seguridad de la información cuando ésta se pasa a través de servidores de seguridad corporativos y se intercambia con socios que son al mismo tiempo parte de la competencia.

El concepto .NET surge para habilitar de forma más adecuada esta capacidad, para simplificar la escritura de sistemas que se puedan conectar e interoperar entre ellos de forma segura en todo momento y desde cualquier lugar y dispositivo. Los XML Web Services constituyen la tecnología principal que permite habilitar dicha capacidad. Esta tecnología es al mismo tiempo una metodología y una capa de transporte para el paso de información entre componentes de equipos, redes y sistemas operativos diferentes.[27]

La compatibilidad con los XML Web Services es amplia. Actualmente, ya existe un número considerable de empresas que conectan con sus socios a través de estos servicios. Asimismo, Microsoft continúa agregando compatibilidad con los XML Web Services a toda su línea de productos. Desde el punto de vista de un desarrollador, .NET facilita la escritura de sistemas capaces de conectar entre sí utilizando Microsoft Visual Studio .NET, .NET Framework y los XML Web Services.

2.2.2.3.2 .NET Framework

.NET es mucho más que los Servicios Web XML. En el corazón de .NET se encuentra .NET Framework, basado en Common Language Runtime y las bibliotecas de clases. Estos dos componentes proporcionan el motor de ejecución y las API de programación necesarias para la creación de aplicaciones .NET.

Las aplicaciones compiladas para .NET no se compilan directamente a código nativo, sino a un lenguaje intermedio llamado Lenguaje Intermedio de Microsoft (MSIL). La primera vez que se ejecuta una aplicación, el compilador Just-In-Time (JIT) Common Language Runtime compila el código MSIL a código nativo antes de que se ejecute. Common Language Runtime es algo más que un simple compilador JIT. Se encarga al mismo tiempo de ofrecer servicios de ejecución de bajo nivel, tales como la recopilación de elementos no utilizados, el control de excepciones, servicios de seguridad y comprobaciones de seguridad en tiempo de ejecución. Debido a la importancia de Common Language Runtime en la administración de la ejecución, los programas que se van a aplicar a .NET Framework reciben en ocasiones el nombre de aplicaciones "administradas". [27] .NET Framework es un conjunto de clases utilizadas para generar aplicaciones que se ejecutan en el Common Language Runtime. Estas bibliotecas de clases ofrecen una amplia compatibilidad con una variada gama de tareas, entre las que se incluyen el acceso a datos, seguridad, E/S de archivos, manipulación XML, mensajería, reflexión de clase, XML Web Services, ASP.NET y servicios Microsoft Windows.

Quizás la característica exclusiva y principal de .NET sea su compatibilidad con varios lenguajes. Microsoft ha distribuido hasta el momento cuatro lenguajes comerciales para .NET Framework: Visual C#® .NET, Visual Basic® .NET, las extensiones administradas para C++ y Visual J# .NET. Asimismo, se están desarrollando un gran número de lenguajes compatibles con .NET, tales como Perl, Python y COBOL. [27]

C# (C Sharp) es un nuevo lenguaje de programación incluido en la plataforma .NET por vez primera. Es un lenguaje orientado a objetos fuertemente "tipado", diseñado por Microsoft para obtener un elevado rendimiento con una relativa simplicidad del lenguaje. La plataforma .NET está centrada en torno al Common Language Runtime (similar a la Java Virtual Machine de Sun) y a un conjunto de bibliotecas que pueden ser usadas por una amplia variedad de lenguajes capaces de trabajar conjuntamente al ser compilados todos en el lenguaje intermedio MSIL, ya citado anteriormente. C# juega un importante papel en la plataforma porque ha sido diseñado para trabajar de forma óptima con .NET y ciertas características de este se implementaron pensando en que su rendimiento fuera óptimo con C# (de hecho, algunas bibliotecas de .NET como Collection, XML, ADO+, ASP+, GDI+ y otras fueron escritas en C#).

Entre las ventajas mencionadas por Microsoft de utilizar este lenguaje, sintácticamente también parecido a Java, es que ha sido diseñado pensando en Internet y arquitecturas de componentes: en C#, cualquier objeto

puede representarse como un objeto COM, permitiendo una integración relativamente sencilla con aplicaciones escritas en otros lenguajes.

Posiblemente, C# se utilizará para escribir aplicaciones (o partes de aplicaciones) que requieran un alto rendimiento (como el que podría proporcionar C ó C++) sin tener necesidad de preocuparse de aspectos como la gestión de la memoria, la construcción de bibliotecas de bajo nivel, la comprobación de los índices de los arreglos, etc. [24]

Para facilitar la creación de lenguajes para .NET Framework, Microsoft ha desarrollado la especificación en lenguaje común (CLS). CLS describe las características que debe ofrecer cada lenguaje para poder utilizar .NET Framework y Common Language Runtime, así como para interoperar con componentes escritos en lenguajes diferentes. Cuando un lenguaje implementa la funcionalidad necesaria, se dice que es compatible con .NET. Los lenguajes compatibles con .NET admiten los mismos tipos de datos, utilizan las mismas clases de .NET Framework, compilan al mismo MSIL y utilizan un Common Language Runtime idéntico para administrar la ejecución. Por lo tanto, cada lenguaje compatible con .NET se podría considerar como un ciudadano .NET de primera clase. Los desarrolladores pueden elegir libremente el lenguaje que mejor se adapte a un componente específico, sin que disminuya la eficacia y la libertad que ofrece la plataforma. Asimismo, los componentes escritos en un lenguaje pueden interoperar sin problemas con componentes escritos en un lenguaje diferente. Por ejemplo, se puede escribir una clase en C# que herede de una clase base escrita en Visual Basic. CLS se ha presentado a ECMA para su estandarización, animando así a los desarrolladores de lenguajes para que creen versiones compatibles con .NET. En el momento de redacción de este artículo, se encuentran en desarrollo unos 20 lenguajes diferentes compatibles con .NET.

2.2.2.3.3 Visual Studio .NET

Para habilitar el desarrollo de .NET, Microsoft volvió a escribir sus herramientas de desarrollo y las empaquetó en un producto nuevo conocido como Visual Studio .NET. Visual Studio .NET permite desarrollar aplicaciones en uno o varios lenguajes. Se utiliza el mismo entorno de desarrollo integrado (IDE) para el diseño, desarrollo, depuración e implementación de componentes .NET.

Permite la creación de aplicaciones de consola, aplicaciones para Windows, archivos DLL, aplicaciones Web, XML Web Services y aplicaciones para dispositivos de bolsillo. Ofrece algunas características exclusivas de alta productividad, tales como: IntelliSense; diseñadores visuales de Web Forms y Windows Forms, esquemas XML y datos; un depurador de varios lenguajes que alterna sin problemas entre códigos escritos en lenguajes diferentes; una estrecha integración con .NET Framework; Ayuda dinámica, que proporciona una ayuda contextual continua mientras se escribe; lista de tareas, que muestra los errores del compilador y

las tareas pendientes; características de diseño de arquitecturas como la integración con Visio y un explorador de servidores para obtener acceso visual a bases de datos, servicios de Windows, contadores de rendimiento y componentes de aplicaciones del lado del servidor.

Microsoft Visual Studio .NET es una herramienta de desarrollo premiada. Ha recibido varios galardones, incluidos dos premios a la productividad *SD Magazine* en el año 2002 y el premio a la Excelencia Técnica de *PC Magazine* del año 2001 (cuando el producto se encontraba todavía en versión Beta) [27].

2.2.2.4 Selección del lenguaje a utilizar.

Debido a la poca fuerza que existía en el momento de comenzar la implementación de esta propuesta con respecto a la política de migración a software libre en la universidad y en el país en general, se escogió el sistema operativo de Microsoft para comenzar el desarrollo. Teniendo en cuenta que sobre esta variante la mayor integración e interoperabilidad se obtenía mediante el uso de la plataforma de Microsoft .NET se seleccionó dentro de la misma la tecnología ASP.NET y C# como lenguaje de programación, al ser estos los que aprovechan las mejores ventajas del sistema, sin mencionar que el entorno de desarrollo Visual Studio .NET 2003 aporta como IDE individual las mejores características, la mayor integración con la plataforma, y contiene una interfaz intuitiva y amigable convirtiéndolo en el ambiente más completo de los analizados. Estas características unidas, permitían obtener excelentes tiempos de desarrollo y puesta a punto, lo cual estaba acorde a las necesidades del proyecto y a la experiencia de los desarrolladores. Sin embargo quedarán recomendaciones de forma que se trabaje en la migración de los posibles módulos a entornos de código abierto y que se estudie la portabilidad de la aplicación para garantizar este aspecto.

2.3 Herramientas

En esta sección se describen un grupo de herramientas que complementan el funcionamiento de sistemas con características similares a este y se hace una selección de las que se consideran se ajustan a las necesidades de este problema.

2.3.1 Servidores Web.

Los servidores Web son aplicaciones que implementan el protocolo HTTP, el cual está diseñado para transferir hipertexto, páginas Web o páginas HTML de diversos contenidos tales como: textos complejos con enlaces, figuras, formularios, botones y objetos incrustados como animaciones o reproductores de sonidos.

Un servidor Web se encarga de mantenerse a la espera de peticiones HTTP llevadas a cabo por un cliente HTTP que solemos conocer como navegador. El navegador realiza una petición al servidor y éste le responde con el contenido que el cliente solicita. El servidor responde al cliente enviando el código HTML de la página; una vez recibido el código, lo interpreta y lo muestra en pantalla [29]. A continuación se hace referencia a algunos de los servidores Web más utilizados y se propone uno como opción para el desarrollo de esta solución.

2.3.1.1 Apache.

Apache es un servidor HTTP de código abierto, implementado por la Apache Software Foundation (ASF). Esta aplicación está diseñada para ejecutarse en múltiples plataformas como: Windows 9x/NT/2000/XP/2003, OS/2 y la mayoría de las versiones de Unix (FreeBSD, Linux, entre otros.) La arquitectura del servidor Apache es muy modular, consta de una sección que contiene el núcleo de la aplicación y mucha de la funcionalidad que podría considerarse básica para un servidor Web es provista por módulos independientes lo cual lo hace altamente configurable y extensible [30].

Apache presenta entre otras características: mensajes de error configurables, bases de datos de autenticación y negociado de contenido, pero fue criticado por la falta de una interfaz gráfica que ayude en su configuración.

En la actualidad, Apache es el servidor HTTP más usado, encontrándose aproximadamente en el 70% de los sitios Web en el mundo y creciendo aún su cuota de mercado [31], además dado su carácter abierto y la activa comunidad de desarrolladores que lo respalda, es continuamente actualizado y mejorado.

2.3.1.2 Internet Information Services (IIS)

Internet Information Services (IIS), es una serie de servicios para los ordenadores que funcionan con el sistema operativo Windows. Originalmente era parte del Option Pack para Windows NT. Luego fue integrado en otros sistemas operativos de Microsoft destinados a ofrecer servicios, como Windows 2000 o Windows Server 2003. Windows XP Profesional incluye una versión limitada de IIS. Entre los servicios que ofrece son: FTP, SMTP, NNTP y HTTP/HTTPS.

Este servicio convierte a una computadora en un servidor de Internet o Intranet es decir que en las computadoras que tienen este servicio instalado se pueden publicar páginas Web tanto local como remotamente. El servidor Web se basa en varios módulos que le dan capacidad para procesar distintos tipos

de páginas, por ejemplo Microsoft incluye los de Active Server Pages (ASP) y ASP.NET. También pueden ser incluidos los de otros fabricantes, como PHP o Perl. [32]

La última versión de esta aplicación (IIS 6.0) integrada al sistema operativo Windows Server 2003, introduce muchas nuevas funcionalidades en la confiabilidad, administración y escalabilidad para las aplicaciones Web del servidor. IIS 6.0 también mejora el desarrollo de aplicaciones al suministrar una plataforma integrada con otras tecnologías en Windows Server 2003, por ejemplo ASP.NET y el .NET Framework. Los beneficios de escoger IIS 6.0 incluyen la reducción de las interrupciones incrementando la disponibilidad de las aplicaciones y los sitios Web, disminución de los costos de administración del sistema, consolidación del servidor (reducción del costo en personal, hardware y administración de sitios) y un aumento significativo de la infraestructura de seguridad Web [33].

2.3.1.3 Selección del servidor Web.

Aunque es visible la ventaja actual del servidor Apache con respecto al IIS (es multiplataforma, de código abierto, de uso gratis) no es menos cierto que el IIS tiene su espacio en el mercado como el segundo servidor Web más utilizado actualmente según estadísticas recientes de NetCraft [31]. También, tal y como Apache logra su mayor integración con su plataforma nativa (Unix) (a pesar de que brinda implementaciones para otras plataformas), el IIS se ajusta de manera ideal a su plataforma nativa (Windows) dando un soporte natural para el desarrollo de aplicaciones sobre todo con tecnologías como ASP.NET y .NET Framework. Estas características de IIS son también posibles sobre Apache, pero se realiza de forma separada mediante la instalación de un módulo adicional (mod_aspdotnet) y la modificación de varias configuraciones [34].

Dado que IIS 6.0 es un servidor mejorado, con excelentes características de rendimiento, fácil configuración y que además implementa de forma natural una plataforma integrada a tecnologías como Microsoft .NET se ha seleccionado este como servidor Web a utilizar.

2.3.2 Sistemas de Gestión de Bases de Datos.

Los sistemas de gestión de bases de datos (SGBD) sirven de interfaz de comunicación entre las bases de datos y las aplicaciones que las utilizan, para ello constan de un lenguaje de definición de datos, un lenguaje de manipulación de datos y un lenguaje de consulta. Mediante los SGBD se consigue un acceso eficiente, fácil de implementar y sobre todo seguro a los datos de la aplicación.

Entre los objetivos que se persiguen con un SGBD están: la minimización de la redundancia, mantenimiento de la consistencia e integridad de los datos, protección y seguridad de la información, respaldo y recuperación, control de la concurrencia, tiempo de respuesta, entre otros. A continuación analizamos algunos de los SGBD conocidos que fueron analizados para la implementación de esta propuesta de solución.

2.3.2.1 PostgreSQL.

Este es un sistema de bases de datos relacionales de código abierto, con más de 15 años de desarrollo activo y una arquitectura probada que ha ganado una gran reputación por su confiabilidad, integridad de los datos que maneja y su exactitud [35]. Entre sus principales ventajas cuenta: su funcionalidad en múltiples plataformas (Linux, Unix, Windows), soporte total para llaves foráneas, joins, vistas, triggers, y procedimientos almacenados en múltiples lenguajes. Además incluye la mayoría de los tipos de datos definidos para SQL92 y SQL99 (INTEGER, NUMERIC, BOOLEAN, CHAR, VARCHAR, DATE, INTERVAL y TIMESTAMP); adiciona soporte para almacenamiento de objetos binarios de gran tamaño como fotos, sonido o video y provee de una interfaz nativa de programación para lenguajes como Java, C/C++, Perl entre otros. [35]

2.3.2.2 Oracle.

Oracle es un sistema de administración de base de datos fabricado por Oracle Corporation. Surge a finales de los 70 bajo el nombre de Relational Software a partir de un estudio sobre SGBD. Computer World definió este estudio como uno de los más completos jamás escritos sobre bases de datos. Este artículo incluía una comparativa de productos que erigía a Relational Software como el más completo desde el punto de vista técnico. Esto se debía a que usaba la filosofía de las bases de datos relacionales, algo que por aquella época era todavía desconocido.[36]

Se considera a Oracle como uno de los sistemas de bases de datos más completos, destacando su soporte de transacciones, estabilidad, escalabilidad y su soporte para múltiples plataformas.

Su mayor defecto es su enorme precio (según versiones y licencias). Otro aspecto que ha sido criticado por algunos especialistas es la seguridad de la plataforma, y las políticas de suministro de parches de seguridad, modificadas a comienzos de 2005 y que incrementan el nivel de exposición de los usuarios. En los parches de actualización provistos durante el primer semestre de 2005 fueron corregidas 22 vulnerabilidades públicamente conocidas, algunas de ellas con una antigüedad de más de 2 años.

Aunque su dominio en el mercado de servidores empresariales ha sido casi total hasta hace poco, recientemente sufre la competencia del Microsoft SQL Server de Microsoft y de la oferta de otros SGDB con licencia libre como PostgreSQL. [36]

2.3.2.3 SQL Server 2000.

Microsoft SQL Server es también un sistema de gestión de bases de datos relacionales basado en el lenguaje SQL, capaz de poner a disposición de muchos usuarios grandes cantidades de datos de manera simultánea. Entre sus características fundamentales figuran: soporte de transacciones, gran estabilidad y seguridad, escalabilidad, así como soporte para procedimientos almacenados.

Es destacable en este gestor la inclusión de un potente entorno gráfico de administración, que permite el uso de comandos DDL¹² y DML¹³ gráficamente. También permite trabajar en modo cliente-servidor donde la información y datos se alojan en el servidor y las terminales o clientes de la red sólo acceden a ella y además permite administrar información de otros servidores de datos Microsoft SQL Server.[37]

Es común desarrollar proyectos completos complementando Microsoft SQL Server y Microsoft Access a través de los llamados ADP (Access Data Project). De esta forma se completa una potente base de datos (Microsoft SQL Server) con un entorno de desarrollo cómodo y de alto rendimiento (VBA Access) a través de la implementación de aplicaciones de dos capas mediante el uso de formularios Windows.

Para el desarrollo de aplicaciones más complejas (tres o más capas), Microsoft SQL Server incluye interfaces de acceso para la mayoría de las plataformas de desarrollo, incluyendo .NET.

Microsoft SQL Server, al contrario de su más cercana competencia, no es multiplataforma, ya que sólo está disponible en Sistemas Operativos de Microsoft y constituye la alternativa de este a otros potentes sistemas gestores de bases de datos como son Oracle o Sybase.[37]

2.3.2.4 Selección del Sistema de Gestión de Bases de Datos.

Como propuesta de SGDB se ha seleccionado Microsoft SQL Server 2000 Enterprise Edition, ya que presenta una interfaz altamente amigable y sus precios con respecto a otros servidores corporativos como Oracle son mucho menores. También la seguridad de los datos es imprescindible en lo que se refiere a

¹² DLL (Data Definition Language) es un lenguaje para la definición y organización de los datos en una base de datos.

¹³ DML (Data Management Language) es un lenguaje de manipulación de datos que sirve para modificar, insertar, borrar, seleccionar la información contenida en las bases de datos.

aplicaciones Web. SQL Server 2000 se instala con un alto nivel de seguridad por defecto, beneficiándose además de la seguridad integrada de Microsoft Windows. En cuanto a la selección de un SGBD en particular, productos como Oracle y SQL Server 2000 pueden ser utilizados para construir sistemas estables y eficientes. Estos aspectos en las aplicaciones y las bases de datos depende mucho más de la experiencia de los desarrolladores y del administrador de la base de datos que de alguno de estos productos en particular. Es por ello también, que la selección está basada además en la experiencia personal del equipo de trabajo en aplicaciones con estas características utilizando este gestor. PostgreSQL pudiera ser una alternativa real de esta aplicación por lo que será recomendado para nuevas versiones basadas en ambiente de software libre y usando algunas herramientas existentes para facilitar la transición de un gestor a otro.

2.3.3 Selección del sistema de gestión de contenido: ASP Portal Starter Kit 1.1.

El Kit de inicio Portal (ASP Starter Kit 1.1) muestra cómo se puede utilizar ASP.NET junto con Microsoft .NET Framework para crear aplicaciones de portal para intranet e Internet. Este sistema muestra muchas de las características fundamentales de ASP.NET y proporciona también una aplicación de "procedimientos adecuados" que los desarrolladores pueden utilizar como base para crear sus propias aplicaciones ASP.NET.[38]

El portal incluye muchas de las características que ofrece la tecnología ASP.NET, entre las que se encuentran:

1. Compatibilidad con los exploradores Netscape e Internet Explorer.
2. Compatibilidad con dispositivos móviles para WAP/WML y dispositivos Pocket Browser.
3. Separación clara entre código y contenido HTML mediante controles de servidor.
4. Páginas creadas a partir de controles de usuario cargados dinámicamente.
5. Caché de resultados configurable para partes de páginas de portal.
6. Arquitectura de aplicación de varios niveles.
7. Acceso a datos ADO.NET mediante el uso de procedimientos almacenados de SQL.
8. Autenticación basada en formularios con una base de datos para nombres de usuario/contraseñas.
9. Seguridad basada en roles para controlar el acceso de usuarios al contenido del portal.

2.3.3.1 Arquitectura.

El portal utiliza una arquitectura de aplicación de varios niveles y contiene dos orígenes de datos. Los parámetros de configuración se almacenan en el archivo PortalCFG.xml y el contenido para la aplicación se guarda en una base de datos de SQL Server. El acceso a datos se realiza mediante un ensamblado de Microsoft .NET que proporciona acceso al origen de datos a través de los procedimientos almacenados. Además, para crear el área de trabajo del portal se utiliza una serie de ensamblados que controlan la seguridad y la configuración del portal. La capa de presentación está formada por formularios Web Forms y controles de usuario que controlan la presentación y la administración de los datos del portal correspondientes al usuario.[38]

2.3.3.2 Base de datos.

Todo el contenido del portal se almacena en una base de datos de SQL Server. Esto permite a los administradores de servidores distribuir la aplicación del portal entre varios servidores, obteniendo cada uno los datos de un solo almacén.[38]

2.3.3.3 Esquema de configuración XML.

El esquema basado en el archivo PortalCFG.xml contiene todos los parámetros de configuración del portal. El esquema es simple y fácil de entender. El archivo de configuración XML almacena todas las definiciones de alto nivel de Portal, Ficha y Módulo. Los parámetros de configuración se almacenan en una caché y GetSiteSettings() sólo lee el archivo XML si ha habido cambios en dichos valores.

2.3.3.4 Seguridad del portal.

El diseño de seguridad en el portal utiliza tanto la autenticación como la autorización. La autenticación es el proceso por el que la aplicación comprueba la identidad y las credenciales de un usuario, mientras que la autorización se encarga de comprobar los permisos del usuario autenticado para el recurso solicitado.

El portal admite la autenticación basada en formularios y la autenticación basada en Windows. El modo de autenticación se define en el archivo web.config y la propiedad User.Identity.Name mantiene el nombre del usuario. La autenticación basada en formularios almacena los nombres de usuario y las contraseñas en la base de datos, mientras que la autenticación basada en Windows utiliza un dominio/Active Directory con el protocolo de desafío/respuesta (NTLM). La autorización para el portal se controla utilizando seguridad basada

en roles con el fin de determinar si un usuario tiene acceso a un recurso concreto. Los usuarios se pueden agrupar en distintos roles (administradores, usuarios avanzados, desarrolladores, etc.) y las asignaciones de funciones se almacenan en la base de datos. Las fichas y los módulos del portal mantienen listas de control de acceso (ACL) para determinar quién tiene permiso de acceso al control. De esta forma se impide que un usuario normal obtenga acceso a las funciones de administración.[38]

Por todo lo antes expuesto, queda claro que las posibilidades que brinda este sistema para el desarrollo rápido de aplicaciones Web es su principal característica. La cual está respaldada por el alto grado de flexibilidad, portabilidad, escalabilidad, además de las grandes potencialidades en el área de seguridad. Además, debido al dominio de este sistema por parte de los desarrolladores de HyperWeb v1.0, su alto grado de productividad, así como su integración con las tecnologías seleccionadas para el desarrollo de la aplicación es que este sistema ha sido seleccionado el núcleo de desarrollo de esta propuesta.

2.4 Metodologías de Software.

Un objetivo de varias décadas ha sido encontrar procesos o metodologías repetibles o predecibles que mejoren la productividad y calidad del desarrollo de software. El desarrollo de software no es una tarea fácil. Prueba de ello es que existen numerosas propuestas metodológicas que inciden en distintas dimensiones del proceso de desarrollo. Existen dos enfoques que han evolucionado en la organización de las propuestas de metodologías en dos vertientes fundamentales, por una parte tenemos aquellas propuestas más “tradicionales” que se centran especialmente en el control del proceso, estableciendo rigurosamente las actividades involucradas, los artefactos que se deben producir, y las herramientas y notaciones que se usarán. Estas, denominadas por algunos como “metodologías pesadas”, han demostrado ser efectivas y necesarias en un gran número de proyectos, pero también han presentado problemas en otros muchos. Una posible mejora es incluir en los procesos de desarrollo más actividades, más artefactos y más restricciones, basándose en los puntos débiles detectados. Sin embargo, el resultado final sería un proceso de desarrollo más complejo, que puede incluso limitar la propia habilidad del equipo para llevar a cabo el proyecto. Otra aproximación es centrarse en otras dimensiones, como por ejemplo el factor humano o el producto software. Es aquí donde emerge el otro grupo denominado “metodologías ágiles o ligeras” para muchos de los proyectos actuales donde el entorno del sistema es muy cambiante, y en donde se exige reducir drásticamente los tiempos de desarrollo pero manteniendo una alta calidad del producto [39]. A continuación hacemos mención de algunas de estas propuestas para fundamentar la selección de una de ellas en la realización de este sistema.

2.4.1 Programación Extrema.

Programación Extrema o XP (siglas del inglés eXtreme Programming) es una metodología ágil centrada en potenciar las relaciones interpersonales como clave para el éxito en desarrollo de software, promoviendo el trabajo en equipo, preocupándose por el aprendizaje de los desarrolladores, y propiciando un buen clima de trabajo. XP se basa en realimentación continua entre el cliente y el equipo de desarrollo, comunicación fluida entre todos los participantes, simplicidad en las soluciones implementadas y coraje para enfrentar los cambios. XP se define como especialmente adecuada para proyectos con requisitos imprecisos y muy cambiantes, y donde existe un alto riesgo técnico.[40]

Las características fundamentales de esta metodología se organizan en los tres apartados siguientes: historias de usuario, roles, procesos y prácticas. A continuación se describen de forma general estos aspectos.

Historias de Usuario.

Son la técnica utilizada para especificar los requisitos del software. Se trata de tarjetas de papel en las cuales el cliente describe brevemente las características que el sistema debe poseer, sean requisitos funcionales o no funcionales. El tratamiento de las historias de usuario es muy dinámico y flexible. Cada historia de usuario es lo suficientemente comprensible y delimitada para que los programadores puedan implementarla en unas semanas. Las historias de usuario son descompuestas en tareas de programación (task card) y asignadas a los programadores para ser implementadas durante una iteración.

Roles XP.

Los roles de acuerdo con la propuesta original de Beck son [40]:

- *Programador.* El programador escribe las pruebas unitarias y produce el código del sistema.
- *Cliente.* Escribe las historias de usuario y las pruebas funcionales para validar su implementación. Además, asigna la prioridad a las historias de usuario y decide cuáles se implementan en cada iteración centrándose en aportar mayor valor al negocio.
- *Encargado de pruebas (Tester).* Ayuda al cliente a escribir las pruebas funcionales. Ejecuta las pruebas regularmente, difunde los resultados en el equipo y es responsable de las herramientas de soporte para pruebas.

- *Encargado de seguimiento* (Tracker). Proporciona realimentación al equipo. Verifica el grado de acierto entre las estimaciones realizadas y el tiempo real dedicado, para mejorar futuras estimaciones. Realiza el seguimiento del progreso de cada iteración.
- *Entrenador* (Coach). Es responsable del proceso global. Debe proveer guías al equipo de forma que se apliquen las prácticas XP y se siga el proceso correctamente.
- *Consultor*. Es un miembro externo del equipo con un conocimiento específico en algún tema necesario para el proyecto, en el que puedan surgir problemas.
- *Gestor* (Big boss). Es el vínculo entre clientes y programadores, ayuda a que el equipo trabaje efectivamente creando las condiciones adecuadas. Su labor esencial es de coordinación.

Proceso y Prácticas XP.

El ciclo de desarrollo consiste en cuatro pasos fundamentales: la definición del negocio por parte del cliente, la estimación del esfuerzo por parte del programador, la selección de qué construir de acuerdo con las prioridades del cliente y las restricciones de tiempo y la construcción del programador de ese valor de negocio. [40]

La principal suposición que se realiza en XP es la posibilidad de disminuir la mítica curva exponencial del costo del cambio a lo largo del proyecto, lo suficiente para que el diseño evolutivo funcione. Esto se consigue gracias a las tecnologías disponibles para ayudar en el desarrollo de software y a la aplicación disciplinada de algunas prácticas como: producir rápidamente versiones del sistema que sean operativas, aunque no cuenten con toda la funcionalidad del sistema, diseño simple, refactorización¹⁴, toda la producción de código debe realizarse con trabajo en parejas de programadores, el uso de estándares de programación y por último que el cliente tiene que estar presente y disponible todo el tiempo para el equipo y este es uno de los principales factores de éxito del proyecto XP.[41]

2.4.2 Proceso Unificado de Desarrollo de software.

El Proceso Unificado Racional o RUP (Rational Unified Process), es un proceso de desarrollo de software y junto con el Lenguaje Unificado de Modelado UML para preparar todos los esquemas de un sistema de

¹⁴ Es una actividad constante de reestructuración del código con el objetivo de remover duplicación de código, mejorar su legibilidad, simplificarlo y hacerlo más flexible para facilitar los posteriores cambios. Se mejora la estructura interna del código sin alterar su comportamiento externo

software, constituye la metodología estándar más utilizada para el análisis, implementación y documentación de sistemas orientados a objetos. Sin embargo, RUP es más que un simple proceso; es un marco de trabajo genérico que puede especializarse para una gran variedad de sistemas de software, para diferentes áreas de aplicación, diferentes tipos de organizaciones, diferentes niveles de aptitud y diferentes tamaños de proyecto [42].

RUP está caracterizado por una forma disciplinada de asignar tareas y responsabilidades (quién hace qué, cuándo y cómo), pretende implementar las mejores prácticas en ingeniería de software, propone un desarrollo iterativo, la administración de requisitos, usa una arquitectura basada en componentes, control de cambios, modelado visual del software, así como la verificación de la calidad del software [43].

RUP es un producto de Rational (IBM). Se caracteriza por ser iterativo e incremental, estar centrado en la arquitectura y guiado por los casos de uso. Incluye artefactos (que son los productos tangibles del proceso como por ejemplo, el modelo de casos de uso, el código fuente, etc.) y roles (papel que desempeña una persona en un determinado momento, una persona puede desempeñar distintos roles a lo largo del proceso). RUP divide el proceso de desarrollo en ciclos, teniendo un producto final al término de conclusión de cada ciclo, a su vez, cada ciclo se divide en fases que finalizan con un hito donde se debe tomar una decisión importante.

Fases de RUP.

- *Inicio:* se hace un plan de fases, se identifican los principales casos de uso y se identifican los riesgos
- *Elaboración:* se hace un plan de proyecto, se completan los casos de uso y se eliminan los riesgos
- *Construcción:* se concentra en la elaboración de un producto totalmente operativo y eficiente y el manual de usuario
- *Transición:* se implementa el producto en el cliente y se entrena a los usuarios. Como consecuencia de esto suelen surgir nuevos requerimientos a ser analizados.

Aunque RUP es un proceso de desarrollo de software genérico, se concibió en gran medida para el desarrollo de sistemas basados en programación orientada a objetos. Por ejemplo se suele emplear RUP en proyectos de programación en Lenguajes como Java o .NET. Al ser genérico, tiene muchas aplicaciones y se puede realizar las adecuaciones necesarias al proceso, según la naturaleza del proyecto que se desea afrontar.

2.4.3 Selección de la metodología a utilizar: RUP.

Aunque las metodologías analizadas presentan pocas similitudes entre sí, es posible basar la selección considerando varios aspectos. De manera general, ambas realizan la captura de requisitos usando como base los casos de uso y las historias de usuario y se basan en un desarrollo iterativo, lo que permite acercarse poco a poco a la solución sin entrar demasiado rápido en detalles, aunque las iteraciones de XP tienen por lo general una duración menor que en RUP.

En ambas, existen entregas (releases) de versiones del producto al cliente final, sin embargo debido a que esto es mucho más frecuente en XP, esta reafirma la necesidad de realizar la automatización de las pruebas. La implementación de las pruebas antes que la propia funcionalidad hace que el desarrollador tenga que pensar pronto sobre lo que tiene que hacer y como probarlo correctamente. La entrega al cliente solo se realizará si el producto pasa el 100% de estas pruebas, de otra forma no se garantiza que la funcionalidad para esa entrega se ajuste a lo esperado. RUP genera también entregas basados en artefactos después de cada fase, pero al contrario de XP no solo se limita al código, sino que van acompañadas de todas las características de una versión final (manual de ayuda, instrucciones de instalación, notas de la versión, etc.) De forma general, XP es un proceso muy orientado a la implementación. Debido al bajo número de documentos a generar, se ofrece al desarrollador un escenario ideal para participar en el proyecto. Este proceso es aceptado con el mejor grado por desarrolladores menos experimentados ya que pueden sacar provecho directo de los compañeros de mayor experiencia.

También el cliente está contento porque recibe un software que se adapta exactamente a sus deseos, mientras disponga de tiempo y dinero, pero ya que la funcionalidad exacta del software final nunca se definió formal y contractualmente (definirlo sería un contrasentido para XP, puesto que impediría el transcurso normal del proyecto guiado por el feedback del cliente), este método de desarrollo es quizás más aplicable para desarrollos internos, ya que para proyectos externos existe el problema real de que se debe realizar muy pronto una oferta concreta que defina que funcionalidad se va a implementar y en que período de tiempo, lo que también es importante para el cliente, ya que debe estar en la posición de comprobar tanto el rendimiento como la calidad y el contenido del software y estar seguro de recibirlo cuando lo espera.

RUP es por otra parte una metodología más completa que genera gran cantidad de documentación, de ahí su clasificación como “pesada”, aunque define un proceso de desarrollo genérico adaptable a las más diversas características, incluso, debido a su carácter general algunos autores consideran todos los demás procesos de desarrollo como casos particulares de este. A través de RUP es posible conseguir una mejor estructura y disciplina del proceso de desarrollo y es además una metodología estudiada en profundidad en nuestra

universidad, es por ello que fue considerada como la alternativa más viable para el desarrollo de esta propuesta de solución.

2.5 Técnicas de Inteligencia Artificial

Como punto final de este capítulo, se analizan un conjunto de técnicas de inteligencia artificial, que pueden ser aplicadas en procesos complejos como el diagnóstico médico. Estas constituyen una vía de solución y le introducen un valor agregado a las aplicaciones informáticas.

2.5.1 Sistemas basados en el Conocimiento.

Los sistemas basados en el conocimiento han sido ampliamente explotados en la solución de problemas de ayuda a la toma de decisiones por sus potencialidades. En términos generales un sistema basado en el conocimiento puede ser definido como un sistema computarizado que usa conocimiento sobre un dominio para arribar a una solución de un problema de ese dominio. Esta solución es esencialmente la misma que la obtenida por una persona experimentada (experto) en el dominio del problema cuando se enfrenta al mismo problema. La siguiente expresión describe su naturaleza: sistemas basados en el conocimiento = BC + MI + [Módulo de autoaprendizaje]. [44]

Donde BC se refiere a la base de conocimiento cuya responsabilidad es el almacenamiento del conocimiento. Es precisamente la Forma de Representación del Conocimiento (FRC) la que da lugar a la variedad de sistemas basados en el conocimiento. Dentro de los más conocidos y empleados en labores de clasificación encontramos: los sistemas basados en reglas, los sistemas basados en casos, las redes neuronales artificiales y los sistemas de inferencia borrosos y neuro-borrosos. La MI es el intérprete del conocimiento almacenado en la BC. La MI implementa algún método de solución de problemas con una dirección (forward o backward) de búsqueda dada.

Realmente, a los sistemas basados en el conocimiento lo caracterizan más rasgos que simplemente el hecho de duplicar el conocimiento y experticidad de un experto humano para un dominio específico. Tres conceptos fundamentales relativos a los sistemas basados en el conocimiento lo distinguen de los programas basados en búsqueda general:

- La separación del conocimiento de cómo este es usado (distinción entre conocimiento y estrategia de control).
- El uso de conocimiento muy específico del dominio.
- Naturaleza heurística, en lugar de algorítmica, del conocimiento empleado.

Otros rasgos que lo distinguen de la programación convencional son que no requieren analizar completitud y pueden dar diversas soluciones.

Generalmente los términos Sistemas Basados en el Conocimiento y Sistemas Expertos (SE) se usan indistintamente, aunque algunos autores limitan el uso del término SE a aplicaciones donde el conocimiento al nivel de experto es requerido. A continuación se hace una descripción de algunos de los sistemas basados en el conocimiento más explotados en estos momentos y una justificación de las razones que motivaron el uso de estos en esta propuesta de solución y en especial los Sistemas Basados en Reglas.[44]

2.5.1.1 Sistemas Basados en Reglas.

Los Sistemas Basados en Reglas (SBR) son los más conocidos de los sistemas basados en el conocimiento; algunos clásicos como Dendral, MYCIN y R1 también conocido como XCON fueron SBR.

Los SBR son sistemas basados en el conocimiento en los que la forma de representación del conocimiento usado son las reglas de producción y como método de inferencia utiliza la regla de modus ponens. Los SBR son llamados frecuentemente sistemas de producción, idea expresada por E. L. Post en el año 1943. Las reglas utilizan un formato IF - THEN para representar el conocimiento, la parte IF de una regla es una condición (también llamada premisa o antecedente), y la parte THEN de la regla (también llamada acción, conclusión o consecuente) permite inferir un conjunto de hechos nuevos si se verifican las condiciones establecidas en la parte IF.

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

Comenzar con todos los datos conocidos y progresar hacia la conclusión (data driven o forward chaining). Seleccionar una conclusión posible y tratar de probar su validez buscando evidencias que la soporten (goal driven o backward chaining). La dirección forward es apropiada cuando:

- Hay pocos datos de entrada.
- La cantidad de conclusiones posibles es grande.
- Entre los campos de aplicación para esta dirección de búsqueda están monitoreo y diagnóstico en sistemas de control en tiempo real, diseño y planificación.

La dirección backward es apropiada cuando:

- Hay pocas conclusiones posibles.

- Los valores de entrada no son adquiridos automáticamente.

Los problemas de diagnóstico y clasificación son frecuentemente resueltos con esta dirección de búsqueda.

2.5.1.2 Redes Neuronales Artificiales.

El renovado interés en las redes neuronales artificiales está motivado por los avances en la tecnología así como por una comprensión más profunda de como el cerebro trabaja. Una motivación es el deseo de construir una nueva generación de computadoras (que está siendo llamada 6ta generación) para resolver tareas como las vistas antes, para las cuales las arquitecturas actuales resultan insuficientes. Otra motivación es el deseo de desarrollar modelos cognitivos que puedan servir como fundamento para la Inteligencia Artificial.

Aunque es conocido que el cerebro no es tan bueno como una computadora convencional para ejecutar operaciones aritméticas, hay varias funciones de éste que no se pueden duplicar con éstas. Algunas de ellas son la asociación, categorización, generalización, clasificación y extracción de rasgos. Estas capacidades caen en tres categorías amplias: búsqueda, representación y aprendizaje. Estos aspectos están relacionados estrechamente a la propiedad asociativa y a la capacidad de autoorganización (self-organizing) del cerebro. Una red neuronal es un modelo computacional que pretende simular el funcionamiento del cerebro a partir del desarrollo de una arquitectura que toma rasgos del funcionamiento de este órgano sin llegar a desarrollar una réplica del mismo. El cerebro puede ser visto como un equipo integrado por aproximadamente 10 billones de elementos de procesamiento (neuronas) cuya velocidad de cálculo es lenta, pero que trabajan en paralelo y con este paralelismo logran alcanzar una alta potencia de procesamiento. [45]

El modelo conexionista tiene diversas propiedades que lo distinguen, entre ellas:

- Facilidades de aprendizaje: existen algoritmos potentes para determinar los pesos de las conexiones a partir de ejemplos de entrenamiento. El aprendizaje heurístico (a partir de ejemplos) reemplaza la programación prescriptiva.
- Facilidades de representación: ofrece una forma de representación del conocimiento muy apropiada para ciertas clases de problemas, especialmente los de reconocimiento o clasificación.
- Paralelismo: gran cantidad de elementos de procesamiento pueden trabajar simultáneamente, en particular, en la topología dirigida adelante, todas las unidades de un mismo nivel pueden calcular su nivel de actividad a la vez.

- Tolerancia al error: Hay muchos elementos de procesamiento cada uno de los cuales es responsable de una parte pequeña de la tarea, de modo que si algunas unidades fallan el efecto en el resultado total del sistema no es apreciable.
- Conexión: Las conexiones entre los nodos juegan un papel determinante en el trabajo realizado por la red.
- Dualidad en el trabajo: Existen dos fases bien determinadas. La fase de aprendizaje durante la cual los datos (generalmente pares de vectores con las entradas y sus correspondientes salidas) son tomados desde un conjunto de entrenamiento para "programar" la red, o sea, para ajustar los pesos, a esta fase se le denomina aprendizaje. La fase de ejecución durante la cual la red a partir de los datos tomados produce las salidas asociadas.

2.5.1.3 Sistemas Basados en Casos.

El Razonamiento Basado en Casos (RBC) representa un nuevo método para resolver problemas no estructurados, en el cual el razonamiento se realiza a partir de una memoria asociativa que usa un algoritmo para determinar una medida de semejanza entre dos objetos. En este paradigma la base del comportamiento inteligente de un sistema radica en recordar situaciones similares existentes en el pasado. Debe destacarse que es una técnica, en la cual la memoria se sitúa como fundamento de la Inteligencia Artificial y más concretamente de los sistemas basados en el conocimiento.[46]

El Razonamiento Basado en Casos denota un método donde la solución de un nuevo problema se realiza a partir de las soluciones conocidas para un conjunto de problemas previamente resueltos (o no resueltos) del dominio de aplicación. Este método se distingue por el hecho de utilizar directamente la información almacenada en la memoria del sistema sobre los problemas o casos ya resueltos o no. Los sistemas que emplean el RBC usan una memoria permanente en lugar de alguna forma de base de conocimientos en la cual se almacene de forma explícita el conocimiento sobre el dominio de aplicación en forma de estructuras conceptuales, reglas de producción u otra forma de representación del conocimiento.

Un Sistema Basado en Casos (SBC) tiene dos componentes principales: una base de casos y un solucionador de problemas. La base de casos contiene las descripciones de los problemas resueltos o no previamente. Cada caso puede describir un episodio particular o una generalización de un conjunto de episodios relacionados.[46]

El solucionador de problemas tiene a su vez dos componentes: un recuperador de casos y un razonador sobre el problema; la principal diferencia entre la arquitectura de los dos tipos de sistemas con RBC

radica precisamente en esta última componente. En el tipo solucionador de problemas el proceso que se ejecuta es "recordar un caso y adaptar su solución" y en el interpretativo el proceso es "recordar un caso y evaluar el problema nuevo basado en su solución"; por lo que en dependencia del tipo el razonador sobre el problema contendrá un fuerte algoritmo de adaptación o un procedimiento de justificación. Luego de este paso intermedio de adaptación o justificación, se realiza un proceso de crítica y evaluación de la solución sobre la base del resultado, lo cual producirá la solución final o desencadenará una reiteración del proceso (por ejemplo, realizar adaptaciones adicionales).

