

RIESGO HTA-DIABETES 1.0

Ambiente Informático Para La Interacción Personal Médico-Paciente-Familia En La  
Intervención De Factores De Riesgo De Hipertensión Arterial Y Diabetes “Riesgohta-Diabetes  
1.0”.

Juan Ángel Leonardo Castellanos Bohórquez

Trabajo de Grado para optar al título de Ingeniero de Sistemas e Informática

**Director**

Hugo Hernando Andrade Sosa

Magíster en informática

**Codirector**

Luis Eduardo Guerra Gonzales

Magíster en informática

Universidad Industrial De Santander

Facultad De Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela De Ingeniería De Sistemas E Informática

Bucaramanga

2023

### **Dedicatoria**

A Dios y a la vida, porque me ha ayudado a cumplir mis metas y me ha puesto en el camino a personas que me han ayudado a crecer como persona y como profesional.

A mi abuela librada, porque me enseñó la importancia de esforzarse para cumplir los objetivos y la importancia de la familia.

A mis padres y hermana, porque siempre me han apoyado y ayudado a cumplir mis sueños con amor y paciencia.

A mis mascotas Bruno y Tatiana, porque trasnocharon a mi lado en toda la carrera hasta su último suspiro, brindándome la compañía y el amor más sincero que solo los perros pueden dar.

*“El trabajo duro es inútil para aquellos que no creen en sí mismos”*

*Masashi Kishimoto*

### **Agradecimientos**

A la universidad industrial de Santander, por brindarme los conocimientos que me ayudaron a crecer personal y profesionalmente.

Al profesor Hugo Hernando Andrade Sosa y al grupo SIMON, por enseñarme como ser un profesional con pensamiento crítico, ética e interés por mejorar la sociedad colombiana y por toda sus orientaciones y su tiempo.

Al ingeniero Luis Eduardo Guerra, por brindarme todo su conocimiento con paciencia y ayudarme a valorar todos los trabajos que haga.

A mis amigos y mi pareja, por brindarme un apoyo emocional incondicional.

## Tabla de Contenido

<b>Introducción .....</b>	<b>11</b>
<b>1. Planteamiento Y Justificación Del Problema .....</b>	<b>12</b>
<b>2.Objetivos .....</b>	<b>15</b>
2.1.Objetivos General .....	15
2.2.Objetivos específicos .....	15
<b>3.Marco De Referencia .....</b>	<b>16</b>
3.1.Fundamentos teóricos .....	16
3.1.1.TIC en el sector de salud en Colombia .....	16
3.1.2.Pensamiento Sistémico y Dinámica de sistemas .....	16
3.1.3.Ingeniería del software.....	16
3.1.4.Metodología de sistemas blandos .....	17
3.1.5.Hipertensión arterial (HTA).....	18
3.1.6.Diabetes mellitus tipo 2 (DM2) .....	19
3.1.7.Mantenimiento de software.....	20
3.2.Antecedentes del tema .....	20
3.2.1.RiesgoHTA Versión 1.0.....	20
3.2.2.RiesgoHTA Versión 2.0.....	21
3.2.3.Estudio de Framingham .....	21

3.2.4.Finnish Diabetes Risk Score (FINDRISK) .....	22
<b>4.Metodología .....</b>	<b>23</b>
4.1.Análisis .....	24
4.2.Diseño .....	31
4.2.1.Requerimientos Funcionales .....	32
4.3.Diagramas UML .....	35
4.3.1.Diagrama Entidad Relación .....	35
4.3.2.Diagrama de casos de uso .....	36
4.3.3.Diagrama de actividades .....	37
4.3.4.Descripción casos de uso .....	38
4.4.Desarrollo .....	46
4.4.1.Modificaciones al modelo.....	46
4.4.2.Modificaciones al software HTA 2.0.....	52
4.5.Pruebas .....	57
<b>5.Resultados.....</b>	<b>58</b>
<b>6.Conclusiones.....</b>	<b>60</b>
6.1.Trabajo futuro .....	61
<b>Bibliografía .....</b>	<b>63</b>

**Lista de Figuras**

Figura 1 Metodología en Cascada.....	23
Figura 2 Resultado Peso para el Paciente 1 .....	<26
Figura 3 Resultado Peso para el Paciente 2 .....	27
Figura 4 Resultado Peso para el Paciente 3 .....	29
Figura 5 Diagrama Entidad Relación.....	36
Figura 6 Diagrama de actividades del visitador.....	37
Figura 7 Error Sector Peso.....	46
Figura 8 Correcciones al Modelo.....	47
Figura 9 Resultado Modelo Modificado Paciente 1 .....	49
Figura 10 Resultado Modelo Modificado Paciente 2 .....	49
Figura 11 Resultado Modelo Modificado Paciente 3 .....	50
Figura 12 Sector Diabetes Mellitus 2.....	50
Figura 13 Modificación Sector Peso Macronutrientes.....	52
Figura 14 Estructura Back-end .....	53
Figura 15 Estructura Front-end.....	55

**Lista de Tablas**

Tabla 1 Características del Paciente 1 .....	25
Tabla 2 Alimentación y Actividad Física del Paciente 1 .....	25
Tabla 3 Alimentación y actividad Física del Paciente 2 .....	27
Tabla 4 Características del paciente 3.....	28
Tabla 5 Alimentación y actividad Física del Paciente 3 .....	29
Tabla 6 Plantilla De Requerimientos Funcionales.....	32

## **Lista de Apéndices**

**Ver apéndices adjuntos y pueden ser consultados en la base de datos de la Biblioteca**

### **UIS**

Apéndice A. Requerimientos funcionales y no funcionales

Apéndice B. Validación del modelo

Apéndice C. Pruebas unitarias

Apéndice D. Pruebas de usuario

Apéndice E. Como usar la aplicación hta-dm



## Glosario

**Diabetes mellitus tipo 2:** es una enfermedad crónica que se da cuando el cuerpo no produce suficiente insulina o no la utiliza de manera efectiva lo cual genera un desequilibrio en los niveles de glucosa que se encuentra en la sangre.

**Dinámica de sistemas:** es una metodología que ayuda a comprender y modelar el comportamiento de sistemas complejos a través del estudio de las interacciones entre las variables y como estas influencias se propagan a lo largo del tiempo.

**Escala de Findrisc:** es una herramienta utilizada para evaluar el riesgo de desarrollar diabetes tipo 2 en los próximos 10 años. Fue desarrollada por el Instituto Nacional Finlandés de Salud y Bienestar y se basa en factores de riesgo conocidos y factores de estilo de vida relacionados con la diabetes.

**Estudio de Framingham:** es un estudio de cohorte prospectivo que se ha llevado a cabo desde el año 1948 y por el cual se han podido identificar y comprender los factores de riesgo para enfermedades cardiovasculares. La información recopilada y los hallazgos de este estudio han sido fundamentales para mejorar la comprensión de la epidemiología y la fisiopatología de las enfermedades cardiovasculares, así como para informar políticas de salud pública y estrategias de prevención.

**Hipertensión arterial:** es una condición en la cual la presión ejercida por la sangre contra las paredes de las arterias es persistentemente elevada. La presión arterial se mide mediante dos números: la presión sistólica y la presión diastólica, que es la presión cuando el corazón está en reposo entre latidos. Se considera que una persona tiene hipertensión arterial cuando su presión arterial es igual o superior a 140/90 mmHg en varias mediciones.

## Resumen

**Título:** Ambiente informático para la interacción personal médico-paciente-familia en la intervención de factores de riesgo de hipertensión arterial y diabetes “riesgohta-diabetes 1.0”\*.

**Autor:** Juan Ángel Leonardo Castellanos Bohórquez\*\*.

**Palabras Clave:** Hipertensión, Diabetes mellitus tipo 2, Modelado y simulación, Educación.

**Descripción:** En los últimos años, las enfermedades cardiovasculares han surgido como una de las principales causas de muerte a nivel mundial. Aunque todas las personas son susceptibles a padecer enfermedades cardíacas, los factores de riesgo más importantes están asociados con la hipertensión arterial, la diabetes tipo 2, la obesidad, la edad, el género, los antecedentes familiares de enfermedades cardíacas, una alimentación poco saludable y la poca o nula actividad física. Teniendo en cuenta que estas enfermedades tienen factores de riesgo modificables y no modificables, se hace indispensable la creación de herramientas enfocadas en la medicina preventiva que ayude a enseñar que al mejorar los factores de riesgo modificables se puede disminuir la tendencia de padecer estas enfermedades, por tal motivo, en este trabajo de investigación se propuso un ambiente web basado en la dinámica de sistemas para simular la tendencia de padecer hipertensión y diabetes partiendo del estudio de Framingham y la escala de Findrisc y se le presento el software a 10 posibles usuarios en el rango de edad de 20 a 80 años para que realizaran simulaciones con el software y pudieran tomar conciencia de cómo sus hábitos alimenticios y su actividad física los podía hacer propensos a padecer algunas de estas dos enfermedades.

---

\*Trabajo de Grado para la obtención del título de Ingeniero de Sistemas ...

\*\* Facultad De Ingenierías Fisicomecánicas, Escuela De Ingeniería De Sistemas E Informática. Director: Hugo Hernando Andrade Sosa; Codirector: Luis Eduardo Guerra Gonzales.

### Abstract

**Title:** Computer environment for personal physician-patient-family interaction in the intervention of risk factors for arterial hypertension and diabetes "riesgohta-diabetes 1.0"\*.

**Author:** Juan Ángel Leonardo Castellanos Bohórquez\*\*.

**Key Words:** Hypertension, Diabetes mellitus type 2, Modeling and Simulation, Education.

### Description:

In recent years, cardiovascular disease has emerged as a leading cause of death worldwide. Although all people are susceptible to heart disease, the most important risk factors are associated with arterial hypertension, type 2 diabetes, obesity, age, gender, family history of heart disease, unhealthy diet, and little or no physical activity. Taking into account that these diseases have modifiable and non-modifiable risk factors, it is essential to create tools focused on preventive medicine that help to teach that by improving modifiable risk factors, the tendency to suffer from these diseases can be reduced, for this reason, In this research work, a web environment based on system dynamics was proposed to simulate the tendency to suffer from hypertension and diabetes based on the Framingham study and the Findrisc scale, and the software was presented to 10 potential users in the age range of 20 to 80 years so that they could perform simulations with the software and become aware of how their dietary habits and physical activity could make them prone to suffer from some of these two diseases.

---

\* Bachelor Thesis

\*\* Facultad De Ingenierías Fisicomecánicas, Escuela De Ingeniería De Sistemas E Informática. Director: Hugo Hernando Andrade Sosa; Codirector: Luis Eduardo Guerra Gonzales.

## Introducción

En Colombia, según datos suministrados por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), para los años 2019 y 2020 las diez principales causas de muertes en hombres y en mujeres están relacionadas con enfermedades cardiovasculares (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2020) y al ser la hipertensión arterial (HTA) y la diabetes mellitus tipo 2 (DM2) factores de riesgo directos de enfermedades cardíacas, eventos cerebrovasculares, enfermedades renales crónicas, entre otras (Fundación Cardioinfantil, 2020), es importante educar a la población para que se pueda crear conciencia del problema y de esta manera prevenir y manejar estas enfermedades controlando los factores de riesgo que son modificables (MinSalud, 2013).

El Grupo SIMON de investigaciones en modelado y simulación ha realizado dos trabajos de grado de los cuales han surgido dos softwares: RiesgoHTA 1.0 y RiesgoHTA 2.0. Estos buscaron ser una ayuda en la indagación de acuerdos entre la relación médico-paciente, al mostrar un pronóstico del impacto en la salud que pueden generar los cambios en los hábitos del paciente.

Con base en lo anterior, en el presente trabajo de grado se dio continuidad a la última versión del software RiesgoHTA 2.0, atendiendo algunas recomendaciones dadas a ese proyecto por parte de UISALUD, tales como, el mejoramiento del modelo usado para calcular el riesgo de sufrir HTA, la creación de un sector en el modelo que contemple el riesgo de sufrir DM2 tomando como base la escala de Findrisc, se simplificó y automatizó los módulos web del paciente y del visitador que se encargaban de la toma de datos y la simulación, y por último se amplió la visualización de los datos proporcionados por las visitas a los pacientes para que el personal médico pueda determinar de una mejor manera el estado del paciente.

## 1. Planteamiento y justificación del problema

Con el pasar de los años el ser humano ha logrado grandes avances en materia de ciencia y tecnología lo cual ha facilitado diferentes ámbitos de su vida. Sin embargo, el progreso ha implicado un costo relativo para la salud de las personas; los diferentes aplicativos móviles (Rappi, Ifood, Domicilios.com) han hecho más fácil para las personas el consumo de comida poco saludable ya que cada vez es más rápido conseguir cualquier cosa sin tener que moverse de su hogar, promoviendo un estilo de vida mucho más sedentario. En consecuencia, en los últimos años han aumentado las enfermedades relacionadas con la mala alimentación, el sedentarismo y la obesidad; según la Organización Mundial de la Salud (OMS) las enfermedades cardiovasculares se encuentran entre las primeras causas de defunción a nivel mundial (Organización mundial de la Salud, 2020) y Colombia no es la excepción. Según el DANE en el año 2019 y 2020 las enfermedades relacionadas con afectaciones cardiovasculares se encontraron entre las diez principales causas de defunción en hombres y en mujeres (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2020), al ser la HTA y la DM2 enfermedades con altas posibilidades de generar una cardiopatía (MAYO CLINIC, 2021), se hace indispensable tener mecanismos de prevención de estas.

