

UNIVERSIDAD CATOLICA DE LA SANTISIMA CONCEPCION  
Facultad de Ingeniería  
Ingeniería Civil Informática



# **GESTION DE LA HIPERTENSION ESENCIAL UTILIZANDO UNA ONTOLOGIA DE DOMINIO**

**VANESSA FABIOLA PEREZ FIGUEROA**

INFORME DE PROYECTO DE TITULO PARA OPTAR AL TITULO DE  
INGENIERO CIVIL INFORMATICO

Profesor Guía

PhD. Emma Chávez Mora

Concepción, Octubre 2017

# Resumen

Actualmente, una de las enfermedades con mayor riesgo de mortalidad en Chile es la hipertensión arterial, siendo la primaria o esencial, la que afecta alrededor del 90% de la población que sufre de esta enfermedad. La hipertensión esencial se caracteriza por altos índices de presión arterial, se desconoce el motivo específico que la causa, por lo que, dependiendo del historial y síntomas que presenta cada paciente se debe dar un tratamiento diferente.

Por cada paciente que sufre esta enfermedad se generan diversos datos, tales como antecedentes, síntomas, exámenes, entre otros. Estos datos, se encuentran en las fichas clínicas y no presentan un orden, dificultando así, la búsqueda de información relevante.

De esta forma, surge la necesidad de contar con un vocabulario común y unificado de los términos que representen de forma adecuada la enfermedad y así, para poder realizar búsquedas más efectivas dentro del dominio.

El objetivo general de este proyecto es desarrollar una ontología de dominio para la Hipertensión esencial en Chile, de esta forma, ordenar los datos más significativos dentro del dominio, tener una herramienta que pueda apoyar a médicos tratantes a la toma de decisiones, ente otros. Basada en la metodología Methontology se diseñó la ontología y posteriormente se implementó con Protégé y Jena Fuseki.

## **Abstract**

Currently, one of the diseases with the highest risk of mortality in Chile is hypertension, being the primary or essential, which affects about 90% of the population suffering from this disease. Essential hypertension is characterized by high blood pressure indexes, being the specific cause of it unknown. So depending on the history and symptoms presented by each patient a different treatment should be given.

For each patient suffering from this disease various data are generated, such as history, symptoms, exams, among others. These data are found in the clinical files and do not present any order making it difficult to find relevant information.

In this way, the need arises to have a common and unified vocabulary of terms that adequately represent the disease to be able to perform more effective searches within the domain.

The general objective of this project is to develop a domain ontology for essential hypertension in Chile, to order the most significant data within the domain and to have a tool that can support medical doctors in decision making, among others. Based on the methodology Methontology, was designed to late implement it with Protégé and Jena Fuseki.

## **Agradecimientos**

Primero que todo agradecer a mis padres Luis y Paola, por todos estos años de esfuerzo, constante apoyo, comprensión y motivación para seguir en camino y no decaer. A mi hermana Alison y mi familia “los Pérez” y “los Figueroa” primos y tíos por cada momento que estuvieron preocupados por mí y que con sólo una palabra, una risa, una broma lograron en mi seguir motivada. Gracias amigas(os) por el apoyo que a lo lejos me brindaron y la comprensión de no poder estar siempre con ellos. También a los grandes compañeros, amigos de la carrera, sin duda un gran pilar para seguir el día a día con esta travesía, el apoyo mutuo que nos brindamos, sin duda una linda amistad. Agradecer los conocimientos entregados por parte de los docentes de la carrera, sobretodo de mi profesora guía Emma Chávez, por el constante apoyo y cercanía brindada.

# Índice general

<b>Capítulo 1 : Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Presentación del tema	1
1.2. Justificación	2
1.3. Delimitación del problema	2
1.4. Objetivos	2
1.5. Metodología	3
<b>Capítulo 2 : Marco Teórico</b>	<b>4</b>
2.1. Hipertensión arterial primaria o esencial	4
2.1.1. Presión arterial	4
2.1.2. Diagnóstico	5
2.1.3. Tratamiento	5
2.2. Enfermedades cardiovasculares	7
2.2.1. Riesgo cardiovascular	7
2.2.2. Factores de riesgo cardiovascular	8
2.3. Ontología	9
2.3.1. Elementos de la ontología de dominio	10
2.3.2. Herramientas para la construcción de una ontología	11
2.3.3. Lenguajes para la construcción de ontologías	11
2.3.4. Metodologías	12
2.4. Snomed-CT	14
<b>Capítulo 3 : Estado del Arte</b>	<b>16</b>
3.1. Usos de ontología en ingeniería	16
3.2. Ontologías en salud	16
3.2.1. Ontología del análisis del líquido seminal humano	16
3.2.2. Ontología para el diagnóstico de deterioro cognitivo leve	17
3.2.3. Ontología de Genes	18
3.2.4. Ontología para la Hipertensión arterial	20
3.2.5. Ontología para la Gestión de las dietas de los individuos hipertensos	21
3.2.6. Ontología para Predecir el riesgo de hipertensión	22
3.3. Discusiones del Capítulo	23
<b>Capítulo 4 : Diseño de la Ontología</b>	<b>24</b>