De modo que el funcionamiento de un SBC se realiza de la forma siguiente: en el estilo de solución de problemas se recupera un caso semejante al nuevo problema y la solución del problema recuperado se propone como solución potencial del nuevo problema. Esto se sigue de un proceso de adaptación en el cual se adecua la vieja solución a la nueva situación, posteriormente se realiza un análisis crítico en el cual se evalúa la solución resultante de la adaptación. Mientras, en el estilo interpretativo a partir de un resultado deseado propuesto, ya sea a partir de los casos recuperados o impuesto por el usuario del sistema, se realiza la justificación del mismo, proceso en el cual se crea un argumento para la solución propuesta, mediante un proceso de comparación y contrastando la nueva situación con casos previos, seguido de un análisis crítico en el que se justifica el argumento generando situaciones hipotéticas y tratando de argumentarlas.

La calidad del resultado producido por un SBC depende de cuatro aspectos principalmente: la experiencia del sistema, su habilidad para comprender nuevas situaciones en términos de la experiencia, su pericia en la adaptación y en la evaluación.

2.5.2 Selección para este sistema: SBR.

Primeramente, ¿por qué utilizar un sistema basado en el conocimiento? La respuesta surge por las condiciones propias del proceso de diagnóstico médico, el cual es un problema bien acotado, de características cognitivas, donde existe un dominio bien definido por parte de los especialistas. También, las posibilidades de cambios en el conocimiento del dominio es otro factor a favor de un sistema basado en el conocimiento, pues a estos les son inherentes facilidades para incorporar nuevas adaptaciones. Además, existe una necesidad de multiplicar la experticidad humana en este tema pues solo el conjunto de especialistas en HTA dominan a profundidad el proceso de diagnóstico médico.

Ahora, la selección dentro de los sistemas basados en el conocimiento analizados se dirige a los SBR. Esto se debe en gran parte a que el conocimiento del proceso de diagnóstico médico puede ser expresado de

forma natural en formato de reglas IF-THEN, es decir, todo resultado de la evaluación de una prueba puede considerarse como antecedente para la indicación de una prueba adicional como consecuente, siguiendo una dirección de forward chaining. Además los SBR son muy modulares debido que permiten que cada regla, que constituye una unidad de conocimiento, de manera individual pueda ser adicionada, modificada o eliminada de forma independiente al resto de las reglas existentes lo cual flexibiliza el desarrollo de la Base de Conocimiento.

2.6 Conclusiones.

Como conclusiones de este capítulo se puede resumir que existe una amplia diversidad de técnicas, herramientas y aplicaciones adaptables a los requisitos de esta propuesta, entre ellas varias referidas a licencias mucho más flexibles y abiertas que otras analizadas. Sin embargo, la selección final no solo debe estar basada en lo más barato o simplemente lo más sencillo de utilizar. Debe existir un balance real entre las necesidades del cliente, las características del equipo de desarrollo y su productividad bajo las diversas condiciones. Se considera que el objetivo final debe ser una aplicación robusta y sobre todo adaptable en gran medida a futuros cambios utilizando de manera eficiente los recursos humanos y materiales. De esta manera la selección final queda como se relaciona a continuación:

- IIS 6.0 como servidor Web, debido que es una aplicación mejorada sobre todo con una seguridad incrementada, con excelentes características de rendimiento y fácil configuración.
- ASP.NET y C# como tecnología y lenguaje de programación a utilizar respectivamente, ya que a pesar de ser una plataforma “joven” comparada con otras como J2EE y Java, permite obtener excelentes tiempos de desarrollo y puesta a punto, posee el IDE individual con las mejores características y la mayor integración con el ambiente de Microsoft.
- SQL Server 2000 como SGBD por presentar una interfaz altamente amigable, puede ser utilizado para construir sistemas estables y eficientes y su precio con respecto a otros servidores corporativos como Oracle son significativamente menores. La posibilidad de usar otros gestores como PostgreSQL pudiera considerarse principalmente mediante la migración posterior del diseño.
- RUP como metodología de desarrollo de software al ser la más completa, con una definición genérica adaptable a las más diversas características y que abarca los principales aspectos que permiten garantizar un desarrollo viable.

- SBR como técnica de Inteligencia Artificial aplicada al proceso de diagnóstico médico por su modularidad y fundamentalmente por la forma natural en que puede ser representado el dominio del conocimiento como reglas duras.
- ASP Portal Starter Kit 1.1 como núcleo para el desarrollo de la propuesta.



3
CAPÍTULO

3 DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

3.1 Introducción

En este capítulo se comienza la descripción de la propuesta de solución que abarca este trabajo. Para comenzar, se muestra el análisis de los procesos del negocio actual, así como cuales son los actores y trabajadores que intervienen en el mismo. Para un mayor entendimiento del problema se describen cada uno de los casos de uso que fueron seleccionados en el negocio, utilizando para ello además de una explicación general, los diagramas de actividades correspondientes.

Todo lo antes mencionado da origen a los requisitos funcionales, en los cuales se recogen las características básicas que tendrá el sistema, además se indican los requisitos no funcionales que son necesarios para garantizar el éxito del mismo.

Una vez conocido todos los requerimientos, así como entendido claramente el problema en cuestión, pasaremos a detallar esta propuesta de solución, por lo que se describen a los actores del sistema, los casos de uso y la relación de estos con los actores. También se definen de manera general cuales serán las pautas fundamentales en la planificación del proyecto y los aspectos claves en la arquitectura.

Concluye este capítulo con la descripción detallada de cada uno de los casos de uso del sistema, los cuales guiarán las siguientes etapas del desarrollo del software.

3.2 Modelación del negocio.

El modelado del negocio es una técnica para comprender los procesos de la organización. Los propósitos que se persiguen al realizarse este proceso, son:

- Entender la estructura y la dinámica de la organización.
- Entender los problemas actuales e identificar mejoras potenciales.
- Asegurarse de que los clientes, usuarios finales y desarrolladores tengan una idea común de la organización.

- Derivar los requerimientos del sistema a partir del modelo de negocio que se obtenga.

3.2.1 Actores del negocio.

Un actor del negocio es cualquier individuo, grupo, organización o máquina que interactúa con el mismo. El término *actor* significa el rol que algo o alguien juega cuando interactúa con el negocio. [42]

Para esta propuesta de solución se ha determinado el actor que se muestra en la Tabla 3-1.

Actor del negocio	Justificación
Paciente	Se considera en este rol a cualquier persona que acuda a una consulta de HTA para ser tratado por un especialista en esta rama de la medicina.

Tabla 3-1 Actor del negocio

3.2.2 Trabajadores del negocio.

Un trabajador del negocio es cualquier individuo, grupo, organización o máquina que trabaja dentro del negocio.[42]

Para el presente negocio se ha determinado el trabajador que se muestra en la Tabla 3-2.

Trabajador del negocio	Justificación
Médico	Se considera a todos los especialistas de la medicina que atiendan a pacientes con HTA.

Tabla 3-2 Trabajador del negocio

3.2.3 Diagrama de casos de uso del negocio.

El diagrama de casos de uso del negocio es un artefacto que describe los procesos de un negocio (casos de uso del negocio) y su interacción con elementos externos (actores), tales como socios y clientes, es decir, describe las funciones que el negocio pretende realizar y su objetivo básico es describir cómo este es utilizado por sus clientes y socios.[47]

En ocasiones, con el fin de facilitar la comprensión de los casos de uso del negocio, reutilizar flujos que son comunes entre ellos y facilitar el mantenimiento del modelo, es que se propone estructurar estos casos de uso. Esta actividad consiste en extraer el comportamiento en casos de uso del negocio que necesitan

considerarse como *casos de uso abstractos*¹⁵. Para el negocio planteado se observan estas características en casos de uso como: Indicar Tratamiento no Farmacológico y Evaluar Pruebas Adicionales. A continuación, en la Figura 3-1 se relaciona el diagrama de casos de uso del negocio.

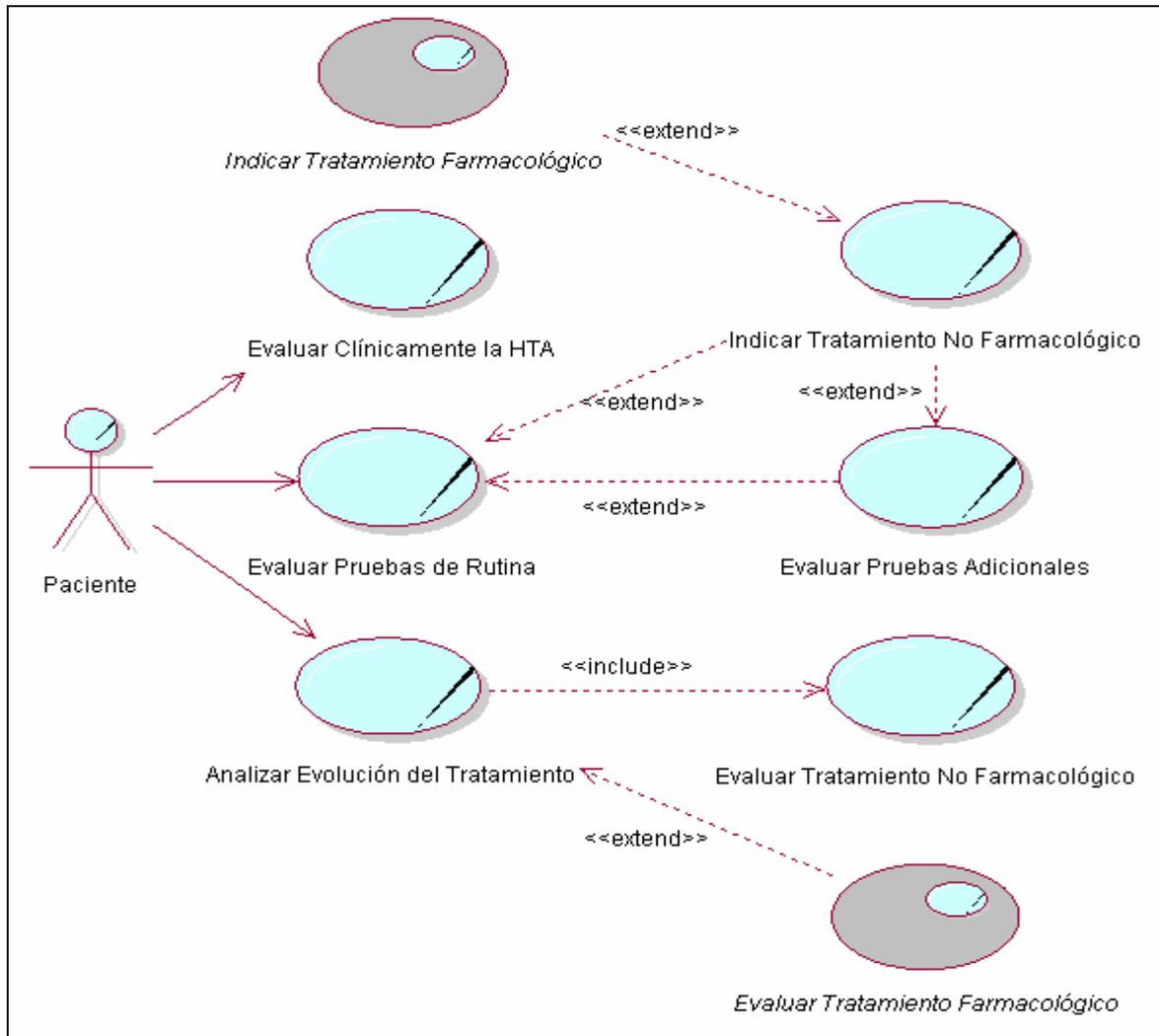


Figura 3-1 Diagrama de casos de uso del negocio

¹⁵ El término abstracto se refiere a aquellos casos de uso que existen solamente para que otros casos de uso lo reutilicen. Ejemplos de tal comportamiento lo son: comportamiento común a varios casos de uso y comportamiento opcional en un caso de uso

En el diagrama anterior los casos de uso que están señalados en **gris** (*Indicar Tratamiento Farmacológico, Evaluar Tratamiento Farmacológico*) no serán incluidos en esta propuesta de solución, aunque si se tendrán en cuenta para futuras versiones del software.

3.2.4 Realización de casos de uso del negocio.

La realización de un caso de uso del negocio muestra como colaboran los trabajadores y entidades de negocio para ejecutar el proceso. En esta propuesta, cada realización se documenta utilizando las descripciones textuales y diagramas de actividad¹⁶. Consideramos que con esto es suficiente para describir completamente el proceso de negocio y dar la información necesaria para los flujos de trabajo que se ejecutan posteriormente.

3.2.4.1 Evaluar Clínicamente la HTA

Este caso de uso comienza con la llegada por primera vez de un paciente a una consulta de HTA de un médico en específico, debido a la posible sospecha de padecer HTA o por ser un hipertenso ya confirmado. En ambos casos se considera como paciente nuevo a ser atendido por el médico. Una vez que el paciente plantea su problema, el médico realiza las mediciones de TA correspondientes y comienza el llenado de la HC. En la misma se recogen un conjunto de informaciones relevantes (ver Anexo 3) que le permiten al médico comenzar una evaluación clínica certera. Una vez recogidos todos los datos necesarios, se le entrega al paciente las órdenes para las pruebas de rutina (ver Anexo 1 Tabla 0-1) que debe realizarse, con el fin de obtener un diagnóstico personalizado de su enfermedad. Para culminar, el médico orienta al paciente traer una toma de la TA para la próxima consulta, así como la fecha en que se realizará la misma. (Para el diagrama de actividades ver Anexo 5; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, Figura 0-1)

3.2.4.2 Evaluar Pruebas de Rutina.

En la segunda consulta el paciente se presenta con la toma de TA, así como los resultados de las pruebas de rutina. El médico toma una nueva muestra de la TA, estos datos se toman de forma obligatoria en todas las

¹⁶ Un diagrama de actividad describe un proceso que explora el orden de las tareas o actividades que logran los objetivos del negocio

consultas de HTA y se guardan en la HC. En este momento el médico tiene la información necesaria para la clasificación del paciente de acuerdo a las tomas de TA, para ello se auxilia de los criterios recogidos en el JNC-7 (Capítulo 1 Tabla 1-1). El paso posterior es la evaluación de los resultados de las pruebas de rutina, lo cual genera dos posibles flujos alternos en la consulta:

1. En los resultados de las pruebas de rutina existe algún tipo de alteración, por lo que se deben indicar pruebas adicionales en correspondencia con las pruebas alteradas y de esta forma se continúa con el proceso de diagnóstico (ver caso de uso Evaluar Pruebas Adicionales). Como conclusión de este proceso al paciente se le puede indicar tratamiento (ver caso de uso Indicar Tratamiento) o se detecta que este paciente presenta afecciones que no deben ser tratadas por un especialista en HTA y se remite el mismo a un especialista de su posible patología.
2. No existen alteraciones en los resultados de las pruebas de rutina o adicionales (ver caso de uso Evaluar Pruebas Adicionales) y se procede a indicar el tratamiento personalizado (ver caso de uso Indicar Tratamiento)

Como conclusión de este caso de uso el paciente puede ser remitido a una consulta de otro especialista de acuerdo a la afección detectada o se le indica el tratamiento adecuado para el control de su HTA. (Para el diagrama de actividades ver Anexo 5, Figura 0-2)

3.2.4.3 Evaluar Pruebas Adicionales

Este caso de uso se lleva a cabo si alguna prueba de rutina arrojó resultados alterados, por lo que es preciso que se indiquen las pruebas adicionales correspondientes (ver Anexo 1 Tabla 0-2) para refinar los resultados y de esta forma concluir con un diagnóstico certero. Es preciso señalar que este proceso de indicación y evaluación de pruebas adicionales se puede repetir tantas veces como el médico estime conveniente hasta lograr su propósito. Como resultado final de este caso de uso, el médico puede encontrar una posible patología del paciente y remitirlo a un especialista en el tema o llegar a la conclusión que con pruebas más sofisticadas el paciente no presenta ningún problema, por lo cual debe ser tratada su HTA. De esta forma se pasa a indicar el tratamiento personalizado (ver caso de uso Indicar Tratamiento) que contribuya a controlar la HTA. (Para el diagrama de actividades ver Anexo 5, Figura 0-3)

3.2.4.4 Indicar Tratamiento No Farmacológico

Para indicar el tratamiento no farmacológico el médico sigue los siguientes pasos:

1. Con el peso del paciente en la consulta actual se calcula el IMC (ver Capítulo 1, Ecuación 1) del mismo y si este presenta sobrepeso entonces se le indica la dieta hipocalórica adecuada (ver Anexo 4). En la misma se describe las comidas que debe realizar al día, así como los alimentos en cada una de ellas.
2. En caso de ser necesario y sensato se realiza las pruebas de esfuerzo y se le indica el plan de ejercicios físicos adecuado (ver Anexo 2).
3. También si es necesario se le realizan test mentales que evalúan si el paciente puede o no realizar ejercicios de autorrelajación y de esta forma entonces se le indican técnicas adecuadas.

Es necesario que se entienda que cada uno de estos pasos no es excluyente, es decir todos deben ser analizados con el mismo grado de prioridad.

Una vez indicado el tratamiento no farmacológico al paciente, se pasa a valorar si se le debe indicar tratamiento farmacológico. Este tratamiento debe ser aplicado en las siguientes circunstancias o combinaciones de estas:

- Si el paciente por ser hipertenso confirmado ya presenta una terapia hipotensora previa.
- Si los resultados del electrocardiograma indican una hipertrofia ventricular izquierda (HVI)
- Si está clasificado como Grado I y tiene daño en órgano diana,
- Si es un hipertenso Grado II.

En la Figura 0-4 del Anexo 5 se muestra el diagrama de actividades correspondiente.

3.2.4.5 Analizar la Evolución del Tratamiento

Una vez indicados el o los tratamientos correspondientes, se comienza con las consultas de seguimiento en las cuales se controla de forma paulatina el comportamiento y la efectividad de los mismos.

Este caso de uso comprende la secuencia lógica de cada una de las consultas de seguimiento, la cual comienza con la ubicación, por parte del médico, de las características individuales del paciente que atenderá, para ello se apoya en la HC y las conclusiones del diagnóstico. Luego comienza a realizar la medición de TA correspondiente y el registro de la misma en la HC, la cual es comparada con el objetivo de TA de este paciente y de esta forma se puede llegar a conclusiones como son:

1. El paciente tiene la TA descontrolada, en caso de que esto ocurra por primera vez, es recomendable mantener el tratamiento actual, pues aún el paciente puede estar en la etapa de adaptación y el

tratamiento no tiene el tiempo necesario para lograr la efectividad deseada, aunque cada médico puede decidir que conducta seguir de forma individualizada con el paciente.

2. El paciente tiene la TA descontrolada pero ya se ha repetido de forma reiterada este patrón, entonces es recomendable evaluar el cambio adecuado del tratamiento actual, por lo que es necesario reclasificar al paciente y de esta forma adecuarlo a las nuevas medidas. Es preciso señalar que estas consideraciones son de manera general y los médicos en cada caso deciden si cambiar o mantener el tratamiento actual.

3. El paciente tiene la TA controlada, por lo que se deben chequear los tratamientos indicados.

En cualquiera de los casos anteriores si se decide controlar el tratamiento actual, el no farmacológico debe ser siempre evaluado puesto que a todos los pacientes se le debió haber indicado con uno u otro grado de profundidad, por lo que corresponde controlar su cumplimiento. Luego, debe ser evaluado el tratamiento farmacológico, en caso de que haya sido indicado. Por el contrario si se decide cambiar el tratamiento, entonces se analiza cual debe ser el óptimo tomando como base los tratamientos anteriormente indicados. (Para el diagrama de actividades ver Anexo 5, Figura 0-5)

3.2.4.6 Evaluar Tratamiento No Farmacológico

El paciente durante el tratamiento no farmacológico, es sometido a un conjunto de períodos de pruebas, con los cuales se evalúa el desempeño y la efectividad del tratamiento indicado. Los mismos se describen a continuación:

- I. *Primer período de pruebas:* Este tiene una duración de cuatro semanas y las consultas son cada 15 días. En el mismo no se debe cambiar aún el tratamiento en caso de poca efectividad.
- II. *Período complementario:* Este es opcional para cuando el paciente no ha evolucionado favorablemente durante el *primer período de prueba*. Entonces, si el médico lo considera necesario, se somete al paciente a este período para ver si finalmente asimila el tratamiento. Las consultas en este estado son semanales y tiene una duración de cuatro semanas.
- III. *Segundo período de prueba:* Este es otro período que permite al médico continuar el estudio con el tratamiento no farmacológico, en él se puede aumentar el tratamiento y si no se logra estabilizar al paciente, entonces es necesario pasarlo al estado de tratamiento farmacológico. Las consultas en este período son semanales.

Si en cualquiera de estos períodos el paciente se estabiliza y el médico estima conveniente no tener que cambiar el tratamiento, entonces la frecuencia de las consultas se puede aumentar.

A continuación se muestra un algoritmo que debe seguir en cada una de las consultas de un médico para evaluar la eficacia de las medidas no farmacológicas que fueron indicadas:

1. Calcular el sobrepeso y de esta forma comparar con los anteriores. Si está descontrolado y el paciente se encuentra en el *Primer período de pruebas*, se debe mantener el mismo tratamiento pues hay que esperar que este madure, pero si está descontrolado y su estado es período complementario, el médico puede valorar cambios en el tratamiento no farmacológico. Si el paciente está descontrolado pero está en el segundo período de pruebas entonces se debe indicar un tratamiento farmacológico, además de continuar con medidas no farmacológicas.
2. Chequear la dieta hipocalórica en caso de presentar.
3. Chequear el cumplimiento del plan de ejercicios y si es necesario aumentar los niveles del mismo.
4. Chequear el cumplimiento de las técnicas de autorrelajación, en caso de haberse indicado.
5. Mensualmente se debe indicar y luego controlar pruebas de sodio y potasio. Adicionalmente se indica cada 6 meses la del colesterol.
6. Debe continuar en cada consulta con los consejos para que el paciente elimine los hábitos tóxicos, si presenta alguno, lo que contribuye a mejorar su estilo de vida.

En la Figura 0-6 del Anexo 5 **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se muestra el diagrama de actividades correspondiente a este caso de uso.

3.3 Modelo de objetos del negocio.

El Modelo de Objetos del Negocio define los casos de uso del negocio desde la perspectiva de los trabajadores internos del negocio, es decir, cómo las personas que trabajan en el negocio y las cosas que ellas manipulan deben relacionarse unas con otras, estática y dinámicamente, para producir los resultados esperados. [42]

Sintéticamente, un *modelo de objetos del negocio* es un artefacto que describe la realización de los casos de uso del negocio. Los elementos del modelo de objetos son los *Trabajadores del negocio* y *Entidades del negocio*¹⁷. En la Figura 3-2 se muestra el modelo de objetos correspondiente al negocio tratado.

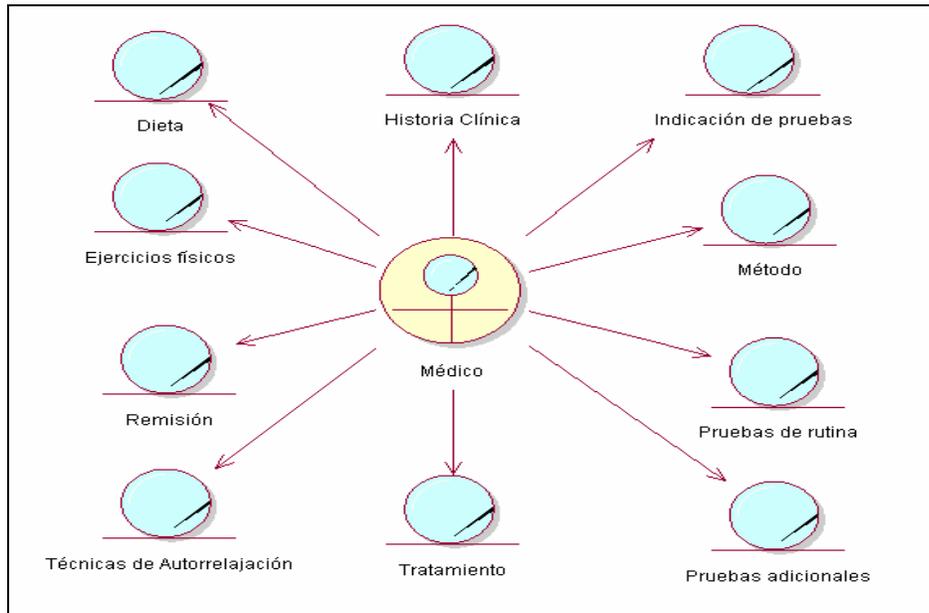


Figura 3-2 Modelo de Objetos del Negocio

3.4 Especificación de los requisitos de software.

Todas las ideas que los clientes, usuarios y miembros del equipo de proyecto tengan acerca de lo que debe hacer el sistema, deben ser analizadas como candidatas a requisitos. Los requisitos se pueden clasificar en: funcionales y no funcionales. Los requerimientos funcionales son capacidades o condiciones que el sistema debe cumplir, en cambio, los no funcionales se refiere a cualidades del sistema.

Los requisitos pueden, además, clasificarse en:

- Nominales (funcionales): Objetivos y metas para un sistema que tienen que estar presentes para que el cliente esté satisfecho.
- Esperados (no funcionales y funcionales): Están implícitos, puede que el usuario no los declare, pero si no se satisfacen el cliente no está conforme.

¹⁷ Representan los entregables, recursos y eventos que se utilizan o generan, en la medida en que los trabajadores del negocio ejecutan un caso de uso del negocio. Típicamente una entidad del negocio representa un documento o una parte esencial de un producto. Algunas veces representa algo menos tangible.

- Innovadores (funcional y no funcional): Características que van más allá de las expectativas del cliente.

3.5 Requisitos funcionales.

En la realización de los casos de uso del negocio, se obtienen las actividades que serán objeto de automatización. Estas actividades no son exactamente los requerimientos funcionales, pero si son el punto de partida para identificar qué debe hacer el sistema.

Los requerimientos funcionales definen las características que debe poseer el sistema. Para la captura de los requisitos de la aplicación se realizaron un conjunto de entrevistas y reuniones de trabajo con los especialistas en HTA de el hospital Hermanos Ameijeiras, además se participó en cursos y eventos de HTA auspiciados por la comisión nacional de esta rama, en los cuales todos los expertos allí presentes contribuyeron en la generación de ideas que posibilitarán crear un mejor sistema. Los requisitos funcionales para este sistema se presentan a continuación:

RF 1 Autenticar a todos los usuarios pertenecientes a cualquier rol del sistema.

Mediante este servicio el sistema debe garantizar el acceso limitado a la información de acuerdo al rol que pertenece cada usuario.

RF 2 Calcular sobrepeso de pacientes y usuarios.

Con esta opción cualquier usuario tendrá la opción de calcular si presenta sobrepeso y el sistema, de ser necesario, informará la dieta hipocalórica adecuada. También los médicos podrán aplicarle este criterio a un paciente en específico.

RF 3 Calcular probabilidad de Cardiopatía Isquémica de los usuarios y pacientes.

El sistema debe posibilitar a cualquier usuario conocer su probabilidad de padecer o no de Cardiopatía Isquémica. También esta opción puede ser aplicada sobre los pacientes que se atienden en el sistema.

RF 4 Indicar plan de ejercicios personalizado a los pacientes y usuarios.

El sistema debe indicar al usuario que lo desee, un plan de ejercicios físicos, acorde con sus características personales. Esta opción puede a su vez ser utilizada por los médicos para calcular el plan de ejercicios que deben realizar sus pacientes.

RF 5 Obtener recomendaciones dietéticas.

El sistema presentará a los usuarios un grupo de recomendaciones y consejos que mejoren los hábitos alimenticios de la población para evitar la HTA.

RF 6 Confeccionar dietas hipocalóricas.

El sistema debe brindar un conjunto de dietas preconfeccionadas, así como permitir también la confección de una dieta hipocalórica personalizada.

RF 7 Indicar técnicas de autorrelajación a los pacientes y usuarios.

El sistema debe brindar un grupo de técnicas de autorrelajación que ayuden a mejorar el estrés de los usuarios. También los médicos indicarán en caso de ser necesario estas técnicas a sus pacientes.

RF 8 Evaluar factores de riesgo de HTA.

El sistema debe posibilitar que cualquier persona pueda conocer sus factores de riesgo de padecer de HTA.

RF 9 Incluir pacientes.

El sistema debe permitir que un médico adicione un paciente a su grupo de pacientes atendidos, para ello el médico debe llenar la historia clínica, la cual será guardada en la base de datos y ningún otro médico podrá tener acceso a la misma.

RF 10 Buscar pacientes.

El sistema debe permitir que los médicos busquen en cualquier momento un paciente determinado y puedan de una forma rápida obtener un panorama de la evolución del mismo.

RF 11 Clasificar HTA de usuarios y pacientes.

El sistema deberá clasificar a los pacientes su HTA y establecer su objetivo de TA, esto se realizará por la tomas de presión recogidas en las consultas, para su posterior indicación del tratamiento adecuado. Los usuarios también podrán conocer si presentan o no HTA y cual es su clasificación.

RF 12 Indicar pruebas de rutina y adicionales a los pacientes.

El sistema deberá indicar las pruebas de rutina que son necesarias para un mejor diagnóstico de los pacientes, así como las pruebas adicionales que estén en correspondencia con las pruebas de rutina alteradas, las que posibilitarán realizar un estudio más certero.

RF 13 Evaluar pruebas de rutina y adicionales que fueron indicadas.

El sistema deberá contar con una máquina de inferencia que permita obtener, dado los resultados de las pruebas indicadas, cuales han arrojado alteradas y que opciones se pueden tomar con el paciente.

RF 14 Indicar tratamiento no farmacológico a los pacientes.

El sistema deberá indicar el tratamiento no farmacológico personalizado para cada paciente, en el mismo se debe recoger, la dieta hipocalórica adecuada, el plan de ejercicios físicos a realizar, la indicación y control de las pruebas sodio, potasio y colesterol.

RF 15 Evaluar tratamiento no farmacológico indicado a los pacientes

El sistema controlará en cada una de las consultas de seguimiento, el cumplimiento de las medidas no farmacológicas indicadas, las que serán reguladas según el avance del paciente.

3.6 Requisitos no funcionales

Los requisitos no funcionales son fundamentalmente aquellos que no pueden asociarse a ningún caso de uso concreto, pero que garantizan el soporte y buen funcionamiento de las acciones del sistema. A continuación se recogen cada uno de los necesarios en HyperWeb _{v1.0}:

Apariencia o interfaz externa.

El sistema debe contar con las siguientes condiciones:

- Legible.
- Simple de usar.
- Interactivo.
- Profesional.

Usabilidad.

El sistema debe garantizar la facilidad de uso por personas sin experiencia previa con las computadoras, la validación de los datos entrados por los usuarios para evitar errores en la información que se maneje y debe existir una documentación de usuario online que facilite el trabajo interactivo.

Soporte.

Se debe contar como mínimo con un servidor Web con *.NET Framework* instalado y el *Internet Information Services (IIS)*, específicamente *Windows 2003 Advanced Server*, además de un servidor de base de datos con *SQL Server 2000 Enterprise Edition*.

Portabilidad.

Esta versión estará disponible para sistemas operativos Windows de Microsoft, aunque se recomienda que para futuras versiones se estudie la portabilidad del sistema para otras plataformas.

Facilidad de mantenimiento

El sistema debe tener una alta flexibilidad y escalabilidad para garantizar el mantenimiento periódico, posibilitando la inclusión de nuevas pruebas, modificación de los rangos de clasificación de la HTA, la inclusión de nuevas patologías que puedan afectar de forma directa o indirecta a los pacientes que padecen de HTA, así como las reglas para su evaluación.

Rendimiento

El funcionamiento del sistema debe ser rápido, y el tiempo de respuesta no deberá exceder los 15 segundos, garantizando que las consultas médicas no se extiendan por esta causa.

Requisitos de plataforma

▪ **Hardware**

- Servidores de base de datos: Pentium III a 1GHz , 512 Mb de RAM y 40 Gb disco duro, como mínimo
- Servidor Web: Pentium III a 1GHz , 512 Mb de RAM y 40 Gb disco duro, como mínimo
- Clientes: Pentium a 133 MHz o superior.

▪ **Software**

- Servidor de base de datos: *SQL Server 2000 Enterprise Edition*.
- Servidor Web: *IIS v6.0*
- Clientes: *Internet Explorer 4.0 o superior*

Requisitos de plataforma Software

- Sistema Operativo Servidor: *Windows 2003 Advanced Server Enterprise Edition*
- Navegadores de Internet: *Internet Explorer 4.0 o superior, Mozilla, Netscape o similares*.

Seguridad

- En el sistema se debe garantizar el acceso a la información de acuerdo al rol de cada usuario. La información referente a los pacientes no debe ser accedida por ningún otro personal que no sea el médico que lo atiende o el administrador del sistema.
- Los niveles de acceso al sistema contemplarán qué tipos de usuarios pueden introducir información en el mismo, de forma tal que se garantice la integridad y consistencia de la información.
- El sistema debe permitir realizar chequeos de auditoría de forma que se tenga conocimiento de las acciones de los diferentes usuarios del sistema.

Políticos-Culturales

El sistema debe cumplir con los ideales políticos e ideológicos de nuestra Revolución, y debe servir como herramienta que facilite el enriquecimiento cultural de todos nuestros médicos y de la población en general.

Legales

El sistema pertenecerá legalmente a las tres entidades que trabajaron en conjunto para el desarrollo del mismo, la UCI, el ICID y el hospital Hermanos Ameijeiras, teniendo todos los mismos derechos de autoría.

Ayuda y documentación en línea

Se debe tener una documentación en línea disponible para los usuarios, además de un glosario de términos que permita conocer los significados de algunos términos médicos usados en el sistema.

Restricciones en el diseño y la implementación

- Plataforma de desarrollo: Visual Studio .NET 2003 Framework 1.1.
- Tecnología y lenguaje de programación: ASP.NET y C#.
- Gestor de base de datos: SQL Server 2000.
- Desarrollo de la documentación: Rational Rose Enterprise Edition 2003.
- Diseño de las páginas Web: Dreamweaver MX 2004.

3.7 Descripción del sistema propuesto.

Esta propuesta consiste en la creación de un sistema que permita al médico la ayuda a la toma de decisiones en temas como: la evaluación clínica del paciente (HC, examen físico, proceso de diagnóstico) y en la indicación y control del tratamiento no farmacológico personalizado.

Con el fin de aportar al objetivo de promover estilos de vida más saludables, se propone la elaboración de un módulo que sea usado por la población en general, en el cual se orienten sobre cómo eliminar hábitos tóxicos, medidas para mantener el peso adecuado y una dieta balanceada, así como la aplicación de algunas técnicas de autorrelajación, conocer sus factores de riesgo de HTA, calcular su probabilidad de padecer de Cardiopatía Isquémica, entre otras.

Para realizar las metas anteriormente propuestas, se decide desarrollar un sistema sobre tecnología Web con las siguientes características:

- ASP.NET como tecnología Web, utilizando la plataforma .NET (Framework 1.1) y Visual Studio .NET como IDE de desarrollo.
- Lenguaje de programación C# para la implementación.
- Dreamweaver MX 2004 como herramienta para el diseño de las páginas Web.
- SQL Server 2000 Enterprise Edition como gestor de la base de datos.
- El despliegue se realizará, al menos inicialmente, sobre el sistema operativo Windows 2003 Advanced Server Enterprise Edition e IIS 6.0 como servidor Web.
- Como aplicaciones clientes podrán utilizarse la mayoría de los navegadores integrados en los sistemas operativos actuales tales como: Internet Explorer, Mozilla, Netscape, entre otros.

3.8 Modelo de casos de uso del sistema.

El modelo de casos de uso describe lo que hace el sistema para cada tipo de usuario. Cada uno de estos se representa mediante uno o más actores.

A continuación se realiza la descripción de los actores que intervienen en nuestra propuesta, así como los casos de uso que serán objeto de automatización. Para finalizar esta sección se muestra el diagrama de casos de uso del sistema, el cual representa la relación que existe entre los casos de uso y los actores.

3.8.1 Definición de actores

Un actor del sistema es un rol que desempeña un usuario o sistema externo al interactuar con el sistema que se modela. [42]

En el modelo de casos de uso del sistema se han determinado los actores que se relacionan en la Tabla 3-3.

Actores	Justificación
Usuario	<p>Este actor en el sistema está creado para mejorar el estilo de vida de la población hipertensa o no, el mismo puede obtener los siguientes beneficios:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Obtener un plan de ejercicios personalizado ▪ Conocer su sobrepeso y saber la dieta hipocalórica adecuada ▪ Obtener dietas preconfeccionadas o confeccionarse una el mismo ▪ Calcular su probabilidad de padecer de Cardiopatía Isquémica ▪ Obtener ejercicios y técnicas de autorrelajación ▪ Conocer cuales son sus factores de riesgo de padecer HTA
Médico	<p>Este actor fue concebido para que cualquier médico, no necesariamente especialista en HTA, pueda hacer uso del sistema de una forma eficiente, el mismo puede realizar las siguientes acciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Incluir un paciente ▪ Buscar un paciente ▪ Indicar pruebas de rutina y adicionales ▪ Evaluar las pruebas de rutina y adicionales ▪ Clasificar un paciente por sus tomas de TA ▪ Indicar un tratamiento no farmacológico personalizado ▪ Evaluar el tratamiento no farmacológico indicado

Tabla 3-3 Actores del sistema

3.8.2 Diagrama de casos de uso

Basándose en que un diagrama de casos de uso representa un conjunto de estos, los actores y las relaciones entre ellos; se realizó el diagrama de casos de uso de nuestro sistema representado en la Figura 3-3.

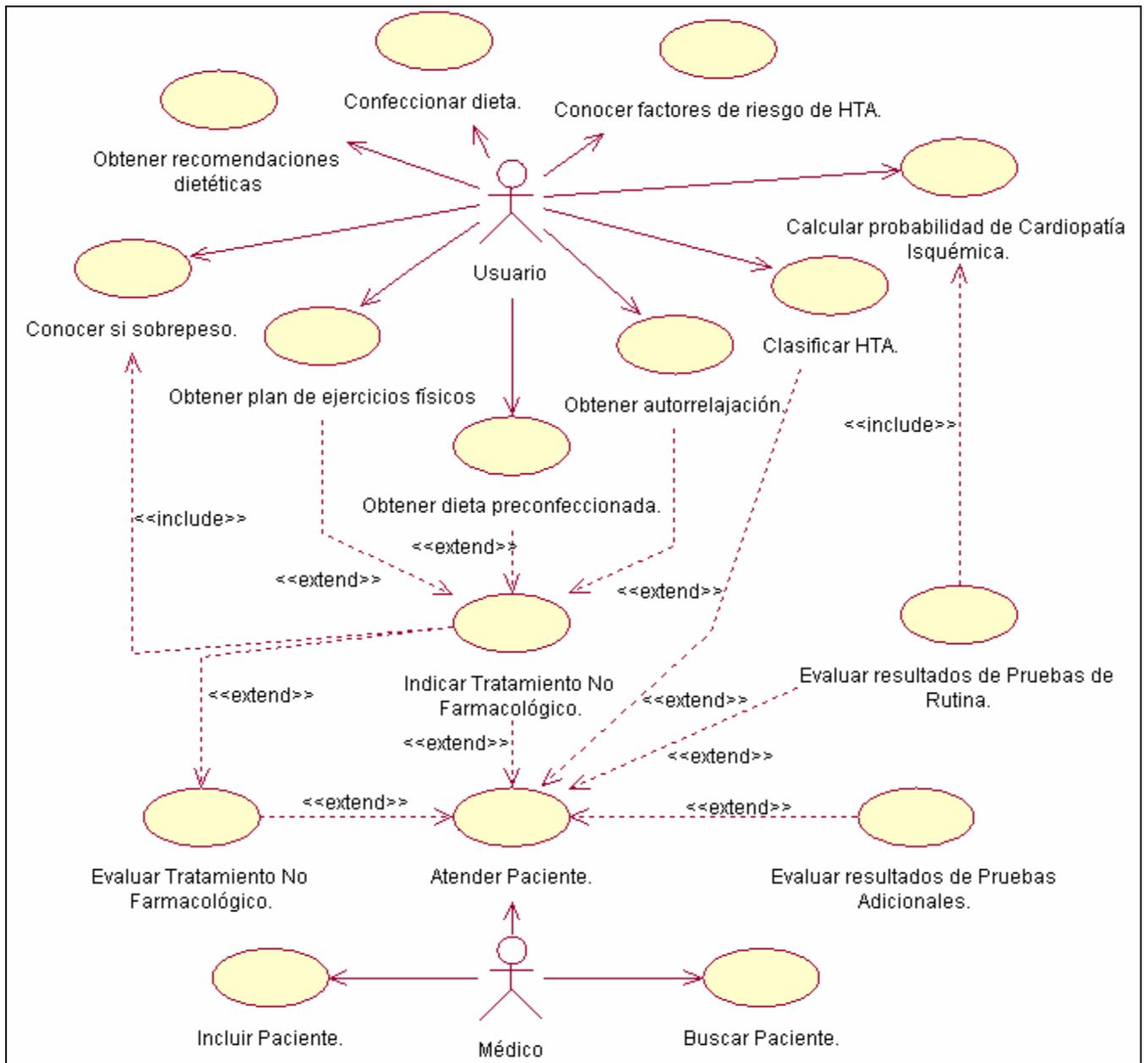


Figura 3-3 Diagrama de casos de uso del sistema.

3.8.3 Descripción de casos de uso.

Partiendo de que la descripción de un caso de uso es un documento narrativo que describe la secuencia de eventos de un actor (agente externo) que utiliza un sistema para completar un proceso, se realizó la definición general de los casos de uso de esta solución.

CU 1 Obtener plan de ejercicios físicos.