Ahora bien, la DM2 es la forma más común de diabetes que existe en el mundo, en el año 2014 se estimaba que un 8.5% de los mayores de 18 años tenían diabetes (Organización Mundial de la Salud, 2021) y sus causas están relacionadas mayormente con dos factores, los modificables (el estilo de vida) y los no modificables (genética), para el caso de los modificables, se estima que una persona que padece de sobrepeso y no cuenta con suficiente actividad física, tiene una gran probabilidad de sufrir de DM2 (National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases,

2016). Además, las personas con DM2 tienen mayor incidencia de padecer hipertensión arterial que las personas que no sufren de diabetes (Araya Orozco, 2004).

La HTA es una enfermedad que padecen alrededor de 1130 millones de personas en el mundo (Organización mundial de la Salud, 2021) y, al igual que la diabetes, la HTA está relacionada con factores modificables, tales como consumo de tabaco, dietas mal sanas, ingesta excesiva de alcohol, inactividad física y sobrepeso. Además, en muchos casos la HTA no presenta signos de alerta, por lo cual, las personas que sufren esta enfermedad no tienen idea que la padecen hasta que empeora su condición de salud.

Es así como, la DM2 y la HTA son enfermedades que se pueden controlar y prevenir al cambiar los hábitos alimenticios y aumentar la actividad física, sin embargo, en Colombia las personas cuentan con poca información relacionada con este tipo de enfermedades lo cual conlleva a que estas avancen silenciosamente en sus vidas. Adicionalmente, un gran porcentaje de los pacientes diagnosticados descuidan los acuerdos pactados con el médico y continúan con las malas prácticas de autocuidado. Por estas razones, se evidencia una necesidad de seguimiento al paciente por parte de los profesionales de la salud, para que puedan establecer una relación más estrecha, de forma que los pacientes puedan conocer su estado de riesgo en todo momento y de esta manera se vean motivados a continuar con las recomendaciones.

En este sentido, en la Universidad industrial de Santander desde el Grupo SIMON, se ha buscado aportar a la búsqueda de soluciones para esta problemática por medio de la creación de un software denominado RiesgoHTA, software con un enfoque preventivo que ayude al paciente a ver su estado de riesgo de padecer HTA a futuro, a partir de información relacionada con su estilo de vida.

Hasta el momento se han creado dos versiones de ese software, la primera versión estaba enfocada a que el médico con ayuda de la herramienta, pudiera calcular el riesgo de sufrir HTA a partir de datos relacionados con el estilo de vida del paciente y de esta manera, con el pronóstico que hace el software gracias al modelo, se pudiera conciliar con el paciente, para mitigar el riesgo latente; la segunda versión, estuvo orientada a que el paciente tuviese acceso a la información de su estado de riesgo actual y un espacio para que un trabajador de la salud pudiera subir información del progreso que del paciente. Sin embargo, en las recomendaciones dadas por los investigadores en la segunda versión se recalca que el software puede tener un mejor aprovechamiento y funcionamiento si se implementa una forma de calcular el riesgo de que el paciente padezca de DM2 y se ajusten algunos parámetros en el modelo de HTA para que el cálculo del riesgo sea más preciso. Por lo tanto, en el presente trabajo de grado se realizó una nueva versión web del software que permitió abordar estas recomendaciones, creando un nuevo modelo de dinámica de sistemas que permite pronosticar la tendencia del riesgo de padecer HTA y DM2 con el fin de mejorar la atención preventiva para el paciente.

## 2. Objetivos

### 2.1. Objetivos General

A partir del modelo utilizado en el software “RiesgoHTA 2.0”, desarrollar un modelo que contemple el tipo de calorías de cada alimento y su efecto en el incremento del peso e igualmente contemplar como los hábitos alimenticios afectan los niveles de glucosa en sangre para generar diabetes; junto con una versión de la plataforma software para operar con los dos modelos.

### 2.2. Objetivos específicos

- ✓ Modificar el modelo del software RiesgoHTA 2.0 clasificando las calorías según el alimento del que procedan para mejorar el efecto que tiene cada alimento en el aumento de peso y agregar la medida del perímetro abdominal para mayor precisión en el pronóstico del riesgo.
- ✓ Crear un modelo de dinámica de sistemas en el software evolución para pronosticar a mediano y largo plazo el riesgo que se tiene de padecer DM2, si se mantiene cierto estilo de vida.
- ✓ Desarrollar una nueva versión del software que opere con el nuevo modelo para calcular el riesgo de HTA y DM2.



### **3. Marco de referencia**

#### **3.1. Fundamentos teóricos**

##### ***3.1.1. TIC en el sector de salud en Colombia***

En Colombia la cobertura y el mejoramiento del sector de la salud ha ido creciendo para cubrir de una mejor manera el territorio, el gobierno colombiano ha implementado diferentes programas para esto y uno de los más destacables es el programa Vive Digital, implementado en el periodo del año 2014 al año 2018 en el cual se planteó como metas el mejoramiento del sector salud a través de las TIC, donde sus puntos fuertes fueron la Telemedicina, la Telesalud, el desarrollo de aplicaciones y soluciones para los pacientes afiliados a la seguridad social y por último la implementación de las historias clínicas vía digital. (MinTIC, 2014)

##### ***3.1.2. Pensamiento Sistémico y Dinámica de sistemas***

El pensamiento sistémico es una forma de pensar, que busca comprender el funcionamiento de un sistema desde el conjunto de sus partes al todo, es decir, busca tener una visión del mundo en términos de totalidades en contexto, a diferencia del método científico tradicional que busca aislar las variables de un sistema y estudiarlo por partes, lo cual lo hace una disciplina de enfoque interdisciplinario por lo cual es especialmente importante en distintas áreas del conocimiento como la filosofía, el estudio de los recursos humanos, la cibernética, la psiquiatría, la salud, entre otras. Esta forma de pensar es el contexto de la ingeniería de sistemas, la metodología de sistemas blandos, entre otras tantas, para tener una mejor comprensión, análisis, modelamiento y simulación de sistemas complejos. (Andrade, Dyner, Espinosa, & López, 2001)

##### ***3.1.3. Ingeniería del software***

La ingeniería del software es una disciplina que busca garantizar el correcto funcionamiento de un software antes de que se ponga en funcionamiento, está orientada en el

desarrollo, operación y mantenimiento del software a partir del análisis de la situación, el uso de estructuras, enfoques sistémicos, matemáticas, ciencias de la computación y diferentes herramientas para hacer pruebas de software (Systems group, s.f.).

Las pruebas de software son un conjunto de actividades que buscan comprobar diferentes aspectos de un software además de proveer información objetiva relacionada con el funcionamiento de el mismo. Existen una gran variedad de clases de pruebas que se le pueden hacer a un software de las que encontramos pruebas estáticas (pruebas que no corren el código de la aplicación) y las pruebas dinámicas (pruebas que si corren el código de la aplicación), en el mismo sentido, dependiendo del enfoque técnico que tengan las pruebas pueden ser (Lee, 2020):

- Pruebas de caja negra: Es el componente por el cual se estudia el elemento desde las entradas y salidas que contienen, sin tener en cuenta su funcionamiento interno, es decir, se verifica que las funciones son operativas.
- Pruebas de caja blanca: Estas pruebas se centran directamente en el código, en detalles procedimentales del sistema software, es decir se busca probar que cualquier flujo de ejecución devuelve un valor correcto.
- Testing aleatorio: Son pruebas aleatorias enfocadas en distintos objetivos y etapas del software, tiene que ver con el usuario en el sentido que buscan simular el entorno e identificar posibles “errores”.

#### ***3.1.4. Metodología de sistemas blandos***

La metodología de sistemas blandos es una metodología propuesta por el pensador Peter Checkland, la cual como su nombre lo indica, facilita la comprensión de la diversidad del pensar interpretativo del humano. En esta se trata de aplicar sistemas con una estructura a las organizaciones humanas, para hacer un análisis de estas y proponer modelos que estructuren los

escenarios de manera que se logren conseguir mejoras. (Andrade, Dyner, Espinosa, & López, 2001)

### ***3.1.5. Hipertensión arterial (HTA)***

La Hipertensión arterial es el termino médico que hace referencia a la presión arterial alta, la presión arterial es la medida de fuerza que se ejerce en las arterias a medida que el corazón bombea sangre y se mide en milímetros de mercurio (mm Hg), por lo general la presión arterial se expresa con dos números, como por ejemplo 115/77 mm Hg, donde el primer número hace referencia a la presión que se ejerce cuando el corazón hace un ladito (sistólico) y el segundo número hace referencia a la presión que tiene el corazón cuando está en reposo entre latidos (diastólico). Se considera presión arterial alta cuando la persona tienen una presión sistólica de 130 o superior o una presión diastólica de 80 o superior.

En la mayoría de los casos, las personas que padecen HTA no presentan ningún síntoma o signos de alerta, lo cual hace que esta enfermedad sea ignorada por quien la presenta, por lo cual la OMS insiste en que las personas deben tomar su presión arterial periódicamente (Organización mundial de la Salud, 2021), aun así, alguno de los síntomas que se pueden presentar son: cefaleas matutinas, hemorragias nasales, ritmo cardiaco irregular, alteraciones visuales y acúfenos. Cuando la hipertensión es grave (140 o mayor/90 o mayor mm Hg) se llegan a presentar síntomas como cansancio, náuseas, vomito, confusión, ansiedad, dolor torácico y temblores musculares.

La Hipertensión arterial cuenta con dos tipos de factores de riesgo: los modificables y los no modificables. En el caso de los modificables figuran dietas no saludables (comidas con altos contenidos de sodio, bajo contenido de potasio, dietas ricas en grasas saturadas o grasas trans y poca ingesta de frutas y verduras), inactividad física, el consumo de tabaco, el consumo de alcohol y el sobrepeso o la obesidad. En el caso de los no modificables están los antecedentes de HTA en

la familia, la edad superior a los 65 años y padecer de enfermedades como la diabetes o nefropatías. (Organización mundial de la Salud, 2021)

### ***3.1.6. Diabetes mellitus tipo 2 (DM2)***

La diabetes mellitus tipo 2 antes conocida como diabetes no insulino dependiente o de inicio en la edad adulta, se presenta cuando el organismo no utiliza eficazmente la insulina que produce debido a que sus células han generado una resistencia a ella debido al exceso de peso y la falta de actividad física. La DM2 es el tipo de diabetes más frecuente y en su gran mayoría presenta síntomas como excesiva orina, mucha sed, hambre constante, pérdida de peso, trastornos en la visión y cansancio, sin embargo, estos síntomas se presentan mucho más leves que en la diabetes mellitus de tipo 1, lo cual hace que sea diagnosticada varios años después de manifestarse y cuando ya han aparecido complicaciones. Esta enfermedad se presentaba mayormente en los adultos, no obstante, según información suministrada por la OMS esta enfermedad se está presentando en los niños. (Organización Mundial de la Salud, 2021)

La diabetes mellitus de tipo 2 cuenta con dos tipos de factores de riesgo, los modificables y los no modificables. En el caso de los modificables se encuentran: dietas no saludables con altos contenidos de azúcar procesada o fructosa, inactividad física, obesidad o sobrepeso, distribución de la grasa (se dice que hay mayor probabilidad de tener DM2 cuando la circunferencia abdominal es mayor de 101.6 cm en hombres y 88.9 cm en mujeres), niveles bajos de colesterol HDL (colesterol bueno) y niveles altos de triglicéridos. En el caso de los no modificables se encuentran: antecedentes familiares, edad (45 años o más), raza y origen étnico. (MAYO CLINIC, 2021)

### **3.1.7. *Mantenimiento de software***

Es una de las actividades que hacen parte de la ingeniería del software y es el proceso de mejorar y optimizar un software. Existen 4 tipos de servicios de mantenimiento (Mantemiento.win, 2009):

- Perfectivo: Se conoce también como mantenimiento evolutivo y mejora el software en cuanto rendimiento, usabilidad e incluso nuevos requerimientos.
- Adaptativo: Lo que hace es adaptar el software existente a nuevas tecnologías, como nuevo sistema operativo, o nuevo entorno de base de datos entre otros.
- Correctivo: Corrige errores que se presentaron durante la ejecución.
- Preventivo: Trata de prevenir errores futuros o facilitar un mantenimiento futuro.
- Evolutivo: busca que el programa se adapte continuamente para así corregir los errores que surjan y de esta manera el software no se vea afectado con el paso del tiempo o tenga vulnerabilidades.

Por medio de metodologías de mantenimiento de software se puede determinar y adaptar las características de uso y actividades de este, con una serie de procesos de mantenimiento para gestionar las herramientas.

## **3.2. Antecedentes del tema**

### **3.2.1. *RiesgoHTA Versión 1.0***

RiesgoHTA 1.0 es un software producto del trabajo de grado titulado: Ambiente informático para la interacción médico-paciente en la intervención de factores de riesgo de hipertensión arterial, cuyos autores fueron: Leidy Milena Carrillo Hernández y Yeny Patricia Portilla Hernández. En este trabajo de grado se planteó y creó el modelo para predecir el riesgo de padecer HTA a partir del estudio de Framingham y se creó una aplicación de escritorio basada en

los requerimientos levantados con UISALUD, esta aplicación está enfocada al médico, permite registrar y hacer control a los pacientes por medio de un escenario base y un escenario propuesto, de acuerdo con los factores como la edad, dieta, frecuencia de ejercicio entre otros. Además, se entregó un manual instalador y un manual de usuario.

### ***3.2.2. RiesgoHTA Versión 2.0***

RiesgoHTA 2.0 es un software producto del trabajo de grado titulado: Evaluación y mantenimiento del ambiente informático para la interacción médico-paciente en la intervención de factores de riesgo de hipertensión arterial, cuyos autores fueron: Yenny Katherine Sarmiento Ortiz y Yaddy Katherin Rojas Santos. En este trabajo de grado se evaluó el funcionamiento de la aplicación RiesgoHTA 1.0 y se creó una aplicación web basado en esta, sin embargo, el software RiesgoHTA 2.0 está enfocado en que el paciente pueda obtener la información de su estado de riesgo actual, permite registrarse como paciente, cuenta con modulo para que el visitador de la familia pueda colocar los datos de dicha visita, permite mostrar el riesgo a padecer hipertensión arterial a partir de factores como la edad, dieta, frecuencia de ejercicio, tabaquismo, entre otros.