4.1.	Especificación	24
4.2.	Conceptualización	25
4.2.1.	Tarea 1: Construir el glosario de términos	25
4.2.2.	Tarea 2: Construir la taxonomía de conceptos	47
4.2.3.	Tarea 3: Construir un diagrama de relaciones binarias Ad Hoc	50
4.2.4.	Tarea 4: Construir el diccionario de conceptos	52
4.2.5.	Tarea 5: Definir las relaciones binarias en detalle	54
4.2.6.	Tarea 6: Definir los atributos de instancias en detalle	55
<b>Capítulo 5 : Implementación de la Ontología</b>		<b>62</b>
5.1.	Implementación en Protégé	62
5.2.	Implementación en Jena Fuseki	65
5.3.	Pruebas	67
5.3.1.	Pruebas de calidad de la ontología	67
5.3.2.	Pruebas en el dominio con un conjunto de datos	68
<b>Capítulo 6 : Conclusiones</b>		<b>72</b>
6.1	Cumplimiento de objetivos	73
6.2.	Trabajos a futuro	73
<b>Referencias</b>		<b>75</b>

# Índice de figuras

Figura 2.1: Conceptualización de Methontology (Corcho et al, 2005)	14
Figura 2.2: Navegador snomed (Snomed International, 2017)	15
Figura 3.1: Navegador de GO (Gene Ontology Consortium, 2016)	20
Figura 4.1: Taxonomía de conceptos (Elaboración propia)	49
Figura 4.2: Diagrama de relaciones binarias Ad Hoc (Elaboración propia)	51
Figura 5.1: Creación de clases en Protégé I (Protégé)	63
Figura 5.2: Creación de clases en Protégé II (Protégé)	63
Figura 5.3: Ingreso de instancias (Protégé)	64
Figura 5.4: Ingreso de relaciones (Protégé)	65
Figura 5.5: Levantar servidor Jena (Jena Fuseki)	66
Figura 5.6: Implementación Jena (Jena Fuseki)	66
Figura 5.7: Consulta caso de prueba 1 (Elaboración propia)	69
Figura 5.8: Consulta caso de prueba 2 (Elaboración propia)	70
Figura 5.9: Consulta caso de prueba 3 (Elaboración propia)	71

# Índice de tablas

Tabla 2.1: Clasificación de la presión arterial (Ministerio de Salud de Chile, 2010)	5
Tabla 4.1: Glosario de términos (Elaboración propia)	25
Tabla 4.2: Resumen clases e instancias (Elaboración propia)	48
Tabla 4.3: Diccionario de conceptos (Elaboración propia)	52
Tabla 4.4: Definición de relaciones binarias (Elaboración propia)	54
Tabla 4.5: Definición de atributos de instancias (Elaboración propia)	55
Tabla 5.1: Datos caso de prueba 1 (Elaboración propia)	68
Tabla 5.2: Datos caso de prueba 2 (Elaboración propia)	69
Tabla 5.3: Datos caso de prueba 3 (Elaboración propia)	70

## Abreviaturas

ADRC	Centro de Investigación de la Enfermedad de Alzheimer
API	Interfaz de Programación de Aplicaciones
ARA II	Antagonista Receptor Angiotensina II
DCL	Deterioro Cognitivo Leve
ECV	Enfermedad Cardiovascular
FRCV	Factor de Riesgo Cardiovascular
GO	Ontología de Genes
HTA	Hipertensión Arterial
IECA	Inhibidor de Enzima Convertidora de Angiotensina
KSL	Laboratorio de Sistemas de Conocimiento
mmHg	Milímetro de Mercurio
OWL	Lenguaje Web de Ontología
PA	Presión Arterial
PAD	Presión Arterial Diastólica
PAS	Presión Arterial Sistólica
RCV	Riesgo Cardiovascular
RDF	Marco de Descripción de Recursos
SMI	Informática Médica de Stanford
XML	Lenguaje de Marcado Extensible
IHTSDO	Organización Internacional para el Desarrollo de Estándares de Terminología de la Salud

# **Capítulo 1 : Introducción**

## **1.1. Presentación del tema**

Una ontología es una especificación formal de los términos de un dominio y las relaciones ente ellos, es decir, define un concepto dentro de un mundo específico en el que se está trabajando. Por ejemplo, una cuenta, en un banco, puede referirse a una cuenta corriente o cuenta vista, mientras que en la contabilidad, una cuenta es donde se registran las transacciones de una empresa.