Caso de uso	
CU 1	Obtener plan de ejercicios físicos
Propósito	Calcular un plan de ejercicios físicos, acorde con las características personales de los usuarios y pacientes atendidos en el sistema.
Actores	Usuario (iniciador), Médico
Resumen	En este caso de uso los usuarios, pueden obtener un plan de ejercicios físicos personalizado, suministrando un conjunto de pulsos. También el sistema permitirá usar este caso de uso para calcular un plan de ejercicios físicos a los pacientes, cuando el médico indique un tratamiento no farmacológico.
Referencias	RF 4, CU 9
Precondiciones	El actor seleccionó la opción de obtener un plan de ejercicios físicos.
Flujo normal de eventos	
Acción del actor	Respuesta del sistema
1- Solicita plan de ejercicios físicos.	2- El sistema muestra un interfaz con las orientaciones para la realización de una prueba de esfuerzo (ver Anexo 2) para lo que solicita como datos la edad y como resultados de la prueba, el pulso radial, pulso después de haber realizado 20 cuclillas en 30 segundos y 1 min. después.
3- Realiza la prueba y suministra los resultados (edad y los 3 pulsos).	4- Muestra las conclusiones, la tabla con el nivel de ejercicios que corresponde indicar (ver Anexo 2 Tabla 0-3) y las indicaciones para realizar el ejercicio, así como el calentamiento inicial.
Flujos alternativos	
Punto 3: El actor afirma no poder realizar la prueba.	Recomienda nivel 5 como plan inicial de ejercicios.
Punto 4: El actor puede decidir sustituir las orientaciones textuales del calentamiento inicial por un video interactivo.	Muestra el video de calentamiento inicial.

CU 2 Obtener recomendaciones dietéticas.

Caso de uso	
CU 2	Obtener recomendaciones dietéticas
Propósito	Orientar a los usuarios con un conjunto de consejos que permitan mejorar los hábitos alimenticios.
Actores	Usuario.
Resumen	Mediante este caso de uso, los usuarios del sistema podrán obtener un grupo de recomendaciones respecto a la alimentación adecuada, las cuales han sido suministradas por los especialistas, las que permitirán mejorar los hábitos alimenticios y ayudarán a evitar la HTA.

Referencias	RF 5
Precondiciones	El actor seleccionó la opción de obtener recomendaciones dietéticas.
Flujo normal de eventos	
Acción del actor	Respuesta del sistema
1- Solicita recomendaciones dietéticas.	2- Indica que recomendaciones dietéticas debe seguir en relación con su estado de salud.

CU 3 Conocer si sobrepeso.

Caso de uso	
CU 3	Conocer si sobrepeso
Propósito	Conocer si un usuario o paciente tiene sobrepeso en cuyo caso recomendar dieta hipocalórica adecuada.
Actores	Usuario (iniciador), Médico
Resumen	En este caso de uso, los usuarios podrán conocer si presentan o no un sobrepeso y en caso positivo, la dieta hipocalórica adecuada. También este caso de uso puede ser usado por el sistema en calcular el sobrepeso de los pacientes a la hora del médico indicar un tratamiento no farmacológico.
Referencias	RF 2, CU 9
Precondiciones	El actor debe conocer su peso en kilogramos. El actor seleccionó la opción de conocer si presenta sobrepeso.
Flujo normal de eventos	
Acción del actor	Respuesta del sistema
1- Solicita conocer si presenta sobrepeso.	2- Indica que debe suministrarse, el sexo, peso en Kg. y talla en cm.
3- Suministra los valores indicados.	4- Se calcula el IMC (ver Ecuación 1 del Capítulo. 1) y se retornan las conclusiones. Si el actor presenta sobrepeso se calcula la dieta hipocalórica correspondiente (ver Anexo 4) y se emite como sugerencia.

CU 4 Obtener dieta preconfeccionada.

Caso de uso	
CU 4	Obtener dieta preconfeccionada.
Propósito	Indicar una dieta con los alimentos adecuados para la misma
Actores	Usuario (iniciador), Médico
Resumen	En este caso de uso, los usuarios pueden obtener del sistema, un conjunto de dietas hipocalóricas, prediseñadas por los especialistas, con los alimentos adecuados en cada una de las comidas, para una mayor eficacia de la misma. También los médicos se apoyan en estas dietas para indicársela a sus pacientes si es necesario.
Referencias	RF 5
Precondiciones	El actor seleccionó la opción de obtener una dieta preconfeccionada.
Flujo normal de eventos	
Acción del actor	Respuesta del sistema
1- Solicita obtener una dieta preconfeccionada.	2- Muestra los tipos de dietas que existen (1200, 1500, 1800, 2000, 2400 calorías) y solicita que se seleccione la que desea.

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA.

3- Selecciona la dieta que desea conocer.	4- Muestra la dieta pre-elaborada correspondiente.
Flujos alternativos	
Punto 3: El actor decide cancelar la operación.	El sistema retorna a la pantalla anterior.

CU 5 Obtener autorrelajación.

Caso de uso	
CU 5	Obtener autorrelajación
Propósito	Permitir que los actores puedan obtener un conjunto de técnicas y ejercicios de autorrelajación que ayuden a disminuir el estrés y consecuentemente los niveles de TA.
Actores	Usuario (iniciador), Médico
Resumen	En este caso de uso los usuarios obtienen un conjunto de técnicas y ejercicios de autorrelajación, como son los test mentales, música terapia, ejercicios yoga y otros que deseen poner los especialistas, que posibilitan evitar en gran medida el estrés y con ello la HTA. También los médicos pueden utilizar este caso de uso para indicar estos ejercicios a sus pacientes.
Referencias	RF 7
Precondiciones	El actor seleccionó la opción de obtener autorrelajación.
Flujo normal de eventos	
Acción del actor	Respuesta del sistema
1- Solicita técnicas de autorrelajación.	2- Indica realizar los test de IDARE y Beck.
3- Responde las preguntas de los tests evaluativos.	4- Evalúa los resultados. Si son positivos indica todas las técnicas y ejercicios disponibles. En el Anexo 7 se muestran los dos etapas del ejercicio de ejemplo (Autorrelajación 1 y 2). 5- Se guardan los resultados en la base de datos.
Flujos alternativos	
	Punto 4: Los resultados son negativos, lo que indica que el nivel de ansiedad no permite realizar los ejercicios de autorrelajación. Se muestra una interfaz indicando los resultados.

CU 6 Calcular probabilidad de Cardiopatía Isquémica.

Caso de uso	
CU 6	Calcular probabilidad de Cardiopatía Isquémica
Propósito	Calcular la probabilidad que tiene los usuarios de padecer de Cardiopatía Isquémica
Actores	Usuario (iniciador), Médico
Resumen	En este caso de uso, los usuarios luego de haber suministrado un conjunto de datos imprescindibles para el cálculo, obtienen la probabilidad entre 0 y 1 de padecer de una Cardiopatía Isquémica (mayor que 0.5 se recomienda que se utilice el sistema como hipertenso, menor que 0.5 debe chequearse cada 6 meses). Este cálculo se realiza con una fórmula obtenida en un estudio realizado en el Hospital Ameijeiras. El sistema usa también este caso de uso para calcular la probabilidad de Cardiopatía Isquémica de los pacientes que estén siendo atendidos.
Referencias	RF 3, CU 14
Precondiciones	El actor debe conocer si es diabético, si es hipertenso, su peso en kilogramos, su talla en centímetros, traer una toma de su TA y los resultados de exámenes de glicemia, colesterol, triglicéridos, VLDL, HDL, LDL. El actor seleccionó la opción de obtener autorrelajación.
Flujo normal de eventos	

Acción del actor	Respuesta del sistema
1- El usuario solicita calcular probabilidad de padecer de Cardiopatía Isquémica	2- Indica suministrar los siguientes datos: Edad, sexo, si diabético, si fumador, si hipertenso, peso, talla, una toma de TA (TAS y TAD); además de ser requerido los exámenes de glicemia, colesterol, triglicéridos, VLDL, HDL, LDL.
3- Suministra todos los datos requeridos.	4- Calcula la Probabilidad de Cardiopatía Isquémica según Anexo 8 y emite la respuesta.
Flujos alternativos	
Punto 3: No trae los resultados de todos los exámenes requeridos o de alguno de los datos adicionales.	Muestra un mensaje indicando la necesidad de estos datos para realizar el cálculo y termina la ejecución del caso de uso.

CU 7 Confeccionar dieta.

Caso de uso	
CU 7	Confeccionar dieta.
Propósito	Permitir que los usuarios puedan confeccionar sus propias dietas hipocalóricas
Actores	Usuario
Resumen	Este caso de uso permite que los usuarios puedan confeccionar que desean comer en cada una de las cenas, de acuerdo a las dietas hipocalóricas que tiene diseñada el sistema.
Referencias	RF 6
Precondiciones	El actor seleccionó la opción confeccionar dieta.
Flujo normal de eventos	
Acción del actor	Respuesta del sistema
1- Solicita confeccionar una dieta.	2- Muestra los tipos de dieta disponibles para confeccionar (1200, 1500, 1800, 2000, 2400 calorías)
3- Selecciona el tipo de dieta que desea.	4- El sistema recupera de un fichero la dieta seleccionada y genera una página Web en la cual se muestra un listado desglosado por cada una de las comidas (desayuno, merienda media mañana, almuerzo, merienda media tarde, cena, merienda noche) y en cada uno de ellos, se explica que cantidad de alimentos se puede escoger.
5- Selecciona cada uno de los alimentos que desea comer en cada una de las cenas.	6- Se muestra una página Web con la dieta seleccionada, con facilidades de impresión y se almacena la misma en la base de datos para consultas posteriores.
Flujos alternativos	
El actor cancela el flujo antes de culminar el caso de uso.	Se retorna a la pantalla anterior sin guardar ningún cambio.

CU 8 Conocer factores de riesgo de HTA.

Caso de uso	
CU 8	Conocer factores de riesgo de HTA.
Propósito	Permitir que los usuarios del sistema conozcan qué factores de riesgo presentan que puedan influir en padecer HTA.
Actores	Usuario
Resumen	En este caso de uso, lo usuarios luego de responder un conjunto de preguntas, obtienen que factores de riesgo tienen de padecer de HTA

Referencias	RF 8
Precondiciones	El actor seleccionó la opción conocer factores de riesgo de HTA.
Flujo normal de eventos	
Acción del actor	Respuesta del sistema
1- Solicita conocer sus factores de riesgo de padecer de HTA.	2- El sistema muestra las siguientes preguntas: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Familiar cercano con la enfermedad o con alguna enfermedad cardiovascular ▪ Presenta una enfermedad cardiovascular, cerebrovascular, renal o diabetes. ▪ Hipertensión en el embarazo (en caso de mujer) ▪ Consumo de medicamentos que aumentan la TA ▪ Consumo de anticonceptivos orales ▪ Obesidad ▪ Alcoholismo ▪ Ingestión de sal en exceso ▪ Ingestión de grasas en exceso ▪ Colesterol alto ▪ Sedentarismo ▪ Hábito de Fumar ▪ Estrés
3- Selecciona las respuestas correspondientes.	4- Evalúa las respuestas y muestra las siguientes recomendaciones: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Si los factores de riesgo que el usuario tiene son posibles de controlar mediante el sistema (obesidad, sedentarismo, estrés, etc.) se recomienda que el mismo asista al médico como un posible paciente con HTA. ▪ Si el usuario tiene factores de riesgo que pueden disminuir sin entrar al sistema (consumo de medicamentos, fumar, otros) se le indican las orientaciones pertinentes para mejorar el estilo de vida. ▪ Si el usuario tiene factores de riesgo no modificables (HTA embarazo, antecedentes familiares) se le hacen recomendaciones de estilo de vida y chequeo con una frecuencia de 6 meses.
Flujos alternativos	
El actor cancela el flujo antes de culminar el caso de uso.	Se retorna a la pantalla anterior sin guardar ningún cambio.

CU 9 Indicar Tratamiento No Farmacológico.

Caso de uso	
CU 9	Indicar Tratamiento No Farmacológico
Propósito	Posibilita que los médicos indiquen un tratamiento no farmacológico personalizado a sus pacientes.
Actores	Médico
Resumen	En este caso de uso los médicos, una vez que el paciente haya pasado por el período de diagnóstico y se determine que puede ser tratado por un especialista en HTA, entonces comienza la fase de tratamiento, la cual comprende el tratamiento no farmacológico y el farmacológico en caso de ser necesario (este trabajo no abarca este tratamiento). En el mismo podrán indicar un plan de ejercicios físico si requiere, en caso de presentar sobrepeso se indicará una dieta hipocalórica adecuada con el mismo. También se indicarán ejercicios de autorrelajación.

Referencias	RF 14, CU 1, CU 3, CU 4, CU 5
Precondiciones	El paciente atendido debe haber concluido el proceso de evaluación clínica satisfactoriamente.
Flujo normal de eventos	
Acción del actor	Respuesta del sistema
1- El actor solicita indicar un tratamiento no farmacológico	2- El sistema solicita el peso del paciente en la consulta actual.
3- Suministra el peso del paciente	4- Calcula el sobrepeso (ver CU 3 Conocer si sobrepeso) 5.1 Muestra la opción de indicar una dieta hipocalórica. Ver PE1. 5.2 Muestra la opción de indicar plan de ejercicios físicos. Ver PE2. 5.3 Muestra la opción de indicar ejercicios de autorrelajación mental. Ver PE3.
6- Selecciona concluir.	7- El sistema persiste todas las indicaciones.
Flujos alternativos	
El actor cancela el flujo antes de culminar el caso de uso.	Se retorna a la pantalla anterior sin guardar ningún cambio.
Puntos de extensión	
PE1: ver CU 4 Obtener dieta preconfeccionada. PE2: ver CU 1 Obtener plan de ejercicios físicos. PE3: ver CU 5 Obtener autorrelajación.	
Poscondiciones	Quedan almacenadas las indicaciones establecidas para el paciente que se está atendiendo.

CU 10 Evaluar Tratamiento No Farmacológico.

Caso de uso	
CU 10	Evaluar Tratamiento No Farmacológico.
Propósito	Permitir que los médicos evalúen los pacientes bajo tratamiento no farmacológico.
Actores	Médico
Resumen	Este caso de uso, una vez que los médicos han indicado el tratamiento no farmacológico, en las próximas consultas de seguimiento se comienza el control del mismo, para ello, el paciente es sometido a varios estados: primer período de prueba, de ser necesario un período complementario y un segundo período de prueba, en los cuales se controla en cada consulta que la dieta se este cumpliendo, que se realicen los ejercicios físicos y de autorrelajación que fueron indicados. También cada cierto período de tiempo se indican pruebas para el control del sodio, potasio y colesterol. Este control del tratamiento puede arrojar que es necesario realizar cambios en el mismo o haya que adicionarle al mismo un tratamiento farmacológico porque el paciente no se compensa con el tratamiento actual.
Referencias	RF 15, CU 9
Precondiciones	El actor debe conocer el peso del paciente en kilogramos. Al paciente debe habersele indicado un tratamiento no farmacológico anteriormente.
Flujo normal de eventos	
Acción del actor	Respuesta del sistema
1- Solicita evaluar el tratamiento no farmacológico de un paciente.	2- Pide se suministre el peso actual del paciente.

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA.

3- Suministra el peso del paciente.	4- Compara el peso actual con las consultas anteriores y muestra al médico gráficas del comportamiento del mismo. 4.1 Si el peso está descontrolado y el paciente está en período complementario o segundo período de pruebas, ver PE1. 4.2- Si corresponde la evaluación de las pruebas de sodio, potasio o colesterol, ver Sección “Evaluar resultados de las pruebas”. 4.3- Si corresponde indicar pruebas de sodio potasio y colesterol, ver Sección “Indicar pruebas”.
5- Selecciona continuar con la evaluación.	6- Muestra el listado de los aspectos del tratamiento no farmacológico indicado (dieta, plan de ejercicios, etc.) y los controles para su evaluación.
7- Introduce las evaluaciones para cada aspecto orientado.	8- Realiza la evaluación, persiste los resultados y emite recomendaciones.
Flujos alternativos	
El actor cancela el flujo antes de culminar el caso de uso.	Se retorna a la pantalla anterior sin guardar ningún cambio.
Sección “Evaluar resultados de las pruebas”	
	1- Solicita resultados de las pruebas indicadas.
2- Ingresa los resultados obtenidos.	3- Evalúa los resultados, emite y persiste las conclusiones.
Sección “Indicar pruebas”	
	1- Lista el conjunto de pruebas recomendadas a indicar.
2- Selecciona aquellas que desea indicar.	3- Persiste las indicaciones.
Puntos de extensión	
PE1: ver CU 9 Indicar Tratamiento No Farmacológico .	
Poscondiciones	Quedan actualizados los resultados de la evaluación e indicadas las nuevas orientaciones.

CU 11 Incluir Paciente.

Caso de uso	
CU 11	Incluir Paciente
Propósito	Permitir que los médicos adicionen los datos de los pacientes nuevos que comenzarán a ser atendidos por ellos en el sistema.
Actores	Médico
Resumen	Este caso de uso es utilizado por los médicos cuando los pacientes llegan a la consulta por primera vez y se comenzarán a tratar por el sistema. Estos pacientes pueden ser hipertensos confirmados o se puede sospechar una posible HTA. Estos pacientes solo podrán ser atendidos por el médico que los incluyó.
Referencias	RF 9
Precondiciones	Debe ser la primera consulta del paciente.
Flujo normal de eventos	
Acción del actor	Respuesta del sistema
1- Solicita incluir un nuevo paciente	2- Solicitar los datos necesarios para el llenado de la HC del paciente, estos datos se muestran en el Anexo 3.

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA.

3- El médico suministra los datos.	4- Almacena en la base de datos la HC referente al paciente 5- Solicita ingresar un nombre de usuario y contraseña para crearle un usuario al paciente y pueda entrar al sistema y consultar el módulo de los pacientes (este módulo no es objetivo de este trabajo)
6- Suministra los datos pedidos por el sistema.	7- Crea una nueva cuenta de usuario en la base de datos como paciente. 8- Indica una toma de TA y las pruebas de rutina que deben traerse por el paciente la próxima consulta. 9- Muestra los controles para introducir las observaciones de la consulta y la fecha de la próxima consulta.
10- El médico suministra los datos solicitados.	13- El sistema guarda en la base de datos las observaciones y la fecha de la próxima consulta, además de ubicar al paciente en el estado de "Período de Pruebas de Rutina"
Flujos alternativos	
Punto 6: El actor selecciona un nombre de usuario existente.	Muestra mensaje para que se modifiquen los caracteres del nombre o se adicionen nuevos.
Punto 10: El actor selecciona una fecha de próxima consulta igual o menor a la actual.	Muestra mensaje informando el error y solicita sea corregido.
El actor cancela el flujo antes de culminar el caso de uso.	Se retorna a la pantalla anterior sin guardar ningún cambio.
Poscondiciones	Queda registrado un nuevo paciente con HC actualizada y que solo podrá ser atendido por el médico que acabó de introducirlo. El médico, al introducirse al sistema en la fecha seleccionada como de próxima consulta, debe aparecer este paciente en su lista diaria de atención. El paciente debe quedar en el estado de "Período de Pruebas de Rutina".

CU 12 Buscar Paciente.

Caso de uso	
CU 12	Buscar Paciente
Propósito	Permitir que los médicos encuentren un paciente determinado, además de ubicarse rápidamente como ha sido su evolución y en que condiciones se encuentra en el sistema
Actores	Médico
Resumen	Con este caso de uso, los médicos pueden buscar un paciente determinado. Una vez encontrado, pueden ver del mismo como se comportó en la última consulta de seguimiento, en que estado se encuentra, que tratamiento tiene aplicado y cuales son los principales factores de riesgo que se deben tener en cuenta para indicar un tratamiento adecuado.
Referencias	RF 10
Precondiciones	Deben existir pacientes adicionados por el actor en la base de datos.
Flujo normal de eventos	
Acción del actor	Respuesta del sistema
1- Solicita realizar la búsqueda de un paciente.	2- Muestra una interfaz con controles para introducir nombre, edad, sexo y fecha del año.
3- Introduce los parámetros de búsqueda conocidos.	4- Muestra el listado de todos los pacientes que cumplan con el criterio de búsqueda.
5- Selecciona de la lista de pacientes aquel al que desea detallar.	6- Muestra una nueva interfaz con todos los detalles referentes a este paciente, los mismos se muestran en el Anexo 9 Detalles del paciente.

Flujos alternativos	
Punto 5: El paciente que se busca no aparece en la lista, puede ser que el paciente no se encuentre en la base de datos o que no sea atendido por el médico que realiza la búsqueda.	

CU 13 Clasificar HTA.

Caso de uso	
CU 13	Clasificar HTA.
Propósito	Permite que tanto los usuarios como los pacientes que se están atendiendo en el sistema puedan conocer la clasificación de su HTA.
Actores	Usuario (iniciador), Médico
Resumen	En este caso de uso, los usuarios suministrando tres tomas de TA, el sistema les informa de la clasificación de su HTA, en caso de presentarla. También este caso de uso sirve para clasificar a los pacientes que están siendo atendidos por los médicos del sistema y de esta forma indicar un tratamiento personalizado.
Referencias	RF 11
Precondiciones	Debe haberse solicitado la opción Clasificar HTA.
Flujo normal de eventos	
Acción del actor	Respuesta del sistema
1- Solicita conocer su clasificación de HTA	2- Se solicitan tres tomas de TA (TAS y TAD), las mismas son necesarias para realizar la clasificación. Preferentemente de días distintos.
3- Suministra las tres tomas de TA.	4- El sistema realiza la clasificación de la siguiente forma: <ul style="list-style-type: none"> • PromedioTAS= TAS1+TAS2+TAS3 / 3 • PromedioTAD=TAD1+TAD2+TAD3 / 3 Estos promedios de TA se someten a los criterios recogidos en el JNC-7 para la clasificación, ver Tabla 1-1 del Capítulo 1 y se muestra el resultado.

CU 14 Evaluar resultados de Pruebas de Rutina.

Caso de uso	
CU 14	Evaluar resultados de Pruebas de Rutina
Propósito	Permitir evaluar cada uno de los resultados de las pruebas de rutina, definiendo cuales de ellos arrojan alterados y a partir de estas conclusiones, ayudar al médico a decidir la conducta que se debe seguir con el paciente.
Actores	Médico
Resumen	Este caso de uso se lleva a cabo, en la segunda consulta de seguimiento para evaluar los resultados de las pruebas de rutina indicadas cuando se insertó el paciente. Las mismas pueden arrojar que existen alteraciones por lo que es necesario indicar pruebas adicionales, o todas las pruebas pueden estar sin problemas y entonces se pasaría al paciente al estado de tratamiento no farmacológico.
Referencias	RF 13, CU 6
Precondiciones	Deben haberse indicado pruebas de rutina cuando se insertó el paciente por el médico.
Flujo normal de eventos	
Acción del actor	Respuesta del sistema
1- Solicita analizar los resultados de las pruebas de rutina.	2- Muestra los controles para la entrada de los resultados de las pruebas de rutina.

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA.

3- Introduce los resultados de cada una de las pruebas de rutina.	4- El sistema realiza un análisis de cada uno de los resultados, teniendo en cuenta los rangos patológicos y genera las conclusiones finales, mostrándolas al actor. 4.1 Si los resultados dan alterados, ver Sección: "Indicar Pruebas Adicionales".
5- Solicita continuar la evaluación.	6- Se calcula la Probabilidad de Cardiopatía Isquémica, ver PE1, 7- Se persisten los resultados de las pruebas y se actualiza el estado del paciente a "Primer Período de Pruebas". 8- Se muestran las conclusiones finales.
Flujo alternativo	
El actor cancela el flujo antes de culminar el caso de uso.	Se retorna a la pantalla anterior sin guardar ningún cambio.
Sección "Indicar Pruebas Adicionales"	
	1- Muestra listado de las posibles pruebas adicionales a indicar, asociadas a la posible patología que se investiga.
2- Selecciona cuales de las pruebas adicionales desea indicar.	3- Persiste la indicación y actualiza el estado del paciente a "Período de Pruebas Adicionales".
Puntos de extensión	
PE1: ver CU 6 Calcular probabilidad de Cardiopatía Isquémica.	
Poscondiciones	Quedan guardados los resultados de las pruebas de rutina. Se actualiza el estado del paciente.

CU 15 Evaluar resultados de Pruebas Adicionales.

Caso de uso	
CU 15	Evaluar resultados de Pruebas Adicionales
Propósito	Permitir evaluar los resultados de las pruebas adicionales que se le indicaron al paciente pues tuvo algún resultado alterado en las pruebas de rutina.
Actores	Médico
Resumen	En este caso de uso, una vez que los pacientes regresan a la consulta con los resultados de las pruebas adicionales, se realiza un análisis de cada uno de ellos y se pueden llegar a las siguientes conclusiones: <ul style="list-style-type: none"> I. Las pruebas adicionales demuestran que no había tales afecciones, por lo que el paciente pasa a ser tratado en el sistema. II. Las pruebas arrojan que el paciente si tiene alteraciones, las cuales impiden que el mismo sea atendido en el sistema y es remitido al especialista que trata la afección que presenta, es decir produce baja del sistema. III. Los resultados implican la necesidad de indicar otras pruebas adicionales más específicas que permitan seguir refinando el resultado
Referencias	RF 13
Precondiciones	El paciente atendido debe estar en el estado de "Período de Pruebas Adicionales".
Flujo normal de eventos	
Acción del actor	Respuesta del sistema
1- Solicita analizar los resultados de las adicionales.	2- Muestra los controles para la entrada de los resultados de las pruebas adicionales.
3- Introduce los resultados de cada una de las pruebas.	4- El sistema realiza un análisis de cada uno de los resultados, teniendo en cuenta los rangos patológicos y genera las conclusiones finales, mostrándolas al actor. 4.1 Si los resultados dan alterados, ver Sección: "Indicar Pruebas Adicionales".

	4.2 Si los resultados indican que el paciente presenta patologías que implican atención con un experto en esa especialidad, ver Sección “Remitir a un Especialista”.
5- Solicita terminar la evaluación.	7- Se persisten los resultados de las pruebas adicionales y se actualiza el estado del paciente a “Primer Período de Prueba”. 8- Se muestran las conclusiones finales.
Flujo alternativo	
El actor cancela el flujo antes de culminar el caso de uso.	Se retorna a la pantalla anterior sin guardar ningún cambio.
Sección “Indicar Pruebas Adicionales”	
	1- Muestra listado de las posibles nuevas pruebas adicionales a indicar en conjunto a la posible patología que se investiga.
2- Selecciona cuales de las pruebas adicionales desea indicar.	3- Persiste la indicación y actualiza el estado del paciente a “Período de Pruebas Adicionales”.
Sección “Remitir a un Especialista”	
	1- El paciente no puede ser atendido por el sistema, se muestra mensaje de remisión a consulta especializada. 2- Se actualizan los resultados de las pruebas y el estado del paciente a “Rechazado”.
Poscondiciones	Quedan guardados los resultados de las pruebas adicionales. Se actualiza el estado del paciente.

CU 16 Atender Paciente.

Caso de uso	
CU 16	Atender Paciente.
Propósito	Permitir guiar al médico por cada una de las consultas de seguimiento
Actores	Médico
Resumen	Este caso de uso, se ejecuta en cada una de las consultas de seguimiento, el mismo es el que tiene implícito la lógica de que se debe hacer en cada una de las consultas de seguimiento de acuerdo al estado en que se encuentra el paciente, así como qué casos de uso se deben invocar en cada momento. También tiene como objetivo realizar tareas comunes en cada una de las consultas como registrar la toma de TA e informar al médico si el paciente está controlado o no de acuerdo a su objetivo de TA, además al terminar la consulta, generar la fecha de la próxima consulta según el estado en que se encuentre el paciente
Referencias	CU 13, CU 10, CU 9, CU 14, CU 15
Precondiciones	Debe existir al menos un paciente con fecha de atención igual o mayor a la actual.
Flujo normal de eventos	
Acción del actor	Respuesta del sistema
1- Solicita atender al paciente.	2- Muestra los controles para la entrada de los valores de TA.
3- Introduce los valores de TA (TAS y TAD)	4- El sistema persiste los valores de TA. 5.1- Si el estado del paciente es “Rechazado”, ver Sección: “Paciente Remitido”. 5.2- Si es la primera consulta de seguimiento, ver PE1. 5.3- Si el estado del paciente es “Período de Pruebas de Rutina”, ver PE2. 5.4- Si el estado del paciente es “Período de Pruebas

	<p>Adicionales”, ver PE3. 5.5- Si el estado del paciente es “Primer Período de Prueba” y el paciente no tiene indicado un tratamiento no farmacológico, ver PE4. 5.6- Si el estado del paciente es “Primer Período de Prueba”, “Período Complementario” o “Segundo Período de Prueba”, ver PE5.</p>
6- Solicita terminar la consulta.	7- Muestra los controles para introducir las observaciones de la consulta y la fecha de la próxima consulta.
8- El médico suministra los datos solicitados.	9- El sistema guarda en la base de datos las observaciones y la fecha de la próxima consulta.
Flujos alternativos	
	Punto 4: El paciente se encuentra descontrolado y el sistema muestra las sugerencias.
2- Selecciona la acción a seguir.	3 – Persiste las indicaciones.
Sección “Paciente Remitido”	
	1- Muestra un mensaje indicando que el paciente fue remitido a consulta especializada por presentar patologías no tratables por el sistema.
Puntos de extensión	
PE1: ver CU 13 Clasificar HTA. PE2: ver CU 14 Evaluar resultados de Pruebas de Rutina. PE3: ver CU 15 Evaluar resultados de Pruebas Adicionales. PE4: ver CU 9 Indicar Tratamiento No Farmacológico . PE4: ver CU 10 Evaluar Tratamiento No Farmacológico	
Poscondiciones	Quedan guardados los resultados de la toma de TA.

3.9 Conclusiones.

En este capítulo se realizó la modelación del negocio y la determinación de los requerimientos del sistema, obteniéndose como resultados del mismo el Modelo de Casos de Uso del Negocio, el Modelo de Objetos del Negocio, el Modelo de Casos de Uso del Sistema, así como las descripciones detalladas de los casos de uso del sistema. Estos resultados son las entradas que se utilizarán en los siguientes flujos de este trabajo, los cuales serán desarrollados en los capítulos posteriores.


CAPÍTULO

4 CONSTRUCCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA.

4.1 Introducción

En este capítulo se inicia el análisis y diseño del sistema HyperWeb _{v1.0}. Para ello se define la arquitectura que servirá de guía durante todas las fases posteriores del desarrollo del software. Luego se mostrarán los modelos de clases del análisis para cada uno de los ciclos de desarrollo, dentro de cada subsistema. También se incluyen los diagramas de interacción para cada caso de uso de los descritos en el capítulo anterior, utilizando para ello diagramas de colaboración. Finalizando este capítulo podrá encontrar los diagramas de clases Web del diseño por cada uno de los ciclos de desarrollo, el diagrama entidad relación correspondiente al diseño de la base de datos de nuestra aplicación, así como algunos de los principios de diseño que se tomaron en cuenta para el desarrollo de nuestra propuesta.

4.2 Arquitectura para el desarrollo del proyecto

Para desarrollar nuestro sistema se han definido las siguientes pautas:

- Será desarrollado por la UCI, el ICID y el Hospital Hermanos Ameijeiras. Estas entidades tendrán el mismo derecho de autoría sobre el producto
- Tendrá un tiempo estimado de duración de 2 años
- En su desarrollo serán necesarios los siguientes recursos humanos:
 - a. Un especialista por la parte médica: Hospital Hermanos Ameijeiras
 - b. Un desarrollador de HIPERTENCID: ICID
 - c. Un jefe de proyecto general: UCI
 - d. Cuatro analistas y programadores: UCI
- Será diseñado basado en el modelo tres capas (interfaz, negocio, acceso a datos), apoyándose para ello en la arquitectura definida por el ASP Portal Starter Kit 1.1.

- Se utilizarán ficheros en formatos XML para realizar configuraciones dinámicas, entre las cuales podemos mencionar: Reglas para evaluar las pruebas en el proceso de diagnóstico, rangos de clasificación de la HTA, dietas para confeccionar y preconfeccionadas, entre otros.
- Contará con un servidor Web donde se alojará la aplicación, la que estará en comunicación con el servidor de base de datos. De esta forma todos los clientes se conectarán al servidor Web el cual será el encargado de procesar sus pedidos.
- Basándose en un proceso de selección ascendente [42], se han definido un conjunto de subsistemas que permitirán obtener resultados parciales bien determinados, medibles y completos. Los cuales a la vez serán desarrollados en ciclos en correspondencia a la magnitud y complejidad que puedan tener los mismos. De esta forma el sistema se será dividido en tres subsistemas (Medidas no farmacológico del usuario, Evaluación Clínica y Tratamiento no farmacológico del médico). En la Tabla 4-1 se muestra la distribución de los casos de uso por subsistemas y dentro de ellos cuales corresponderán a cada ciclo de desarrollo, explicando en cada caso el porque de la selección. Hay que tener presente que para el desarrollo de estos ciclos se utilizarán tantas iteraciones como sean necesarias en cada una de las fases (inicio, elaboración, construcción y transición).

Subsistemas	Casos de uso por ciclos		Justificación de la selección.
Medidas no farmacológicas para el usuario	Ciclo 1	CU 1 Obtener plan de ejercicios físicos CU 2 Obtener recomendaciones dietéticas CU 3 Conocer si sobrepeso CU 4 Obtener dieta preconfeccionada CU 7 Confeccionar dieta	Se escogieron con el fin de obtener un prototipo del sistema con las funcionalidades básicas para los usuarios generales, además que las funcionalidades implícitas en estos casos de uso serán reutilizadas en los casos de uso del médico.
	Ciclo 2	CU 5 Obtener autorrelajación CU 6 Calcular probabilidad de Cardiopatía CU 8 Conocer factores de riesgo de HTA CU 13 Clasificar HTA	
Evaluación	Ciclo 1	CU 11 Incluir Paciente	Se escogieron los casos de uso

clínica		CU 12 Buscar Paciente	que brindan la posibilidad de simular la consulta médica y específicamente la primera parte de evaluación clínica de los pacientes.
	Ciclo 2	CU 14 Evaluar resultados de Pruebas de Rutina CU 15 Evaluar resultados de Pruebas Adicionales CU 16 Atender Paciente	
Tratamiento no farmacológico del médico	Ciclo 1	CU 9 Indicar Tratamiento No Farmacológico CU 10 Evaluar Tratamiento No Farmacológico	Se escogieron estos casos de uso con el objetivo de garantizar la indicación y control del tratamiento no farmacológico de los pacientes.

Tabla 4-1 Distribución de los casos de uso del sistema

4.3 Modelo de análisis

La utilización de paquetes en el análisis es una forma de organizar en partes más manejables el desarrollo del sistema. A continuación se muestra en la Figura 4-1 el diagrama de paquetes correspondiente a esta propuesta.

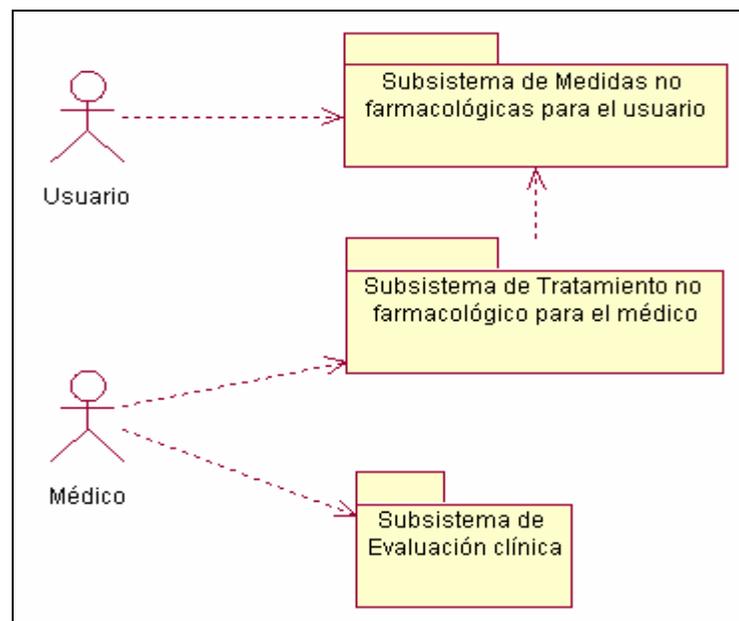


Figura 4-1 Diagrama de paquetes del análisis

4.3.1 Modelo de clases del diseño.

En el modelo de análisis se utilizan tres estereotipos diferentes sobre las clases (interfaz, control y entidad) en correspondencia con cada una de las capas del desarrollo del software. Las clases de interfaz se utilizan generalmente para modelar la interacción entre el sistema y sus actores. Las clases de control se utilizan para representar coordinación, secuenciamiento, transacciones y control de otros objetos. Finalmente las clases de entidad se utilizan para modelar información que tienen una vida larga y a veces es persistente [42]. En el

Anexo 11 se muestran los diagramas de clases del análisis correspondiente a cada uno de los ciclos de desarrollo.

4.4 Diseño del proceso de diagnóstico médico.

Para la realización del proceso de diagnóstico médico, momento en el cual se evalúan y se indican un conjunto de pruebas de laboratorio para la detección de posibles patologías presentes en el paciente y que inciden en el tratamiento de la HTA, se procedió a la implementación de un sistema basado en reglas duras. Las entrada al sistema, son los resultados de las pruebas de laboratorio indicadas y la respuesta debe ser el conjunto de nuevas pruebas necesarias para refinar los resultados anteriores o finalmente, el conjunto de patologías que afectan al paciente.

Existen dos tipos de pruebas en el proceso descrito: numéricas y simbólicas. Su clasificación depende de cómo se representa el dominio de valores admisibles. Las numéricas, como su nombre lo indica, tienen un dominio representado por los números acotados en un intervalo que representa todos los valores posibles. Las simbólicas por otra parte, utilizan una serie de términos para su representación como pueden ser los valores: Normal, HVI y Arritmia. Para la evaluación, las numéricas son convertidas a simbólicas, ya que en términos médicos no resulta igual de natural hablar del valor de una prueba como un número que de su implicación simbólicamente, por lo que son llevadas a un dominio D equivalente, donde $D = \{\text{Alto, Normal, Bajo}\}$.

4.4.1 Reglas en la base de conocimientos.

Las reglas tienen la estructura $R(P, Q)$, donde P es el conjunto de antecedentes y Q es el consecuente de la regla.

Cada antecedente corresponde con el resultado de una prueba de laboratorio [48] indicada al paciente. Entre las posibles tipos de pruebas de rutina (pruebas de laboratorio) están:

Prueba	Tipo	Dominio	UM
Potasio	Simple	[1.5, 8.5]	mmol/L
ECG	Simple	[Normal, HVI, Card. Isq., BFAI, Arritmia, HVI Card. Isq]	ninguna
Colesterol	Simple	[0, 20]	mmol/L
Creatinina	Simple	[0,1000]	μmol/L
Cituria (Albúmina, Leucocitos, Hematíes, Cilindros)	Compuesta	Albúmina y Leucocitos [Si, No]. Hematíes y Cilindros [positivo, negativo].	ninguna
Uratos	Simple	[0,1600]	μmol/L

Tabla 4-2 Ejemplos de tipos de pruebas de rutina.

Además, como se muestra en la tabla anterior, las pruebas pueden estar compuestas por otras pruebas y su resultado depender de la evaluación de sus hijas. Este es el caso por ejemplo de la Cituria.

Los consecuentes de cada regla indican una prueba adicional que se debe indicar al paciente o la baja del mismo del sistema. Algunos ejemplos de los posibles consecuentes son:

- Conteo de Addis
- Electroforesis de proteína
- Pielograma
- Urocultivos
- BAJA

Las pruebas adicionales que se generaron como consecuentes pueden ser evaluadas y generar un nuevo consecuente. Si en alguno de los casos el consecuente es Baja, se indica entonces que el paciente no debe continuar en el sistema, pues presenta una enfermedad no tratable por la aplicación que es la provocante de la HTA y solo con el tratamiento de esa enfermedad es que se logrará la disminución de las cifras de TA.

4.4.2 Máquina de inferencia.

La máquina de inferencia realiza una búsqueda hacia adelante dirigida por datos. Téngase en cuenta que este sistema tienen la peculiaridad de que varias reglas se pueden evaluar y cumplir simultáneamente y sus respectivos consecuentes se combinan en una respuesta del sistema sugiriendo al médico las próximas acciones a seguir.

Veamos un ejemplo de estas reglas:

if (Albumina = Si and Leucocitos = No and Hematíes = Positivo and Cilindros = Negativo) then Conteo de Addis

Las ventajas de este SBR es que con su implementación, todo el proceso de análisis de pruebas y combinaciones de estas para llegar a conclusiones en el diagnóstico de HTA de un paciente, se vuelve completamente dinámico, lo que significa que aparecidas nuevas pruebas en el estado del arte de la investigación médica, estas puedan ser agregadas al sistema, sin la necesidad de reprogramar la lógica existente.

4.5 Diagramas de interacción.

Un *diagrama de interacciones* se usa para realizar una traza de la ejecución de un escenario en el mismo contexto que un diagrama de objetos.

En UML se define dos diagramas de interacción los Diagramas de Colaboración y los Diagramas de Secuencia, ambos son representaciones alternas de interacciones. Los Diagramas de Secuencia muestran interacciones entre objetos basadas en el tiempo y los Diagramas de Colaboración muestran como los objetos se asocian unos con otros. [49]

En esta sección se utilizaron los diagramas de colaboración por su sencillez y mayor comprensión a la hora de su interpretación, los mismos se desarrollaron para aquellos casos de usos capturados y descritos en el capítulo anterior con mayor complejidad, ver Anexo 6 Diagramas de colaboración de los casos de uso más complejos.

4.6 Diagrama de clases Web.

Un diagrama de clases es una colección estática de los elementos del modelo, como clases, tipos y sus relaciones, conectados unos a otros y a sus contenidos.

Teniendo en cuenta que el sistema es una aplicación Web, algunos de sus elementos no pueden ser modelados con los elementos estándares de UML. Es por esto que se utiliza la Extensión de UML para Aplicaciones Web [50], de modo que los componentes Web puedan ser integrados con el resto del modelo del sistema.

Teniendo en cuenta la arquitectura Web, se identifican las páginas servidoras como clases controladoras y las páginas clientes como clases de interfaz. Las demás clases son persistentes, o sea, corresponden a

entidades proveedoras de información. En el Anexo 12, se muestran los diagramas de clases Web por cada uno de los subsistemas en los que se dividió el desarrollo del sistema.

4.7 Diseño de la base de datos.

Para el diseño de la base de datos se realizó el Diagrama Entidad-Relación, el cual por su complejidad fue separado en dos modelos que se muestran en el Anexo 13 Diagrama de la Base de Datos.

4.8 Principios de Diseño.

La aceptación final de una aplicación de software por parte del usuario depende en gran medida de la percepción que éste tenga del sistema y esta percepción se logra mediante la interfaz del mismo. En la literatura correspondiente al diseño de interfaces de usuario se habla mucho de la importancia de diseñar interfaces usables, (fáciles de aprender, de usar, robustas, flexibles etc.) sin embargo, la forma de incorporar estas características en los diseños es poco clara.