### ***3.2.3. Estudio de Framingham***

El estudio de Framingham es un estudio sobre el riesgo cardiovascular realizado en la ciudad de Framingham (Massachusetts) en el año 1948 y que aún se encuentra activo donde participa la tercera generación desde que se inició el estudio. El objetivo principal es la detección temprana de enfermedades cardiacas y el diagnóstico de manifestaciones o riesgos en personas sin síntomas aparentes, tomando datos del paciente como: edad, sexo, colesterol HDL, colesterol total, presión arterial sistólica, tabaquismo, diabetes mellitus, hipertrofia ventricular izquierda. (Framingham Heart Study, 2016)

Para el uso de la escala de framingham en pacientes colombianos, según el ministerio de salud, el resultado se debe multiplicar por el factor de corrección que en este caso es de 0.75, esto debido a que el estudio de framingham tiende a sobre estimar el riesgo que puede sufrir un paciente.

#### **3.2.4. *Finnish Diabetes Risk Score (FINDRISK)***

La escala de Findrisc es un instrumento de tamizaje diseñado para pronosticar el riesgo de desarrollar diabetes o prediabetes en un plazo de 10 años a partir de un cuestionario que consta de ocho preguntas las cuales son:

1. Edad.
2. IMC.
3. Perímetro abdominal.
4. Realización de actividad física.
5. Alimentación.
6. Uso de medicación para la HTA.
7. Antecedentes de glicemia.
8. Historial familiar de diabetes.

A cada numeral se le asigna un puntaje y la sumatoria total indica si la persona tiene un riesgo bajo si la sumatoria es menor a 10, moderado si la sumatoria esta entre 10 a 12 y alto si la sumatoria es mayor a 12 puntos.

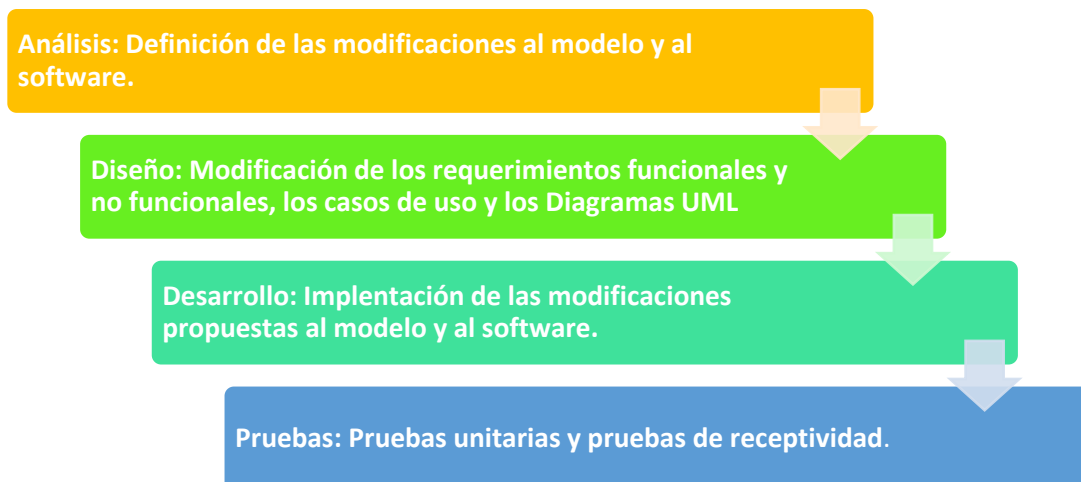
#### 4. Metodología

El presente proyecto, busca potenciar el software RiesgoHTA 2.0 con base en recomendaciones dadas por UISALUD con el fin de mejorar los módulos del paciente y el visitador para que la toma de datos de la simulación se reduzca en términos de tiempo. Además de identificar posibles mejoras en el funcionamiento del modelo de simulación, dados los acuerdos que el personal médico vea pertinentes para el mejoramiento de la salud del paciente y a su vez, ajustarlo para que se base en el estudio de Framingham ajustado para Colombia, debido a que en la versión anterior el modelo se basó en el estudio de Framingham el cual presenta una sobre estimación del riesgo.

Para dar cumplimiento a lo anterior, en este presente proyecto se manejó la metodología de desarrollo en cascada, la cual consiste en un diseño lineal, que propone dividir en fases cada etapa del desarrollo de software, iniciando por la etapa de análisis, seguido por el diseño, el desarrollo y en este caso por tratarse de un prototipo se ajustó para ser completado hasta las pruebas unitarias, tal como se muestra en la siguiente figura:

Figura 1

##### *Metodología en Cascada*



Nota: Autor 2023.



Esta metodología fue elegida debido a que en este proyecto se busca el mejoramiento del primer prototipo web y por lo tanto los módulos tendrán las mismas funcionalidades, es decir, ya se tiene conocimiento de los requerimientos de los módulos. Cabe resaltar, que durante la elaboración de este proyecto se realizó la respectiva documentación de los cambios realizados en el modelo de simulación y el software, además de diferentes propuestas para realizar un adecuado mantenimiento y mejoramiento de este.

#### **4.1.Análisis**

Para que se llevara a cabo la etapa de análisis se partió en dos fases; La primera fase se encargó de identificar posibles fallos en el modelo usado en el software RiesgoHTA 2.0 y la creación del sector que se encargue de pronosticar la tendencia de sufrir diabetes. La segunda fase se centró en la creación de la nueva versión del software al cual se llamó RiesgoHTA-DIABETES en donde se realizaron reuniones con UISALUD para tomar sugerencias que el colectivo considerara pertinentes para ayudar y facilitar la experiencia que los usuarios puedan tener al usar los diferentes módulos web.

Para la identificación de los posibles fallos o comportamientos no esperados en el modelo utilizado en la anterior versión, se plantearon 3 escenarios con posibles pacientes y los resultados de la simulación fueron los siguientes:

- **Escenario 1**

Paciente 1: Claudia Bohórquez

Tabla 1

*Características del Paciente 1*

<b>Edad</b>	<b>Altura</b>	<b>Peso</b>	<b>Presión Sistólica</b>	<b>Presión Diastólica</b>	<b>Herencia</b>	<b>Cigarrillo</b>
50	1.60	68	120	80	Uno de los padres	Fumador

Tabla 2

*Alimentación y Actividad Física del Paciente 1*

<b>Calorías consumidas al día</b>	<b>Actividad física</b>	<b>Tiempo de realización</b>
2200 kcal	• Ver Televisión.	• 180 min.
	• Subir escalera con peso 50-74 lbs.	• 20 min. •
	• Leer.	• 20 min.
	• Correr 6 a 8 mph.	• 20 min.
	• Limpiar casa	• 30 min.

Nota: Autor 2023. Las tablas 1 y 2 dan cuenta de las condiciones físicas y los hábitos del paciente 1.

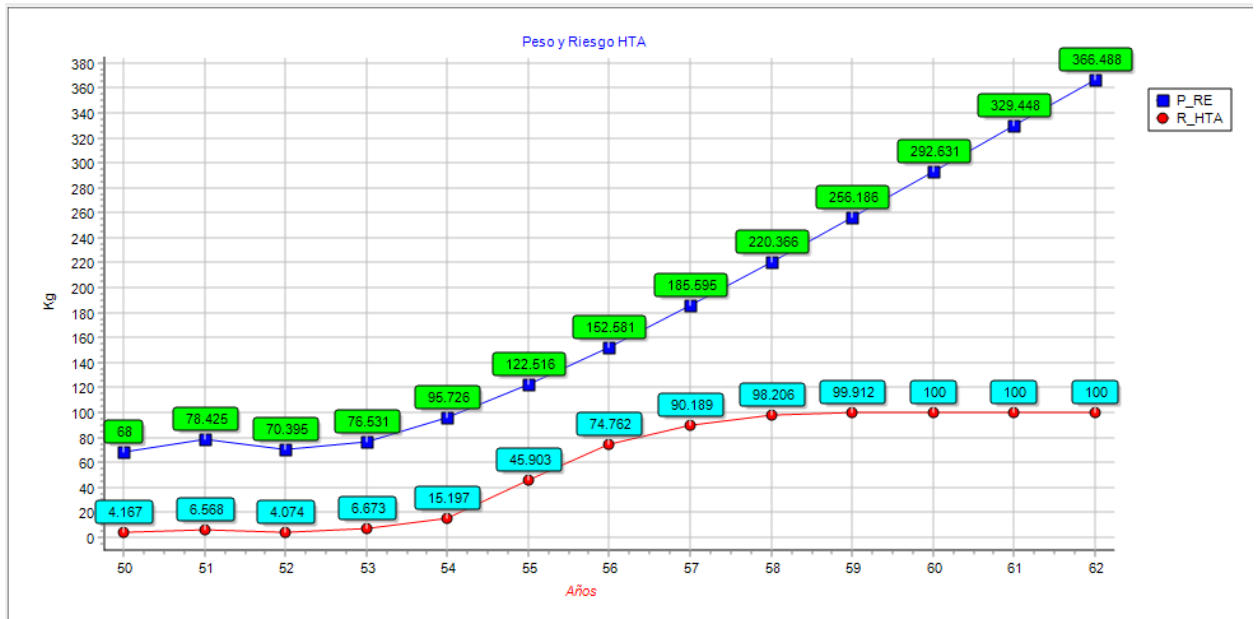
- **Resultados del modelo**

Para el primer paciente se plantea que su alimentación diaria es de aproximadamente 2200 kcal y que su actividad física se encuentra entre los parámetros de una persona sedentaria o con poca actividad física, el acuerdo para la paciente es bajar su consumo calórico diario en 400 kcal

en 80 semanas. A continuación, se muestra la simulación del peso para cuando el paciente cumpla 62 años:

Figura 2

Resultado Peso para el Paciente 1



Nota: Autor 2023. Figura ilustrativa de la aplicación del modelo.

Como se puede ver en la ilustración 1, el riesgo del paciente sube hasta 100 aunque el paciente se acoge a los acuerdos planteados por el personal médico, esto debido a que, en el comportamiento del peso, se encontró un comportamiento no esperado por parte del modelo, ya que el acuerdo plantea que el paciente va a disminuir su consumo de calorías por lo cual su peso debería bajar y solo pasa esto en el año 51.

**Escenario 2**

Paciente 2: Edgar Castellanos

Tabla 3

Características del paciente 2

Edad	Altura	Peso	Presión Sistólica	Presión Diastólica	Herencia	Cigarrillo
50	1.70	73	122	75	Los dos padres	No fuma

Tabla 3

*Alimentación y actividad Física del Paciente 2*

Calorías consumidas al día	Actividad física	Tiempo de realización
1700 kcal	• Correr 6 a 8 mph	• 40 min.
	• Nadar estilo libre.	• 20 min.
	• Montar bicicleta.	• 120 min.
	• Fútbol.	• 45 min.
	• Pasear mascota	• 15 min.

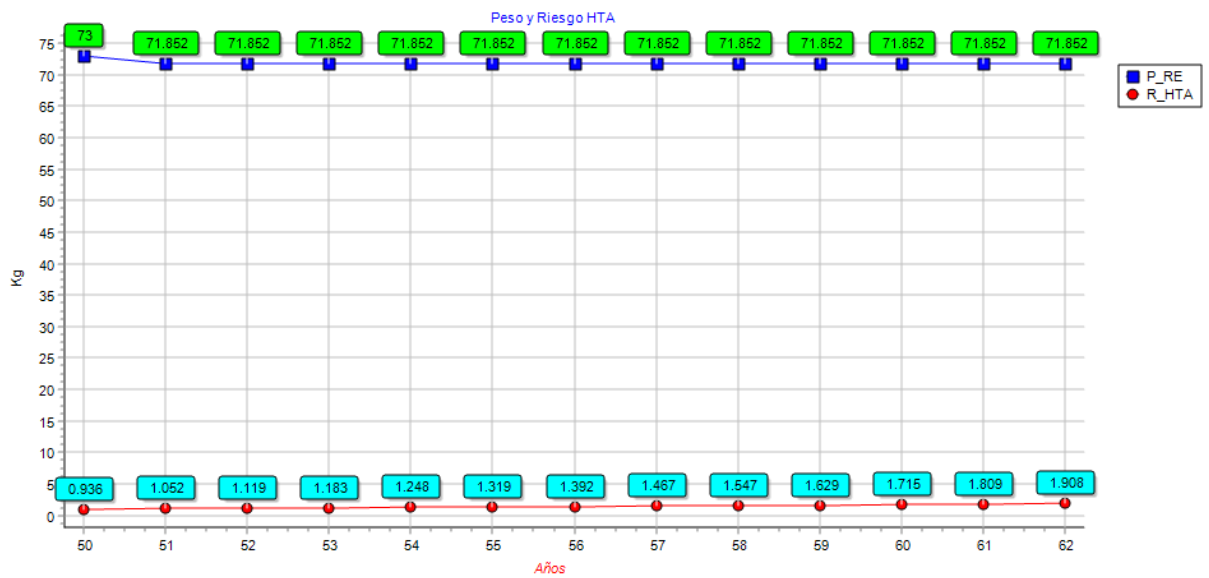
Nota: Autor 2023. Las tablas 3 y 4 dan cuenta de las condiciones físicas y los hábitos del paciente 2.