Uno de los principales usos que se le da a las ontologías, es tener los conceptos de un dominio lo más ordenados y legibles posible, para así, generar un mayor entendimiento por parte de los usuarios que trabajan en ese entorno.

En el área de la salud, se puede ver el uso en Ontologías de Genes, por ejemplo, que permite generar un vocabulario estructurado con fines de anotación de productos génicos (material bioquímico, ARN o proteína). También es posible encontrarla en diversos estudios, donde la utilizan para estandarizar y ordenar los conceptos.

Actualmente, una de las enfermedades crónicas más recurrentes y de alto porcentaje de mortalidad en Chile, es la Hipertensión Arterial (presión arterial sobre los 140/90 mmHg), la cual puede ser causada por algunos factores de riesgo como el tabaquismo, alcoholismo, sedentarismo u obesidad. Dentro de estos, en su mayoría, se encuentran los Hipertensos Esenciales, pacientes a los que no se les ha descubierto la causa de la presión alta.

En las fichas clínicas de estos pacientes se generan diversos datos de síntomas, antecedentes, exámenes, entre otros. Sin embargo, estos no se encuentran ordenados dificultando la búsqueda de información relevante. De esta manera, se busca realizar mediante este proyecto, crear una ontología de dominio, que permita promover un vocabulario común y unificado que represente adecuadamente los términos más utilizados en el área de la hipertensión, de esta forma generar orden en sus datos y dejarlos en forma estructurada y jerárquicamente, o también, poder crear una herramienta que a futuro pueda ser incorporada a otros sistemas.

## **1.2. Justificación**

Según la Encuesta Nacional de Salud en Chile (Pontificia Universidad Católica de Chile, 2010), el porcentaje de personas que sufren Hipertensión Arterial es del 26.9% de la población, siendo el 75% de estos, adultos mayores. Por ello, se requiere una mayor atención a esta parte de la población, debido al alto riesgo de mortalidad que conlleva.

Por otro lado, según estudios realizados en el área de la salud, como en ontología de genes (Camayd et al, 2011) y (Romá-Ferria & Palomar, 2008), el uso de ontologías entrega resultados positivos, facilitando poder incorporar sistemas a futuro y expandir lo desarrollado a la comunidad interesada. Este tipo de herramienta también ha podido ser incorporada en sistemas de toma de decisiones para la detección temprana del Alzheimer, en el que se realizó una ontología para el análisis del deterioro cognitivo, por ser un indicador alto de riesgo para esta enfermedad (Zhang et al, 2014).

## **1.3. Delimitación del problema**

Se consideró como grupo de estudio los datos de-identificados de las fichas clínicas electrónicas, sección de anamnesis, de los pacientes con Hipertensión Esencial. Estos pertenecen al Hospital Regional de Concepción Dr. Guillermo Grant Benavente.

La obtención de los datos, también fue apoyada por la guía clínica de la hipertensión arterial esencial del Ministerio de Salud de Chile (Ministerio de Salud de Chile, 2010) y Snomed-CT.

La herramienta que se utilizó fue Protégé, para el modelamiento e implementación de la ontología. También se utilizó el lenguaje OWL (Ontology Web Language) para describir las propiedades y clases de la ontología.

## **1.4. Objetivos**

La creación de una ontología es un proceso que consta de objetivos bien definidos, tanto generales como específicos, estos se detallan a continuación:

## Objetivo General

Desarrollar una ontología de dominio para la Hipertensión Esencial en Chile.

## Objetivos Específicos

- ❖ Estudiar y analizar los conceptos asociados al área de estudio.
- ❖ Diseñar la ontología de dominio.
- ❖ Implementar ontología.

## 1.5. Metodología

Las actividades realizadas para el cumplimiento de objetivos fueron:

- ❖ Estudiar y analizar los conceptos asociados al área de estudio.
  - Búsqueda de artículos en bases de datos científicas.
  - Búsqueda de conceptos en fichas clínicas y en la Guía clínica de la Hipertensión Esencial en Chile.
  - Análisis de conceptos de propuestas similares en el área de la salud.
- ❖ Diseñar la ontología de dominio.
  - Análisis de la opción de reutilizar una ontología existente.
  - Identificación de conceptos importantes en la ontología.
  - Modelamiento de la ontología (definición de clases, relaciones, propiedades y restricciones).
- ❖ Implementar ontología.
  - Estudio del lenguaje a utilizar - OWL.
  - Codificación de la ontología en Protégé.
  - Pruebas en el dominio con un conjunto de datos.