Internet es un medio riquísimo tanto en posibilidades como en contenidos. La competitividad existente en la red de redes es enorme debido entre muchas razones a la relativa pequeña inversión que requiere el crear un sitio Web. Un diseño inadecuado puede por tanto hacernos perder de forma inmediata las posibilidades de competencia. Si a esto se añade que la construcción de un sitio Web se realiza con lenguajes que posibilitan una enorme flexibilidad, se puede ver la gran importancia que tiene el especificar algunos principios de diseño para el desarrollo de estos. A continuación se relacionan algunos de estos principios generales para el desarrollo de esta propuesta de solución.

- El sistema debe ser flexible y eficiente de forma que sea fácil de utilizar y administrar para usuarios con solo conocimientos básicos de computación.
- El sistema contará con los elementos necesarios para minimizar los riesgos y errores. Para ello se proporcionarán advertencias sobre peligros y errores, formas seguras de interrupción de los flujos y la minimización de acciones inconscientes en tareas que requieren vigilancia.
- En todos los flujos donde sea permitido se dará la posibilidad al usuario de deshacer algunas de las acciones realizadas.
- Para lograr una legibilidad adecuada, el color de los textos debe contrastar con el del fondo, y el tamaño de fuente debe ser suficientemente grande.
- Se evitará sobrecargar de información al usuario, para ello la información importante se mostrará de forma directa en páginas ajustadas a las dimensiones de la pantalla, sin necesidad de realizar scroll

para leer todo el contenido. Cuando esto suceda, el contenido será ajustado a varias páginas de un tamaño prudente.

- Debido a los procesos de interacción complejos que pueden ocurrir en los flujos del sistema, el usuario debe disponer de información y ayuda online.

4.8.1 Estándares en la interfaz de la aplicación.

Uno de los principios indispensables para el diseño de interfaces Web es el de reutilización de la experiencia del usuario, el cual consiste en exponer al usuario ante lo conocido. Actualmente está proliferando en demasía el uso de ciertos elementos que dan a la Web mucha flexibilidad y riqueza, en los cuales prima un efecto visual y la realización de todo tipo de piruetas estilísticas sobre la facilidad de uso consiguiendo confundir al usuario. En el entorno Web es particularmente poco razonable crear interfaces que requieran excesivo aprendizaje ya que cualquier dificultad presentada al usuario suele significar una pérdida considerable de legibilidad y flexibilidad. El uso de estructuras de navegación no estándar es posiblemente el error más grave que se pueda cometer, justificado solo bajo ciertas excepciones.

Teniendo esto en cuenta, para la confección de esta aplicación se sigue de manera general el diseño de páginas con la siguiente estructura (ver Figura 4-2):

- *Encabezado:* En esta región se incluye el logotipo representativo de la aplicación y las distintas etiquetas de navegación que serán visibles en dependencia del rol del usuario en ese momento.
- *Panel de navegación izquierdo:* En este panel se mostrarán generalmente los enlaces de navegación hacia los distintos contenidos de la aplicación.
- *Panel de navegación derecho:* Cumple el mismo objetivo que el panel izquierdo, solo que será mostrado en situaciones opcionales que requieran la evaluación de múltiples contenidos por parte del usuario.
- *Panel de contenido:* En este contenedor se despliega toda la información solicitada por el usuario, así como el contenido generado por el sistema.

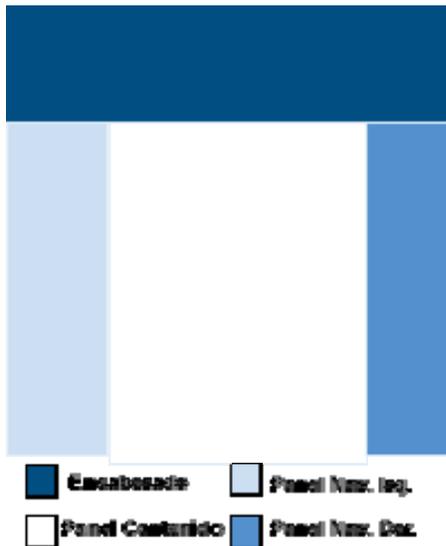


Figura 4-2 Estructura de las Páginas Web.

Además el sistema se apoya en el uso de una hoja de estilo en cascada (CSS) general para todas las páginas de la aplicación, en la que se establecen los estilos de letra para las distintas informaciones que se muestran, el uso de colores, estilo de los controles de entrada, entre otros. De forma general, se evitaron el uso de técnicas no compatibles con otros navegadores como marcos (frames o iframes) o la utilización de lenguajes clientes como Javascript, teniendo en cuenta que una de las opciones que se maneja actualmente para el mantenimiento de la compatibilidad entre navegadores es la no dependencia de scripts del lado del cliente.

4.8.2 Tratamiento de Excepciones.

El tratamiento de las excepciones comienza con las implementaciones necesarias para evitarlas, para ello resulta importante la validación de todas las entradas al sistema. Se delimitó para la aplicación, una frontera de seguridad a partir de la cual toda entrada sea considerada segura y no sea necesario validarla. Para ello, se definieron puntos de chequeo de seguridad en el límite de esa frontera de forma que todas las entradas deban pasar por algún punto antes de ser admitida en la zona de seguridad y consideradas como consistentes. Cada punto de chequeo se encarga de entradas diferentes, como pueden ser: ficheros de configuración, datos del usuario, etc. y notifica de manera adecuada los errores detectados al usuario.

Aún así, otro conjunto de errores pueden provocarse por elementos externos a la aplicación como la pérdida de la conexión al servidor de base de datos, defectos en los sistemas operativos, entre otros; provocando generalmente denegaciones de servicio. Para estos errores se estructuró una página personalizada donde se reflejan las características del error y se muestra un nivel de información en correspondencia al rol del usuario en uso del sistema.

4.8.3 Seguridad.

La seguridad de un sistema recoge varios aspectos, desde la arquitectura hasta la implementación. Con el propósito de garantizar los elementos mínimos de seguridad de esta aplicación se tomaron las siguientes medidas:

- Se realizó la validación de todas las entradas al sistema. Para ello se utilizaron expresiones regulares, confirmando que la entrada cumple con los patrones correctos permitidos y rechazar el resto como incorrecto.
- Se verificaron las entradas que son reflejadas de alguna manera en las salidas del sistema y en los casos necesarios se codificaron, de manera que la presencia de código malicioso por ejemplo HTML se convirtiera en texto no ejecutable.
- No se construyen sentencias SQL concatenando cadenas. En su lugar se realizan llamadas parametrizadas a procedimientos almacenados.
- El almacenamiento de contraseñas en la base de datos se realiza de manera cifrada con algoritmos no simétricos.

4.8.4 Concepción General de la Ayuda.

El sistema HyperWeb pretende ser una solución profesional, con un conocimiento especializado de alto grado, pero que sobre todas las cosas intenta lograr un método educativo para el tratamiento de la HTA y en gran medida la promoción de orientaciones sanas que mejoren el estilo de vida de la población en general. Para que el sistema cumpla con ambos propósitos, la ayuda del mismo contendrá información detallada sobre los distintos procesos que son posibles ejecutar, pero además contará con mensajes y advertencias que mejoren el entendimiento de cada paso y guíen de forma natural la navegación del usuario por las diversas opciones, minimizando el tiempo de aprendizaje y el aprovechamiento del sistema.

4.9 Diagrama de despliegue.

Los Diagramas de Despliegue muestran la disposición física de los distintos nodos que componen un sistema y el reparto de los componentes sobre dichos nodos. La vista de despliegue representa la disposición de las instancias de componentes de ejecución en instancias de nodos conectados por enlaces de comunicación. Un nodo es un recurso de ejecución tal como un computador, un dispositivo o memoria. En la Figura 4-3 se muestra el diagrama de despliegue correspondiente a este sistema.

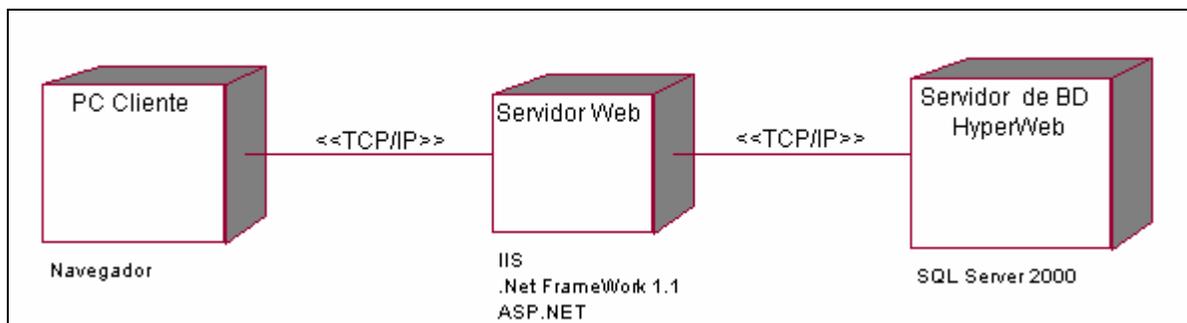


Figura 4-3 Diagrama de Despliegue.

4.10 Diagrama de componentes.

Lo que distingue a un Diagrama de Componentes (DC) de otros tipos de diagramas es su contenido. Normalmente contienen componentes, interfaces y relaciones entre ellos. Y como todos los diagramas, también puede contener paquetes utilizados para agrupar elementos del modelo.

Un diagrama de componentes muestra las organizaciones y dependencias lógicas entre componentes de software, sean éstos de código fuente, binarios o ejecutables. Desde el punto de vista del diagrama de componentes se tienen en consideración los requisitos relacionados con la facilidad de desarrollo, la gestión del software, la reutilización, y las restricciones impuestas por los lenguajes de programación y las herramientas utilizadas en el desarrollo.

En la Figura 4-4 se muestra el diagrama de componentes de HyperWeb _{v1.0}. En la misma se describe la estructura general de los subsistemas necesarios en la implementación del software. El resto de los diagramas se detallan en el Anexo 14.

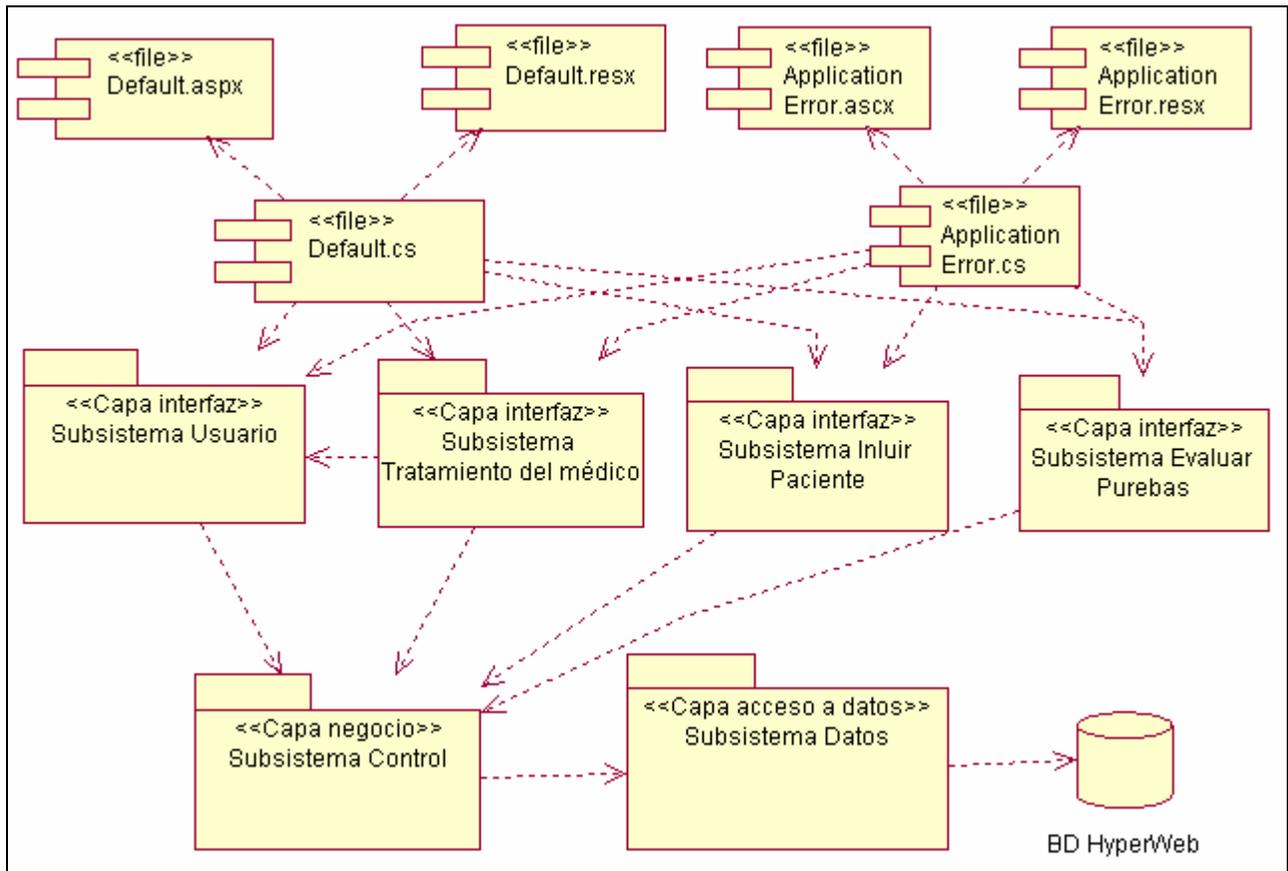


Figura 4-4 DC: Modelo general.

4.11 Modelo de prueba.

La fase de prueba del sistema, es la que complementa la creación fructífera de la aplicación, pues luego de aplicar la misma con la eficacia requerida en cada uno de los ciclos de desarrollo, se logran identificar las dificultades existentes, las cuales son sometidas a nuevos análisis para ser eliminadas.

Para probar un sistema correctamente se utilizan los casos de uso de prueba, los cuales están asociados con cada uno de los casos de uso del sistema, los mismos son los encargados de probar que se cumplan las funcionalidades que se describieron para cada caso de uso, es preciso señalar que un caso de uso del sistema puede tener varios casos de uso de prueba, tantos como los ingenieros de pruebas deseen definir. Los casos de uso de prueba pueden ser de caja negra, los cuales solo con un grupo de variables de entrada, generan una salida y solo se examina el comportamiento externo del sistema, o por otra parte pueden ser de caja blanca, en los cuales se verifica el código de los casos de uso y se comprueba si la implementación está acorde con los diagramas de interacción realizados en la fase de diseño. También es posible realizar casos

de uso de prueba de integración, en los cuales se comprueba que el sistema funcione como un todo cumpliendo con la secuencia lógica que rige al mismo.

En el Anexo 15 Casos de uso de prueba de integración. se muestran los casos de uso de prueba de integración realizados sobre el sistema. En cada uno de los ciclos de desarrollo se definieron un grupo de casos de uso de prueba que recogen los casos de uso más complejos y fundamentales en el sistema, por lo que es posible que no se encuentre en este documento casos de uso de pruebas para aquellos más sencillos. Los de caja negra y blanca no se desarrollarán por la extensión que pueden producir en el documento y no es el objetivo de este trabajo.

4.12 Conclusiones.

En este capítulo se finalizó el desarrollo de HyperWeb _{v1.0}, realizando un análisis detallado de las características del mismo mediante la generación de los artefactos correspondientes a la fase de Análisis, Diseño, Implementación y Prueba de RUP. También, se examinaron características del SBR utilizado en la evaluación de los resultados de las pruebas de rutina y adicionales, el cual, aumenta la flexibilidad del sistema al permitir la actualización dinámica de las reglas en la base de conocimientos. Finalmente, se debatieron los principios básicos de diseño tomados en cuenta para la construcción de la aplicación donde se incluyen estándares de interfaz, seguridad, tratamiento de excepciones, entre otros.

CONCLUSIONES GENERALES.

Con esta tesis, se considera que han quedado cumplimentados los objetivos propuestos inicialmente, ya que:

- Se construyeron los módulos para la evaluación clínica y la indicación y control del tratamiento no farmacológico.
- Se desarrolló un módulo para el usuario dirigido a realizar un trabajo profiláctico en la población para mejorar el estilo de vida.

También durante el desarrollo de este trabajo se arribaron a un conjunto de conclusiones que representan una marcada importancia, las mismas se relacionan a continuación:

- Resulta de gran importancia el control de los pacientes que padecen de HTA, pues esta, además de ser por si misma una enfermedad crónica no transmisible, representa un factor de riesgo importante para otras enfermedades, aumentando la morbilidad y mortalidad por esta causa.
- Se presentan aún insuficiencias en el proceso de atención de la HTA, por lo que los niveles de salud alcanzados no son todavía los deseados; a pesar de existir un nivel superior en nuestro país en relación con el tratamiento de la HTA comparado con otros países, algunos de ellos desarrollados.
- Es una necesidad que la población mejore el estilo de vida, como medida más saludable, eficaz y menos costosa en la prevención de la HTA.
- Las herramientas informáticas disponibles hasta este momento vinculadas con el tema, no cubren de manera general, todos los procesos del tratamiento y se centran fundamentalmente en el flujo de diagnóstico.

Finalmente, se considera que la utilización del sistema HyperWeb contribuirá a mejorar los indicadores de salud relacionados con la HTA, al permitir la expansión de la experticidad y la estandarización de métodos de tratamiento con efectividad comprobada.

RECOMENDACIONES

En el desarrollo de un trabajo, siempre quedan un conjunto de aspectos relevantes, que por cuestiones de prioridad y tiempo, no siempre pueden ser analizados en profundidad. Este trabajo no queda exento de ello; por tanto, a continuación se relacionan un conjunto de ideas que se consideran necesarias para darle continuidad a este trabajo, contribuyendo a la obtención de un producto más acabado:

- La incorporación de un módulo para la indicación y control del tratamiento farmacológico. En el cual, por sus características subjetivas y complejidad, pudieran utilizarse técnicas de Inteligencia Artificial.
- La expansión del módulo de administración del sistema, de manera que se agreguen las funcionalidades necesarias para una mayor flexibilidad de la aplicación.
- La integración con las salidas de equipos de MAPA, especialmente con el equipo cubano HIPERMAX.
- La creación de un módulo que le permita al médico recuperar casos de pacientes semejantes. Esto permitiría la realización de análisis comparativos y estadísticos que apoyen a una mejor indicación y control del tratamiento.
- Implementar un mecanismo auditable para el control de las decisiones tomadas por los médicos que no estén en correspondencia con las sugerencias del sistema. Esto permitiría garantizar el no repudio hacia la aplicación.
- Desarrollar un mecanismo de obtención de resúmenes de pacientes en formato digital, que permita la migración de los datos del mismo de un lugar a otro donde se utilice este sistema. De esta forma se podría continuar el ciclo de consultas que el paciente ha estado realizando.
- Estudiar herramientas permitan la migración hacia software libre, de manera que se pueda reutilizar gran parte del código ya implementado.

Como recomendación general, se considera que se hace necesario el desarrollo y uso de sistemas que ayuden a mejorar la toma de decisiones de los médicos en las diversas especialidades. Lo cual pudiera contribuir a expandir la experticidad y estandarizar métodos de efectividad comprobada para el tratamiento de las diversas enfermedades, elevándose de esta manera los indicadores de salud de la población.

BIBLIOGRAFÍA

1. Pérez Caballero, D., et al., *Programa Nacional de Prevención, Diagnóstico, Evaluación y Control de la Hipertensión Arterial*, in *HIPERTENSIÓN ARTERIAL*. 2004, Ministerio de Salud Pública: Ciudad de la Habana. p. 29.
2. Muñiz Lodos, E., *Manual de HIPERTENCID*. 1994, Instituto Central de Investigaciones Digitales: Ciudad de la Habana.
3. InfoMed. *Red de telediagnóstico para el Sistema Nacional de Salud*. [cited 02/02/2006]; Available from: <http://www.sld.cu/telemedicina/>.
4. Chobanian, A.V., et al., *SEVENTH REPORT OF THE JOINT NATIONAL COMMITTEE ON PREVENTION, DETECTION, EVALUATION, AND TREATMENT OF HIGH BLOOD PRESSURE*. 2003, National High Blood Pressure Education Program Coordinating Committee: Boston, Chicago, Michigan, New York, Buffalo, Mississippi, Miami, Alabama, Cleveland, Ohio. p. 47.
5. de la Noval García, R., et al. *Proyecto "CHAPLAZA" : Un programa de control de la hipertensión arterial en el municipio Plaza*. [cited 2006 22/3/2006]; Available from: <http://www.sld.cu/servicios/hta/doc/chaplaza.ppt>
6. de la Noval García, R., et al. *Control de la Hipertensión Arterial en el "Proyecto 10 de Octubre"*. 1998 [cited 2006 22/03/06]; *Rev Cubana Cardiol Cir Cardiovasc* 1999;13(2):136-41:[Available from: http://www.sld.cu/galerias/pdf/servicios/hta/10_de_octubre_control_de_la_hta.pdf
7. Afridi, I., Dr., et al., *Declaración 2003 de la OMS/SIH sobre el manejo de la Hipertensión*. 2003: p. 12.
8. Abasolo Galdos, R., et al., *Guía de Práctica Clínica sobre Hipertensión Arterial*. 2002, Osakidetza: Dirección de Asistencia Sanitaria de Osakidetza-Servicio Vasco de Salud. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco. 108.
9. Brotons, C., et al., *Adaptación Española de las Guías Europea de Prevención Cardiovascular*. 2003: p. 32.
10. Williams, B., et al., *Guidelines for management of hypertension: report of the fourth working party of the British Hypertension Society*. 2004: p. 47.
11. Eccles, J., Dr, et al., *Hypertension. Management of hypertension in adults in primary care*. 2004: p. 35.
12. Quintana, R.R., et al., *Sistema de Monitoreo Ambulatorio de la Presión Arterial HIPERMAX*, in *II Simposio de Hipertensión Arterial HTA 2004*. 2004. p. 5.

13. González Rodríguez, E.F., Dr., et al., *TENSOFT II Programa para la detección del riesgo, diagnóstico, control y terapéutica de la Hipertensión Arterial*. II Simposio de Hipertensión Arterial HTA 2004, 2004: p. 7.
14. Gutiérrez Martínez, I., *Un Modelo para la Toma de Decisiones usando Razonamiento Basado en Casos en condiciones de Incertidumbre*, in *Departamento de Ciencias de la Computación, Facultad de Matemática-Física y Computación*. 2003, Universidad Central Marta Abreu de las Villas: Santa Clara. p. 116.
15. Mateos, J.G., et al., *Modelo con RNA para Diagnosticar Hipertensión Arterial*, in *II Simposio de Hipertensión Arterial HTA 2004*. 2003, Universidad de Guadalajara, División de Electrónica y Computación, Departamento de Electrónica: Guadalajara. p. 52.
16. Alarcón Rodríguez, R., Dña, et al. *DiagnosMD. Una potente herramienta para el profesional de la Medicina*. [cited 03/04/2004]; Available from: <http://www.diagnos98.com/index.htm>.
17. Agostini, A.G., *Sistema Multiagente para Monitorización Inteligente Domiciliaria de Pacientes con Patologías Cardiovasculares*. 2001, Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos, Universidad Politécnica de Cataluña: Barcelona, España. p. 23.
18. Stallings, W., *Comunicaciones y Redes de Computadores* 6ª ed, ed. P. Hall. 2000. 751.
19. Wikipedia, C.d. *Aplicación web*. Wikipedia, La enciclopedia libre 2006 22/03/2006 [cited 11/04/2006]; Available from: http://es.wikipedia.org/wiki/Aplicacion_web.
20. Achour, M., et al. *Manual de PHP: ¿Qué se puede hacer con PHP?* 2006 [cited 12/04/2006]; Available from: <http://www.php.net/manual/es/intro-whatcando.php>.
21. Wikipedia, C.d. *Java Server Pages*. Wikipedia, La enciclopedia libre. 2006 22/03/2006 [cited 12/04/2006]; Available from: <http://es.wikipedia.org/wiki/JSP>.
22. Sun Microsystems, I. *J2EE FAQ*. 2006 [cited 13/04/2006]; Available from: <http://java.sun.com/j2ee/faq.html>.
23. Roman, C.V.a.E. *J2EE vs. Microsoft.NET A comparison of building XML-based web services* 2001 [cited 13/04/2006]; Available from: <http://www.theserverside.com/articles/article.tss?l=J2EE-vs-DOTNET>.
24. Abián, M.Á. *J2EE Y .NET: La rivalidad permanente*. 2001 [cited 14/04/2006]; Available from: <http://www.javahispano.org/articles.article.action?id=55>.
25. Manzoor, K. *The Common Language Runtime (CLR) and Java Runtime Environment (JRE)*. 2002 13/02/2002 [cited 14/04/2006]; Available from: <http://www.codeproject.com/dotnet/clr.asp>.

26. Parihar, M., *La biblia de ASP.NET*. Michael Lane Thomas. 2002, Madrid: Anaya Multimedia. 964.
27. Microsoft, C. *Cambio de aplicaciones a .NET*. 2002 13/01/2003 [cited 15/04/2006]; Available from: http://www.microsoft.com/spanish/msdn/articulos/archivo/130902/voices/dotnet_MovingJavaApps.asp.
28. Wikipedia, C.d. *Microsoft .NET*. Wikipedia, La enciclopedia libre. 2006 1/03/2006 [cited 13/04/2006]; Available from: http://es.wikipedia.org/wiki/Microsoft_.NET
29. Wikipedia, C.d. *Servidor web*. Wikipedia, La enciclopedia libre. 2006 11/04/2006 [cited 19/04/2006]; Available from: http://es.wikipedia.org/wiki/Servidor_web.
30. Wikipedia, C.d. *Servidor HTTP Apache*. Wikipedia, La enciclopedia libre. 2006 6/04/2006 [cited 19/04/2006]; Available from: http://es.wikipedia.org/wiki/Servidor_HTTP_Apache.
31. Miller, R. *April 2006 Web Server Survey*. 2006 17/04/2006 [cited 19/04/2006]; Available from: http://news.netcraft.com/archives/web_server_survey.html.
32. Wikipedia, C.d. *Internet Information Services*. Wikipedia, La enciclopedia libre. 2006 21/03/2006 [cited 19/04/2006]; Available from: <http://es.wikipedia.org/wiki/IIS>.
33. Microsoft, C. (2005) *Technical Overview of Internet Information Services (IIS) 6.0*. **Volume**, 36
34. Apache-Software-Foundation. *Introduction to mod_aspdotnet - The Apache HTTP Server Project*. 2005 [cited 20/04/2006]; Available from: <http://httpd.apache.org/cli/introduction>.
35. Group, P.G.D. *PostgreSQL:About*. 2006 [cited 24/04/2006]; Available from: <http://www.postgresql.org/about/>.
36. Wikipedia, C.d. *Oracle*. Wikipedia, La enciclopedia libre. 2006 17/04/2006 [cited 24/04/2006]; Available from: <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Oracle&oldid=2908047>.
37. Wikipedia, C.d. *Microsoft SQL Server*. 2006 23/03/2006 [cited 24/04/2006]; Available from: http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Microsoft_SQL_Server&oldid=2659406.
38. Microsoft, C. *Kit de Inicio Portal: Diseño e implementación*. 2004 7/04/2004 [cited 28/04/2006]; Available from: <http://www.microsoft.com/spanish/msdn/matrix/Portal.asp>.
39. Booch, G., *Object Oriented Analysis and Design with Applications*. 2da ed. 1994, Redwood: Benjamin/Cummings. 264.
40. Molpeceres, A. (2002) *Procesos de desarrollo: RUP, XP y FDD*. **Volume**, 14
41. Canós, J.H., P. Letelier, and M.C. Penadés, *Métodologías Ágiles en el Desarrollo de Software*, Universidad Politécnica de Valencia: Valencia. p. 8.
42. Jacobson, I., G. Booch, and J. Rumbaugh, *El Proceso Unificado de Desarrollo de Software*. Addison Wesley. Vol. 1. 2000, Madrid: Pearson Education SA. 458.

43. Wikipedia, C.d. *RUP*. Wikipedia, La enciclopedia libre. 2006 24/04/2006 [cited 25/04/2006]; Available from: <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=RUP&oldid=2969514>.
44. García, Z., I. Bonet, and P. Piñero. *Sistemas basados en el conocimiento usando Prolog*. in *X Convención Internacional y Feria Informática 2004*. 2004. Ciudad de la Habana.
45. Halgamuge, S.K. and M. Glesner, *Neural Networks in Designing Fuzzy Systems for real World Applications*. Fuzzy Sets and systems, 1994. **65**: p. 1-12.
46. Aha, D.W., *Case-Based Learning Algorithm*. 1991, <http://www.aic.nrl.navy.mil/~aha/papers/aha-cbr91.ps>.
47. Larman, C., *UML y Patronos. Introducción al analisis y diseño orientado a objetos*. Vol. 1. 1998, España. 536.
48. Alvarez Batard, G., *Pruebas de laboratorio*. 2005.
49. Rumbaugh, J., I. Jacobson, and G. Booch, *The Unified Modeling Language. Reference Manual*. 1998, Massachusetts: ADDISON-WESLEY. 568.
50. Conallen, J., *Modeling Web Application Architectures with UML*. 1999. **42**: p. 12.

ANEXOS

Anexo 1 Pruebas de rutina y adicionales

A continuación se muestran las pruebas de rutina (Tabla 0-1) con los posibles valores y rangos de cada una de ellas, además en caso de alteraciones qué pruebas adicionales se deben indicar. También en la Tabla 0-2 se muestran las pruebas adicionales que se deben indicar en correspondencia con las pruebas adicionales alteradas y cuáles de ellas pueden conducir a que el paciente sea remitido a un especialista y producir de esta forma baja del sistema.

Exámenes mínimos para el diagnóstico (pruebas de rutina)		
Variable	Posibles valores	Observación
ECG	1) Normal 2) HVI 3) Cardiopatía Isquémica. 4) BFAI 5) Arritmia 6) HVI-Cardiopatía Isquémica	Si HVI siempre tendrá tratamiento farmacológico. Influye en fármaco a indicar. Si Arritmia BAJA del sistema. Si Cardiopatía Isquémica, BFAI HVI-Cardiopatía Isquémica. Se indica prueba ergométrica para saber si puede hacer ejercicio físico y pulso de entrenamiento.
Colesterol	Rango: [0, 20] mmol/L Normal:[3.87, 6.71] mmol/L (Método enzimático)	Si antes el resultado era alto, no importaba, se alertaba que las medidas del tratamiento no farmacológico ayudan con este problema. Ahora debe indicarse Simvastatina, después de dieta incluir otras estatinas.
TAS, TAD	Rango: TAS [70,300] mm/Hg. Rango: TAD[50,200] mm/Hg.	
Creatinina	Rango: [0,1000] μ mol/L Normal: [97,128] μ mol/L (método de Jaffé cinético y punto final)	Si elevada estudio de insuficiencia renal. Indicar filtrado glomerular.
Uratos	Rango: [0,1600] μ mol/L Normal:	Si alto implica HIPERURICEMIA si mayor 800 gota. Aclarar riesgo de cardiopatía cualquier elevación

	M [202.26, 356.93] $\mu\text{mol/L}$ F [142.77, 339.08] $\mu\text{mol/L}$ (Método enzimático)	consultarlo al asignar fármaco.
Potasio	Rango: [1.5, 8.5] mmol Normal: [3.5,5] mmol	Si elevado implica posible insuficiencia renal. Se indica Filtrado Glomerular. Si bajo debe estudiarse afección de la suprarrenal. Indicar Renina, Aldosterona, TAC y RMN de la suprarrenal., PH en orina
Glicemia	Rango: [1,35] mmol Normal: [0,11] mmol	Si $7.2 < \text{glicemia} \leq 11$ y no declaró Diabetes se indica PTG., aconsejar insulinemia Esta variable se consulta al asignar fármaco.
Cituria (Albúmina, Leucocitos, Hematíes, cilindros)	Albúmina y Leucocitos (S o N) Hematíes y Cilindros(positivo o negativo)	Cituria Anormal implica indicar Conteo de Addis de 2 horas.
US Renal	Normal Anormal (Litiasis, Asimetría, otros)	Anormal por Asimetría u otros implica afección reno-vascular. Se indica Renina.
US Suprarrenal	Normal Anormal (D o I)	Si Anormal estudio afección de la suprarrenal. Indicar Renina y aldosterona., catecolaminas en orina
Hemoglobina	Rango: [0, 500] g/L Normal: M [120, 160] g/L F [110, 150] g/L	Si hemoglobina < 11 y creatinina alta implica <i>insuficiencia. Renal. Baja del sistema</i>
Hematocrito	Rango: [0, 0.99] l/L Normal: M [0.4, 0.5] l/L F [0.37, 0.47] l/L	
VSG	Rango: [1, 150] mm/h	

	Normal:	
Sodio (sangre)	Rango: [90, 180] mmol	
Lipidograma	Claro o turbio	Antes si alto, no importa, se alerta que las medidas del tratamiento no farmacológico ayudan con este problema. Ahora se indica Simvastatina después de dieta.
Triglicéridos	Rango: [0, 20] mmol/L Normal: M [0.68, 1.88] mmol/L F [0.46, 1.60] mmol/L (Método enzimático)	Posible síndrome metabólico, vamos a mostrar un mensaje que diga algo así como: "Debe valorarse la posibilidad del síndrome metabólico en el paciente o la indicación de algún hipolipemiente".
HDL	Rango: [0.2, 4] mmol	Si bajo, no importa, se alerta que las medidas del tratamiento no farmacológico ayudan con este problema.
Ecocardiograma	Normal HVI Cardiopatía Isquémica. Insuficiencia cardiaca	Será obligatorio. Más preciso que placa de tórax.

Tabla 0-1 Pruebas de rutina

Pruebas adicionales		
Prueba	Valores posibles	Observación
Conteo de Addis (Albúmina, Cilindros, Leucocitos, Hematíes)	Albúmina (S, N) Cilindros (Positivo, Negativo) Leucocitos (Positivo, Negativo), Hematíes (Positivo, Negativo)	- Si todos normales implica CITURIA NORMAL. Si <i>Cilindros</i> positivo indicar electroforesis de proteínas. - Si <i>Hematíes</i> positivo y Ultrasonido renal normal continuar el estudio renal indicar Pielograma. - Si <i>Hematíes</i> positivo y ultrasonido renal Arrojó litiasis, no tiene afección renal como para continuar. Complementariamente ver urólogo.

		<p>Sigue en el sistema y se considera la CITURIA normal.</p> <p>PH urinario en potasio bajo</p> <p>- Si <i>Leucocitos</i> positivo debe continuar estudio renal. Indicar 3 urocultivos.</p>
<p>Electroforesis de proteína (<i>Proteínas totales, Albúmina, Gamma, Alfa1, Alfa2, Beta</i>)</p>	<p><i>Proteínas totales:</i> Rango: [2,15] g/L Normal: [6,8] g/L</p> <p><i>Albúmina:</i> Rango:[0,1000] g/L Normal:[35,55] g/L</p> <p><i>Gamma:</i> Rango:[0,70] % Normal: [10,18] %</p> <p><i>Alfa1:</i> Rango: [0,20] % Normal: [0.6,1.9] %</p> <p><i>Alfa2:</i> Rango:[0,20] % Normal:[3.40,6.40] %</p> <p><i>Beta:</i> Rango: [0,20] % Normal:[10,18] %</p>	<p>Si Albúmina baja y Proteínas totales bajas posible Síndrome Nefrótico. <i>Baja del sistema</i></p> <p>En cualquier otro caso no tiene afección renal. Continuar en el sistema.</p>
Pielograma	Positivo, Negativo	- Si Negativo se asume Cituria normal y continúa. Igual que ultrasonido renal
Urocultivos	Positivo, Negativo	- Si alguno positivo implica <i>Sepsis Urinaria. Baja del sistema</i>
Renina	Elevado, Baja Normal	- Si no Normal posible afección reno vascular. Indicar Arteriografía Renal.
Arteriografía renal	Normal Anormal con estenosis	Anormal con estenosis debe hacer <i>Angioplastia. Baja del sistema</i>

	Anormal sin estenosis	Otros casos continuar.
Renina, Aldosterona, TAC y RMN de suprarrenal	Renina (elevada, baja, normal) Aldosterona (Positivo, Negativo) TAC y RMN (Normal, Anormal)	Todo bien implica asumir potasio normal. Si renina baja y los demás normales implica <i>Aldosteronismo primario. Baja.</i> Si TAC y RMN anormal se continúa. Cualquier otra combinación. Baja por desconocimiento.
Renina y Aldosterona	Renina (Elevada, Baja, Normal) Aldosterona (Positivo, Negativo)	Renina no normal implica <i>Aldosteronismo primario. Baja del sistema</i> Si Renina normal y Aldosterona negativo indicar AVM, Adrenalina, noradrenalina, Dopamina y MIBG.
AVM, Adrenalina, noradrenalina, Dopamina y MIBG.	AVM (+, -) Adrenalina(+,-) Noradrenalina (+,-) Dopamina (S, N) MIBG (Normal, Anormal)	Si todas normales indicar cortisol o hidrocorticosteroides. Si alguna anormal <i>FEOCROMOCITOMA. Baja del sistema</i>
Cortisol	Positivo, Negativo, Baja	Si positivo no puede determinarse afección. <i>Baja del sistema</i> Si Negativo. Posible <i>enfermedad de Cushing.</i>
PTG (PTG en ayunas, PTG a las 2 horas)	PTG(ayunas) y PTG(2 horas): Normal [0, 1000] mmol/L	Si valores altos implica Diabetes. Continúa en el sistema considerándolo Diabético. En otros caso Glicemia normal.
Filtrado glomerular	Numérico	Si no alta implica no Insuficiencia Renal. Asume que el resultado de creatinina y potasio es normal. En otros casos implica <i>insuficiencia Renal. Baja del sistema</i>
Potasio (en orina)	Rango: [5,2000] mmol Normal: >=80	

Sodio (en orina)	Rango: [3,2000] mmol Normal: <=100	
------------------	---------------------------------------	--

Tabla 0-2 Pruebas adicionales

Anexo 2 Examen Físico y Ejercicios por niveles.

La indicación correcta del plan de ejercicios físicos debe apoyarse en una prueba de esfuerzo la cual permitirá seleccionar luego el plan adecuado. Los pasos de esta prueba se describen a continuación:

- Debe tomarse el pulso (por 10 seg.) en reposo (a este valor le denominaremos variable PR),.
- Repetir la operación inmediatamente después de hacer 20 cuclillas en 30 segundos (variable P_1) y luego medir el pulso después de 1 minuto (P_2).
- Es necesario conocer la edad de la persona pues si la edad sobrepasa los 50 años en la tabla de niveles debe sustituirse trotar por caminar.

Denominamos entonces:

PR : Pulso en reposo. P_1 : Pulso después de las cuclillas. P_2 : Pulso después de 1 minuto de reposo.

A continuación se calcula el nivel de ejercicios en correspondencia con la Tabla 0-3 de la siguiente forma: Calculamos el valor R como indica la Ecuación 2

$$R = \frac{[(PR + P_1 + P_2) * 6] - 200}{10}$$

Ecuación 2 Cálculo del Nivel (R) de Ejercicios

Luego, obtenemos el nivel comparando el valor de R con los valores de la siguiente tabla:

Valor de R	Nivel correspondiente.
$R \geq 1$ y $R \leq 5$	2
$R \geq 6$ y $R \leq 10$	3
$R \geq 11$ y $R \leq 15$	4
$R > 16$	5

Nivel	Tiempo de trabajo (TT)	Pulso de entrenamiento	Distribución del T.T		
			Trote	Caminar	Trote
1	a) 15 min.	70-80%	15		
	b) 15 min.	70-80%	12	3	

2	a) 15 min.	70%	10	2	3
	b) 15 min.	70%	8	3	4
3	a) 15 min.	70%	6	3	6
	b) 13 min.	70%	5	3	5
4	a) 11min.	70%	4	3	4
	b) 8 min.	60%	3	2	3
5	a) 5 min.	60%	2	2	1
	b) 4 min.	60%	1	2	1

Tabla 0-3 Niveles de ejercicios físicos

Orientaciones para el calentamiento inicial

El plan de ejercicios contempla un calentamiento inicial, con una duración de 12 a 15 minutos.

Realizar los siguientes ejercicios de calentamiento o los orientados en el video que se ofrece junto con el sistema:

- Ejercicios del cuello: Flexión y extensión lateral derecho e izquierdo, rotación del cuello hacia la derecha y después hacia la izquierda.
- Ejercicios de hombros, brazos, antebrazos y manos: Manos a los hombros, rotación hacia adelante y atrás, extensión de los brazos al frente, flexión frontal y lateral del antebrazo sobre el brazo. Brazos al frente, abrir y cerrar como si cogiéramos aire. Rotación de todo el miembro superior hacia adelante y hacia atrás.
- Ejercicios de la cintura: Flexión y extensión al frente y hacia los laterales. Rotación de la cintura. Piernas separadas, con la mano derecha tocar el pie izquierdo y con la mano izquierda tocar pie derecho.
- Ejercicios de las rodillas: Flexión, semicucilllas, extensión y rotación de las rodillas unidas.
- Ejercicios de los tobillos: Flexión y extensión de los tobillos. Rotación de ambos tobillos.

Anexo 3 Datos necesarios en la HC.

En la Tabla 0-4 se recogen todos los datos necesarios en la inclusión de un paciente en el sistema, que permiten llenar correctamente la HC que luego servirá para un mayor control del paciente y un tratamiento personalizado, en la misma se detallan los valores posibles de cada campo así como la influencia que los

mismos puedan tener a la hora de indicar el tratamiento, además de información general relevante a la hora de programar el sistema.

Concepto	Valor	Observación
Datos generales		
Nombre	Cadena	Menos de 20 caracteres
Primer apellido	Cadena	Menos de 20 caracteres
Segundo Apellido	Cadena	Menos de 20 caracteres
Fecha de nacimiento	Cadena	Formato: mm/dd/aa
País	Cadena	Menos de 20 caracteres
CI	Cadena	En caso de extranjeros poner No Pasaporte
Edad	Numérico 18<=edad<=120 Anciano>=65	Se calcula por la fecha de nacimiento Ser anciano influye en fármacos a indicar.
Sexo	F, M	Si es F, está embarazada y necesita tratamiento, entonces empezar con metildopa 3 al día
Color de la piel	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Blanca ▪ Negra ▪ Mestiza 	Influye en fármacos a indicar.
Del estilo de vida		
Fumador	S, N	Si ya no fuma pero lo dejó hace menos de 1 año debe considerarse fumador.