### • Resultados del modelo

Para el segundo paciente se plantea una alimentación diaria aproximadamente de 1700 kcal y su actividad física se encuentra entre los parámetros de una persona con un nivel de actividad física baja, el acuerdo para el paciente es subir su consumo calórico diario en 400 kcal en 50 semanas. A continuación, se muestra la simulación del peso para cuando el paciente cumpla 62 años.

Figura 3

*Resultado Peso para el Paciente 2*



Nota: Autor 2023. Figura ilustrativa de la aplicación del modelo.

Como el consumo calórico del paciente 2 es menor al que debería consumir diariamente podemos ver que el paciente baja de peso hasta que se cumple las semanas del acuerdo en donde se puede observar que el peso del paciente se estabiliza lo cual es el comportamiento esperado y por lo tanto se puede ver que el riesgo de sufrir HTA también se mantiene constante.

- **Escenario 3**

Paciente 3: Juliana Gonzales

Tabla 4

*Características del paciente 3*

Edad	Altura	Peso	Presión Sistólica	Presión Diastólica	Herencia	Cigarrillo
45	1.63	68	125	80	Los dos padres	Fumador

Tabla 5

*Alimentación y actividad Física del Paciente 3*

Calorías consumidas al día	Actividad física	Tiempo de realización
2000 kcal	• Basquetbol.	• 40 min.
	• Voleibol.	• 20 min.
	• Estar en el computador.	• 210 min. • 40 min.
	• Hacer la comida.	• 15 min.
	• Pasear mascota.	

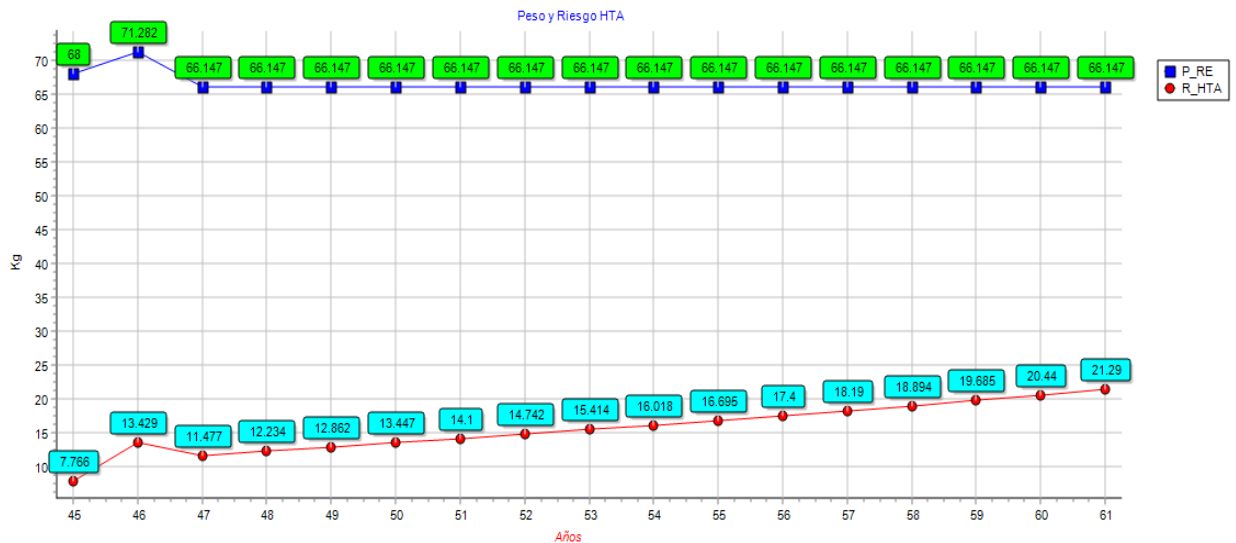
Nota: Autor 2023. Las tablas 5 y 6 dan cuenta de las condiciones físicas y los hábitos del paciente 3.

- **Resultados del modelo**

Para el tercer paciente se plantea una alimentación diaria aproximadamente de 2000 kcal y su actividad física se encuentra entre los parámetros de una persona con un nivel de actividad física sedentaria, el acuerdo para el paciente es bajar su consumo calórico diario en 200 kcal en 40 semanas. A continuación, se muestra la simulación del peso para cuando el paciente cumpla 61 años.

Figura 4

*Resultado Peso para el Paciente 3*



Nota: Autor 2023. Figura ilustrativa de la aplicación del modelo.

Para el tercer paciente el comportamiento del peso es acorde al acuerdo, después de pasadas las semanas del acuerdo empieza a disminuir el consumo el peso y se estabiliza. Después de analizar los tres escenarios se llega a la conclusión de que el comportamiento del modelo tiene algunos inconvenientes por lo cual se va buscó ajustar el modelo para que se acerque lo más posible a los comportamientos esperados dados por los especialistas.

Al haber terminado la primera fase del análisis, se procedió a presentarle los problemas del modelo al colectivo de UISALUD los cuales añadieron la necesidad de diferenciar la procedencia de las calorías en la simulación del modelo, es decir, que se calculen las calorías aportadas por cada uno de los macronutrientes (proteínas, grasas y carbohidratos).

Por último, se procedió a preguntar los posibles cambios que creyeran pertinentes y beneficiosos para mejorar y facilitar la experiencia que el usuario pueda llegar a tener con el software, a continuación, se presentan las modificaciones sugeridas:

1. Guardar la altura del paciente en el registro de usuarios para que pueda ser reutilizada en la simulación.

2. Actualizar la simulación de la visita, para que al seleccionar al paciente se tome automáticamente el sexo, la altura y la edad.
3. Modificar la tabla encargada de los alimentos en la base de datos para que se tome en cuenta la medida cacera, los carbohidratos, las grasas y las proteínas aportadas.
4. Modificar la sección de la alimentación para que se pueda buscar el alimento por el nombre.
5. Agregar los datos de IMC, PAL y perímetro abdominal al historial de visitas.
6. Modificar la simulación del paciente, para que el paciente solo pueda simular con su alimentación y ejercicio sin disminuir o aumentar la cantidad de calorías consumidas.
7. Limitar el aumento o disminución del peso del paciente teniendo en cuenta IMC, es decir, el peso del paciente aumentara hasta que el IMC se encuentre en un valor mayor a 40 (obesidad tipo III) y disminuirá hasta que el IMC se encuentre en un valor menor a 16 (Desnutrición severa).

#### **4.2.Diseño**

Así como la anterior versión, el prototipo resultado de este proyecto está pensado para el servicio de los profesionales de la salud y los pacientes, de tal manera que sirva para que el paciente pueda tomar conciencia de las repercusiones que pueden tener sus hábitos en su estado de salud, ampliando los posibles pronósticos al adicionar el sector de la diabetes en la consulta.

Cabe mencionar que para elaborar este prototipo se creó desde cero el BackEnd y se reutilizo algunas partes del código del FrontEnd, debido a que los materiales proporcionados por las autoras del anterior proyecto presentaban errores que imposibilitaban la reutilización total del código. Sin embargo, este prototipo sigue cumpliendo con los requerimientos funcionales y no funcionales propuestos por el anterior proyecto, con la diferencia que, en esta versión, se mejoró



el sector de la alimentación con el propósito de reducir el tiempo que toma el describir los alimentos que consume diariamente el paciente y se agregó la visualización de los macro nutrientes que componen cada uno de los alimentos, con el fin de que el profesional de nutrición pueda mostrarle al paciente como su salud se ve afectada por la dieta que consume y como puede mejorar la ingesta de alimentos ayudado por los macronutrientes que componen cada uno de los alimentos.

De igual manera, en el módulo que le permite ver al personal de salud y al paciente el historial de cada una de las visitas se adiciono los datos del perímetro abdominal, el IMC y el PAL, así como imágenes informativas que le permita al paciente comparar sus resultados con los valores normales que debería tener según su edad y su género.

#### **4.2.1. Requerimientos Funcionales**

A continuación, se mostrarán los requerimientos funcionales del software HTA 2.0 que se tuvieron que modificar en esta nueva versión para satisfacer las modificaciones descritas hasta el momento en este documento:

Tabla 6

*Plantilla De Requerimientos Funcionales*

<b>ID</b>	<i>&lt;Identificador del requerimiento&gt;</i>		
<b>Nombre</b>	<i>&lt;Nombre representativo que define el requerimiento&gt;</i>		
<b>Complejidad</b>	<i>&lt;Que tan difícil es cumplir con el requerimiento&gt;</i>	<b>Prioridad</b>	<i>&lt;Prioridad del requerimiento de acuerdo a la métrica (1.5.4) &gt;</i>
<b>Usuarios</b>	<i>&lt;Quien hará uso de la aplicación&gt;</i>		
<b>Descripción</b>			

---

<Descripción resumida y clara del requerimiento>

---

**Consideraciones**

<Descripción más detallada del requerimiento y lo que se debe tener en cuenta para su completo desarrollo>

---

Tabla 8

*RF01-Registrar Paciente*

<b>ID</b>	<b>01</b>		
<b>Nombre</b>	<i>Registrar paciente</i>		
<b>Complejidad</b>	<i>Media</i>	<b>Prioridad</b>	<i>5</i>
<b>Usuarios</b>	<i>Pacientes</i>		

**Descripción**

*El paciente podrá entrar en la plataforma y hacer clic sobre un botón ¿no estas registrado?, donde pondrá datos como: Nombres, apellidos, sexo, fecha de nacimiento, tipo de documento, número de documento, correo electrónico, contraseña, celular o teléfono, altura, ciudad, dirección y barrio.*

**Consideraciones**

*Para esta versión se adiciono al registro la altura del paciente para poder ser reutilizada en la simulación del paciente.*

---

Tabla 9

*RF03-Hacer Simulaciones*

<b>ID</b>	<b>03</b>		
<b>Nombre</b>	<i>Hacer simulaciones</i>		
<b>Complejidad</b>	<i>Media</i>	<b>Prioridad</b>	5
<b>Usuarios</b>	<i>Pacientes y visitantes</i>		
<b>Descripción</b>			
<i>Los pacientes y los visitantes podrán realizar simulaciones con los datos necesarios cuantas veces quieran, no obstante, las simulaciones realizadas por los pacientes no quedarán guardadas en la base de datos y las simulaciones realizadas por los visitantes tendrán campos extras importante para el análisis del personal médico.</i>			
<b>Consideraciones</b>			
<i>-El visitante puede escoger el paciente al cual se le realizara la visita, para obtener datos como sexo, edad y altura.</i>			
<i>-Todos los datos de la visita quedaran guardados.</i>			
<i>-Se podrá ver la tendencia de sufrir HTA y la tendencia de sufrir DM2.</i>			

Tabla 10

*RF07 Historial de Visitas*

<b>ID</b>	<b>07</b>		
<b>Nombre</b>	<i>Historial</i>		
<b>Complejidad</b>	<i>Media</i>	<b>Prioridad</b>	5

Usuarios	<i>Pacientes, Visitador</i>
<b>Descripción</b>	
<p><i>Tanto el paciente como el visitador tendrá acceso al historial de visitas que se han realizado, es decir el paciente podrá ver su historial de visitas en su rol de paciente, y el visitador desde su módulo, podrá ver el historial de todos los pacientes que pertenecen a su lista.</i></p>	
<b>Consideraciones</b>	
<p>El paciente y el visitador verán la fecha de la vista, el nombre del visitador, el peso, el PAL, el IMC y el perímetro abdominal que se registró en la visita, observaciones dadas por el visitador al paciente.</p>	

Nota: Autor 2023.

En el caso de los requerimientos no funcionales se mantienen exactamente igual que en el anterior proyecto. Los requerimientos funcionales y no funcionales para este proyecto se encuentran en el Apéndice A.

### **4.3. Diagramas UML**

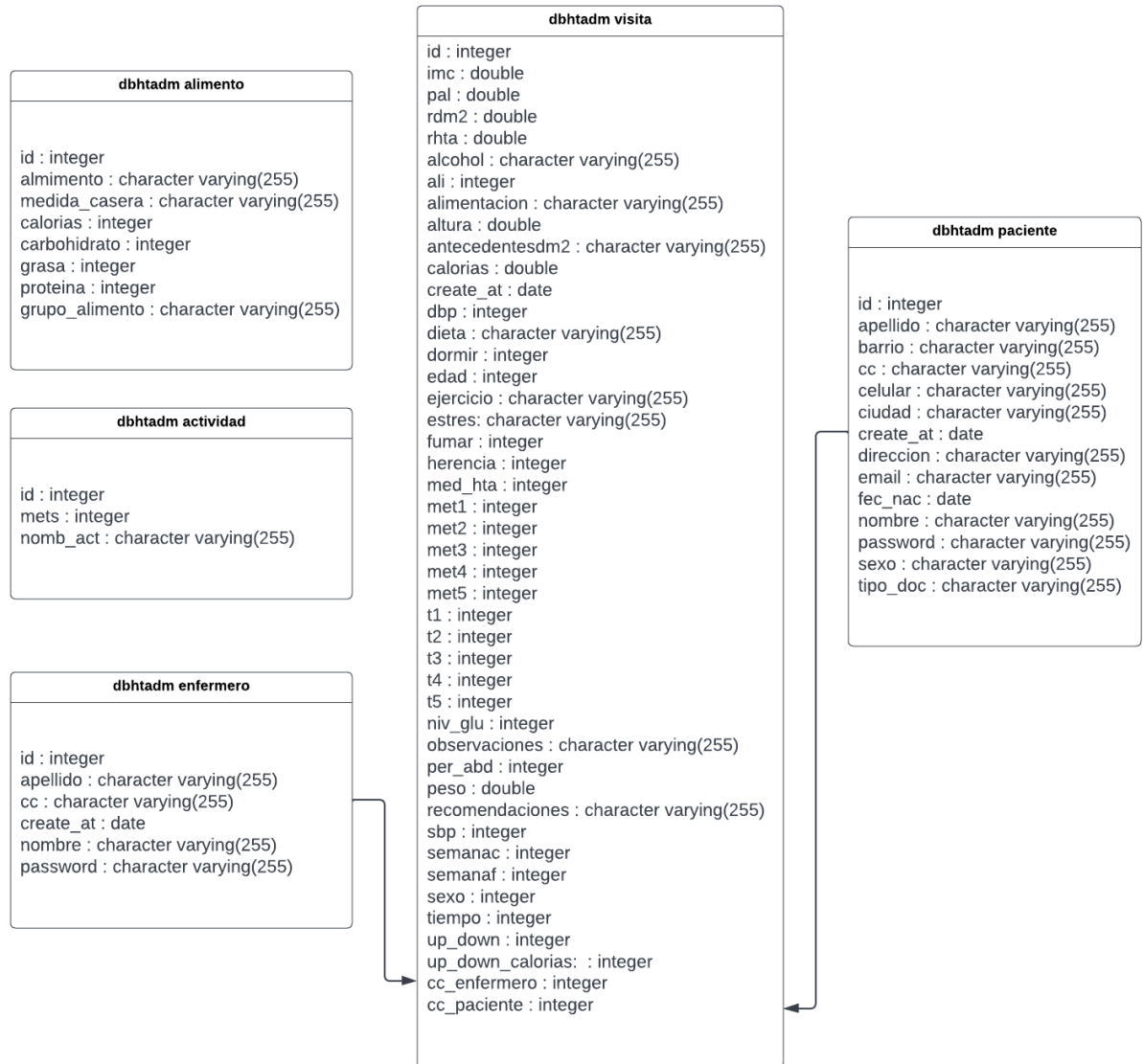
Así como la sección anterior, en esta se mostrarán las modificaciones a los diagramas existentes de la versión del software HTA 2.0.