## Capítulo 2 : Marco Teórico

En el presente capítulo, se definen aquellos conceptos utilizados para el desarrollo de la ontología, relacionados con hipertensión arterial esencial, presión arterial, ontología, herramientas para el desarrollo, lenguajes de programación empleados, entre otros.

### 2.1. Hipertensión arterial primaria o esencial

La Hipertensión arterial (HTA), según la Guía clínica de la Hipertensión arterial primaria o esencial (Ministerio de Salud de Chile, 2010), es la enfermedad crónica más común en Chile, ésta puede tener algunos factores de riesgo, tales como el alcoholismo, tabaquismo, sedentarismo y/o la obesidad. La HTA primaria o esencial, corresponde a la elevación persistente de la presión ejercida por la sangre en los vasos sanguíneos sobre los límites normales, sin una causa específica.

#### 2.1.1. Presión arterial

La Presión arterial (PA) (Gazitúa, 2016), representa la presión ejercida por la sangre contra la pared de las arterias, dentro de esta se pueden diferir dos tipos de PA:

- ❖ **Presión arterial sistólica (PAS):** Es la máxima presión que se alcanza en el sístole, movimiento de contracción del corazón y de las arterias para empujar la sangre que contienen.
- ❖ **Presión arterial diastólica (PAD):** Es la mínima presión de la sangre contra las arterias y ocurre durante el diástole, período en el que el corazón se relaja después de una contracción.

La PA se mide en milímetros de mercurio (mmHg) y, habitualmente, a través de un esfigmomanómetro de mercurio o aire, junto con un fonendoscopio (Ministerio de Salud de Chile, 2010).

La PA se clasifica según los índices que se obtienen en su medición, esta se observa en Tabla 2.1: Clasificación de la presión arterial, donde se clasifican como hipertensión cuando los niveles sobrepasan el límite normal, los que por convención se ha definido en PAS  $\geq$  140 mmHg y PAD  $\geq$  90 mmHg.

Tabla 2.1: Clasificación de la presión arterial (Ministerio de Salud de Chile, 2010)

Clasificación	Presión Sistólica (PAS) (mmHg)	Presión Diastólica (PAD) (mmHg)
Normal	<120	<80
Pre hipertensión	120-139	80-89
Hipertensión Etapa 1	140-159	90-99
Hipertensión Etapa 2	160	100
Hipertensión sistólica aislada	140	90

### 2.1.2. Diagnóstico

La medición de la PA es de suma importancia para confirmar el diagnóstico, se deben realizar al menos dos mediciones en cada brazo en un lapso mínimo de 30 segundos, en días distintos y en un tiempo no mayor a 15 días.

Si los valores difieren por más de 5 mmHg, se debe tomar lecturas adicionales hasta estabilizar los valores. Se clasificará como hipertenso a personas cuyo promedio de mediciones sea mayor o igual a PAS  $\geq$  140 y PAD  $\geq$  90 mmHg (Ministerio de Salud de Chile, 2010).

### 2.1.3. Tratamiento

El tratamiento se define como el conjunto de medios utilizados con la finalidad de curar o aliviar enfermedades o síntomas. Existen diferentes tipos de tratamientos para esta enfermedad, los cuales, buscan principalmente reducir la presión arterial (Organización Panamericana de la Salud, 1990). Los más utilizados se detallan a continuación:

- ❖ Cambios en el estilo de vida para pacientes con RCV bajo.
  - Dieta y ejercicios.
  - Reducción de ingesta de sal.
  - Disminución del consumo de alcohol.

- Reducción del consumo de café.
  - Suplementos de calcio, magnesio o potasio.
  - Tabaco.
  - Terapias de relajación.
- ❖ Tratamiento farmacológico, para pacientes con RCV alto o muy alto, y pacientes que, a pesar de hacer cambios en su estilo de vida no se regulariza después de 3 meses. Consiste en la medicación de fármacos adecuados según perfil del paciente.