Alcoholismo	<ol style="list-style-type: none"> 1) Sólo ocasionalmente 2) Bebe diariamente 3) Casi todos los días 4) Siempre el fin de semana 5) Nunca bebe 	Excepto la primera y la última opción las demás implican alcoholismo.
Ingestión sal	<ol style="list-style-type: none"> 1) Agrega sal después de probada 2) Come sin sal 3) Nunca agrega sal a la comida en la mesa 4) Agrega sal sin probarla 	Excepto la segunda y tercera opción, las demás implican ingestión elevada de sal
Actividad física	<ol style="list-style-type: none"> 1) Camina más de 3 Km. diarios 2) Camina entre 1 y 3 Km. diarios 3) Camina menos de 1 Km. diario 4) No realiza actividad física. Sedentario 5) Sistematizada en tiempo y frecuencia 6) Sólo cuando le alcanza el tiempo 	Más de un Km. no sedentario.
Antecedentes patológicos personales		
Hiperlipemia o DLP	S, N	Influye en fármacos a indicar
Diabetes Mellitus	S, N	Influye en fármacos a indicar.
Hiperuricemia	S, N	Influye en fármacos a indicar.
Insuficiencia Cardíaca	S, N	Influye en fármacos a indicar.
Infarto cardíaco	S, N	Influye en ejercicios

Claudicación intermitente	S, N	Es una manifestación de Insuficiencia Vascular Periférica.
Sepsis urinaria	S, N	Debe tratarse por otro médico pero no sale del sistema
Otras nefropatías	S, N	Debe salir del sistema para nefrólogo
Accidente Vascular Encefálico	S, N	Influye en fármacos a indicar.
Insuficiencia Vascular Periférica	S, N	Influye en fármacos a indicar.
Epístaxis	S, N	Es una manifestación de HTA
HTA del embarazo	S, N	Cambio en la terapia medicamentosa
Asma bronquial	S, N	Influye en fármacos a indicar.
Uso de medicamentos que pueden elevar la TA		
Contraconceptivos orales	S, N	Sólo a mujeres
Inhibidores de monoamino-oxidasa con tiramina	S, N	Elevan TAS
Simpático-mimético (descongestionantes nasales)	S, N	Elevan la TA
Esteroides	S, N	Elevan la TA
AINES	S, N	Eleva la TA
Ciclosporina	S, N	Eleva la TA
Antidepresivos tricíclicos, Inhibidores de la M.A.O.	S, N	Elevan TA
Toma hipotensores	S, N	Si S tendrá tratamiento farmacológico
Antecedentes familiares de HTA		
Padre o Madre	S, N	
Hermanos	S, N	
Abuelos paternos	S, N	
Abuelos maternos	S, N	

Comienzo de la enfermedad			
Año	Numérico		
Examen físico			
Peso	Rango: [25, 150] Kg.	IMC=Peso/(Talla) ² IMC>30 implica sobrepeso.	
Talla	Rango: [130, 250] cm.		
Pulso radial	Rango: [40, 180] p/min.		
TA			
Sistólica MSD	Rango: [70, 300]		
Diastólica MSD	Rango: [50, 200]		
Sistólica MSI	Rango: [70, 300]	Opcional	
Diastólica MSI	Rango: [50, 200]	Opcional	
Sistólica MI	Rango: [70, 300]	Opcional	
Diastólica MI	Rango: [50, 200]	Opcional	
Soplo cardiaco	S, N	Con el eco se refina. Obligatorio.	
Soplo lumbar	S, N	Si S posible afección reno vascular. Se indicará Renina	
Soplo Abdominal	S, N	Si S posible afección reno vascular. Se indicará Renina	
Edemas	S, N		
Fondo de ojo	Grado	Descrip.	Distinto de cero implica daño en vasos provocado por HTA
	0	Normal	
	1	Arteria estrechadas	
	2	Signos de Gun	
	3	Hemorragias y/o exudados	
4	Hemorragias y/o exudados		

		con papiledema		
--	--	-------------------	--	--

Tabla 0-4 Datos de la HC

Anexo 4 Indicación de la Dieta Hipocalórica.

Para una persona con sobrepeso confirmado se puede realizar el cálculo de la dieta adecuada a su IMC de la siguiente manera:

1. Se realiza un cálculo complementario mediante la siguiente ecuación:

$$A(\textit{peso}) = 30 * \textit{peso} - \frac{30 * \textit{peso}}{10 + 20 * \textit{peso}} \text{ donde } \textit{peso} \text{ se refiere al peso del paciente en Kg.}$$

2. Con el valor de A se identifica la cantidad de calorías requeridas para la dieta según la Tabla 0-5.

Valor de A.	Calorías requeridas.
A < 1400	1200
A ≥ 1400 y A < 1700	1500
A ≥ 1700 y A < 190	1800
A ≥ 1900 y A < 2300	2000
Si A > 2300	2400

Tabla 0-5 Indicación de la dieta.

Anexo 5 Diagramas de Actividades de los casos de uso del negocio.

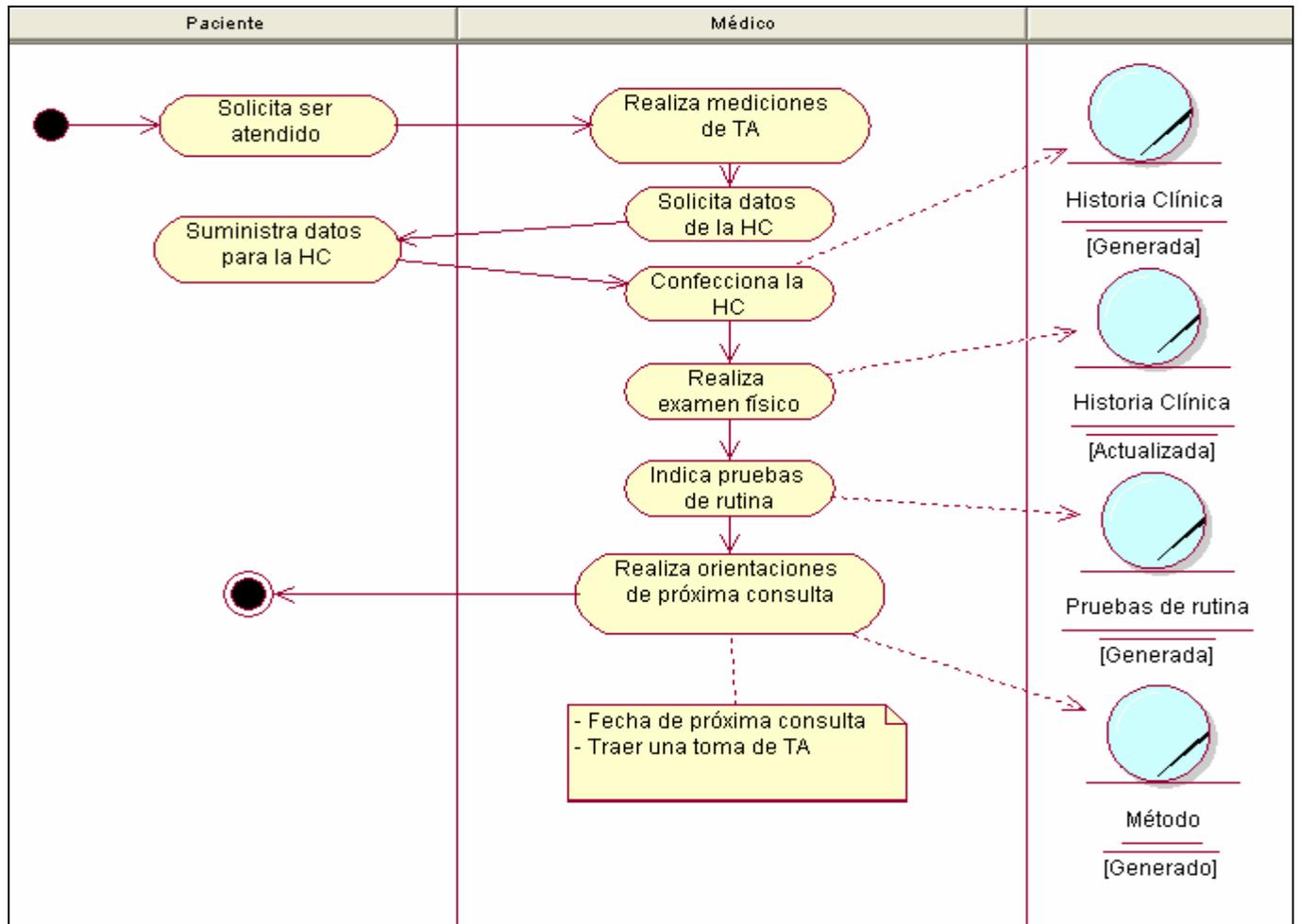


Figura 0-1 Diagrama de Actividades: Evaluar Clínicamente la HTA

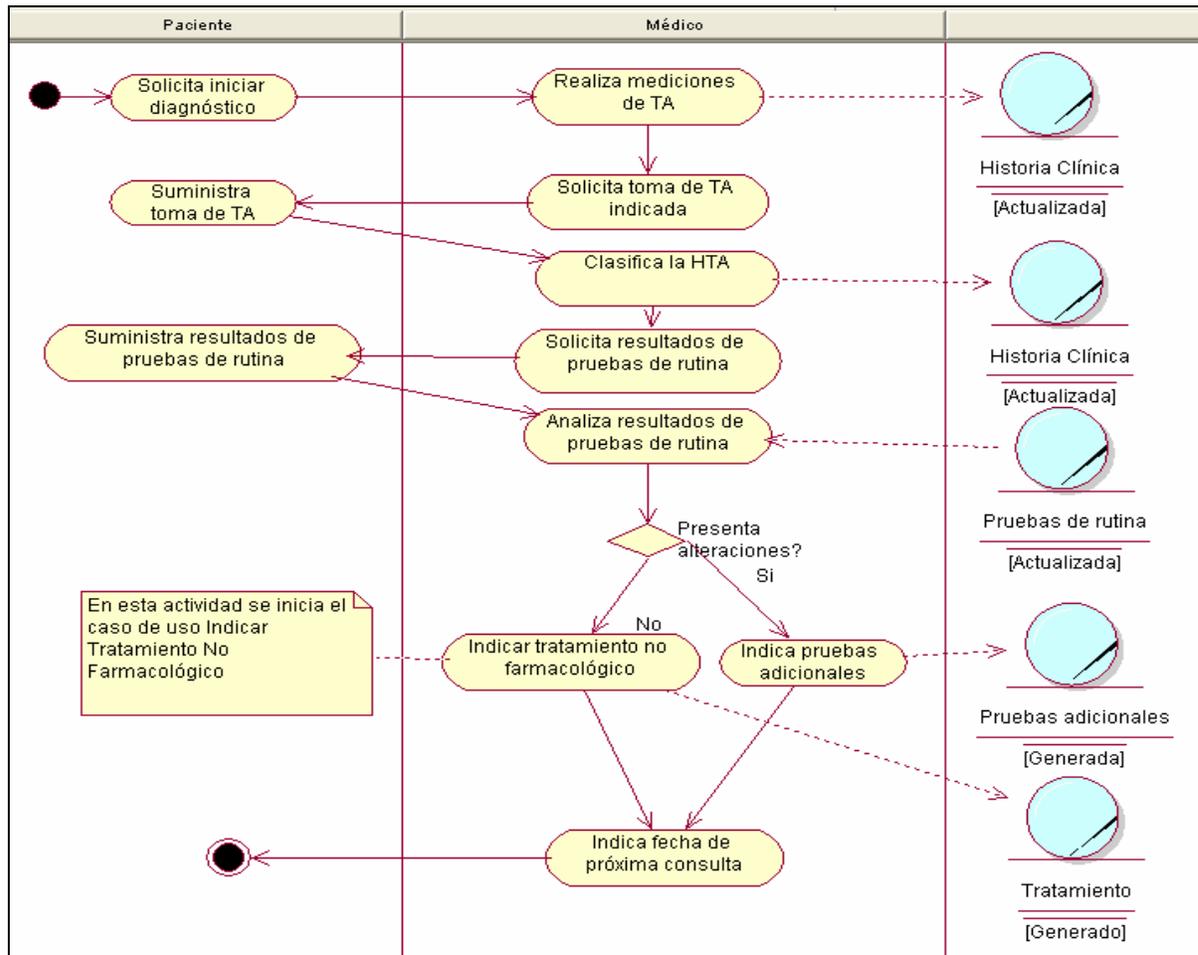


Figura 0-2 Diagrama de Actividades: Evaluar Pruebas de Rutina.

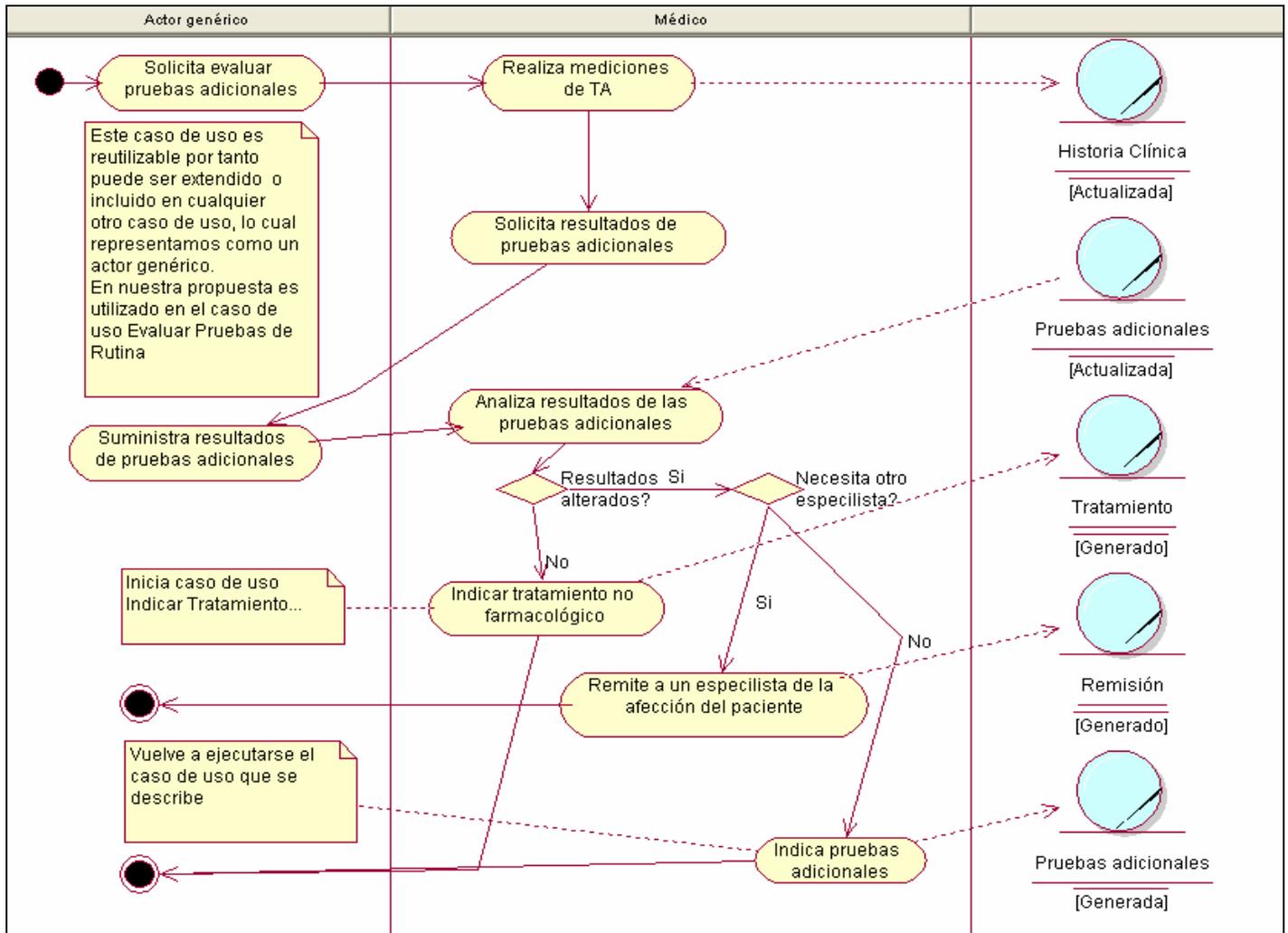


Figura 0-3 Diagrama de Actividades: Evaluar Pruebas Adicionales.

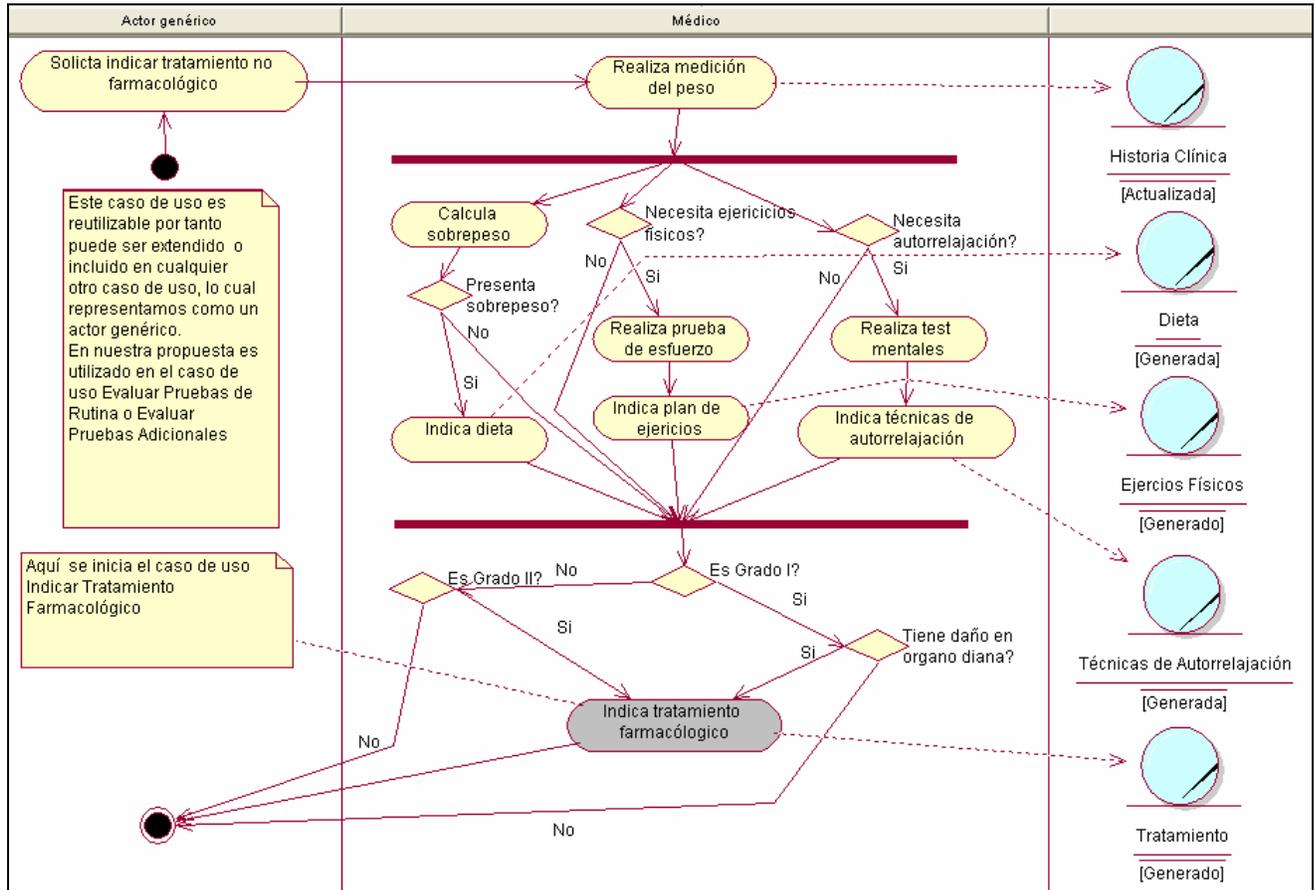


Figura 0-4 Diagrama de Actividades: Indicar Tratamiento No Farmacológico.

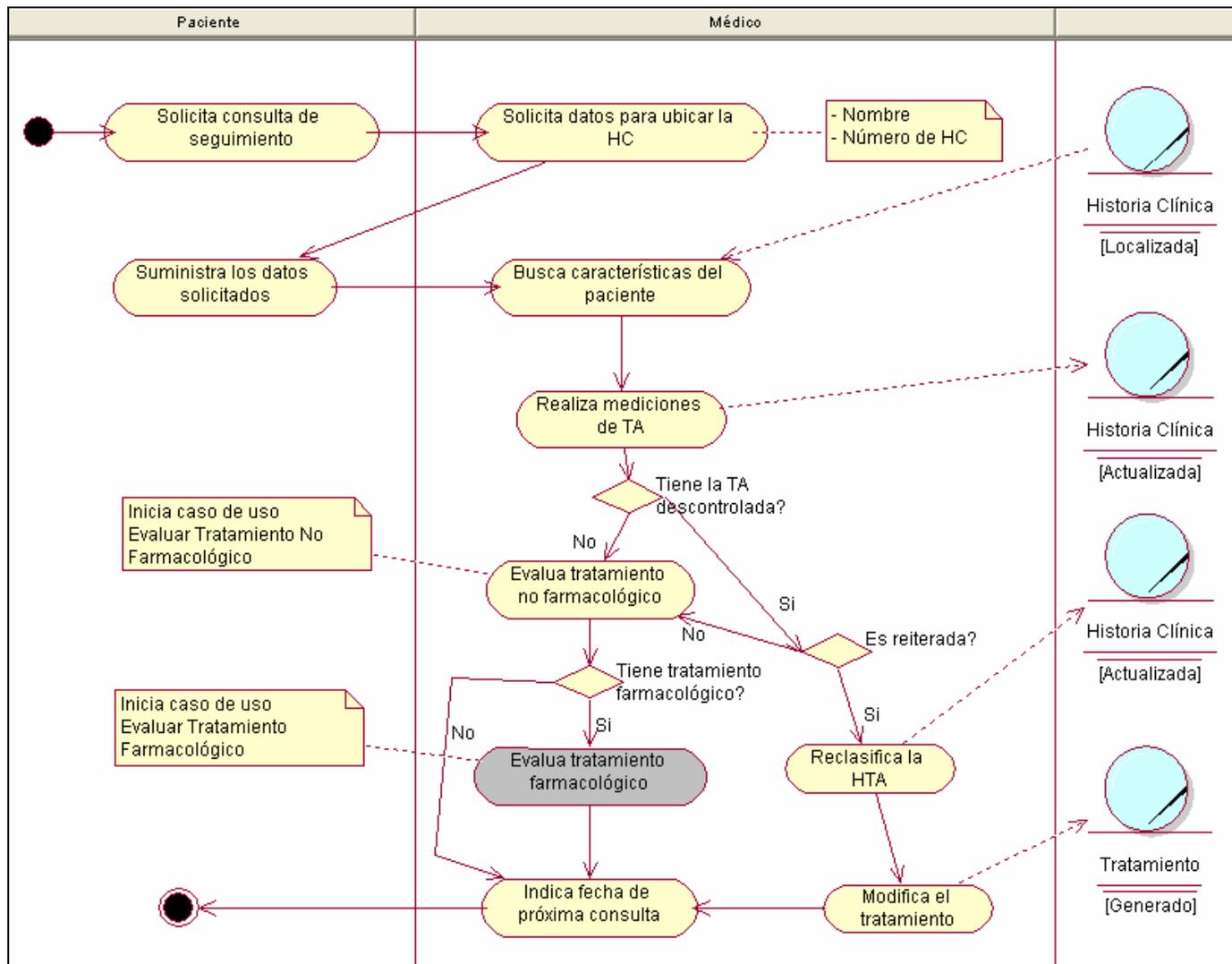


Figura 0-5 Diagrama de Actividades: Analizar la Evolución del Tratamiento.

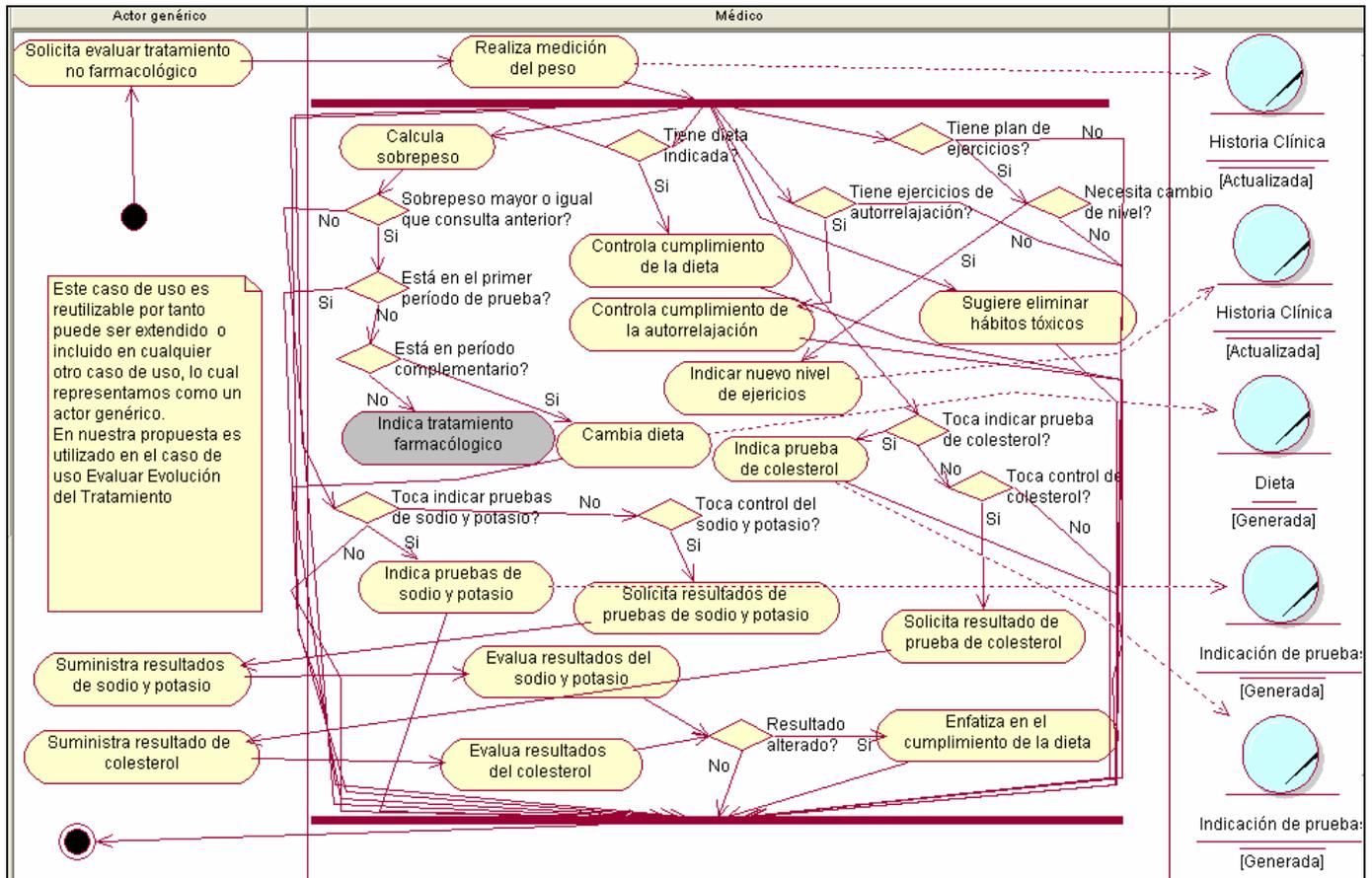


Figura 0-6 Diagrama de Actividades: Evaluar Tratamiento No Farmacológico.

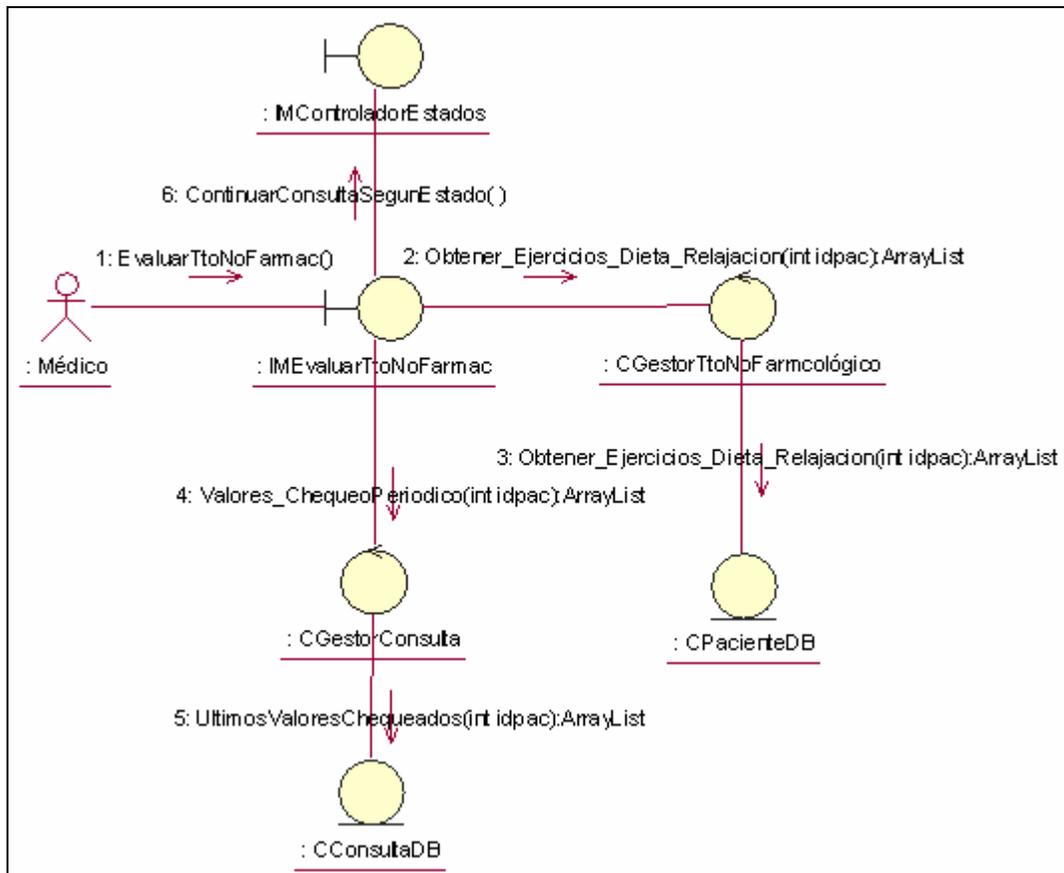


Figura 0-9 Diagrama de colaboración CU 10 Evaluar Tratamiento No Farmacológico.

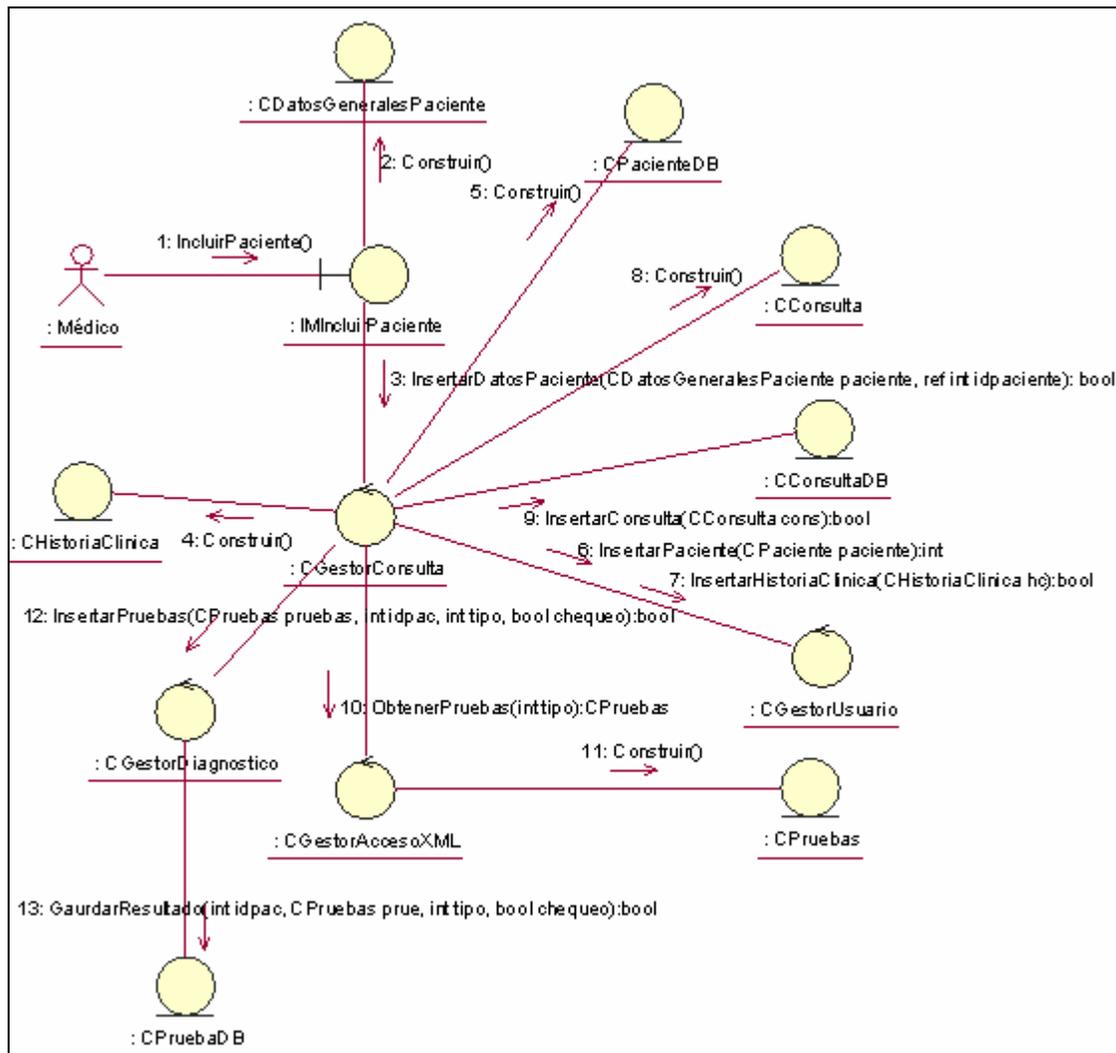


Figura 0-10 Diagrama de colaboración CU 11 Incluir Paciente.

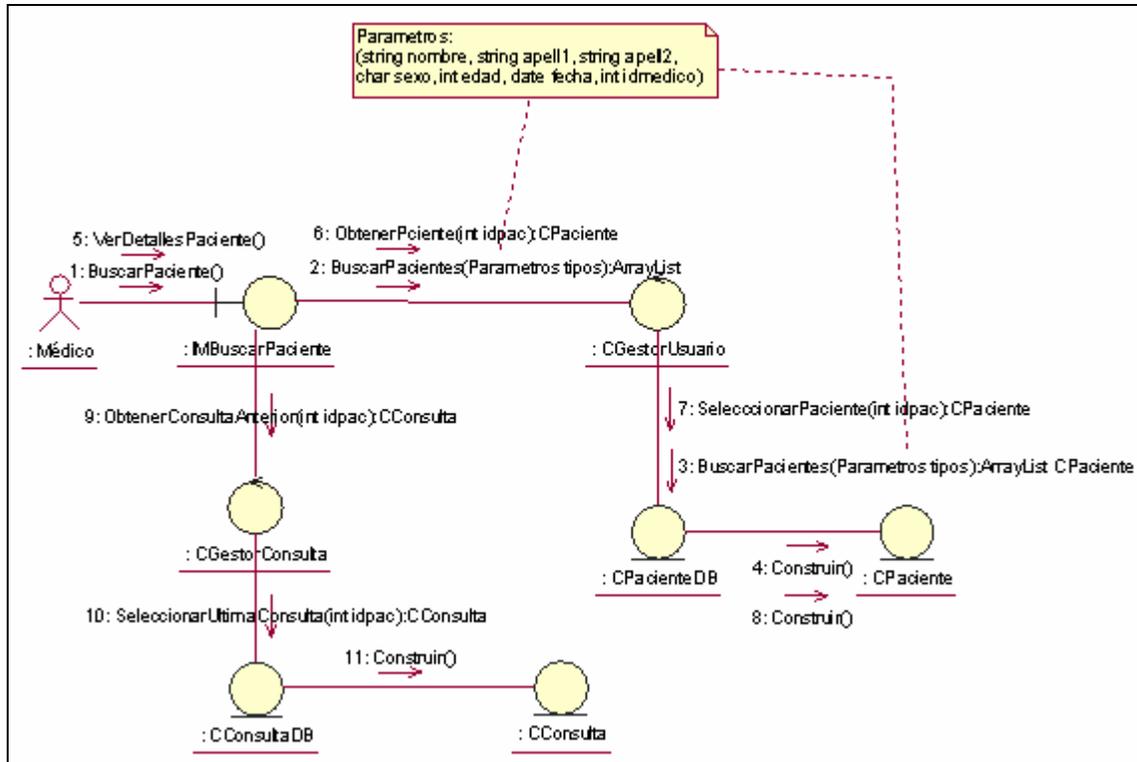


Figura 0-11 Diagrama de colaboración CU 12 Buscar Paciente.

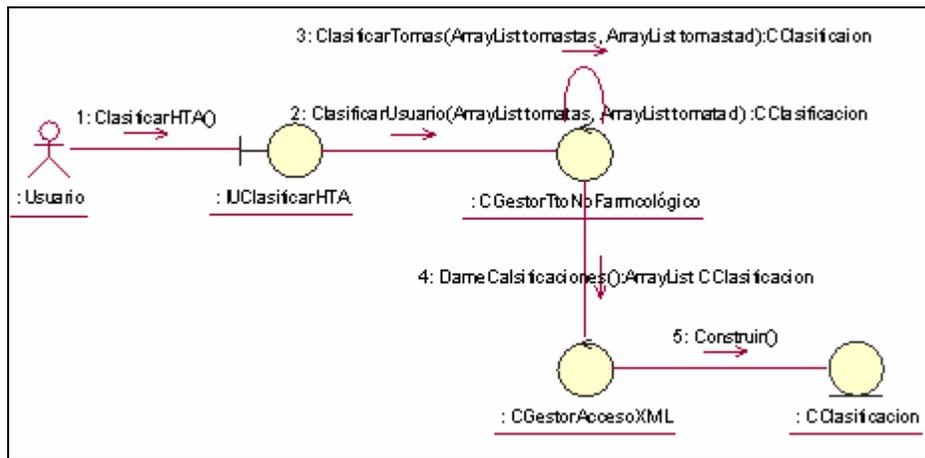


Figura 0-12 Diagrama de colaboración CU 13 Clasificar HTA.

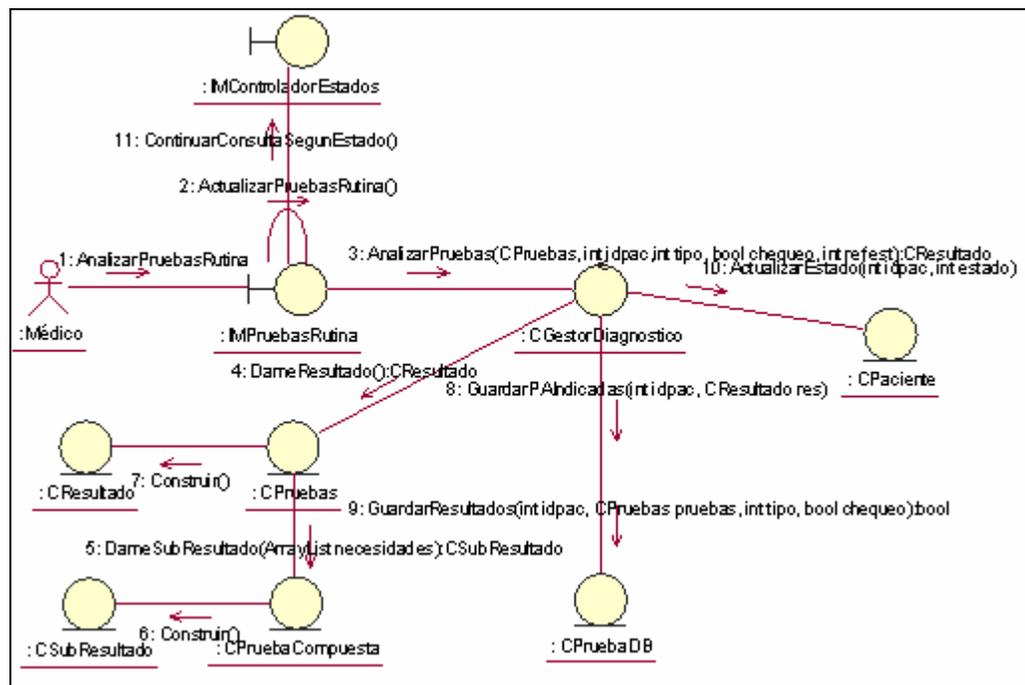


Figura 0-13 Diagrama de colaboración CU 14-15 Analizar resultados de las Pruebas.

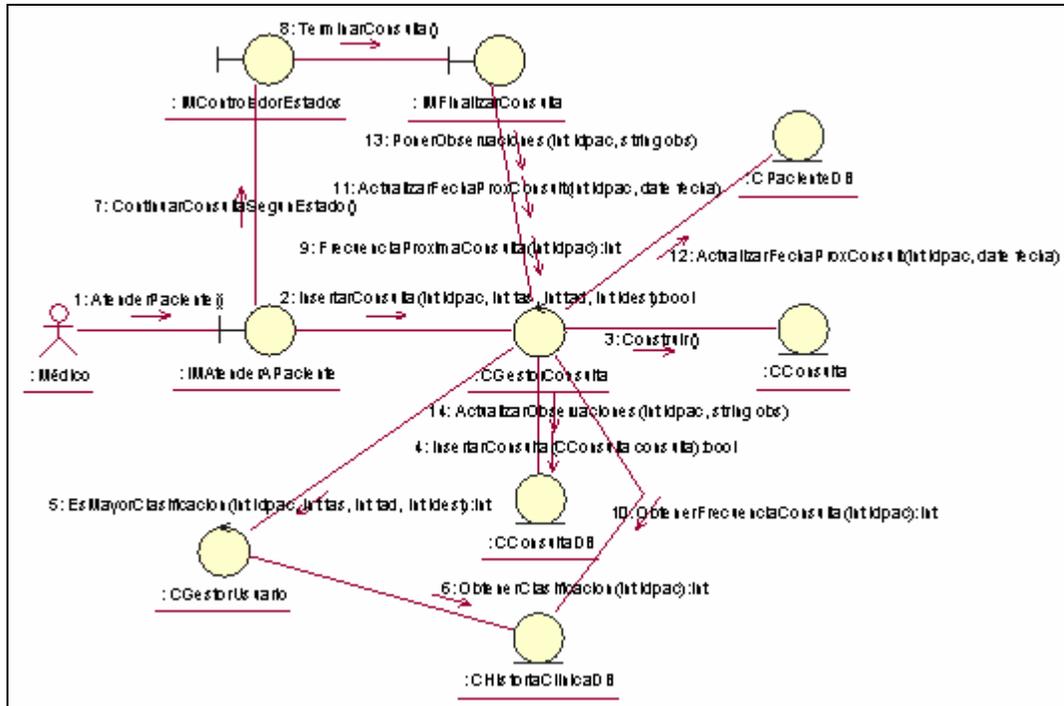


Figura 0-14 Diagrama de colaboración CU 16 Atender Paciente.