#### **4.3.1. Diagrama Entidad Relación**

Para este prototipo se implementó una base de datos similar a la usada en el anterior prototipo. La gran diferencia de esta versión radica en que todos los datos de la visita serán guardados, esto pensando para que en una futura versión se pueda volver a simular con los datos de las visitas para comparar el progreso del paciente con los resultados de la simulación.

Figura 5

Diagrama Entidad Relación



Nota: Autor 2023.

### 4.3.2. Diagrama de casos de uso

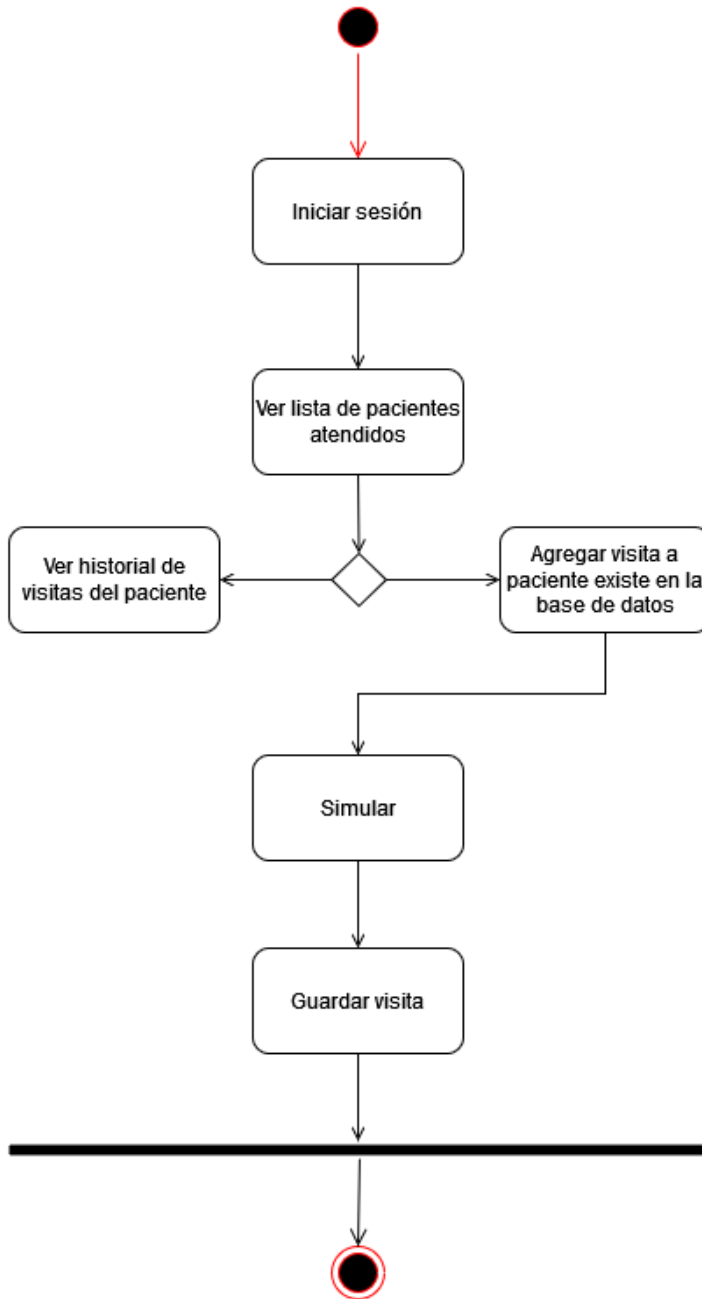
Al ser este proyecto una nueva versión del anterior software, el diagrama general de casos de uso también es el mismo, con la diferencia que para ajustarse a las modificaciones propuestas

en este proyecto se les realizaron modificaciones a algunos diagramas de actividades y a algunos casos de uso.

#### 4.3.3. Diagrama de actividades

Figura 6

Diagrama de actividades del visitador



Nota: Autor 2023.

Como se pudo observar, el diagrama de actividades del visitador fue modificado ya que para esta versión el visitador asume que todos los pacientes a los que les realizara una visita se encuentran registrados en la base de datos.

Para el caso del diagrama de actividades del paciente se mantiene exactamente igual que en la versión anterior y se podrá encontrar en el Apéndice A.

#### **4.3.4. Descripción casos de uso**

Así como en la sección (# requerimientos funcionales) se mostraron las modificaciones hechas a los requerimientos funcionales planteados en la anterior versión, en esta sección se describirán a fondo las modificaciones de los casos de uso. La plantilla utilizada para describir los casos de uso fue la siguiente:

Tabla 11

*Plantilla Casos de Uso*

<b>ID:</b>		<b>Id Requerimiento:</b>	
<b>Nombre:</b>			
<b>Actores:</b>			
<b>Descripción</b>			
<b>Pre-condiciones</b>			
<b>Flujo normal</b>			
<b>Flujos alternativos</b>			
<b>Post-condiciones</b>			

Tabla 12

*CU2 Registrarse*

<b>ID:</b>	<b>CU2</b>	<b>Id Requerimiento:</b>	<b>RF01</b>
<b>Nombre:</b>	<i>Registrarse</i>		
<b>Actores:</b>	<i>Paciente</i>		
<b>Descripción</b>			
<i>El caso de uso inicia cuando el paciente que no pertenece a la entidad de salud quiere usar la plataforma, pero no se ha registrado aún.</i>			
<b>Pre-condiciones</b>			
<i>Ninguna</i>			
<b>Flujo normal</b>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El paciente hace clic sobre el botón: <u>¿no estas registrado?</u></li> <li>2. El paciente pone los datos correspondientes en el formulario <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombres</li> <li>• Apellidos</li> <li>• Sexo</li> <li>• Fecha de nacimiento</li> <li>• Tipo de documento</li> <li>• Número de documento</li> <li>• Correo electrónico</li> <li>• Contraseña</li> <li>• Celular o teléfono</li> <li>• Altura</li> <li>• Ciudad</li> <li>• Dirección</li> <li>• Barrio</li> </ul> </li> <li>3. El paciente hace clic sobre guardar</li> </ol>			



- 
4. La plataforma vuelve a la página principal de inicio de sesión

### **Flujos alternativos**

#### *EL PACIENTE VA AL INICIO DE SESIÓN ANTES DE GUARDAR*

1. El paciente se está registrando y antes de guardar intenta ir al inicio
2. Se muestra un mensaje de alerta, preguntando si está seguro de salir y perder los cambios:
  - 2.1 El paciente hace clic en aceptar
    - 2.1.1 La página se redirige al inicio de sesión, pero el paciente no puede operar
  - 2.2 El paciente hace clic sobre cancelar
    - 2.2.1 Se mantiene en el formulario y termina de llenar la información
    - 2.2.2 Hace clic sobre guardar
    - 2.2.3 Vuelve al inicio de sesión

#### *EL PACIENTE DEJA CAMPOS VACIOS*

1. El paciente está llenando su registro y deja campos vacíos
2. El paciente hace clic en guardar
3. Se muestra un mensaje indicando que hay campos vacíos
4. Hasta que el formulario se llene por completo no se puede guardar

### **Post-condiciones**

*Ninguna*

---

Tabla 13

*CU4 Agregar Visita*

<b>ID:</b>	<b>CU4</b>	<b>Id Requerimiento:</b>	<b>RF04</b>
<b>Nombre:</b>	<i>Agregar visita</i>		

---

<b>Actores:</b>	<i>Visitador</i>
<b>Descripción</b>	
<i>Después de que el visitador inicia sesión, se desplegará la lista de los pacientes a los cuales ha visitado o una lista vacía si no ha realizado ninguna visita, en ambos casos estará habilitado el botón para agregar una nueva visita para cualquier paciente que se encuentre registrado.</i>	
<b>Pre-condiciones</b>	
<i>El visitador debe estar logueado.</i>	
<i>El paciente debe haberse registrado.</i>	
<b>Flujo normal</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El visitador inicia sesión</li> <li>2. El visitador hace clic sobre el icono de agregar visita.</li> <li>3. El visitador selecciona al paciente que se le va a hacer la visita.</li> <li>4. El visitador digita la información relacionada con la alimentación, la actividad física, la presión entre otros para poder simular.</li> <li>5. El visitador simula y discute con el paciente.</li> <li>6. Se despliegan otros campos para recolectar información adicional</li> <li>7. El visitador llena toda la información</li> <li>8. El visitador hace clic sobre guardar visita</li> <li>9. Se guarda la visita</li> </ol>	
<b>Flujos alternativos</b>	
<i>CAMPOS NULOS EN LOS FORMULARIOS</i>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El visitador inicia sesión</li> <li>2. El visitador hace clic sobre el icono de agregar visita.</li> <li>3. El visitador selecciona al paciente que se le va a hacer la visita.</li> </ol>	

4. El visitador digita la información relacionada con la alimentación, la actividad física, la presión entre otros para poder simular.
5. Se muestra una alerta de campos vacíos.
6. El visitador completa los campos vacíos.
7. El visitador simula y discute con el paciente.
8. Se despliegan otros campos para recolectar información adicional
9. El visitador llena toda la información
10. Aparece una alerta de campos vacíos
11. El visitador confirma que todo esté lleno, completa y vuelve a hacer clic sobre guardar

---

**Post-condiciones**

*Ninguna*

---

Tabla 14 CU5 Historial de Visitas

<b>ID:</b>	<b>CU5</b>	<b>Id Requerimiento:</b>	<b>RF07</b>
<b>Nombre:</b>	<i>Historial</i>		
<b>Actores:</b>	<i>Paciente y visitador</i>		
<b>Descripción</b>			
<i>El caso de uso se da cuando el paciente quiere conocer las visitas que le han realizado o el visitador quiere ver las visitas que le han realizado al paciente.</i>			
<b>Pre-condiciones</b>			
<i>Estar logueado</i>			
<b>Flujo normal</b>			

**PARA EL PACIENTE:**

1. El paciente hace clic sobre el icono de configuración que estará en la parte derecha superior
-

- 
2. Hace clic sobre historial
  3. Se muestra una tabla con las visitas que le han realizado con la siguiente la información:
    - Fecha de la visita
    - Nombre del visitador que realizo la visita
    - Presión sistólica – presión diastólica
    - Peso
    - IMC
    - PAL
    - Perímetro abdominal
    - Observaciones

*PARA EL VISITADOR*

1. El visitador hace clic sobre el botón de historial que está al frente del paciente
2. Se muestra una tabla con las visitas que le han realizado al paciente con la siguiente la información:
  - Fecha de la visita
  - Nombre del visitador que realizo la visita
  - Presión sistólica – presión diastólica
  - Peso
  - IMC
  - PAL
  - Perímetro abdominal
  - Observaciones

---

**Flujos alternativos**

*Ninguno*

---

**Post-condiciones**

*Ninguna*

---

Tabla 15

*CU6 Simular*

<b>ID:</b>	<b>CU6</b>	<b>Id Requerimiento:</b>	<b>RF03</b>
<b>Nombre:</b>	<i>Simular</i>		
<b>Actores:</b>	<i>Paciente y visitador</i>		
<b>Descripción</b>			
<i>Tanto el visitador como el paciente podrán hacer la simulación que muestra la tendencia a sufrir de hipertensión arterial y diabetes, tendrán un formulario donde digitaran la información pertinente sobre la actividad física y la dieta que calculara la tendencia del riesgo el cual se mostrará en una gráfica.</i>			
<b>Pre-condiciones</b>			
<i>Estar logueado</i>			
<b>Flujo normal</b>			
<i>Para el paciente:</i>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El paciente llena los datos pertinentes para hacer la simulación</li> <li>2. Hace clic sobre: mostrar tendencia</li> <li>3. Se muestra la gráfica de: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tendencia a sufrir de hipertensión</li> <li>• Peso</li> </ul> </li> <li>4. Se muestra la tendencia de sufrir diabetes.</li> <li>5. Si el paciente desea cambiar algún dato lo puede hacer y después hace clic sobre el botón actualizar datos que está encima de la gráfica</li> <li>6. Se generan las nuevas gráficas con los nuevos datos</li> </ol>			
<i>Para el visitador:</i>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El visitador crea una visita</li> </ol>			

- 
2. El visitador selecciona al paciente al cual se le realizara la simulación para obtener datos como el sexo, la edad y la altura.
  3. Llena los datos faltantes para la simulación
  4. Se muestran las gráficas de:
    - Tendencia al riesgo de hipertensión
    - Peso
  5. Se muestra la tendencia de sufrir diabetes.
  6. Si el visitador quiere simular con otros datos puede hacerlo, solo debe cambiar los datos y hacer clic sobre el botón actualizar datos que está debajo de la grafica

### **Flujos alternativos**

#### *El Paciente es diabético*

##### *Para el paciente:*

1. El paciente llena los datos pertinentes para hacer la simulación
2. Hace clic sobre: mostrar tendencia
3. Se muestra la gráfica de:
  - Tendencia de sufrir de hipertensión
  - peso
4. Si el paciente desea cambiar algún dato lo puede hacer y después hace clic sobre el botón actualizar datos que está encima de la gráfica
5. Se generan las nuevas gráficas con los nuevos datos

##### *Para el visitador:*

1. El visitador crea una visita
2. El visitador selecciona al paciente al cual se le realizara la simulación para obtener datos como el sexo, la edad y la altura.
3. Llena los datos faltantes para la simulación
4. Se muestran las gráficas de:

- 
- Tendencia al riesgo de hipertensión
  - Peso
5. Si el visitador quiere simular con otros datos puede hacerlo, solo debe cambiar los datos y hacer clic sobre el botón actualizar datos que está debajo de la grafica

---

**Post-condiciones**

*Ninguno*

---

Nota: Autor 2023.