Es posible encontrar 6 tipos de medicamentos para el tratamiento de la HTA (Ministerio de salud de Chile, 2014), estos son eficaces en la reducción de la PA, también tienen otros beneficios como la reducción de la hipertrofia del ventrículo izquierdo, mejoras en la función diastólica, mejora de la función renal, entre otros:

- ❖ **Diuréticos:** Aumentan el volumen urinario alterando el manejo de sodio a nivel renal, resultando en la excreción de agua. Reducen el volumen sanguíneo y la presión venosa, disminuyendo la precarga y el volumen de eyección cardíaco, lo que lleva a una reducción de la PA.
- ❖ **Inhibidores enzima convertidora angiotensina (IECA):** Actúan sobre el sistema renina-angiotensina-aldosterona. Dentro de este sistema la angiotensina es una hormona peptídica que causa vasoconstricción y estimula la liberación de aldosterona (promueve retención de sodio). Inhibe a la enzima que convierte la angiotensina-I en angiotensina-II, bloqueando así el eje RAA.
- ❖ **Antagonista de receptores de angiotensina (ARA II):** Interviene sobre el sistema renina-angiotensina. Actúan como antagonista del receptor de la enzima angiotensina II, el que se distribuye principalmente en el miocardio, riñón, músculo liso, sistema nervioso central y glándulas adrenales. Este bloqueo causa vasodilatación logrando la reducción de la resistencia arterial periférica sin aumentar la frecuencia cardíaca y un aumento en la excreción de sodio y agua.
- ❖ **Bloqueadores de canales de calcio (BCC):** Actúan bloqueando los canales de calcio. El principal mecanismo de acción es la disminución de la resistencia arterial periférica provocada por la disminución de la entrada de calcio al intracelular.
- ❖ **Betabloqueadores:** Disminuyen la PA a través de diversos mecanismos, entre ellos la disminución del gasto, frecuencia e inotropismo cardíaco, y la reducción de renina a nivel renal.

- ❖ **Antagonista del receptor mineralocorticoide:** Reduce la reabsorción del sodio, la secreción del potasio y la secreción del hidrógeno. Para actuar como antihipertensivo en monoterapia se requieren dosis elevadas.

## 2.2. Enfermedades cardiovasculares

Las enfermedades cardiovasculares (ECV) (Marzun, De Ávila, & Cotta, 2012) son todas aquellas patologías que afectan los vasos sanguíneos, principalmente arterias y arteriolas del corazón. Estas enfermedades se producen principalmente por la acumulación progresiva de compuestos orgánicos, como los depósitos de grasas saturadas y colesterol en el interior de los vasos sanguíneos (arterias coronarias y periféricas).

Las enfermedades cardiovasculares son la primera causa de muerte en Chile (Marzun, De Ávila, & Cotta, 2012), algunas de las que más aquejan a la población son:

- ❖ **Arteriosclerosis:** Síndrome caracterizado por el depósito de sustancias lipídicas, llamado placa de ateroma, en las paredes de las arterias de mediano y grueso calibre.
- ❖ **Aterosclerosis:** Acumulación progresiva de una placa compuesta por lípidos, linfocitos (células inflamatorias), células musculares y colágeno en la capa más interna del corazón.
- ❖ **Infarto agudo de miocardio (IAM):** Patología que se caracteriza por la muerte de una porción del músculo cardíaco que se produce cuando se obstruye completamente una arteria coronaria.
- ❖ **Isquemia cardíaca:** Se produce cuando se reduce el flujo sanguíneo al músculo del corazón por un bloqueo parcial o completo de las arterias que suministran sangre al corazón.

### 2.2.1. Riesgo cardiovascular

El Riesgo Cardiovascular (RCV) de acuerdo al Ministerio de Salud de Chile (Escobar & Obreque, 2012), es una función basada en el perfil de riesgo, sexo y edad de cada

individuo, y define la probabilidad de un individuo en tener un evento cardiovascular en un período de tiempo determinado.

El propósito de hacer una evaluación del RCV es identificar los factores de riesgo, estimar el riesgo de padecer un evento cardiovascular y utilizar ese cálculo para hacer un manejo terapéutico apropiado de aquellos factores de riesgo modificables.

### 2.2.2. Factores de riesgo cardiovascular

Los factores de riesgo cardiovascular (FRCV) según el Minsal (Ministerio de salud de Chile, 2014) “*son características o conductas de las personas que aumentan la probabilidad de sufrir una ECV*”. Según la posibilidad de influir sobre ellos, estos se clasifican en modificables y no modificables.

Los FRCV modificables, son aquellos que pueden ser cambiados de la vida cotidiana y así, evitar que afecten negativamente sobre la salud del individuo. Dentro de estos factores están:

- ❖ **Características habituales de vida:** Es el comportamiento que posee un individuo diariamente que pueden afectar a la salud. Dentro de estas características están el alcoholismo, el sedentarismo, dieta habitual alta en calorías y grasas saturadas, factores psicosociales y estrés.
- ❖ **Colesterol:** “*Es un tipo de grasa que circula por la sangre y que interviene en múltiples procesos*” (Marzun, De Ávila, & Cotta, 2012). Existen dos tipos de colesterol el HDL y el LDL, siendo este último, el que manteniendo concentraciones elevadas, puede ser un factor de riesgo muy importante.
- ❖ **Glucemia:** Son alteraciones de azúcares en el metabolismo, afecta a diferentes órganos y tejidos. Es generada por algunos trastornos como la baja producción de la hormona insulina (Marzun, De Ávila, & Cotta, 2012). Se caracteriza por el aumento de los niveles de glucosa en la sangre.