Anexo 7 Ejercicios de autorrelajación

Autorrelajación 1

Descripción General.

El ejercicio consta de 6 fases que se irán incorporando progresivamente en la medida en que se logre un dominio completo de la fase precedente. Cada fase se corresponde con una zona del cuerpo o función orgánica como a continuación se muestra:

- Fase 1. Relajación Muscular.
- Fase 2. Relajación Vascular.
- Fase 3. Corazón.
- Fase 4. Respiración.
- Fase 5. Órganos Abdominales.

Fase 6. Cabeza.

Las fases 1 y 2 son de ejercicios básicos y son con los que la mayoría de los pacientes obtiene resultados satisfactorios.

Posiciones a Utilizar.

Se puede seleccionar cualquiera de las dos posiciones siguientes:

Postura sentada. Posición de Cochero.

- La persona se sienta en un banco o taburete sin apoyar la espalda, se afloja todo el cuerpo. Los brazos cuelgan a los lados del cuerpo. La espalda se encorva, la cabeza pende hacia adelante. Al disminuir de esta forma el tono muscular, la persona queda como colgada en su propio esqueleto, en particular la columna vertebral y sus articulaciones y ligamentos. Los pies se colocan ligeramente abiertos en ángulo de 90 grados, flexionados en la rodilla. A continuación se hacen balancear los brazos y se colocan sobre los muslos, apoyándolos en el tercio superior del antebrazo.

Postura Acostada.

- Acostado boca arriba con la nuca cuidadosamente apoyada. Brazos extendidos a lo largo del cuerpo con los codos hacia afuera, ligeramente doblados y las palmas de las manos hacia abajo. Piernas ligeramente separadas con puntas de los pies hacia afuera.

Primer Ejercicio. Sensación de peso (Relajación Muscular).

Se cierran los ojos y la persona se representa mentalmente las fórmulas:

"ESTOY COMPLETAMENTE TRANQUILO" "EL BRAZO DERECHO (IZQUIERDO) ESTÁ PESADO" (Si es derecho usar el brazo derecho, si es zurdo: el izquierdo.) Sin hablar ni realizar ningún movimiento. En poco tiempo se presenta la manifestación de peso localizada en codo y antebrazo. Al cabo de medio a un minuto se efectúa el "RETROCESO" que se efectúa siempre así:

1. El brazo se flexiona y se extiende varias veces con energía.
2. Se hacen varias respiraciones profundas.
3. Se abren los ojos.

Al cabo de 4 días aproximadamente la sensación de peso aparece más intensa y rápidamente. A la vez comienza a sentirse temblor en los otros miembros, sobre todo en el otro brazo. Se amplían las frases:

"EL BRAZO IZQUIERDO (DERECHO) ESTÁ PESADO".

Al final se hace retroceso con ambos brazos. Así se van incorporando frases posteriormente para la sensación de peso en las piernas. El retroceso solo es necesario hacerlo con los brazos y siempre al

finalizar todo el ejercicio. Habitualmente el entrenamiento es suficientemente avanzado a los 10 ó 15 días que con solo un minuto de concentración se relajan con gran pesadez brazos y piernas. A partir de este momento la duración del ejercicio puede extenderse a 2-3-5 minutos.

Autorrelajación 2

Calor (Relajación Vascular)

Los ejercicios musculares no tienen en sí nada de sorprendente ya que el profano considera los músculos como sometidos a la voluntad. El que los vasos sanguíneos puedan ser objeto de entrenamiento ya es algo más extraño. No hay que olvidar que todas las emociones van acompañadas de reacciones vasculares (sudor, palidez). Nos movemos por consiguiente sobre terreno seguro.

La distribución de la sangre por dilatación y constricción de los mismos se regula por el sistema nervioso y es determinada por el rendimiento, las emociones e inhibiciones. Cuando ya se domina la sensación de peso, el ejercicio se amplía a:

1. "ESTOY COMPLETAMENTE TRANQUILO"
2. "LOS BRAZOS (PIERNAS) ESTÁN PESADOS".
3. "EL BRAZO DERECHO (IZQUIERDO) ESTÁ CALIENTE".

En la mayoría de las personas aparece prontamente, casi siempre del codo y del antebrazo una sensación interna de calor fluyente. La sensación de calor ha podido ser atribuida a una radiación calórica de más de un grado Celsius cuando se ha llegado a un buen dominio del ejercicio de calor.

No se precisa retroceso en la sensación de calor, ya que los vasos sanguíneos poseen una elasticidad regulada por el organismo, que les permite volver a su tono normal. Cada ejercicio se realiza comenzando por el principio y sin omitir ninguna fórmula. En el curso ulterior del entrenamiento se observa como la sensación de calor se hace cada vez más manifiesta en el brazo de la prueba y se extiende a los restantes miembros. Para conseguir esto se necesita habitualmente un plazo de una o dos semanas.

Anexo 8 Calcular Probabilidad de padecer Cardiopatía Isquémica

Para calcular la probabilidad de padecer cardiopatía isquémica:

1- Se definen una serie de constantes en dependencia del usuario que necesite realizar el cálculo. Estas se definen a continuación y en la Tabla 0-6

- Si es Masculino $\text{factorsexo} = 1$; sino $\text{factorsexo} = 2$;

- Si diabético factordiabetes = 1; sino factordiabetes = 0;
- Si fumador factorfumador = 1; sino factorfumador = 0;

Nombre constante	Valor para un usuario	Valor para un paciente
ctesexo	-0.93	-1.45
ctedad	-0.01	-0.02
ctediabetes	0.61	0.43
ctefumador	0.42	-0.01
cteglicemia	0.22	0.47
ctecolesterol	0.41	0.20
ctevldl	-0.48	-0.81
cteldl	0.26	0.39
ctehdl	-0.23	-0.35
ctetrigliceridos	0.09	0.19
alfa	-3.25	2.04
adicion	0	$tam = tad + (tas - tad)/3;$ $IMC = peso / (talla)^2$ $adicion = (0.01 * tam) + (-0.14 * IMC)$ $+ (-0.35 * 1);$

Tabla 0-6 Constantes para el cálculo de PCI.

2- Luego se calcula un resultado parcial como sigue:

$resultado_parcial = pesosexo * ctesexo + cteedad * edad + ctediabetico * pesodiabetico + ctefumador * pesofumador + cteglucemia * glicemia + ctecolesterol * .colesterol + ctevldl * .vldl + cteldl * ldl + ctehdl * hdl + ctetrigliceridos * trigliceridos + adicion.$

3- Finalmente se calcula la probabilidad entre 0 y 1 según la fórmula:

$$PCI = \frac{1.0}{1.0 + e^{(-alfa - resultado_parcial)}}$$

Ecuación 3 Cálculo de la PCI.

Anexo 9 Detalles del paciente

A continuación se relacionan los datos que son necesarios para que los médicos una vez buscado un paciente, puedan ubicarse en el mismo y conocer un grupo de información relevante para comenzar la consulta.

- **Datos Generales**
 1. Nombre y apellidos.
 2. Edad.
 3. Sexo.
 4. Dirección.
 5. País.
 6. Estado.
 7. Clasificación.
 8. Fecha de la próxima consulta.
- **Consulta anterior**
 1. TA (TAS y TAD)
 2. Último peso.
 3. Observaciones.
- **Tratamiento indicado** (No farmacológico y farmacológico)
- **Gráficas de comportamiento**
 1. TA
 2. Peso
- **Factores de riesgo de HTA**

Anexo 10 Estados del paciente en el sistema

Los pacientes en el sistema pasan por un conjunto de estados lógicos que permiten definir que se debe hacer en cada una de las consultas de seguimiento, la lógica del CU 16 Atender Paciente está basada en estos estados, a continuación se describen cada uno de ellos y que se hace en cada caso:

- I. **Pruebas de rutina:** Una vez que el paciente se adicionó al sistema (primera consulta) y se le indicaron las pruebas de rutina, pasa a este estado; el paciente regresa a la segunda consulta (a la semana) con los resultados de las pruebas de rutina, el caso de uso CU 16 Atender Paciente una vez que realiza su

tarea constante invoca al CU 13 Clasificar HTA, específicamente el flujo alternativo y este continua con la secuencia lógica de la consulta.

- II. **Pruebas adicionales:** El paciente pasa a este estado debido a que las pruebas de rutina dieron alteradas y es necesario refinar el diagnóstico con pruebas más exactas. En este estado puede estar más de una consulta pues se puede dar el caso que haya pruebas adicionales que necesiten la realización de otras pruebas adicionales; las consultas en este estado son semanales y la secuencia se inicia CU 16 Atender Paciente, se invoca al CU 15 Evaluar resultados de Pruebas Adicionales.
- III. **Primer período de prueba (Tratamiento no farmacológico):** Este estado comienza una vez terminado el proceso de diagnóstico (el paciente sale de los estados pruebas de rutina o pruebas adicionales) y se comienza la indicación del tratamiento no farmacológico; este estado tiene una duración de 4 semanas y las consultas son cada 15 días. La secuencia se inicia con el CU 16 Atender Paciente y luego se invoca al CU 10 Evaluar Tratamiento No Farmacológico.
- IV. **Período complementario (Tratamiento no farmacológico):** Este estado es opcional para cuando el paciente no ha evolucionado favorablemente durante el *primer período de prueba*, entonces si el médico decide se somete a este período para ver si el paciente asimila el tratamiento. Las consultas en este estado son semanales; las consultas comienzan con el CU 16 Atender Paciente y luego se invoca al CU 10 Evaluar Tratamiento No Farmacológico.
- V. **Segundo período de prueba (Tratamiento no farmacológico):** Este es otro período que permite al médico continuar el estudio con el tratamiento no farmacológico, en el se puede aumentar el tratamiento y si en este período no se logra estabilizar al paciente entonces es necesario pasarlo al estado de tratamiento farmacológico. Las consultas en este período son semanales. Las consultas en este estado comienzan con el CU 16 Atender Paciente y luego se invoca al CU 10 Evaluar Tratamiento No Farmacológico

Si en cualquiera de estos períodos el paciente se estabiliza y el médico estima conveniente no tener que cambiar el tratamiento, entonces las consultas se van alargando más, desde mensualmente hasta anualmente.

- VI. Tratamiento farmacológico (este estado no es objetivo del trabajo)**
- VII. Rechazado:** Este estado es para los pacientes que por alteraciones en las pruebas de rutina y luego en las adicionales, se llegó a la conclusión que presentan alguna posible patología que necesita la valoración de un especialista, por lo que no puede seguir siendo tratado en el sistema y se remite al especialista que estudie la posible patología.
- VIII. Paciente estabilizado:** Este estado es para cuando el médico estime conveniente que el paciente por la asimilación que tuvo ante el tratamiento indicado ya está controlada su TA entonces ya no son necesarias las consultas periódicamente, sino que se recomienda acudir al médico una o dos veces por año.
- IX. Terminado:** Este estado es usado en el sistema, para cuando los pacientes por alguna razón se ausentan a la consulta por un tiempo mucho mayor que el que deberían asistir según su estado o cuando se decide por parte del médico no atender más a este paciente y cerrar el caso, también se incluyen en este estado a los pacientes fallecidos.

Anexo 11 Diagramas de clases del análisis

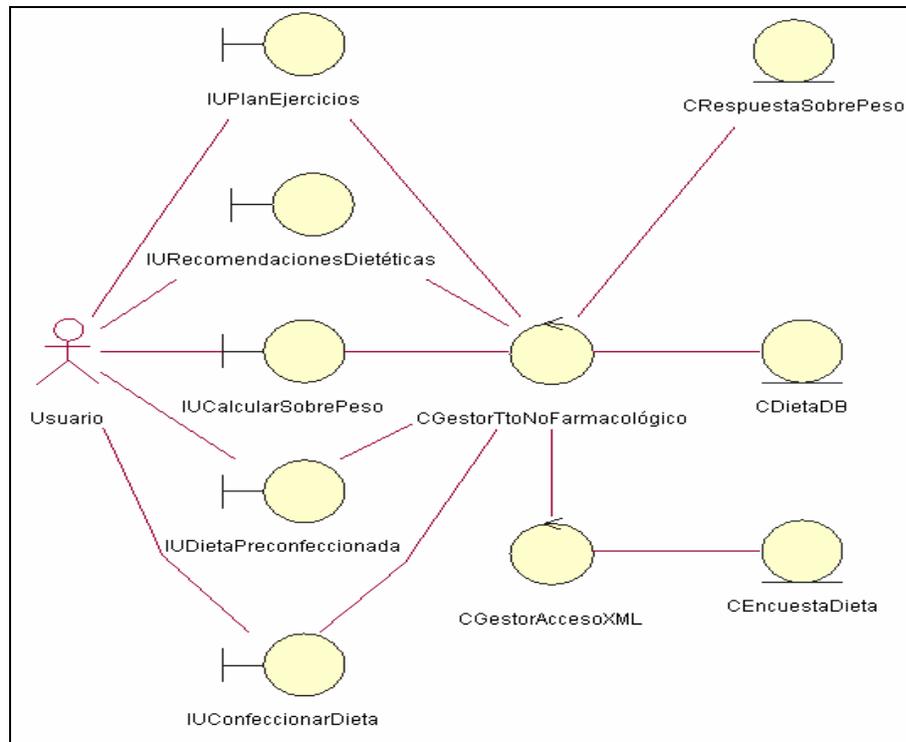


Figura 0-15 Subsistema de Medidas no farmacológicas para el usuario (Ciclo 1).

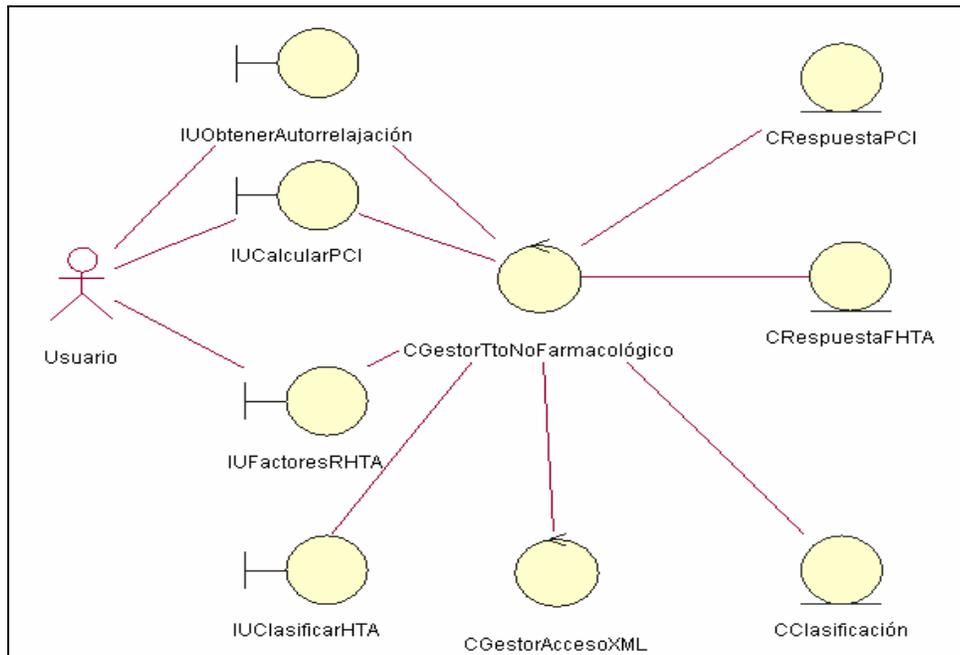


Figura 0-16 Subsistema de Medidas no farmacológicas para el usuario (Ciclo 2).

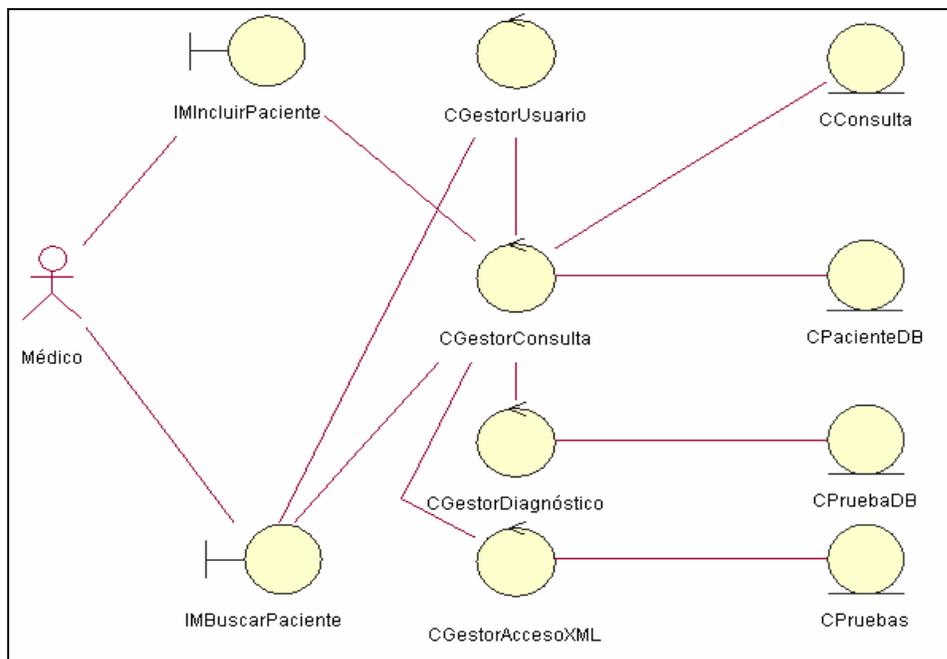


Figura 0-17 Subsistema de Evaluación clínica (Ciclo 1).

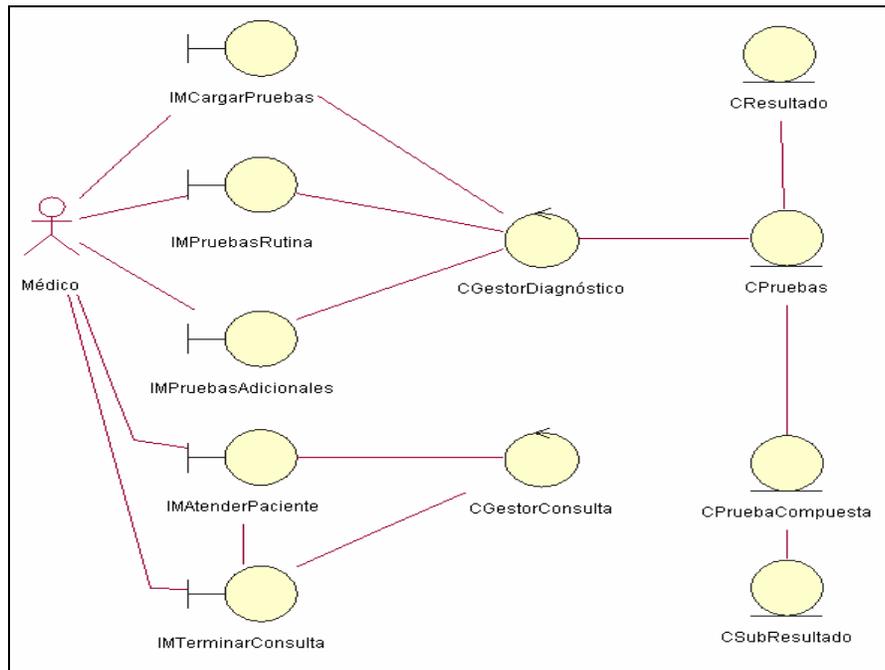


Figura 0-18 Subsistema de Evaluación clínica (Ciclo 2).

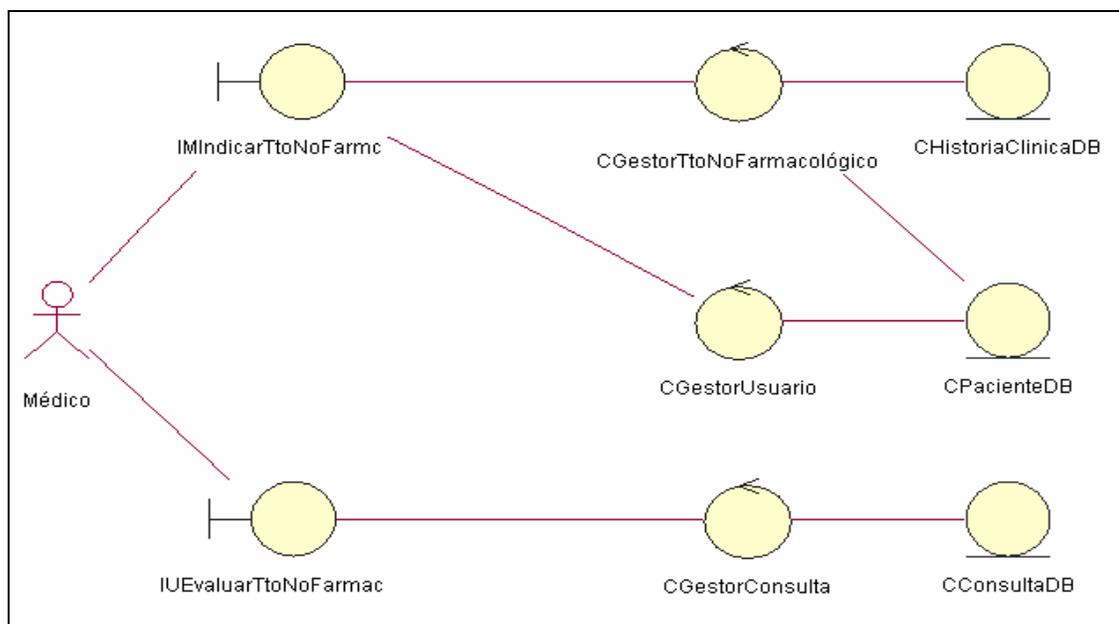


Figura 0-19 Subsistema de Tratamiento no farmacológico para el médico.

Anexo 12 Diagramas de clases Web.

1. Subsistema: Medidas no farmacológicas para el usuario.

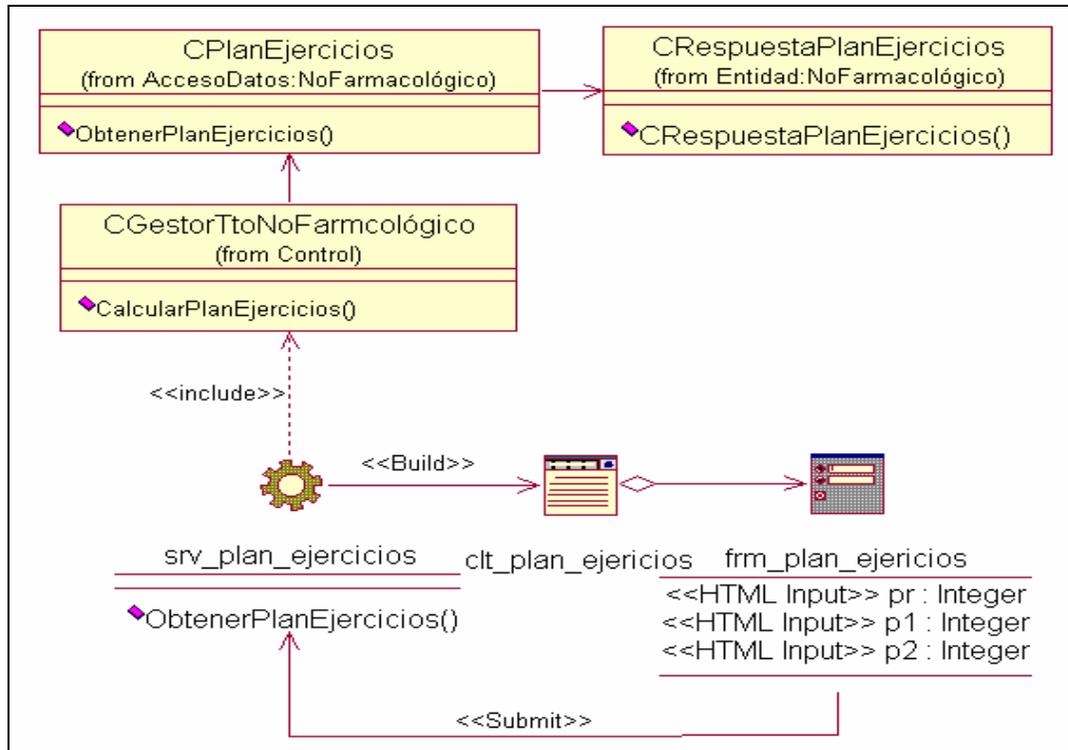


Figura 0-20 Obtener Plan de Ejercicios Físicos.

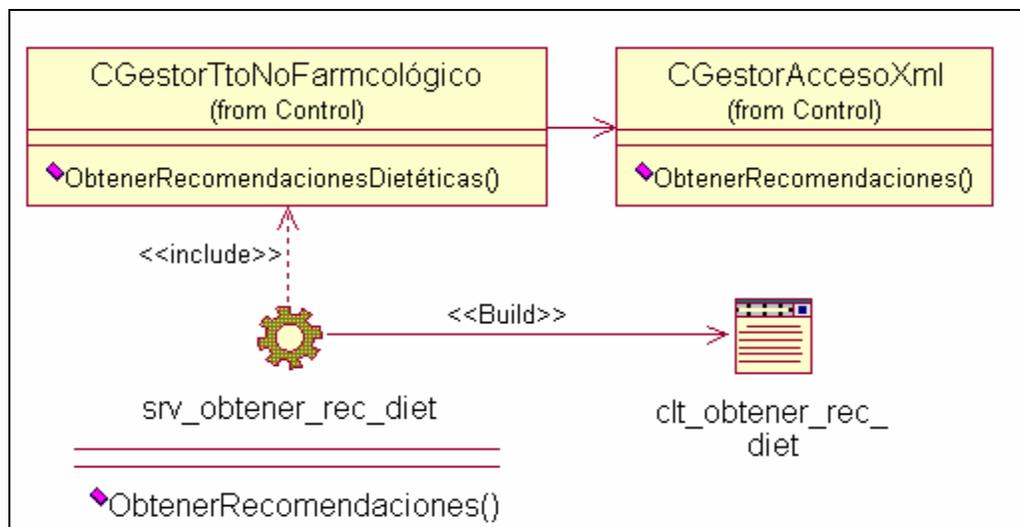


Figura 0-21 Obtener recomendaciones dietéticas.

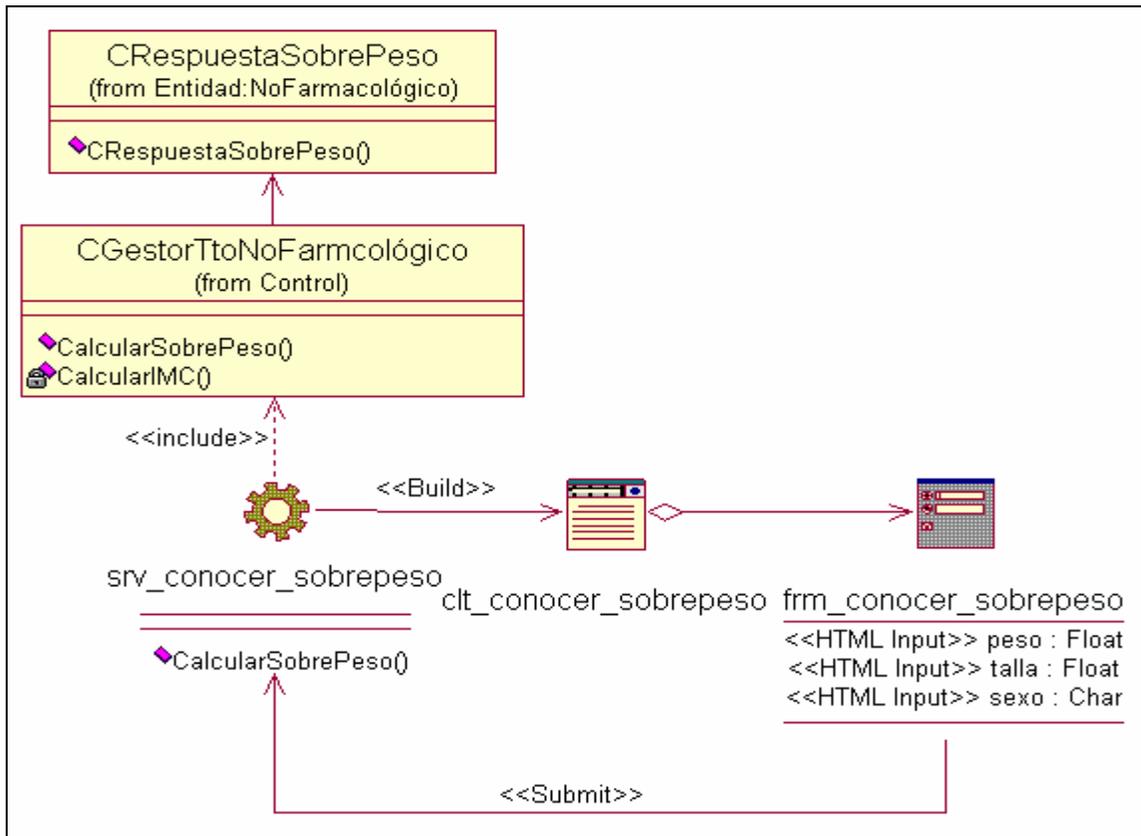


Figura 0-22 Conocer si sobrepeso.

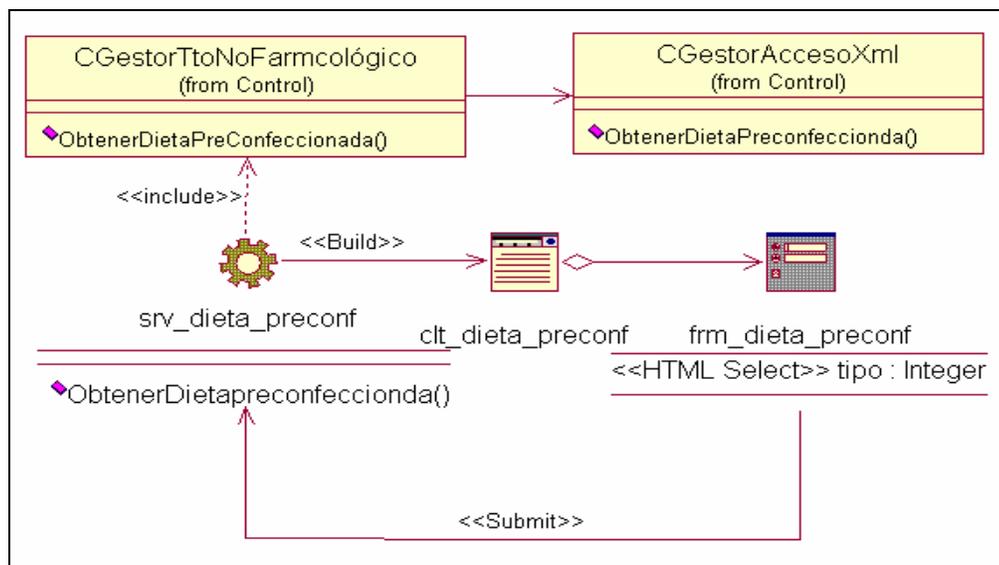


Figura 0-23 Obtener dieta preconfeccionada.

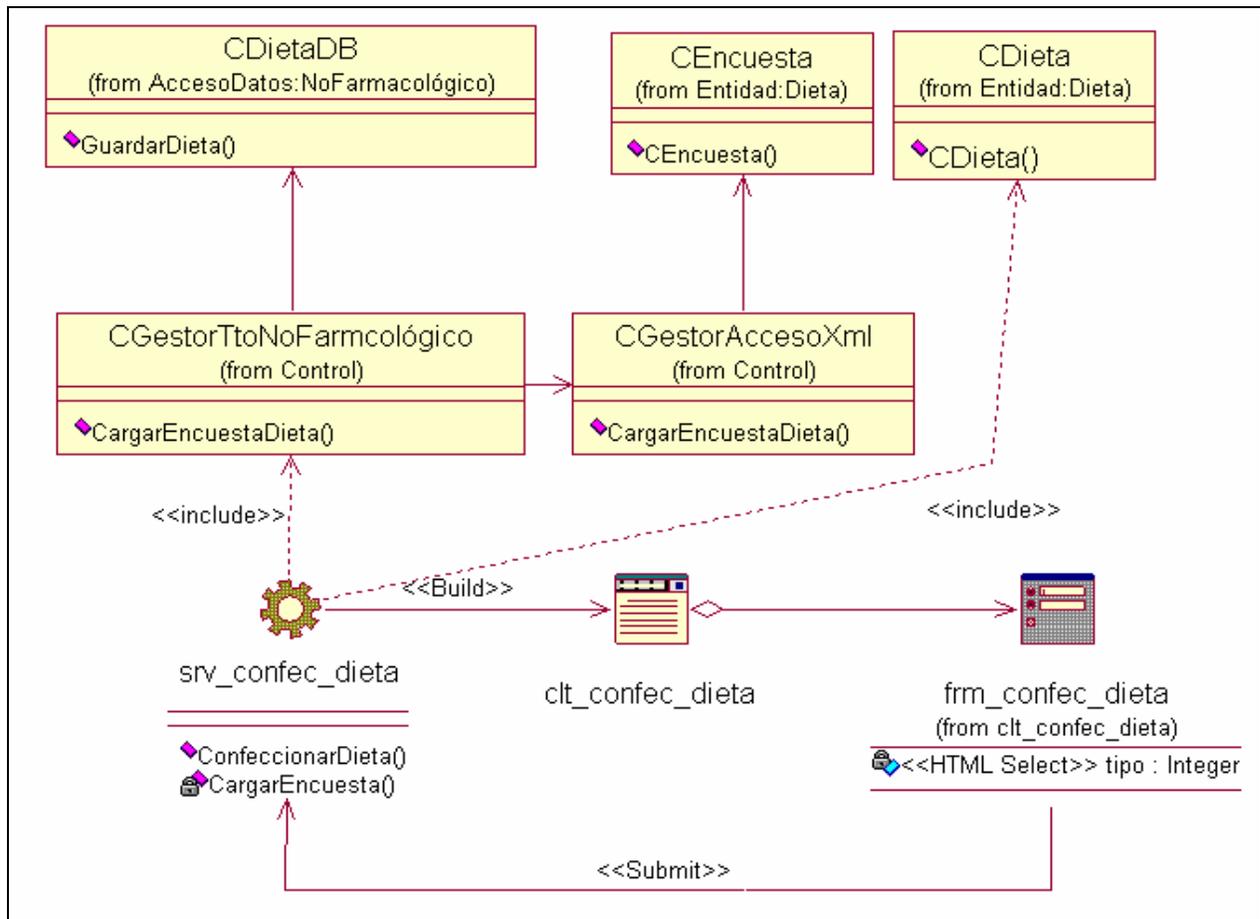


Figura 0-24 Confeccionar dieta.

2. Subsistema: Evaluación clínica.

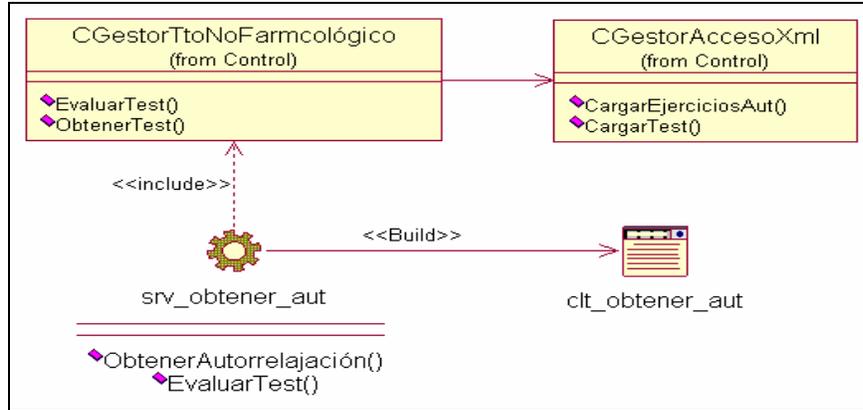


Figura 0-25 Obtener autorrelajación.

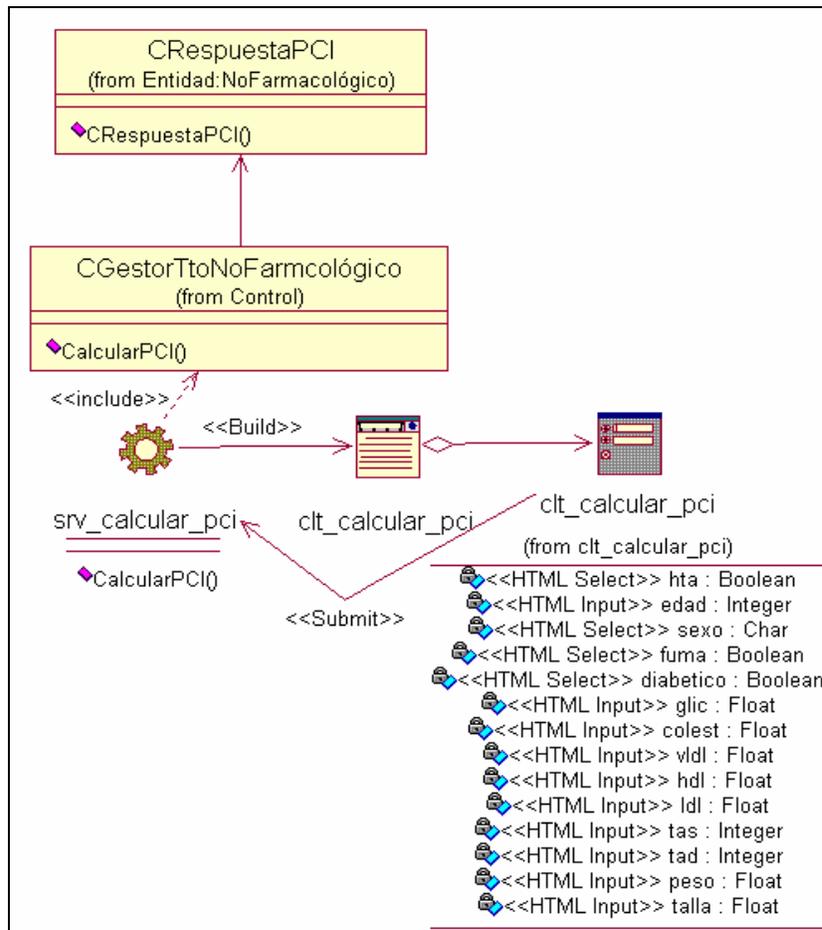


Figura 0-26 Calcular probabilidad de Cardiopatía.

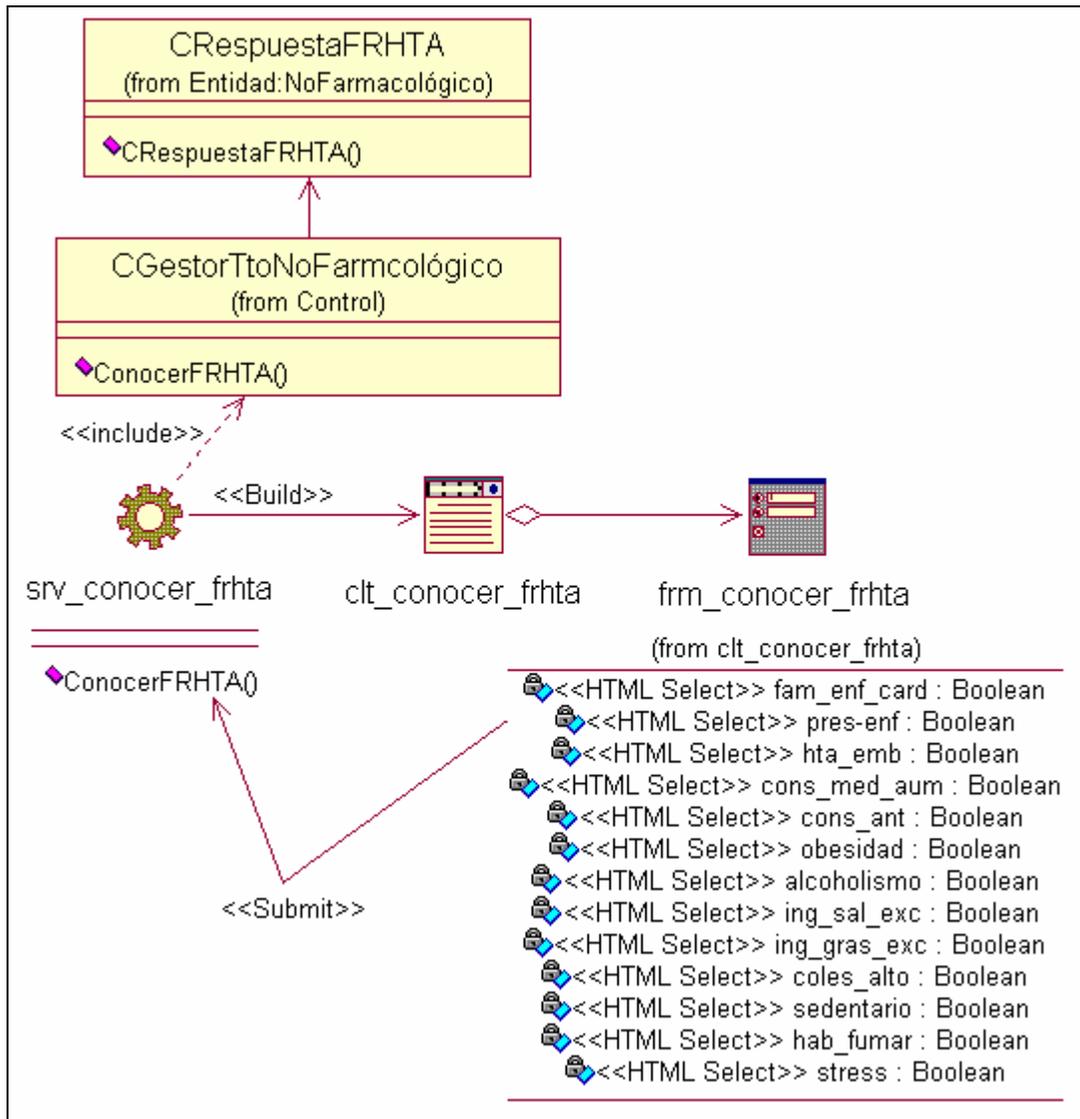


Figura 0-27 Conocer factores de riesgo de HTA.