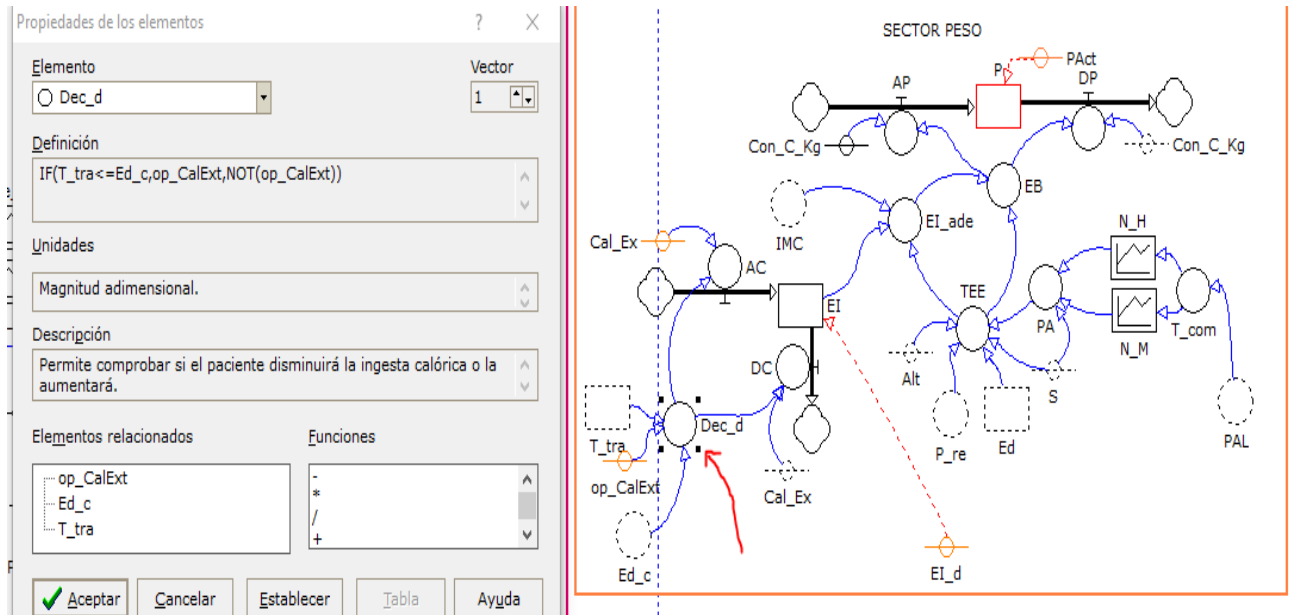
#### **4.4.Desarrollo**

##### ***4.4.1. Modificaciones al modelo***

Como se pudo observar en la sección 4.1, el modelo utilizado en la versión anterior presenta una falla en el cálculo del peso, ya que se alejaba del comportamiento previsto que puede tener un paciente que siga los acuerdos, por lo cual se analizó el comportamiento de los flujos que se encargan del aumento del peso donde se encontró inconvenientes en la siguiente variable del modelo:

Figura 7

*Error Sector Peso*



Nota: Autor 2023.

La función descrita en la variable *Dec\_d*, la cual se encarga de comprobar si el paciente disminuye o aumenta la ingesta calórica, tenía el problema que al cumplir el tiempo propuesto para bajar su consumo calórico empezaba a subir en vez de bajar, lo cual generaba que el paciente aumentara en 400 kcal todos los días en su dieta y por ende el peso del paciente subía indeterminadamente.

Para solucionar ese inconveniente, se crearon dos variables que se encarguen de subir o bajar el consumo calórico cuando se cumpla el tiempo previsto para el tratamiento del paciente, además se modificó las variables encargadas de aumentar el consumo calórico del paciente para que la cantidad de calorías que el paciente tenga que aumentar o disminuir se repartan durante el tiempo del tratamiento, lo cual implica que el paciente cambie su dieta progresivamente y no como se planteaba en el modelo anterior, el cual cambiaba de golpe al cumplir las semanas del acuerdo.

Figura 8

*Correcciones al Modelo*





Figura 9

Resultado Modelo Modificado Paciente 1

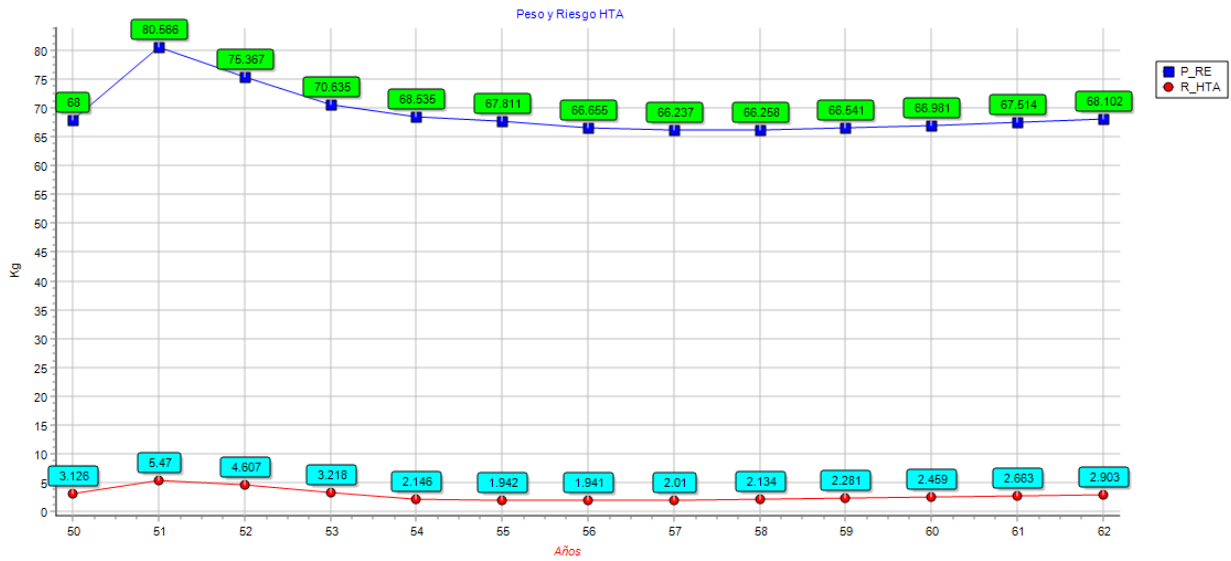


Figura 10

Resultado Modelo Modificado Paciente 2

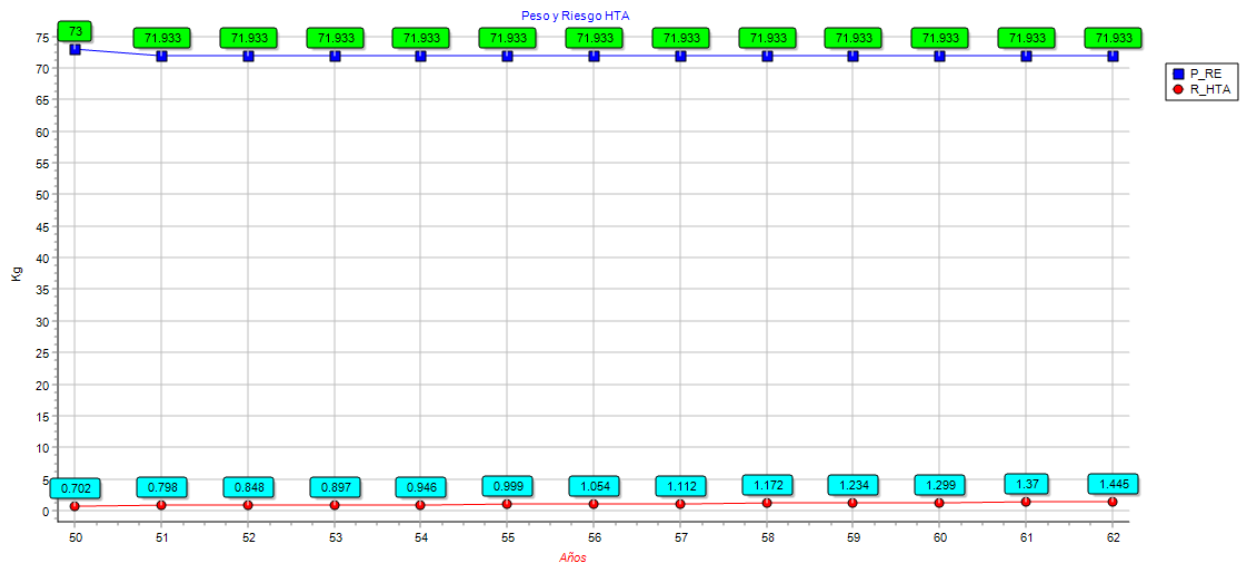
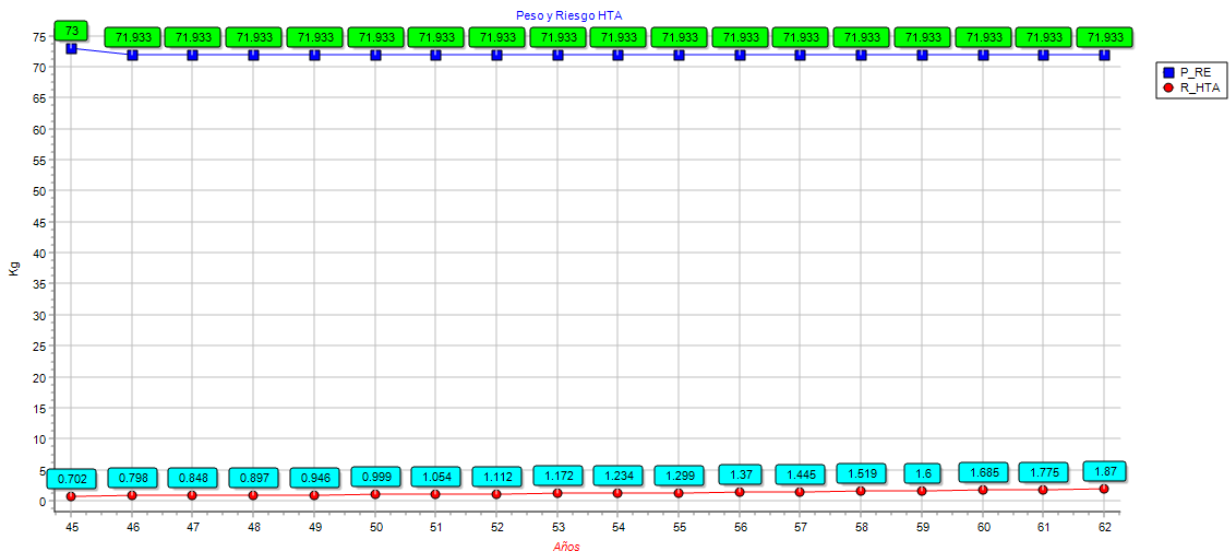