Los FRCV no modificables, son aquellos que no pueden ser modificados, dentro de estos se encuentran:

- ❖ **Edad / Sexo:** El RCV es mayor en hombres  $\geq 45$  y mujeres  $\geq 55$  (Ministerio de salud de Chile, 2014).
- ❖ **Historial familiar de enfermedades cardiovasculares:** Refiere las enfermedades CV que han sufrido familiares directos (primer grado).
- ❖ **Historial personal de enfermedades cardiovasculares:** Refiere las enfermedades CV que ha sufrido el individuo con anterioridad.

Existen también, otros factores de riesgo para enfermedades CV (Ministerio de salud de Chile, 2014), dentro de los que destacan:

- ❖ **Fibrilación auricular:** se asocia a un riesgo de accidente CV cinco veces mayor al de la población sin esta patología.
- ❖ **Hipertrofia del ventrículo izquierdo (HVI):** Factor de riesgo independiente de HTA, se asocia a enfermedad coronaria, accidente CV e insuficiencia cardíaca congestiva. Quintuplica el riesgo de ECV al compararlo con personas sin este antecedente.

### 2.3. Ontología

Según (Pérez, 2007) “*una ontología define el vocabulario de un dominio mediante un conjunto de términos básicos y relaciones entre dichos términos*”, lo que indica que se definen los términos dentro del dominio en el cual se está trabajando. El uso de ontologías está motivado por ciertos puntos, ya que, permite compartir lo desarrollado entre personas en un dominio facilitando la comunicación, puede ser usada en sistemas que necesiten este conocimiento apoyando así, la interoperabilidad en sistemas.

Las ontologías han sido utilizadas en distintas áreas de la informática, como en Inteligencia artificial, Ingeniería de software, Web semántica, entre otros. Por otro lado, también ha generado mejoras en diversos estudios científicos en el área de la salud, tales como ontología de genes, ontología para el diagnóstico de deterioro cognitivo leve, entre otras.

Es posible encontrar tres tipos de ontologías (Ziouziou, 2009), ontologías de dominio, genéricas y de representación.

Las ontologías de dominio representan un vocabulario especializado pertinente de un dominio o subdominio, por ejemplo la ingeniería, medicina, cardiología, etc.

Las ontologías genéricas, por otro lado, proporcionan un vocabulario de conceptos generales que no son parte de un dominio en particular. Por ejemplo procesos, cantidades, tiempo, espacio, entre otros.

Por último, las ontologías de representación especifican las conceptualizaciones que subyacen a los formalismos de representación del conocimiento, también se denomina meta-ontología.

### 2.3.1. Elementos de la ontología de dominio

En el desarrollo de la ontología es posible encontrar elementos que permiten identificar los conceptos y facilitar la creación de ésta (Gruber, Encyclopedia of Database Systems, 2016), siendo las principales:

- ❖ **Instancias:** Se utilizan para representar objetos de una determinada clase. Por ejemplo, “Concepción” es una instancia de “Provincias del Biobío”.
- ❖ **Clases:** Representan los conceptos que forman el ámbito de la ontología. Los conceptos son las ideas básicas que intentan formalizar y son el elemento principal de una ontología. Por ejemplo, en una ontología que represente “Regiones de Chile”, “Biobío” y “Los Lagos” serían clases de la ontología.
- ❖ **Relaciones (Propiedades):** Representan la interacción y enlace entre los conceptos del dominio. Por ejemplo, “subclase-de”, “parte-de”, “conectado-a”.
- ❖ **Axiomas:** Son teoremas que se declaran sobre relaciones que deben cumplir los elementos de la ontología. Por ejemplo, “si A y B son de la clase C, entonces A no es subclase de B.
- ❖ **Reglas:** Se utilizan normalmente para inferir conocimiento de la ontología, tales como valores de atributos, instancias de relaciones, entre otros.
- ❖ **Dominio:** Define el entorno en el cual se está realizando la ontología. Por ejemplo, el dominio “países de Latinoamérica”.