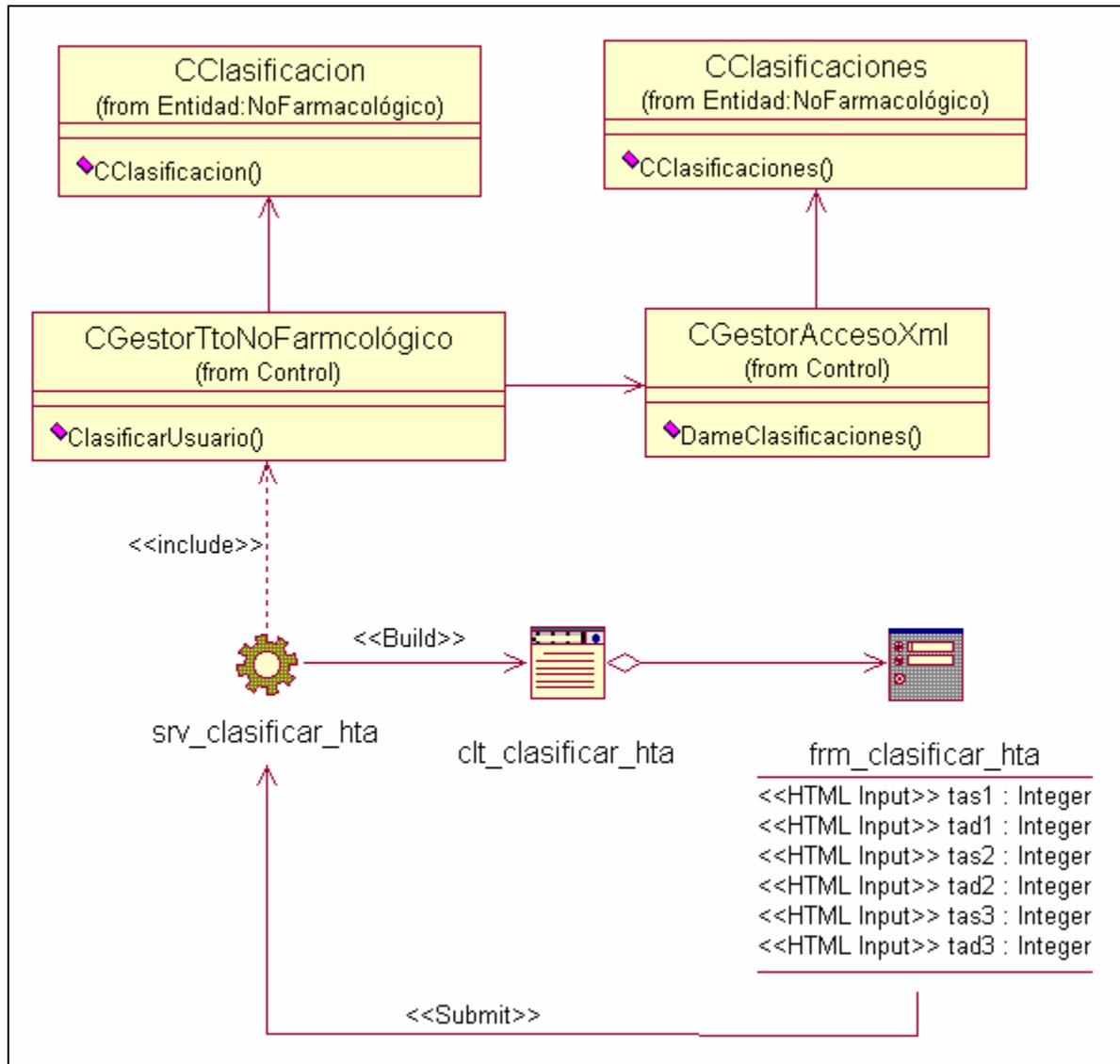


Figura 0-28 Clasificar HTA.

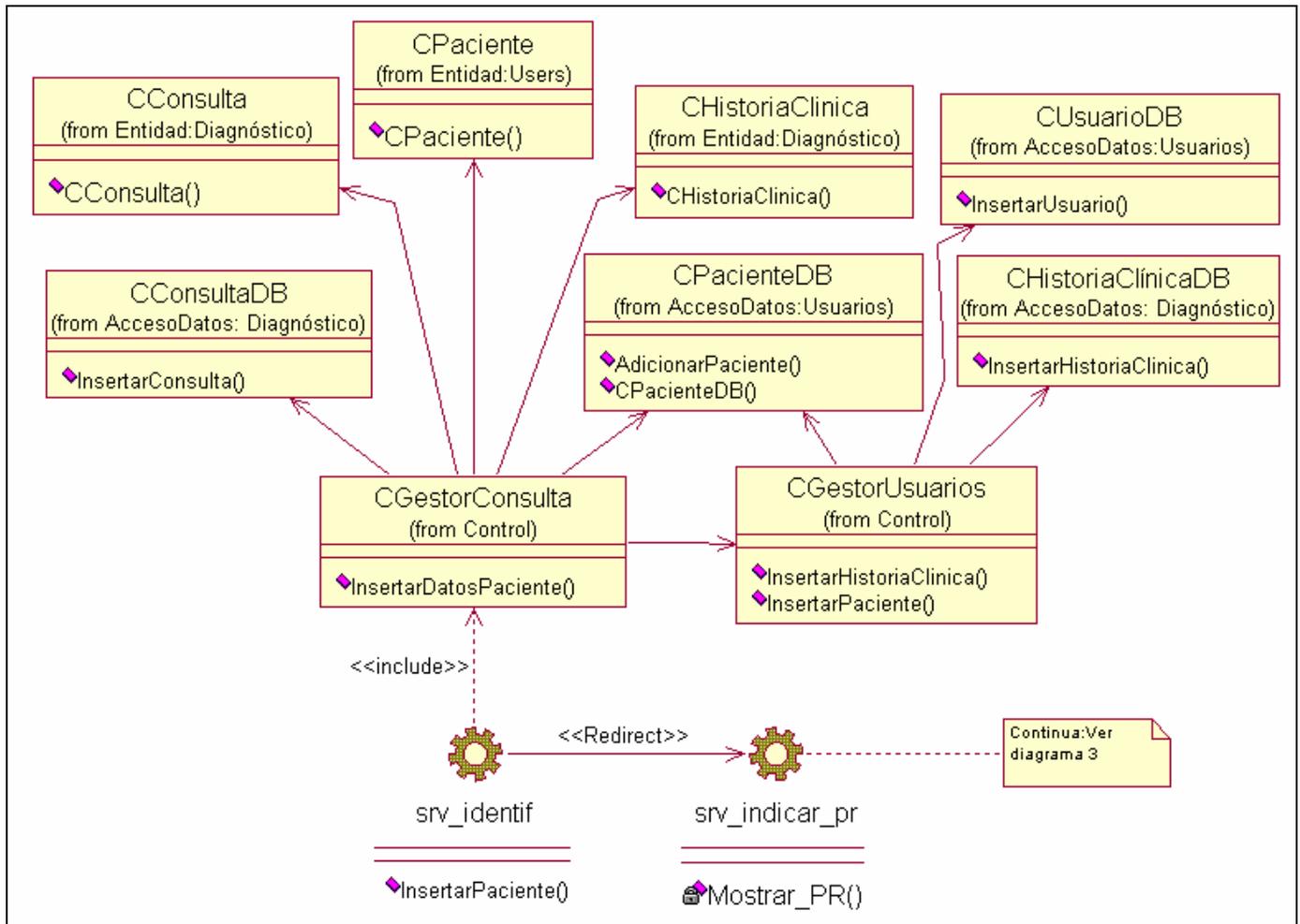


Figura 0-30 Incluir Paciente Parte 2.

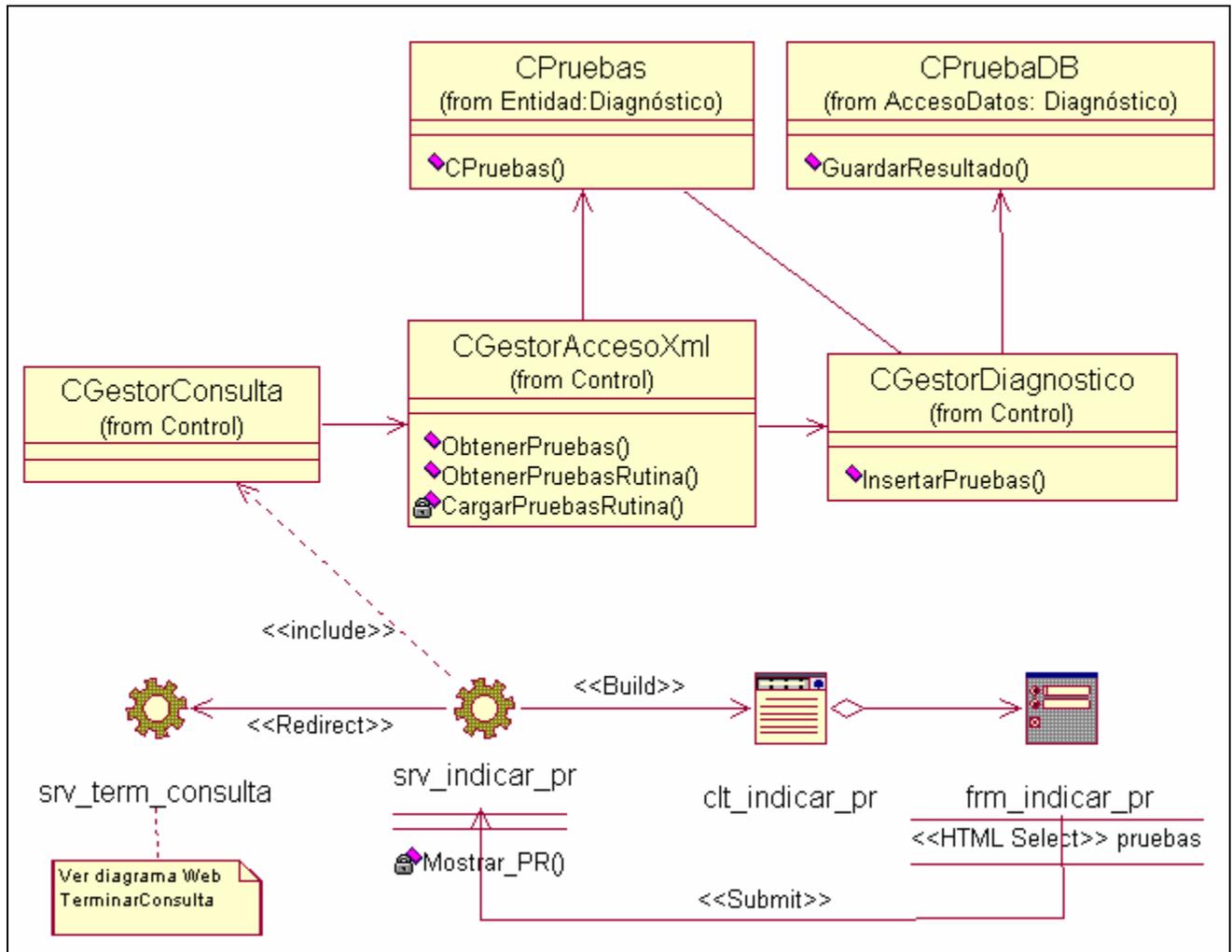


Figura 0-31 Incluir Paciente Parte 3.

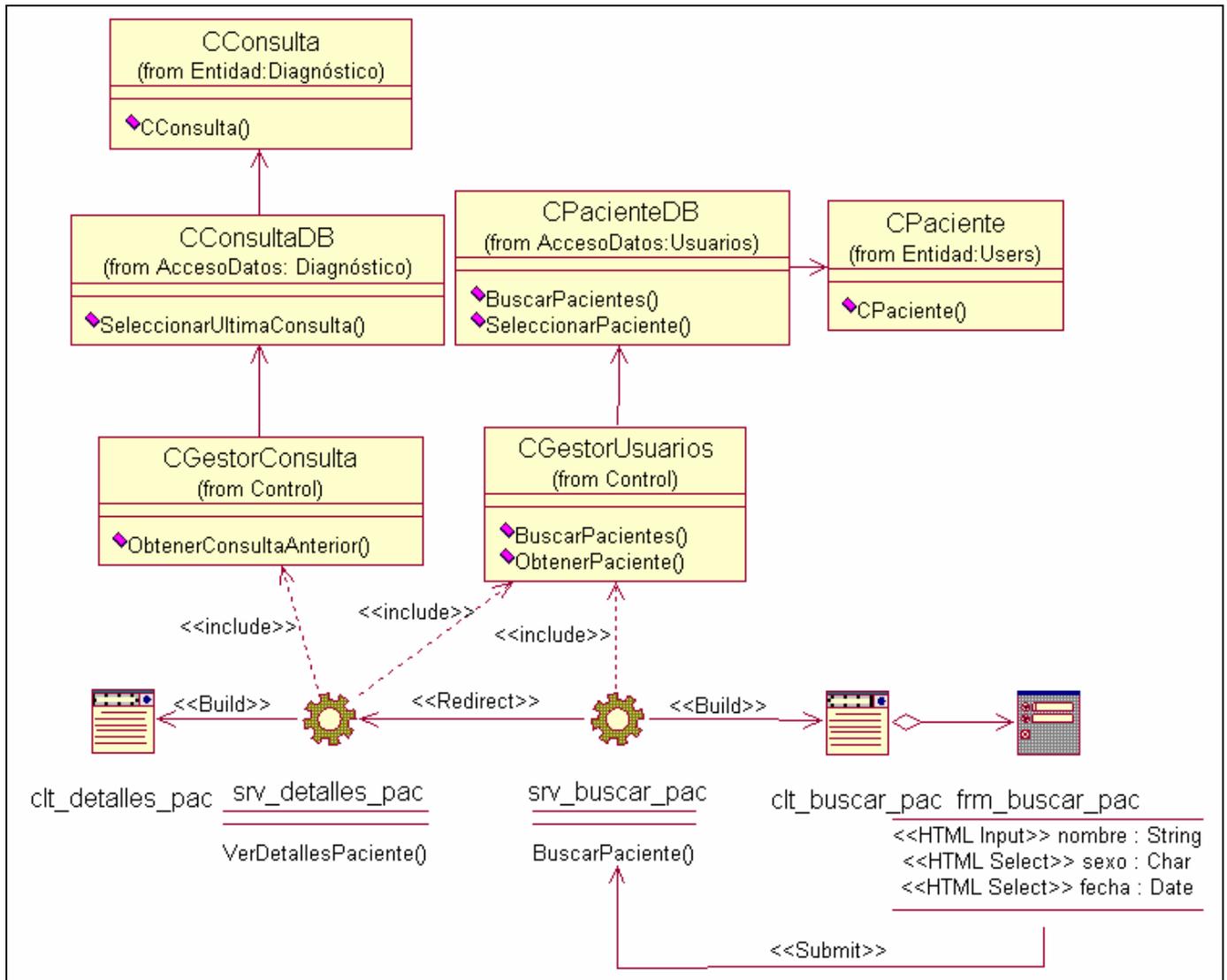


Figura 0-32 Buscar Paciente.

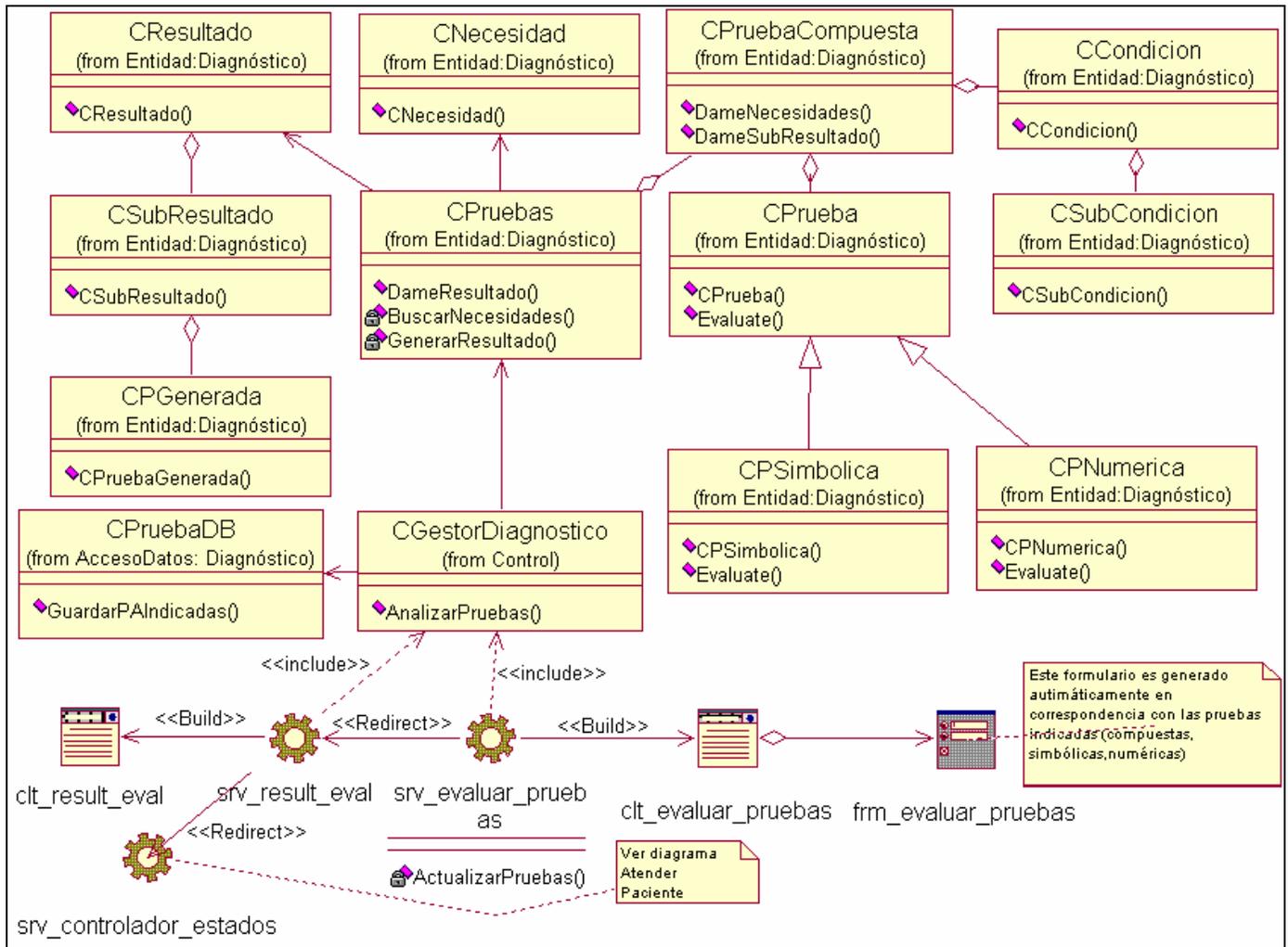


Figura 0-33 Evaluar resultados de Pruebas de Rutina y Adicionales.

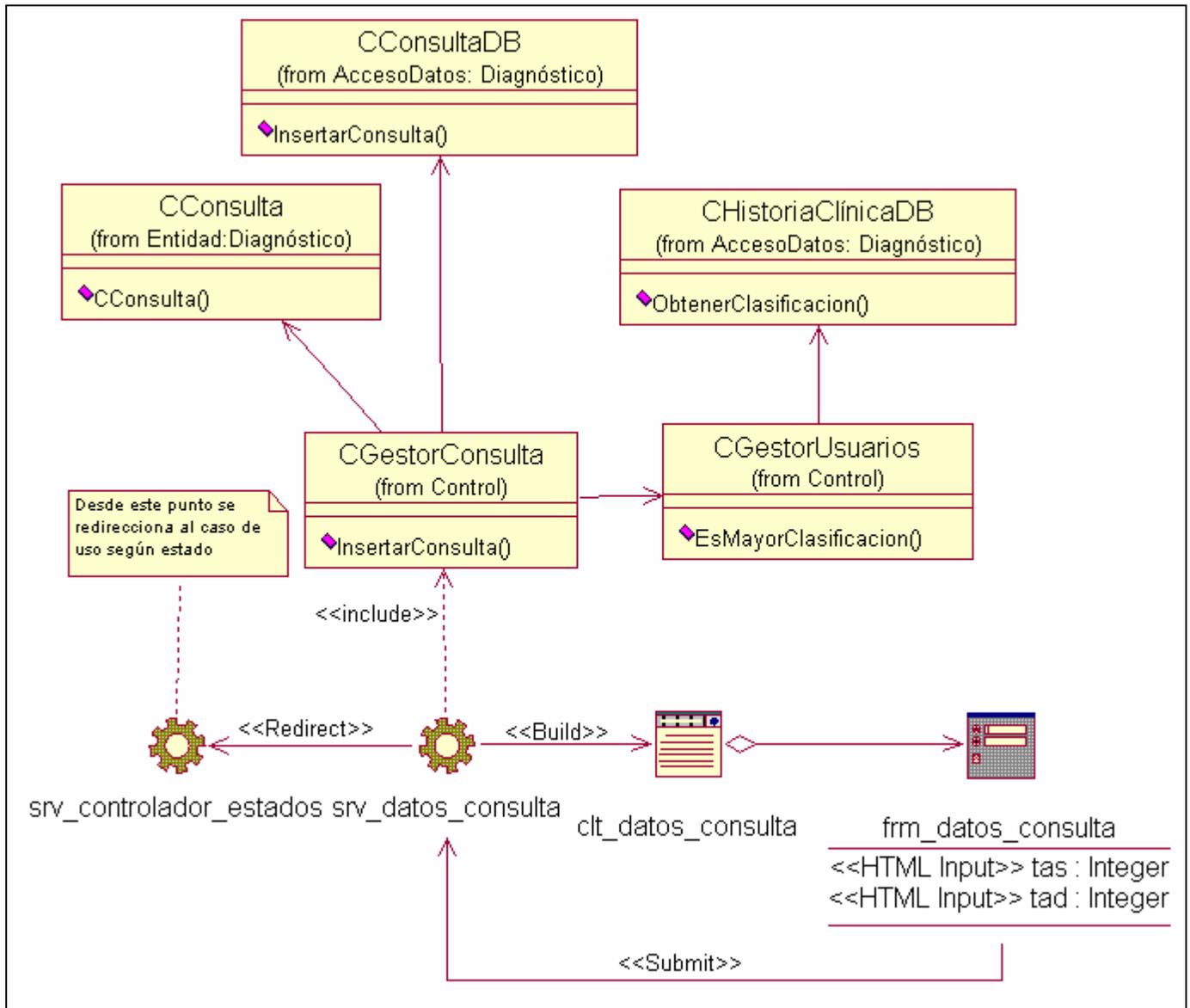


Figura 0-34 Atender Paciente.

3. Subsistema: Tratamiento no farmacológico del médico.

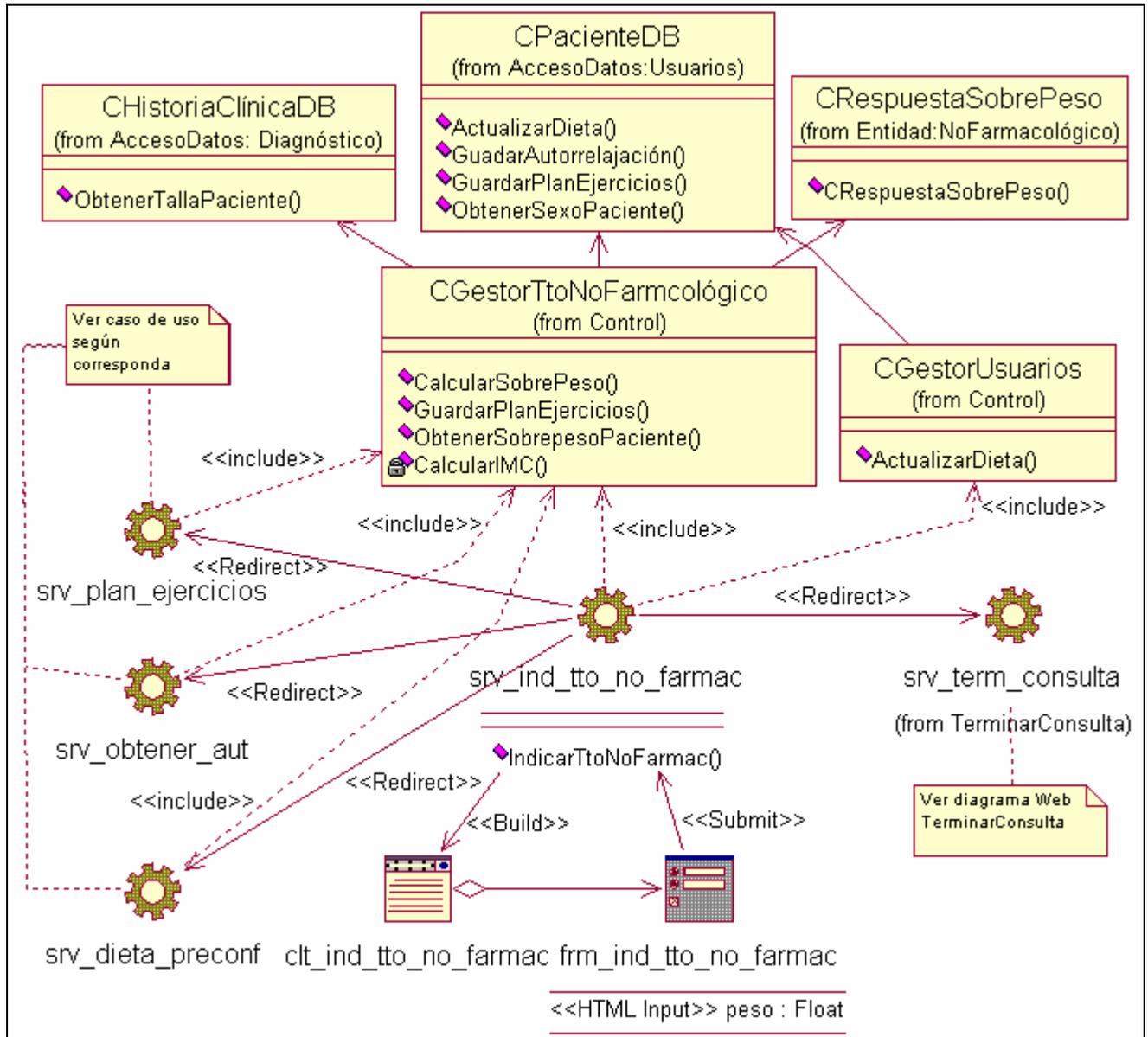


Figura 0-35 Indicar Tratamiento No Farmacológico.

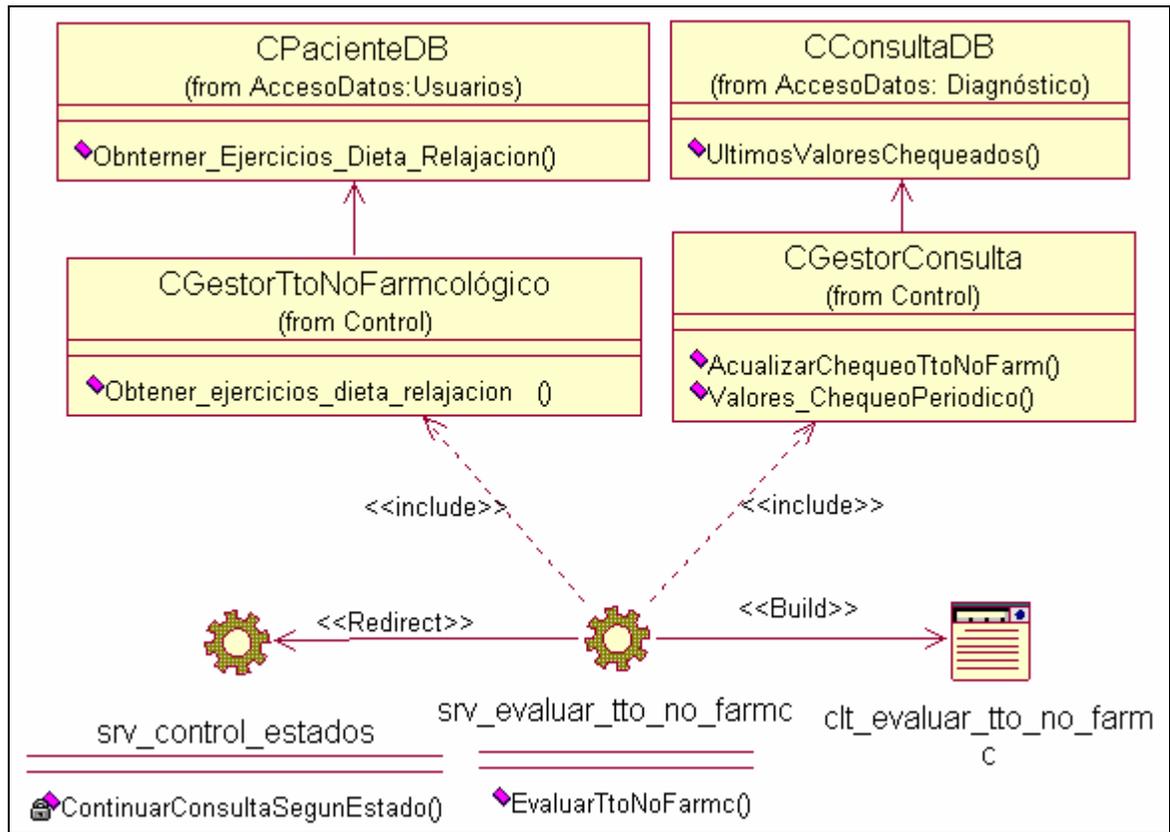


Figura 0-36 Evaluar Tratamiento No Farmacológico.

Anexo 13 Diagrama de la Base de Datos.

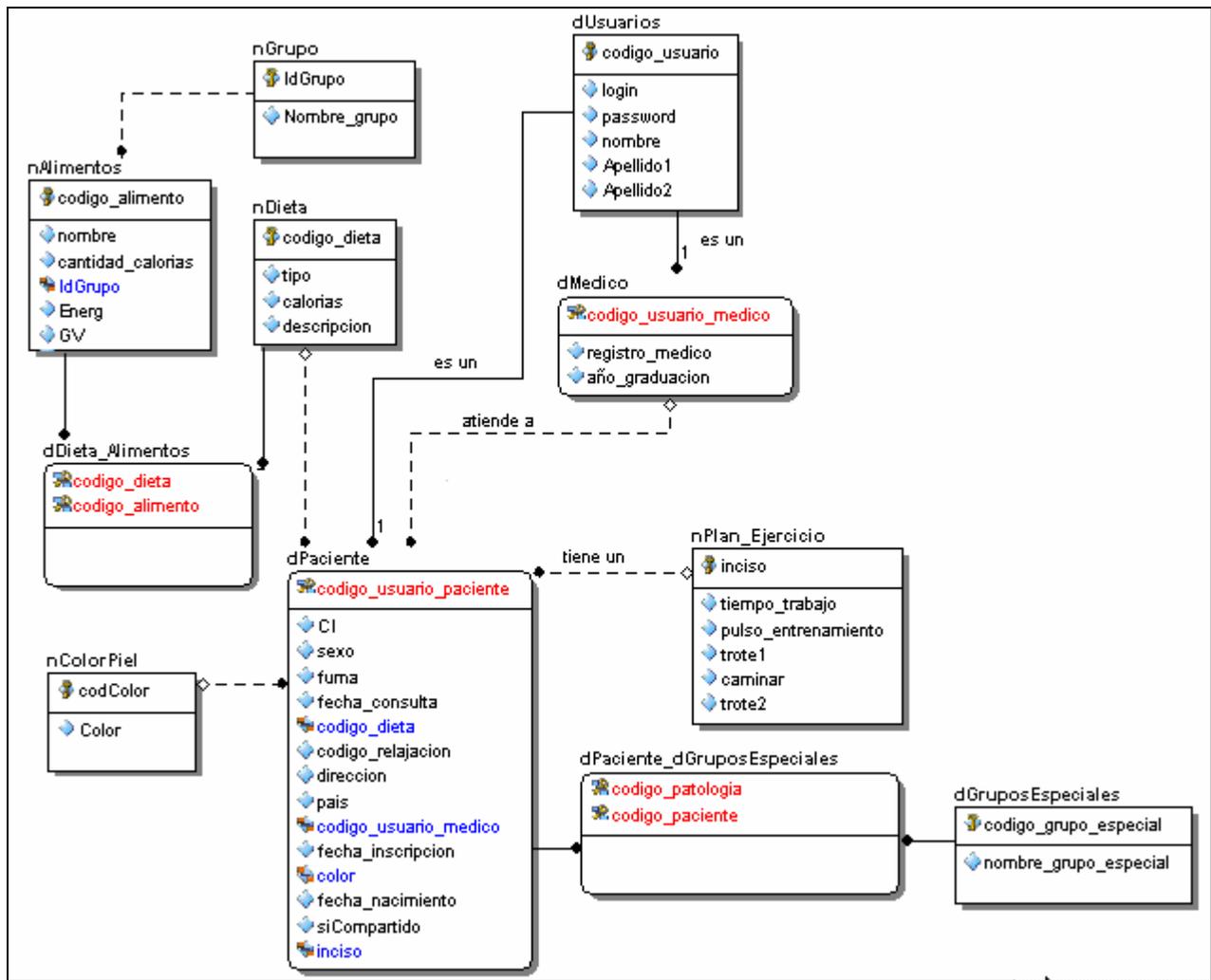


Figura 0-37 Modelo Entidad Relación. Parte 1.

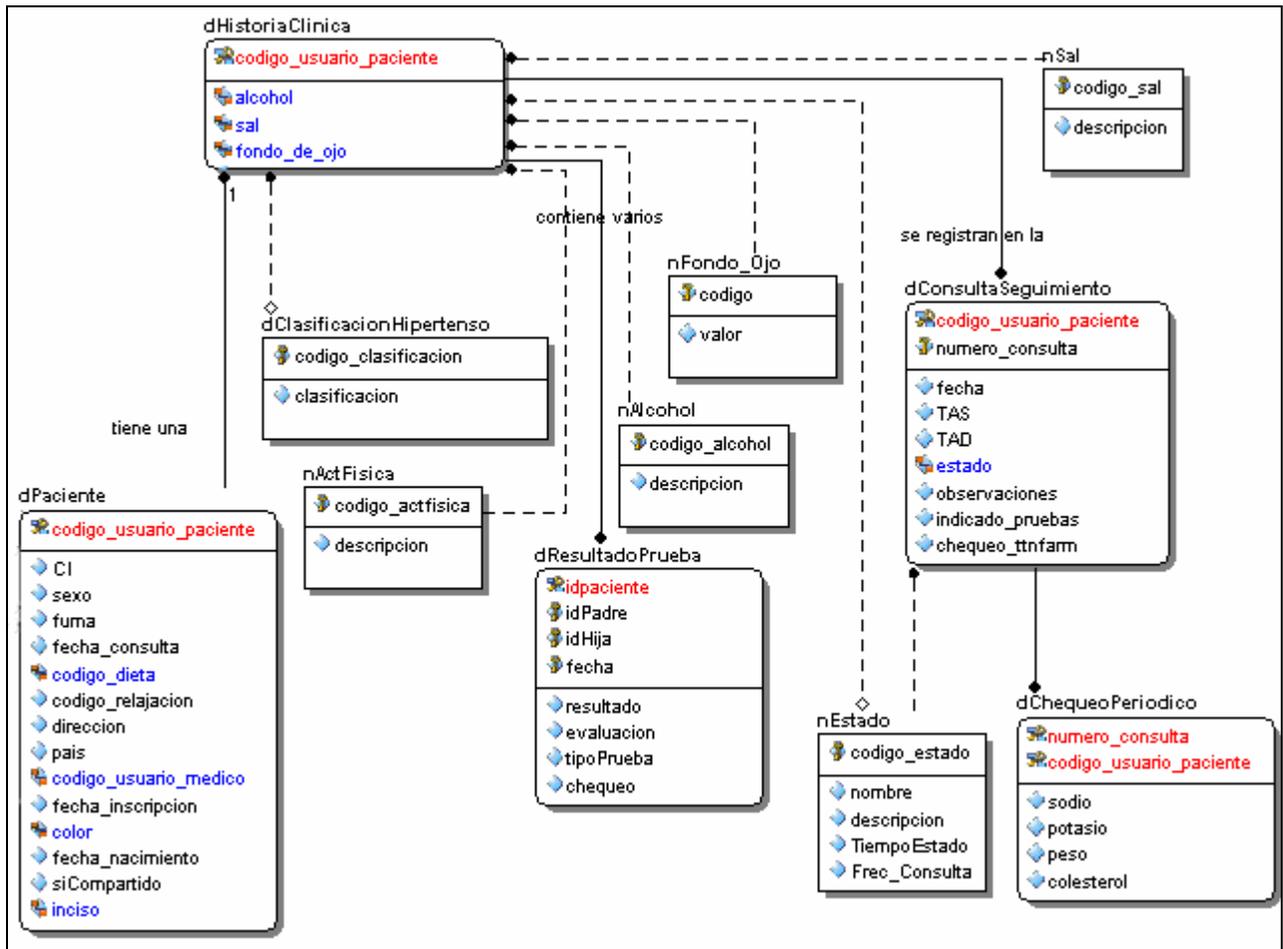


Figura 0-38 Modelo Entidad Relación. Parte 2.

Anexo 14 Diagramas de Componentes de implementación.