Figura 11

Resultado Modelo Modificado Paciente 3



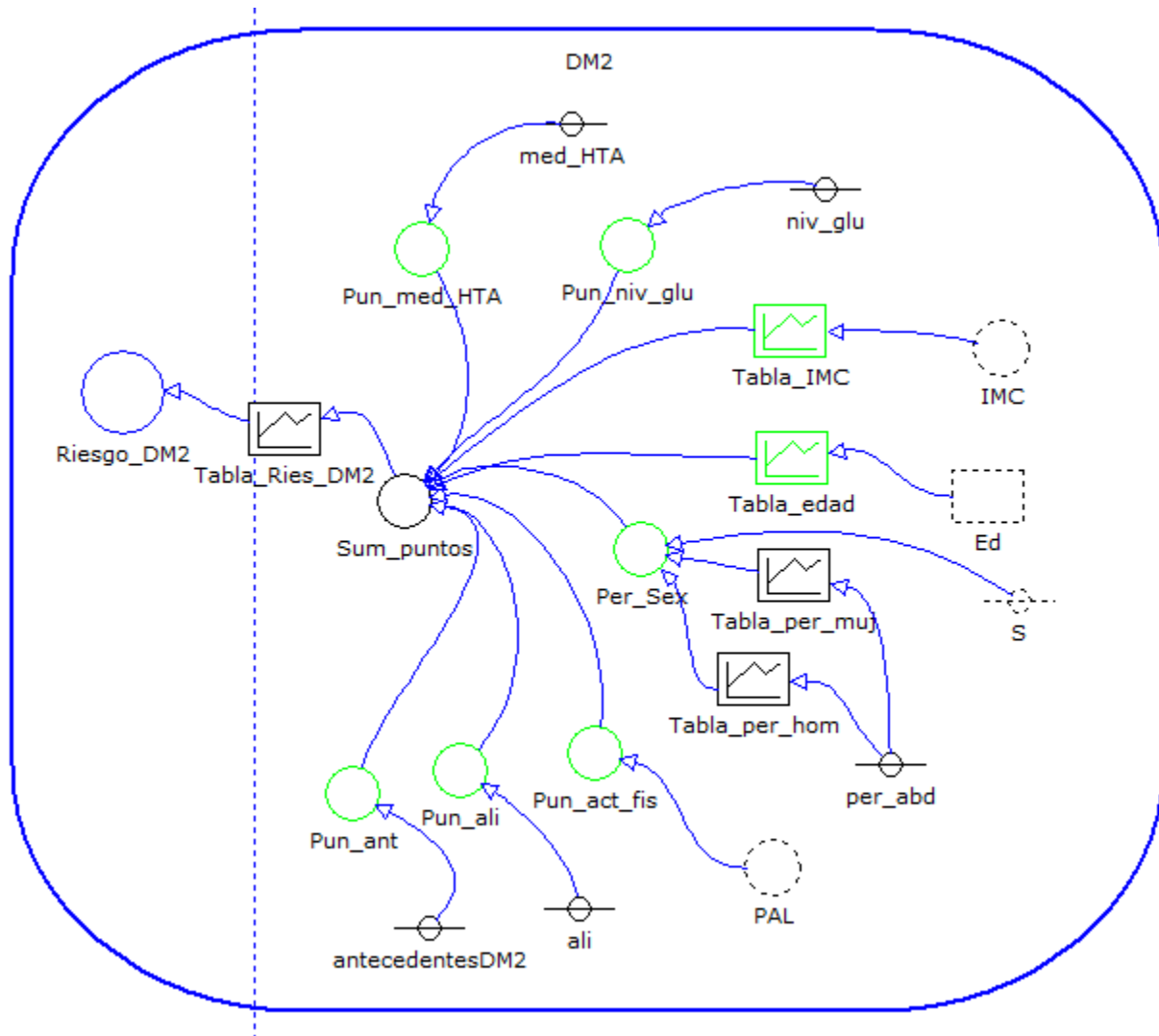
Nota: Autor 2023.

Después de corregir el inconveniente que se presentó en el primer escenario, se procedió a crear el nuevo sector encargado de pronosticar la tendencia de padecer DM2. Para la creación del nuevo sector se tomó como base la escala de FINDRISK, la cual calcula la tendencia a partir de los antecedentes familiares con la diabetes, si el paciente se alimenta de vegetales y frutas constantemente, la actividad física del paciente, el perímetro abdominal, el género del paciente, la edad del paciente, el IMC, el nivel de glucosa y si es que el paciente toma o no medicamentos para la HTA.

La escala de FINDRISK se tomó para esto proyecto debido a que es el único estudio para detectar diabetes o prediabetes permitido por en el Ministerio de Salud Colombiano y por ende el único que podría ser incluido para el uso de la entidad UISALUD.

Figura 12

Sector Diabetes Mellitus 2



Nota: Autor 2023.

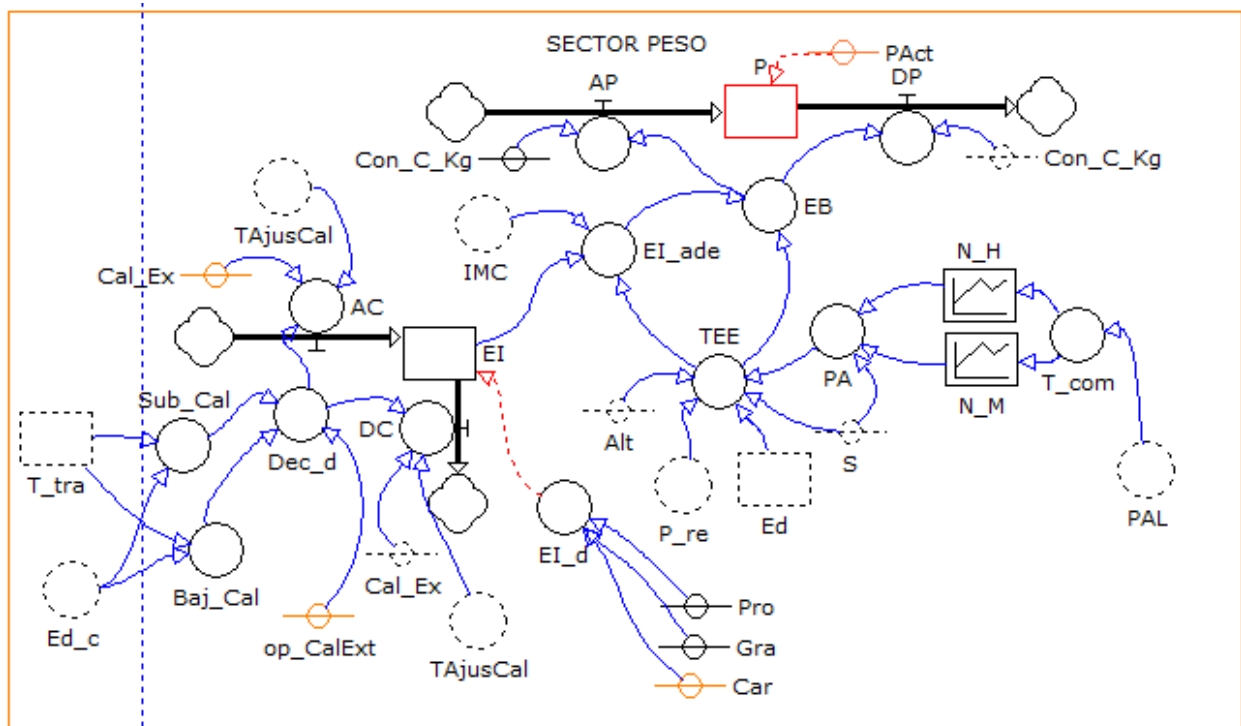
Para colocarle límites al aumento o disminución de peso se modificó la variable EI\_ade, de manera que si no se cumple que el IMC es menor o igual a 16 o si es mayor a 40, se tomara la variable EI, la cual representa la ingesta calórica diaria por la comida, pero si la condición anterior se cumple, se toma la variable TEE la cual indica el gasto energético total dado por la termorregulación, efecto térmico de la comida, nivel de actividad física, altura, sexo y edad.

Así mismo, se crearon 3 parámetros en el sector del peso los cuales representan la cantidad de proteínas, grasas y carbohidratos que contiene la dieta del paciente. Cabe mencionar que la

validación del nuevo sector del modelo y los resultados de las simulaciones para los 3 escenarios vistos se encuentran en el Apéndice B.

Figura 13

*Modificación Sector Peso Macronutrientes*



Nota: Autor 2023.

#### 4.4.2. Modificaciones al software HTA 2.0

Para este proyecto en una primera instancia se contempló realizar las respectivas modificaciones propuestas por UISALUD al software ya existente, sin embargo, el código resultado del anterior proyecto presentaba errores que imposibilitaban la reutilización total del mismo, por lo cual se optó por crear desde cero el Back-end, el cual se encargaba de las operaciones CRUD con la base de datos y la simulación del riesgo de sufrir HTA. En el caso del Front-end se decidió reutilizar parte del código de la anterior versión, el cual se encargaba de las interacciones

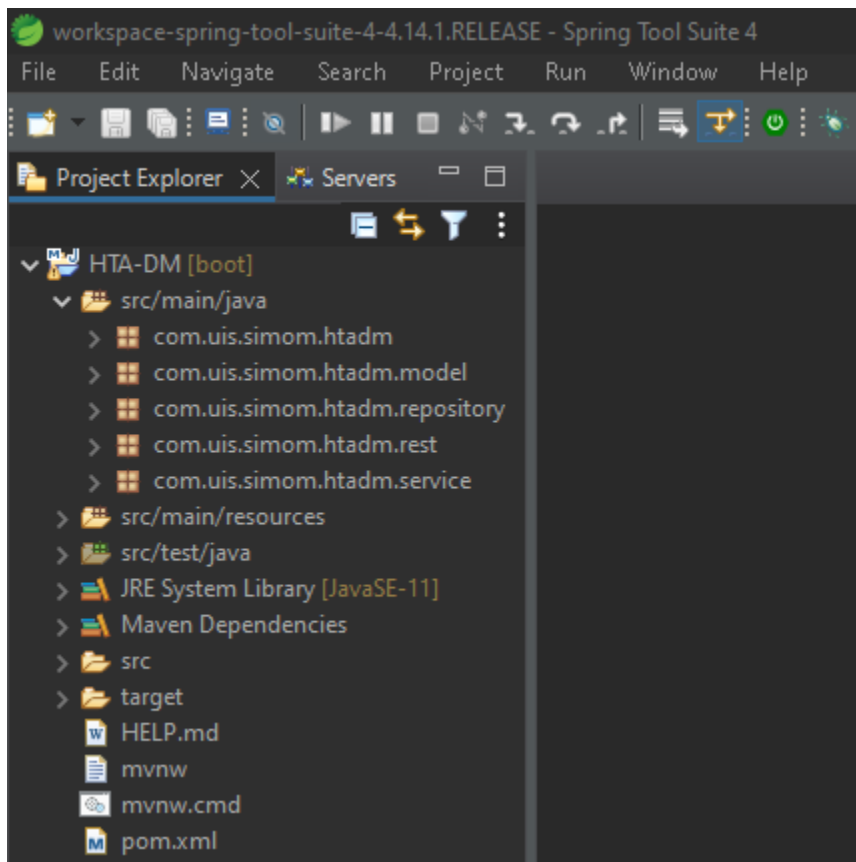
que tienen los usuarios con el simulador, ya que también presentaba errores que imposibilitaban su uso total.

Para la realización del Back-end al igual que en la anterior versión, se utilizó el framework de Spring, a través del IDE (Integrated Development Environment) Spring Boot, ya que en la primera instancia del proyecto se contempló el poder reutilizar el Front-end y se enfocaron los esfuerzos y el tiempo en la codificación de la nueva versión modelo que contemplaba el riesgo de sufrir HTA y DM2.

El resultado de la estructura y funcionamiento del Back-end es el siguiente:

Figura 14

*Estructura Back-end*



Nota: Autor 2023.

Como se muestra en la ilustración 11, los paquetes inician con la estructura `com.uis.simon.htadm`, la cual hace referencia al grupo de investigación y a la versión del software.

**Model:** Se encarga de tener las clases que representan los objetos de persistencia, es decir, se encuentran todas las tablas que se utilizan en la base de datos.

**Repository:** Se encarga de las operaciones de lectura y escritura en cada una de las tablas de la base de datos.

**Rest:** Se encarga de tener las peticiones HTTP las cuales se encargan de crear (POST), leer (GET), Actualizar (PUT) y eliminar (DELETE), los datos de la base de datos.

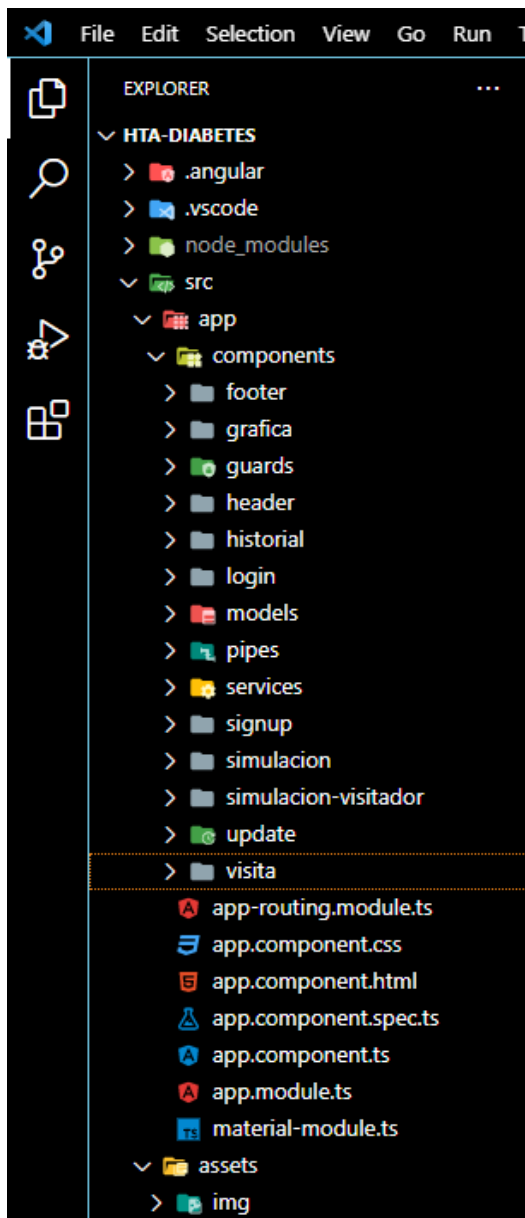
Para cada tabla de la base de datos se creó un controlador que se encarga de las peticiones correspondientes a la misma.