### 2.3.2. Herramientas para la construcción de una ontología

La principal herramienta para la construcción de una ontología son los editores, los que permiten utilizar entorno gráfico para la visualización y creación de ontologías, también facilitan la definición de ontología. Los editores suelen ser desarrollados para un tipo de lenguaje específico, pero muchos de ellos incorporan un módulo para soportar otros lenguajes de especificación diferentes. Algunos editores se nombran a continuación:

- ❖ **Protégé:** Es una herramienta desarrollada por el Stanford Medical Informatics (SMI) de la Universidad de Stanford (Stanford University, 2016). Cuenta con funciones que permiten crear fácilmente clases y jerarquías, declarar propiedades para las clases, crear instancias e introducir valores en un entorno gráfico e intuitivo. Actualmente es la herramienta que más usuarios tiene para la construcción de ontologías, es de código abierto y trabaja sobre RDFS, OWL y XML Schema.
- ❖ **Ontolingua Server:** Herramienta desarrollada por el Laboratorio de Sistemas de Conocimiento, KSL (Knowledge Systems Laboratory) de la Universidad de Stanford (Stanford University, 2016), provee, en un entorno colaborativo, un buscador, generador y modificador de ontologías.
- ❖ **OntoEdit:** Herramienta que permite la creación y mantenimiento de ontologías usando medios gráficos en un entorno web (Carrascosa, 2017). Permite la representación semántica de lenguajes conceptuales y estructuras mediante conceptos, jerarquías de conceptos, relaciones y axiomas. Existen varias versiones de esta herramienta, cada una con una versión libre y una profesional.
- ❖ **Jena Fuseki:** Framework libre y de código abierto para aplicaciones en la web semántica, proporciona un servidor para consultas SPARQL (Giese et al, 2015), se puede ejecutar como un servicio del sistema operativo, como una aplicación web y como una servidor independiente. Cuenta con una interfaz para la administración de servidores y para la realización de consultas. La consulta de los datos se realiza mediante el motor de consulta ARQ.

### 2.3.3. Lenguajes para la construcción de ontologías

Las ontologías requieren de un lenguaje lógico y formal para poder ser expresadas, algunos de estos lenguajes se detallan a continuación:

- ❖ **Resource Description Framework (RDF):** Es un modelo estándar para el intercambio de datos en la Web. Tiene características que facilitan la fusión de datos, incluso si los esquemas subyacentes son diferentes, y que específicamente apoya la evolución de esquemas con el tiempo (World wide web consortium (W3C), 2016). El objetivo de RDF es especificar semántica para los datos basados en XML de una manera interoperable y estandarizada. Aunque se considera RDF como un lenguaje, también resulta más exacto describirlo como un modelo de datos para las instancias de metadatos o como un modelo de metadatos.
- ❖ **Ontolingua:** Fue desarrollado para ser empleado en Ontolingua Server. Es un lenguaje de ontología basado en KIF, el que permite definir objetos, relaciones y funciones, utiliza predicados de primer orden (Standford University, 2016).
- ❖ **Ontology Web Language (OWL):** Es un lenguaje etiquetado semántico para publicar y compartir ontologías en la web. Este lenguaje surge en la búsqueda de un lenguaje de especificación de ontologías que sirva como estándar para todos los investigadores de la Web semántica. Está construido sobre la sintaxis de RDF (World wide web consortium (W3C), 2016). OWL tiene más capacidad expresiva que RDF, además facilita la importación y exportación de clases.

#### 2.3.4. Metodologías

El Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) (Gómez-Pérez, Fernández-López, & Corcho, 2004) define metodología como *“una serie completa e integrada de técnicas o métodos que crean una teoría general de sistemas sobre la forma en que debe realizarse una clase de trabajo intensivo en el pensamiento”*.

Para el desarrollo de una ontología, al igual que un software, es necesario seguir una serie de pasos y propuestas que permite facilitar este proceso (Guzmán, López, & Durley, 2012), tanto como para empezar de cero, o bien, reutilizar una ontología.

Algunas de las metodologías recomendadas para el desarrollo de una ontología son:

**Kactus:** Esta metodología fue propuesta por Amaya Bernaras y colegas en 1996, con el objetivo de investigar la posibilidad de reutilizar conocimientos en sistemas técnicos y poder apoyarlos con ontologías (Gómez-Pérez, Fernández-López, & Corcho, 2004). Se basa en

tomar una base de conocimiento y, a partir de ésta, determinar y conceptualizar cuales son los términos y relaciones más importantes que representarán a la ontología.

La construcción de la ontología se obtiene en tres procesos:

- ❖ **Proceso 1** - Especificación de la aplicación.
- ❖ **Proceso 2** - Diseño preliminar basado en categorías ontológicas de alto nivel relevante.
- ❖ **Proceso 3** - Refinamiento de la ontología y estructuración.