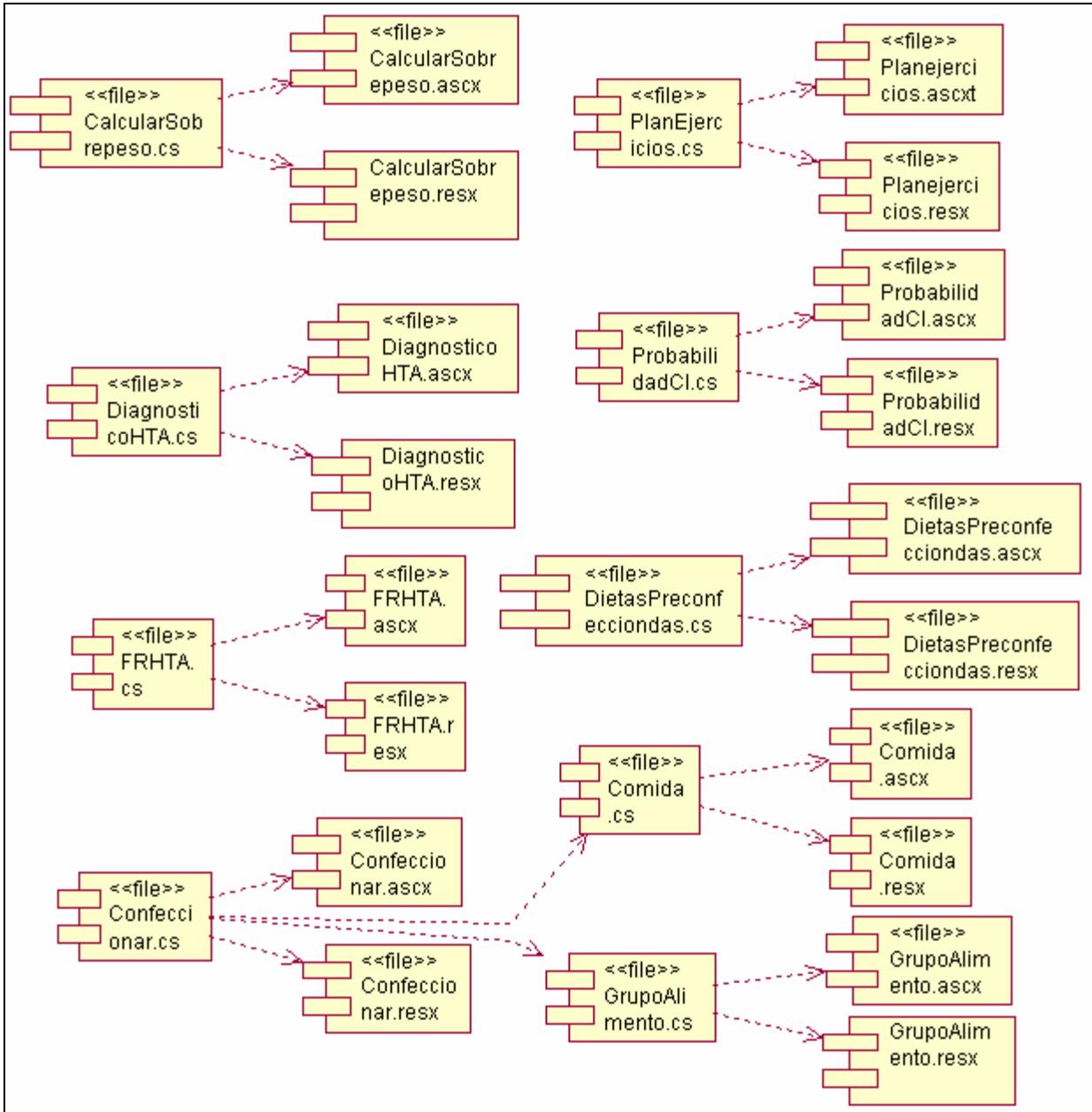


Figura 0-39 DC: Subsistema de Usuario

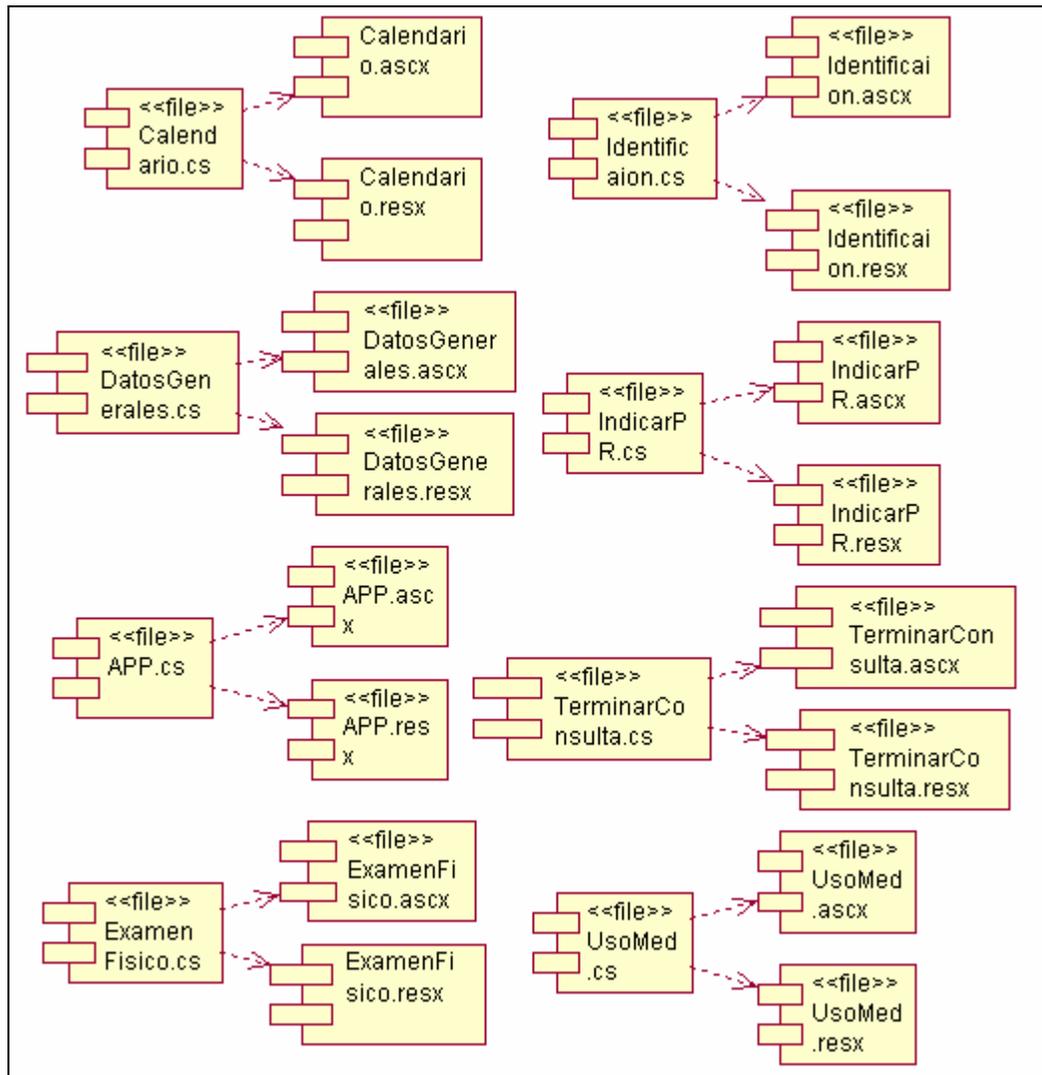


Figura 0-40 DC: Subsistema Incluir Paciente

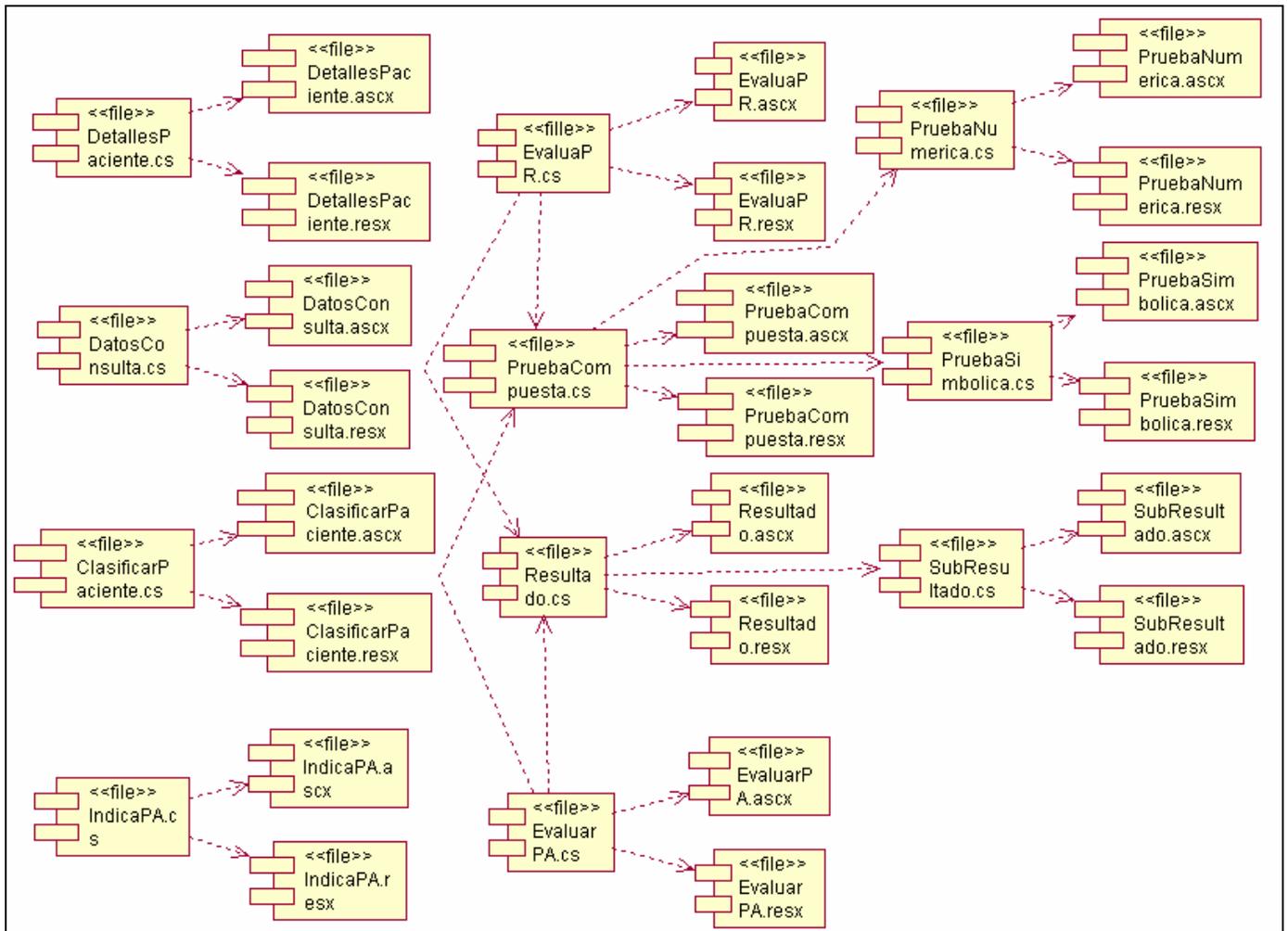


Figura 0-41 DC: Subsistema Evaluar Pruebas

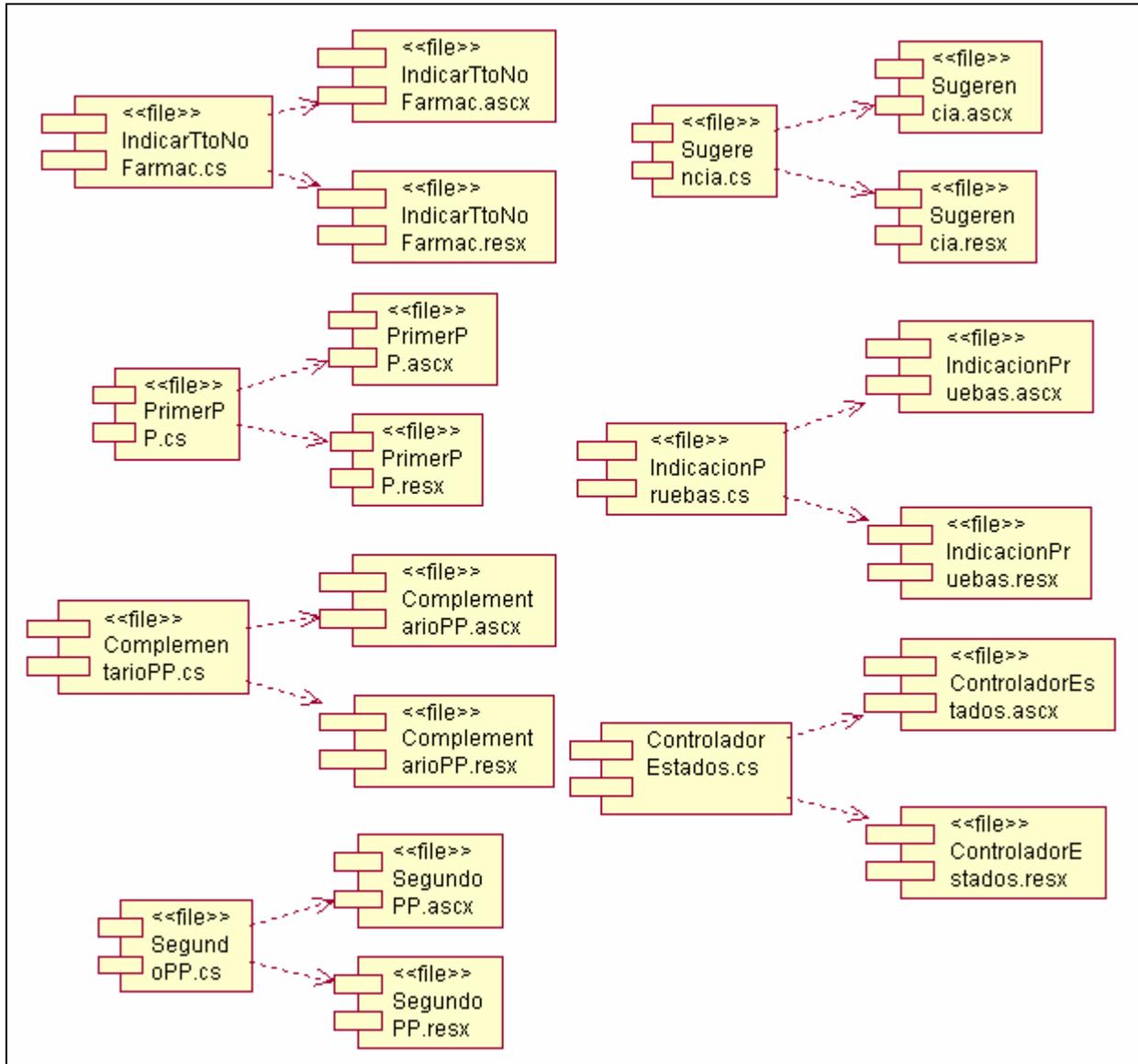


Figura 0-42 DC: Subsistema Tratamiento del Médico

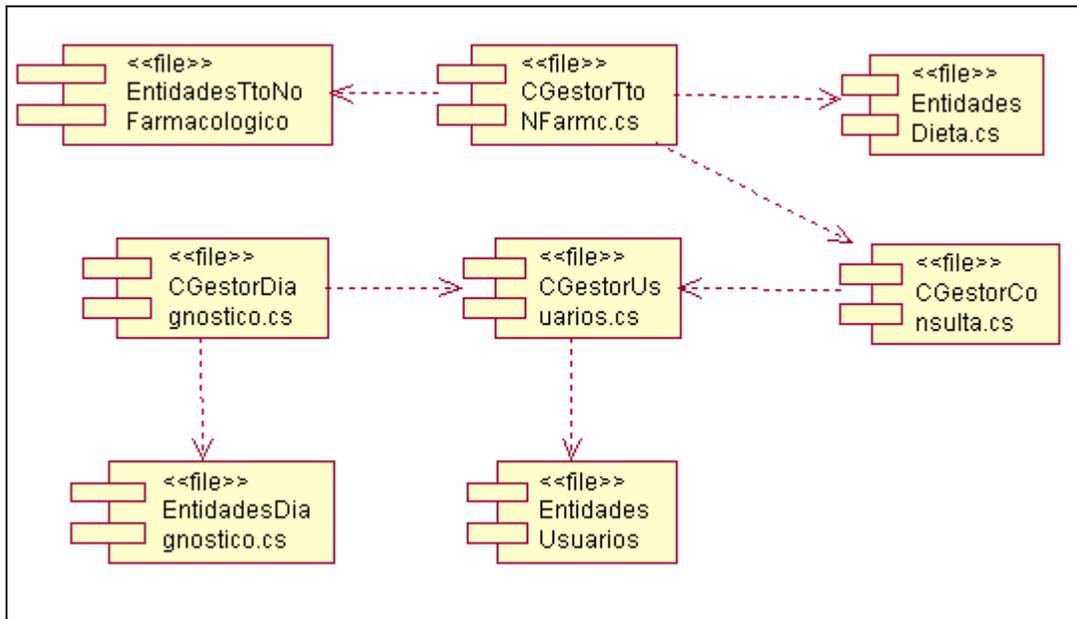


Figura 0-43 DC: Subsistema Control

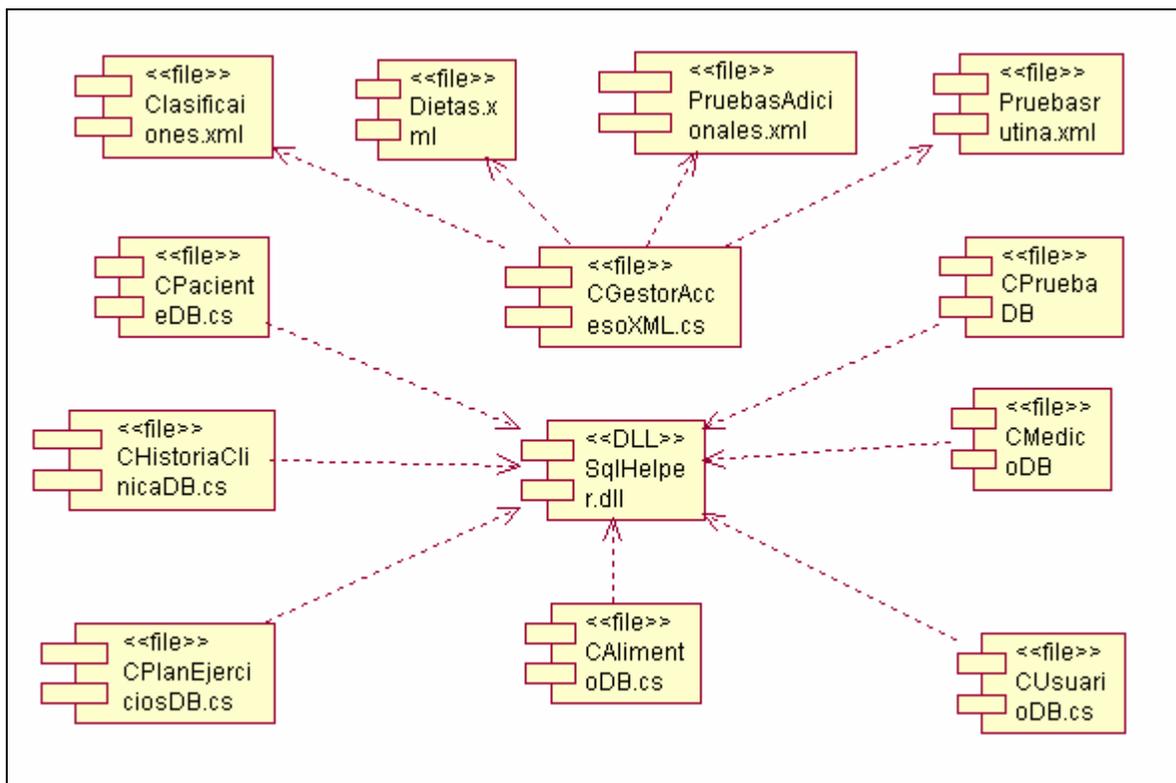


Figura 0-44 DC: Subsistema Datos

Anexo 15 Casos de uso de prueba de integración.

1. Casos de uso de prueba del Subsistema de Evaluación Clínica.

1.1. Insertar un paciente satisfactoriamente

Descripción

Este caso de uso de prueba comprende todas las acciones que se realizan en la primera consulta de un paciente, en el mismo se prueban la efectividad de los casos de uso

CU 11 Incluir Paciente, CU 12 Buscar Paciente., CU 16 Atender Paciente.

Para realizar la prueba nos introducimos en el sistema como usuarios registrados en el rol de médico, accediendo a su funcionalidad, una vez ubicados en la pestaña “Consulta”, solicitamos adicionar un nuevo paciente, el sistema nos mostrara los formularios correspondientes para realizar esta operación.

Condiciones de ejecución

Las condiciones de ejecución del caso de prueba son que el usuario “médico1” este registrado en el rol de médico y previamente autenticado en el sistema.

Entrada

- El médico selecciona la pestaña “Consulta” , situada en la parte superior de la página principal, haciendo clic en ella
- Una vez en la interfaz de “Consulta” selecciona el link [Adicionar paciente].(ver
- **CU 11 Incluir Paciente)**
- Se muestra la interfaz “Datos del Paciente 1”

- Para la interfaz “Datos del Paciente 1”:
 - En el campo **Nombre** introducir ‘Ernesto’
 - En el campo **Primer Apellido** introducir ‘Medina’
 - En el campo **Segundo Apellido** introducir ‘Delgado’
 - Dejar seleccionado la opción ‘masculino’ en RadioButton **Sexo**
 - Marcar la opción ‘Blanca’ en el DropDownList **Color de la piel**
 - Introducir la fecha de nacimiento ‘01/17/1982’ en el campo **Fecha de nacimiento**

- Introducir en el campo **Dirección** 'Calle 12 e/ 3ra y 7ma. Rpto. Escambray. Santa Clara. Villa Clara.'
- Dejar seleccionados los RadioButtons de los antecedentes familiares en la opción **No**
- Pulsar el botón marcado como [Siguiente]
- Se muestra la interfaz de "Datos del paciente 2".

- Para la interfaz "Datos del Paciente 2":
 - Dejar los valores marcados por defecto
 - Pulsar el botón marcado como [Siguiente]
 - Se muestra la interfaz "Datos del Paciente 3"

- Para la interfaz "Datos del Paciente 3":
 - Dejar el campo **Comienzo de la enfermedad** con el año actual (2006).
 - En el campo TAS de la etiqueta **Mayores valores de presión** introducir '150'.
 - En el campo TAD de la etiqueta **Mayores valores de presión** introducir '95'.
 - En la etiqueta **Examen Físico** introducir en el campo Peso el valor '68', en el campo Talla: '165' y en el Pulso Radial '100'
 - En la etiqueta **Tensión Arterial** introducir en el campo Sistólica MSD el valor '140' y en el campo Diastólica MSD el valor '90'
 - Pulsar el botón marcado como [Siguiente]
 - Se muestra la interfaz "Datos del Paciente 4"

- Para la interfaz "Datos del Paciente 4":
 - Dejar los campos con los valores por defecto tanto en la etiqueta **Del examen físico**, como en la de **Usos de medicamentos**.
 - Pulsar el botón marcado como [Siguiente]
 - Se muestra la interfaz "Datos del Paciente 5"

- Para la interfaz "Datos del Paciente 5":
 - Introducir en el campo **Nombre corto** el valor 'emedina'.

- Seleccione el link Verificar y compruebe que el mensaje mostrado indique que el nombre está disponible en la base de datos
- Introducir en el campo **Contraseña** y **Confirmar contraseña** el valor 'paciente1983'
- Pulsar el botón marcado como [Siguiente]
- Se muestra la interfaz con las indicaciones de las "Pruebas de Rutinas que debe traer el paciente" en la próxima consulta.
- Para la interfaz "Pruebas de Rutina que debe traer el paciente":
 - Pulsar el botón marcado como [Siguiente]
 - Se muestra la interfaz "Finalizar consulta"
- Para la interfaz "Finalizar consulta" (ver **CU 16 Atender Paciente**)
 - Introducir en el campo **Observaciones de la consulta** 'Este paciente se ha insertado por primera vez en el sistema y se le han indicado las pruebas necesarias para la próxima consulta'
 - Dejar el campo **Fecha de la próxima consulta** con su valor por defecto (dentro de 7 días)
 - Seleccionar el link [Terminar Consulta]
 - Se regresa a la interfaz "Consulta"

Resultado esperado.

Cambios en la Base de Datos:

- Tabla dUsuarios:
 - Se debe generar una nueva tupla **codigo_usuario** para este paciente, en este caso [ID=6]
 - Para el **codigo_usuario** [ID=6]
 - El campo **nombre** debe tener el valor 'Ernesto'
 - En el campo **Apellido1** debe tener el valor 'Medina'
 - En el campo **Apellido2** debe tener el valor 'Delgado'
 - En el campo **login** debe tener el valor 'emedina'
 - En el campo password debe haberse generado una codificación que debe estar almacenada
- Tabla dPaciente:
 - Se crea una nueva tupla (codigo_usuario_paciente) con [ID=6], para el mismo deben aparecer todos los datos generales del paciente como el sexo, edad, color de la piel, etc.:

- Tabla dHistoriaClinica:
 - En esta tabla se guardan todos los datos de relevancia para el posterior análisis a la hora de indicar el tratamiento personalizado, en la misma deben aparecer para el **codigo_usuario_paciente** [ID=6] los datos correspondientes a APP, APF, entre otros.
 - En el campo **codigo_estado** debe estar el valor '2' (Período de pruebas de rutina)
- Tabla dResultadoPrueba estarán registradas en null y el bit de chequeo en 1 (true) para el **código_usuario_paciente** [id=6] todas las pruebas indicadas.
- Tabla dConsultaSeguimiento para **código_usuario_paciente** [id=6] :
 - El campo **numero_consulta** debe tener el valor '1'
 - El campo **TAS** debe tener el valor '140'
 - El campo **TAD** debe tener el valor '90'

1.2. Comprobar que los resultados de las pruebas de rutina insertados con rangos patológicos generan las pruebas adicionales necesarias.

Descripción

Este caso de uso de prueba comprende la secuencia lógica de la segunda consulta a un paciente, en el mismo se prueba la eficacia de los casos de uso

CU 12 Buscar Paciente, CU 16 Atender Paciente, CU 13 Clasificar HTA, CU 14 Evaluar resultados de Pruebas de Rutina.

Para realizar la prueba nos introducimos en el sistema como usuarios registrados en el rol de médico, accediendo a su funcionalidad, una vez ubicados en la pestaña "Consulta", buscamos el paciente que deseamos atender. Una vez llenados los datos generales de la consulta y clasificado el paciente, el sistema nos mostrara los formularios correspondientes para entrar los valores de las pruebas de rutina. El resultado final será las indicaciones de las pruebas adicionales necesarias en correspondencia con las de rutinas alteradas, pasando al paciente al estado Pruebas adicionales.

Condiciones de ejecución

- Que el usuario "médico1" este registrado en el rol de médico y previamente autenticado en el sistema

- El paciente 'Ernesto Medina Delgado' [ID 6] esté en el estado Período de Pruebas de Rutina [ID 2]
- El paciente debe haber sido adicionado al sistema por el médico que se identifica por "médico1"
- Las pruebas de rutina hallan sido indicadas correctamente en la consulta anterior y el paciente se presenta con los resultados de las mismas
- El paciente debe traer a la consulta una toma de TA realiza realizada en la semana que trascurrió después de la primera consulta.

Entrada

- El médico selecciona la pestaña [Consulta] situada en la parte superior de la página principal haciendo clic en ella
- Una vez en la interfaz "Consulta" introducir en el campo **Buscar paciente** 'Ernesto' y pulsar el link [Buscar]
- En el listado de pacientes marcado como **Resultado(s) de la búsqueda** seleccionar el link [detalles] del paciente con nombre 'Ernesto Medina Delgado'
- Se muestra una página donde se recogen los datos del paciente, comprobar que es el paciente buscado y que el mismo se encuentra en el período de pruebas de rutina
- Cerrar la ventana seleccionando el link [Cerrar]
- En el listado de pacientes marcado como **Resultado(s) de la búsqueda** seleccionar el link [atender] del paciente con nombre 'Ernesto Medina Delgado'
- Se carga la interfaz de "Datos iniciales de la consulta"

- Para la interfaz "Datos iniciales de la consulta":
 - Introducir en el campo marcado como **TAS** '140' y '90' en el marcado como **TAD**
 - Seleccionar el link [Entrar Datos]
 - Se carga la interfaz "Clasificar el Paciente"

- Para la interfaz "Clasificar el Paciente" (ver **CU 13 Clasificar HTA** flujo alternativo)
 - Seleccionar la forma de clasificación **Tomas de Tensión**
 - Introducir en el campo marcado como **TAS** '135' y '85' en el marcado con **TAD**, estas son las tomas de TA que el paciente debe haber traído a la consulta
 - El sistema muestra la clasificación del paciente ("Prehipertenso")

- Pulsar el botón marcado como [Siguiente]
- Se carga la “Entrar resultados de las pruebas de rutina”
- Para la interfaz “Entrar resultados de las pruebas de rutina”:
 - Dejar en el ListBox del campo **ECG** el valor por defecto ‘Normal’
 - Insertar en el campo marcado como **Creatinina** el valor ‘100’
 - Insertar en el campo marcado como **Uratos** el valor ‘500’.
 - Insertar en el campo marcado como **Potasio** el valor ‘6’
 - En la prueba de **Cituria** dejar los valores por defecto (prueba negativa)
 - Seleccionar en el ListBox **Albúmina** el valor ‘No’
 - Seleccionar en el ListBox **Leucocitos** el valor ‘No’
 - Seleccionar en el ListBox **Hematíes** el valor ‘Negativo’
 - Seleccionar en el ListBox **Cilindros** el valor ‘Negativo’
 - Dejar en el ListBox **US Renal** el valor por defecto ‘Normal’
 - Insertar en el campo marcado como **Hemoglobina** el valor ‘12’
 - Insertar en el campo marcado como **Hematocrito** el valor ‘20’
 - Insertar en el campo marcado como **VSG** el valor ‘50’
 - Insertar en el campo marcado como **Sodio** el valor ‘100’
 - Dejar en el ListBox **Lípidograma** valor por defecto ‘Claro’
 - Insertar en el campo marcado como **HDL** el valor ‘3’
 - dejar en el ListBox **Ecocardiograma** el valor por defecto ‘Normal’
 - Insertar en el campo marcado como **Colesterol** el valor ‘8’
 - Insertar en el campo marcado como **Triglicéridos** el valor ‘8’
 - Dejar en el ListBox **US Suprarenal** el valor por defecto ‘Normal’
 - Insertar en el campo marcado como **Glicemia** el valor ‘7’
 - Pulsar el botón marcado como [Siguiente]
 - Se carga la interfaz “Resultados de las pruebas de rutina”
- Para la interfaz “Resultados de las pruebas de rutina”
 - Se muestran las pruebas de rutina alteradas y las pruebas adicionales correspondientes que el paciente debe realizarse, en este caso:
 - Prueba de rutina alterada – **Potasio**

- Prueba adicional y posible causa: **Filtrado glomerular**, posible insuficiencia renal
- Pulsar el botón marcado como [Siguiete]
- Se muestra la interfaz “Finalizar consulta”

- Para la interfaz “Finalizar consulta”
 - Introducir en el campo **observaciones de la consulta** ‘Este paciente presento alteraciones en las pruebas de rutina (Potasio) y fue necesario indicar un Filtrado glomerular para la próxima consulta’
 - El sistema sugiere un ciclo de consultas cada 7 días
 - Pulsar el botón marcado como [Terminar Consulta]
 - Se regresa a la interfaz “Consulta”

Resultado esperado

Cambios en la Base de Datos:

- Tabla dResultadoPrueba deben estar registrados los valores entrados para cada prueba de rutina correspondiente con el **código_usuario_paciente** [id=6] todas las pruebas indicadas.
- Tabla dConsultaSeguimiento para el **código_usuario_paciente** [id=6]:
 - El campo **numero_consulta** debe tener el valor ‘2’
 - El campo **observaciones** debe tener el texto ‘Este paciente presento alteraciones en las pruebas de rutina (Potasio) y fue necesario indicar un Filtrado glomerular para la próxima consulta’
 - El campo **TAS** debe tener el valor ‘140’
 - El campo **TAD** debe tener el valor ‘90’
 - El campo **fecha** debe tener la fecha de la consulta actual
- Tabla dHistoriaClinica para el **código_usuario_paciente** [id=6]:
 - El campo **codigo_estado** debe tener el valor ‘3’ (pruebas adicionales)
 - El campo **código _ clasificación** debe tener el valor ‘1’ (Prehipertenso)

2. Casos de uso de prueba del ciclo 3 Módulo de tratamiento no farmacológico para el médico

2.1. Indicar el tratamiento no farmacológico a un paciente sin alteraciones en las pruebas adicionales

Descripción

Para desarrollar este caso de uso, continuamos con el paciente que se viene trabajando desde el caso de uso de prueba **2.1 Insertar paciente satisfactoriamente**, para ello primero nos introducimos en el sistema como usuario en el rol de médico, específicamente 'médico 1', si el paciente se presenta el día que se programó la consulta, entonces aparece su nombre por defecto en la interfaz "Consulta", de lo contrario habría que buscarlo, luego de comenzar la consulta e introducir los datos generales, se pasa a evaluar los resultados de las pruebas adicionales, en caso de que los exámenes no arrojen alterados, se pasa a indicar el tratamiento no farmacológico personalizado, en caso de alteraciones se sigue otra secuencia (ver **CU 15 Evaluar resultados de Pruebas Adicionales**).

Condiciones de ejecución

- El usuario del rol de médico 'médico1' debe estar autenticado en el sistema
- El paciente (ID=6) debe estar en el estado 3 (Pruebas adicionales)
- El paciente debe traer el resultado del examen indicado en la consulta anterior (**Filtrado glomerular**)

Entrada

- El médico selecciona el link [atender] para el paciente '**Ernesto Medina Delgado**' introducido anteriormente (ver caso de prueba **2.1 Incluir paciente satisfactoriamente**).
- Se muestra la interfaz "Datos generales de la consulta"
- Para la interfaz "Datos generales de la consulta"
 - Introducir en el campo marcado como **TAS** '120' y '80' en el marcado como **TAD**
 - Pulsar el botón marcado como [Siguiente]
 - Se muestra la interfaz "Entrar resultados de pruebas adicionales"

- Para la interfaz “Entrar resultados de pruebas adicionales”
- Entrar como resultado de la prueba Filtrado glomerular el valor '80'
- Se muestra que la prueba arroja un resultado normal por lo que el paciente puede ser atendido por el sistema
- Se muestra la interfaz “Indicar tratamiento no farmacológico”

- Para la interfaz “Indicar tratamiento no farmacológico”
 - En el campo **peso**, introducir el peso del paciente en la consulta actual '75'
 - Seleccionar el link [analizar]
 - El sistema muestra “el paciente presenta un sobrepeso de 10 Kg. y se le recomienda realizar una dieta de 1500 calorías”
 - Seleccionar el link [ver dieta]
 - Se muestra en una nueva página Web la dieta preconfeccionada de 1500 calorías (ver **CU 4 Obtener dieta preconfeccionada**)
 - Seleccionar el link [Ver plan de ejercicios físicos]
 - Se muestra la interfaz “Ejercicios físicos”

- Para la interfaz “Ejercicios físicos”
 - Seleccionar el link [Plan de ejercicios]
 - Se muestra la interfaz “Plan de ejercicios”

- Para la interfaz “Plan de ejercicios” (ver **CU 1 Obtener plan de ejercicios físicos**)
 - En el campo **pulso carotídeo** introducir el valor '20'
 - Seleccionar **Si**, en la pregunta ¿Pudo hacer las cuclillas?
 - En el campo **pulso después de las cuclillas**, introducir el valor '80'
 - En el campo **pulso 1 minuto después del anterior**, introducir el valor '60'
 - Seleccionar el link [Calcular]
 - El sistema muestra el siguiente resultado: “Dado los indicadores introducidos este paciente debe comenzar los ejercicios físicos por el nivel 5 de la tabla que se muestra a continuación”
 - Se muestra la **Tabla 0-3 Niveles de ejercicios físicos**

- Se cierra la interfaz “Plan de ejercicios” y se regresa a la interfaz “Indicar tratamiento no farmacológico”
- Pulsar el botón marcado como [Siguiete]
- Se muestra la interfaz “Finalizar Consulta”
- Para la interfaz “Finalizar Consulta”
 - En el campo observaciones de la consulta introducir ‘Este paciente no presentó alteraciones en la prueba adicional indicada y comenzó en esta consulta el tratamiento no farmacológico, con una dieta hipocalórica de 1500 calorías y un plan de ejercicios físicos por el nivel 5’
 - El sistema sugiere un ciclo de las consultas cada 7 días
 - Pulsar el botón marcado como [Terminar Consulta]
 - Se regresa a la interfaz “Consulta”

Resultado esperado

Cambios en la Base de Datos:

- Tabla dResultadoPrueba para el [id=6] tendrá el **resultado** del Filtrado glomerular en ‘80’
- Tabla dConsultaSeguimiento para el [id=6]:
 - El campo **numero_consulta** debe tener el valor ‘3’
 - El campo observaciones debe tener el texto “Este paciente no presentó alteraciones en la prueba adicional indicada y comenzó en esta consulta el tratamiento no farmacológico, con una dieta hipocalórica de 1500 calorías y un plan de ejercicios físicos por el nivel 5 ‘
 - El campo **TAS debe** tener el valor ‘120’
 - El campo **TAD** debe tener el valor ‘80’
 - El campo **chuequeo_ttnfarm** debe estar en 1(true)
 - El campo **fecha** debe tener la fecha de la consulta actual
- Tabla dHistoriaClinica para el [id = 6]
 - El campo **codigo_estado** debe tener el valor ‘5’ (Primer período de pruebas)
 - El campo **veces_controlado** debe tener el valor ‘3’
- Tabla dPaciente para el [id=6]
 - El campo código _dieta debe tener el valor ‘1500’

- El campo **id_nivel** (ejercicios físicos) debe tener el valor '5'

2.2. Evaluar el tratamiento no farmacológico

Descripción

Este caso de uso de prueba solo comprende la primera consulta de evaluación del tratamiento no farmacológico luego de haberse indicado el mismo, es preciso señalar que en cada consulta de seguimiento a partir de este momento se controla el cumplimiento del tratamiento y en cada una de ellas se realiza un análisis de la evolución del paciente con el tratamiento y de acuerdo a su comportamiento (veces controlado y descontrolado) se continua con este tratamiento indicado o se pasa a otra fase, por ejemplo el tratamiento farmacológico.

En este caso de uso se continúa con el paciente que se ha venido atendiendo desde el ciclo anterior (Ciclo 2 Módulo de diagnóstico)

Condiciones de ejecución

- El usuario del rol de médico 'médico1' debe estar autenticado en el sistema
- El paciente (ID=6) debe estar en el estado 5 (Primer período de pruebas)

Entrada

- El médico selecciona el link [atender] para el paciente '**Ernesto Medina Delgado**' introducido anteriormente (ver caso de prueba **2.1 Incluir paciente satisfactoriamente**).
- Se muestra la interfaz "Datos generales de la consulta"
- Para la interfaz "Datos generales de la consulta"
 - En el campo **TAS** introducir el valor '150'
 - En el campo **TAD** introducir el valor '100'
 - Pulsar el botón marcado como [Siguiete]
 - Se muestra la interfaz "Sugerencia del sistema"
- Para la interfaz "Sugerencia del sistema"

- Debe aparecer la siguiente sugerencia del sistema para el médico: *“El paciente Ernesto Medina Delgado se encuentra en el estado (Primer período de pruebas). De las consultas realizadas, en 3 ha estado controlado, aunque es la primera consulta con signos de descontrol. Dada las tomas de TA de esta consulta (TAS: 150 TAD: 100) se clasifica como paciente GRADO 2. A pesar de ser una tensión elevada, por ser primera vez, el sistema recomienda mantener al paciente en el estado actual, aun así si usted lo prefiere, puede de todas maneras cambiar el estado del paciente utilizando la opción: NO ACEPTAR SUGERENCIA, tenga en cuenta que el paciente presenta factores de riesgo cardiovasculares asociados y no tiene daño en órganos diana.”*
- Seleccionar el link [Aceptar sugerencia]
- Se muestra la interfaz “Control de las medidas no farmacológicas”
- Para la interfaz “Control de las medidas no farmacológicas”
 - Se debe mostrar la siguiente información: *“A este paciente se le indicaron las siguientes medidas no farmacológicas (Plan de ejercicios físicos (nivel 5), dieta de 1500 calorías), interrogar al paciente si el mismo está cumpliendo con los ejercicios físicos indicados y si está cumpliendo la dieta, en caso de respuestas negativas indicar que estas medidas mejoran su estilo de vida y evitan la indicación de un tratamiento farmacológico ”*
 - En esta interfaz el médico puede ver los planes de ejercicios físicos (link [Ver ejercicios físicos]), además puede indicar los tratamientos no farmacológicos que aún no tenga el paciente, en este caso ejercicios de autorrelajación (link [Ver ejercicios de autorrelajación])
 - Se muestra una nota al médico, que debe contener lo siguiente: *“Al paciente en esta consulta no le toca el control de las medidas referentes al peso”*
 - Pulsar el botón marcado como [Siguiente]
 - Se muestra la interfaz “Finalizar consulta”
- Para la interfaz “Finalizar Consulta”
 - En el campo observaciones de la consulta introducir ‘Este paciente en la consulta actual vino con la TA descontrolada, pero por ser primera vez decidí no cambiarlo de estado. El paciente no está cumpliendo con las medidas no farmacológicas indicadas y le explique la importancia de las mismas’

- El sistema sugiere un ciclo de consultas cada 7 días
- Pulsar el botón marcado como [Terminar Consulta]
- Se regresa a la interfaz “Consulta”

Resultado esperado

Cambios en la Base de Datos:

- Tabla dResultadoPrueba para el [id=6] tendrá el **resultado** del Filtrado glomerular en ‘80’
- Tabla dConsultaSeguimiento para el [id=6]:
 - El campo **numero_consulta** debe tener el valor ‘3’
 - El campo observaciones debe tener el texto “Este paciente no presentó alteraciones en la prueba adicional indicada y comenzó en esta consulta el tratamiento no farmacológico, con una dieta hipocalórica de 1500 calorías y un plan de ejercicios físicos por el nivel 5 ‘
 - El campo **TAS debe** tener el valor ‘120’
 - El campo **TAD** debe tener el valor ‘80’
 - El campo **chuequeo_ttnfarm** debe estar en 1(true)
 - El campo **fecha** debe tener la fecha de la consulta actual
- Tabla dHistoriaClinica para el [id = 6]
 - El campo **codigo_estado** debe tener el valor ‘5’ (Primer período de pruebas)
 - El campo **veces_controlado** debe tener el valor ‘3’
- Tabla dPaciente para el [id=6]
 - El campo código _dieta debe tener el valor ‘1500’
 - El campo **id_nivel** (ejercicios físicos) debe tener el valor ‘5’

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Accidente Vascular Encefálico: Trombosis infarto o hemorragia cerebral.

Aldosterona: Hormona que se mide para detectar tumor renal que produce hipertensión arterial.

APP: Antecedentes patológicos personales. Patologías que el paciente padece.

APF: Antecedentes patológicos familiares de hipertensión arterial.

Anamnesis: Parte del examen clínico que reúne todos los datos personales y familiares del enfermo anteriores a la enfermedad.

Angioplastia: Cirugía plástica de los vasos sanguíneos.

Arritmia: Cualquier alteración del ritmo cardíaco o de la frecuencia.

BFAI: Es un bloqueo de la conducción cardíaca sinónimo de cardiopatía isquémica pero esta es casi siempre sin síntomas.

Cardiopatía Isquémica (CI): Oclusión parcial o total de una arteria del corazón incluye el infarto cardíaco.

Cituria: Análisis de orina, incluye: Albúmina, leucocitos, hematíes, cilindros.

Claudicación Intermitente: Déficit de irrigación en las piernas.

Coartación de la aorta: Estrechez o contracción de la aorta.

Conteo de Addis: Análisis especial de orina para ver si hay infección.

Diabetes Mellitus: Azúcar en la sangre.

DIPPER: Disminución de entre un 10 y 20% que sufre la TAS durante la noche con relación a las cifras promedios del día.

ECG: Electrocardiograma

Edema: Hinchazón. Acumulación de líquido. Se refiere a las piernas.

Electroforesis: Método que permite separar determinados constituyentes de una solución coloidal sometiéndolos a la acción de un campo eléctrico.

Epístaxis: Sangramiento por la nariz

Estenosis: Estrechez patológica congénita o accidental de un orificio o conducto.

Feocromocitoma: Paraganglioma. Tumor originado en un paraganglio.

Filtrado glomerular: Prueba adicional para estudiar insuficiencia renal

Fondo de ojo: Parte del examen físico que detecta la estrechez arteriolar. Se realiza con el aparato de luz del oculista.

Hipertensión arterial secundaria.: HTA inducida por otras patologías, el uso de algunos medicamentos, etc.

Hipertensión de la Bata Blanca: Elevación habitual de la PA durante la visita al médico, mientras es normal en el resto de las actividades.

Hipertensión maligna: Forma más grave de la HTA. Se relaciona con necrosis arteriolar en el riñón y otros órganos. Los pacientes tienen insuficiencia renal y retinopatía hipertensiva grado II-IV.

Hipertensión refractaria o resistente: Aquella que no se logra a menos de 160/100 mmHg con un régimen adecuado terapéutico con 3 drogas en dosis máxima siendo una de ellas un diurético.

Hiperuricemia: Gota

HTA: Hipertensión Arterial

HVI: Hipertrofia Ventricular Izquierda.

Infarto cardíaco: Esto lo refiere el paciente, lo da el ECG o el ecocardiograma

Insuficiencia cardíaca: El corazón no supe la sangre necesaria para las actividades habituales

Insuficiencia vascular encefálica: Déficit de irrigación cerebral, ati, trombosis.

Monograma: Prueba para obtener valores de sodio y potasio en sangre.

Lipidograma: Análisis de lípidos en sangre. Incluye Colesterol, Triglicéridos, HDL.

MAPA: Monitoreo Ambulatorio de la presión arterial

Órgano diana: Órgano que se afecta a consecuencia de la HTA.

Papiledema: Edema de la papila óptica.

Pielograma: Radiografía de la pelvis renal.

Prueba Ergométrica: Prueba para determinar si un paciente puede realizar ejercicios físicos, y en caso positivo su pulso de entrenamiento

Pulso Radial: El pulso que se toma en la muñeca.

Renina: Hormona para determinar si hay mala irrigación renal.

Renina y Aldosterona: Dosificación de hormonas para determinar aldosteronoma.

Ritmo circadiano: Variaciones que la TAS tiene durante el día.

Sepsis urinaria: Infección de los riñones

Soplo Abdominal (Ruido): Parte del examen físico del médico

Soplo Cardíaco: (Ruido): Parte del examen físico del médico

Soplo Lumbar (Ruido): Parte del examen físico del médico

RMN: Resonancia Magnética Nuclear

TA: Tensión Arterial

TAC: Tomografía Axial Computarizada