**Service:** Se encarga de personalizar opciones que tienen los repositorios para que se puedan utilizar en las peticiones HTTP, de contener el modelo de simulación que se encarga de calcular los riesgos de HTA y DM2 con base al modelo de Evolucion y se encarga de verificar si el usuario que ingresa se encuentra en la base de datos.

Al probar el funcionamiento del Back-end y verificar que todo funcionase como debería, se procedió a poblar la base de datos con la información de los macronutrientes de cada alimento, los cuales se tomaron de (Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, 2015) y luego se procedió modificar el Front-end existente. No obstante, después de verificar el código proporcionado, se observó que contaba con errores que imposibilitaban el uso total del mismo, por lo que se optó en crear de nuevo el Front-end haciendo uso parcial de los archivos HTML y CSS que se encargaban del registro del paciente, el login de los usuarios, el historial de los pacientes y el formulario de la simulación.

Para esta nueva versión el Front-end fue realizado nuevamente con el framework de Angular en su versión 13, esto debido a que ya la anterior versión fue realizada en el mismo framework y además se contaba con conocimientos previos en typescript lo cual facilito bastante el desarrollo con esta tecnología. A continuación, se muestra la estructura del front-end:

Figura 15

*Estructura Front-end*

Nota: Autor 2023.



**Footer:** en esta carpeta se encuentra el componente encargado de la parte inferior de la página web, la cual contiene links de interés, como: link de la Universidad Industrial de Santander, link grupo de investigación SIMON y la versión del software con el año actual.

**Grafica:** en esta carpeta se encuentra el componente encargado de graficar los resultados de la simulación proporcionada por el back-end.

**Guards:** en esta carpeta se encuentra los guards, los cuales se encargan de proteger las rutas de la aplicación, es decir, permiten que los usuarios ingresen a una ruta si y solo si tienen permiso.

**Header:** en esta carpeta se encuentra el componente encargado de la parte superior de la aplicación, es decir, se encarga de mostrar la barra dependiendo del usuario que ingresa.

**Historial:** en esta carpeta se encuentra el componente encargado de mostrar el historial de los pacientes.

**Login:** en esta carpeta se encuentra el componente encargado de logear al paciente o al visitador.

**Models:** en esta carpeta se encuentran los models, los cuales representan la estructura de los objetos que recibirán de las peticiones al back-end.

**Pipes:** en esta carpeta se encuentra una pipe, la cual se encarga de ayudar a filtrar los pacientes en el componente de la visita.

**Services:** en esta carpeta se encuentran los servicios que se encargan de hacer las peticiones al back-end.

**Singup:** en esta carpeta se encuentran el componente encargado de hacer el registro de los pacientes que aún no se encuentran en la base de datos.

**Simulación:** en esta carpeta se encuentran el componente encargado de las simulaciones del paciente, es decir se puede realizar las simulaciones que quiera, pero no se guardan en la base de datos.

**Simulación-visitador:** en esta carpeta se encuentran el componente encargado de las simulaciones del visitador y permite guardar la simulación.

**Update:** en esta carpeta se encuentran el componente encargado de actualizar los datos del paciente.

**Visita:** en esta carpeta se encuentran el componente encargado de mostrarle al visitador los pacientes a los cuales le ha realizado una visita para poder ver su historial.

#### **4.5.Pruebas**

Para garantizar la funcionalidad del software desarrollado, se llevaron a cabo pruebas unitarias por medio del aplicativo Postman, donde a través de diferentes escenarios, se pudo verificar el correcto flujo de información entre las peticiones del front-end y las respuestas del back-end de la aplicación. Además, con el fin de garantizar que la funcionalidad del modelo de simulación se mantuvo intacto al pasarlo al entorno web, se realizaron pruebas comparativas entre los resultados del modelo en el software evolución y los resultados proporcionados por la versión final de la aplicación, dicha prueba arrojó como resultado que la única diferencia entre ambos resultados se da en los últimos decimales, debido a que el back al ser desarrollado en java, toma más decimales en la simulación que el software evolución; Los resultados de lo anteriormente descrito se pueden encontrar en el Apéndice C.

Después de realizar las pruebas unitarias y las comparativas, se procedió a mostrarle el aplicativo al colectivo de UISALUD para que conocieran el funcionamiento final y dieran su valoración.

Por último, se realizaron pruebas de usuario con el objetivo de evaluar la usabilidad del software, para esto se les mostró el manual de usuario el cual se encuentra en el apéndice E y la aplicación a estudiantes de la UIS que quisieran conocer su estado de salud o el estado de salud de sus familiares y al finalizar se les pidió que llenaran una encuesta, para examinar si la información presentada en la interfaz del usuario con rol paciente, era clara, fácil de usar y si la distribución era la adecuada. Como resultado de dicha prueba se pudo identificar posibles mejoras que ayuden a mejor experiencia al usar la aplicación y que se podrán implementar en versiones futuras del proyecto; Los resultados de la encuesta y la reunión con UISALUD se encuentran consolidados en el Apéndice D.

## **5. Resultados**

Al finalizar el desarrollo del presente proyecto se obtuvo un ambiente web, que mejora el cálculo de la tendencia de sufrir HTA, adecuando los parámetros del modelo para que se elimine la sobre estimación del cálculo, tal como lo sugiere el estudio de Framingham ajustado para Colombia; así mismo, se le adiciono a esta versión el cálculo de la tendencia de sufrir DM2 por medio de la escala de Findrisc.

En particular, esta versión del software presenta una mejora en el cálculo del peso, al no solamente considerar el cálculo de las calorías consumidas diariamente, sino también, mostrar los macronutrientes de los cuales proceden dichas calorías; buscando de esta manera que los usuarios

puedan incrementar su conocimiento y toma de conciencia de como cada alimento puede afectar su salud.

Además, se mejoraron algunas funcionalidades de la anterior versión de este proyecto (HTA 2.0), considerando las recomendaciones dadas por UISALUD expuestas en el numeral 4.1, las cuales permitieron mejorar la experiencia de los usuarios al facilitar la toma de datos para realizar las simulaciones de las tendencias.

El prototipo final se encuentra instalado en el servidor del grupo de investigación SIMON y se puede acceder mediante el siguiente enlace: <http://simon.uis.edu.co/htadm/>.

### 5.1. Presentación de Apéndices

Tabla 16

*Contenido de los apéndices*

<b>Apéndice</b>	<b>Resumen del Apéndice</b>
<b>A</b>	Requerimientos funcionales y no funcionales del proyecto.
<b>B</b>	Validación del nuevo sector del modelo encargado de calcular la tendencia de sufrir DM2 y los resultados de las simulaciones para los 3 escenarios con las modificaciones finales del modelo.
<b>C</b>	Resultado de las pruebas unitarias realizadas al software.

---

<b>D</b>	Recomendaciones finales realizadas por funcionarios de UISALUD y los resultados de la encuesta realizada para validar la experiencia que tuvieron los usuarios al usar la aplicación (HTA-DM2) por primera vez.
<b>E</b>	Manual para usuarios con el rol de pacientes.

---

## 6. Conclusiones

- Al tener en cuenta una serie de cálculos de riesgos entre los cuales están la diabetes por medio de la escala de findrisc, la hipertensión arterial por medio el estudio de Framingham ajustado para Colombia y el registro de la información nutricional de los alimentos de las bases de datos del bienestar familiar; se prevé que el presente software pueda ser utilizado en un futuro por profesionales de la salud como una herramienta confiable para identificar pacientes con riesgo de sufrir alguna de las dos enfermedades mencionadas y de esta manera ofrecerles recomendaciones y medidas preventivas que le ayuden a garantizar un buen estado de salud.
- En las pruebas de usuario, se apreció que al usar el software los participantes aprendieron, por medio de la simulación, que el mejorar su alimentación y sus hábitos pueden mejorar considerablemente su estilo de vida a corto, mediano y largo plazo.
- En las experiencias con los usuarios, se observó que la inclusión de la procedencia de las calorías en el software (HTA-DM2) según el macronutriente; ayuda a que los usuarios mejoren su conciencia de que alimentos pueden ser los que más les están afectando su salud.

- El agregar la medida de perímetro abdominal en el modelo de simulación, ayudó a los usuarios a ampliar la lectura de su estado de salud según su peso, ya que en algunos casos apreciaron que, aunque su IMC era normal, su perímetro abdominal se encontraba fuera de los rangos normales, lo cual podía indicar una distribución anormal de la grasa corporal del cuerpo y por consiguiente un factor de riesgo considerable de sufrir HTA y DM2.
- La modificación en el módulo del visitador para que un nutricionista determine la cantidad de calorías que debe aumentar o disminuir en la dieta un paciente, quitando el cálculo automático como se realizaba en la anterior versión, se observó que ayuda a mejorar la confianza en la aplicación e individualiza mejor la forma en la que se trata a cada paciente, dado que cada uno es diferente y por lo tanto se necesita un análisis particular en cada caso.

### **6.1.Trabajo futuro**

- Para la continuidad de este proyecto, mediante la apropiación por una entidad de salud, es recomendable que se realice una evaluación global y pruebas de usuario que contemple los funcionarios de la entidad de salud y afiliados a la misma, con el fin de que la aplicación se adecue a los protocolos de la entidad y se asuma por los funcionarios.
- En particular para trabajos futuros se recomienda:
  - Ampliar la cantidad de alimentos y ejercicios que se encuentran en la base de datos, con el fin de que los usuarios puedan simular con dietas y hábitos más cercanos a su realidad; lo cual ayudaría a mejorar el cálculo del riesgo particular de cada paciente.
  - Agregar una función que permitan exportar a Excel el historial de las visitas que se realicen a los pacientes.
  - Agregar una funcionalidad que permita guardar fotos, para que cada paciente pueda mostrarle al personal de salud las porciones que consume de cada alimento.

- Crear una función que permita guardar diferentes dietas para que puedan ser cargadas al momento de realizar simulaciones de manera que facilite la toma de información en las visitas.

### Bibliografía

- Andrade, H. H., Dyner, I., Espinosa, A., & López, H. &. (2001). *Pensamiento Sistémico: Diversidad en búsqueda de unidad. 1ra edición*. Bucaramanga: Ediciones Universidad Industrial de Santander.
- Araya Orozco, M. (2004). Hipertensión arterial y diabetes mellitus. *Revista costarricense de ciencias médicas*, 25, 3-4.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (29 de septiembre de 2020). *DANE*. Recuperado el 10 de abril de 2021, de [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/poblacion/bt\\_estadisticasvitalas\\_Itrim\\_2020pr.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/poblacion/bt_estadisticasvitalas_Itrim_2020pr.pdf)
- Framingham Heart Study. (2016). *A project of the National Heart*. (Lung and Blood Institute and Boston University) Recuperado el 25 de Abril de 2021, de <https://framinghamheartstudy.org/fhs-risk-functions/hypertension/>
- Fundación Cardioinfantil. (16 de Mayo de 2020). *cardioinfantil.org*. Recuperado el 10 de abril de 2021, de <https://cardioinfantil.org/noticias/cerca-de-4-millones-de-personas-padecen-hipertension-arterial-en-colombia/>
- Lee, G. (16 de Octubre de 2020). *loadview*. (dotcom-monitor) Recuperado el 20 de Abril de 2021, de <https://www.loadview-testing.com/es/blog/tipos-de-pruebas-de-software-diferencias-y-ejemplos/>
- Mantenimiento.win. (14 de Noviembre de 2009). *Mantenimiento del software*. Recuperado el 12 de Abril de 2021, de <https://mantenimiento.win/mantenimiento-de-software/>



- MAYO CLINIC. (20 de Enero de 2021). *Diabetes de tipo 2*. Recuperado el 22 de Abril de 2021, de <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/type-2-diabetes/symptoms-causes/syc-20351193>
- MAYO CLINIC. (9 de Febrero de 2021). *MAYO CLINIC*. Recuperado el 8 de Junio de 2021, de <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/heart-disease/symptoms-causes/syc-20353118>
- MinSalud. (Abril de 2013). *Minsalud.gov.co*. Recuperado el 10 de Abril de 2021, de [https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/INEC/IETS/GPC\\_Completa\\_HTA.pdf](https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/INEC/IETS/GPC_Completa_HTA.pdf)
- MinTIC. (2014). *Tic en el sector Salud*. Recuperado el 20 de abril de 2021, de <https://mintic.gov.co/portal/vivedigital/612/w3-article-19491.html>
- Muñoz, O., Rodríguez, N., Ruiz, Á., & Rondón, M. (2014). Validación de los modelos de predicción de Framingham y PROCAM como estimadores del riesgo cardiovascular en una población colombiana. *Revista Colombiana de Cardiología*, 21(4), 11.
- National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases. (Noviembre de 2016). *National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases*. Recuperado el 8 de Junio de 2021, de <https://www.niddk.nih.gov/health-information/informacion-de-la-salud/diabetes/informacion-general/sintomas-causas>
- Ocampo, D. F., Mariano, H. J., & Cuello, K. L. (2019). Uso del instrumento FINDRISK para identificar el riesgo de prediabetes y diabetes mellitus tipo 2. *Repertorio de Medicina y Cirugía*, 28(3), 7.

Organización mundial de la Salud. (9 de Diciembre de 2020). *Las 10 principales causas de defunción*. Recuperado el 8 de Junio de 2021, de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>

Organización Mundial de la Salud. (13 de Abril de 2021). *Diabetes*. Recuperado el 8 de Junio de 2021, de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/diabetes>

Organización mundial de la Salud. (17 de Mayo de 2021). *Hipertensión*. Recuperado el 8 de Junio de 2021, de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/hypertension>

Systems group. (s.f.). *La ingeniería de software ¿Qué es y que tiene?* Recuperado el 12 de Abril de 2021, de <https://systemsgroup.es/tecnologias-de-la-informacion/la-ingenieria-de-software-que-es-y-que-utilidad-tiene/32363/>