**Methontology:** Esta metodología fue desarrollada en el Laboratorio de Inteligencia Artificial de la Universidad Politécnica de Madrid, tiene sus raíces en las actividades identificadas por el proceso de desarrollo de software propuesto por la organización IEEE (Corcho et al, 2005). Methontology proporciona una guía de cómo llevar a cabo la construcción de la ontología a través de actividades de especificación, conceptualización, formalización e implementación.

En la actividad de especificación se define el objetivo y alcance de la ontología, el uso que tendrá y usuarios finales que la utilizarán.

La actividad de conceptualización describe un modelo conceptual de la ontología, para organizar y convertir la percepción informal del dominio en una especificación semi-formal. Para esta actividad se realizan tareas que facilitan la futura implementación, las que se muestran en Figura 2.1: Conceptualización de Methontology, en cada tarea se genera una parte de la ontología final, desde la construcción del glosario de los términos que se utilizaron, hasta las definiciones de cada elemento que la compone.

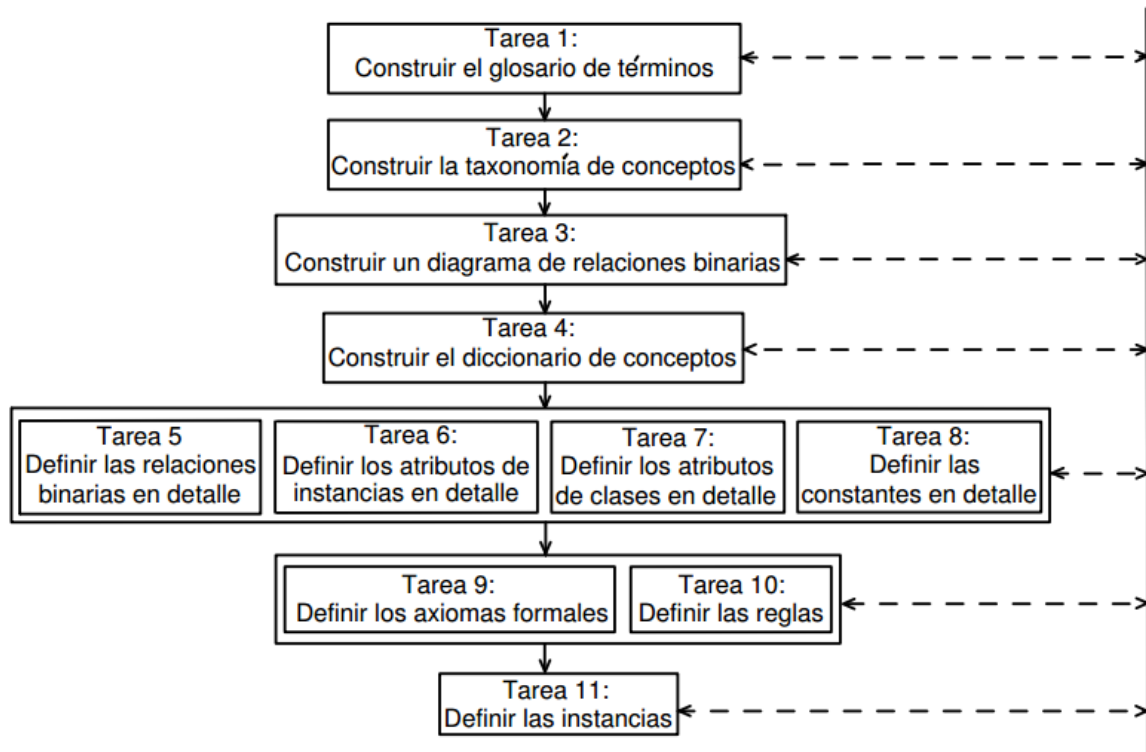


Figura 2.1: Conceptualización de Methontology (Corcho et al, 2005)

Formalización es la actividad en que se realiza la transformación del modelo conceptual realizado en la conceptualización, a un modelo formal.

En la actividad de implementación, se codifica la ontología formalizada anteriormente mediante un lenguaje de representación de conocimiento formal de ontologías. En este caso se utilizará el lenguaje OWL, definido anteriormente, junto con el editor Protégé.

La última actividad, de mantenimiento, se encarga de realizar actualizaciones o correcciones en la ontología, si fuera necesario.

## 2.4. Snomed-CT

Snomed (Systemized Nomenclature of Medicine), es la terminología clínica más completa, según (Arango, Cabrera, & Hurtado, 2015) “proporciona una forma coherente de capturar, compartir y recuperar los datos médicos de diferentes especialidades y centros de atención”. Esta incluye más de 311.000 términos clínicos distintos, organizados en jerarquía y es mantenida y refinada por la Organización Internacional para el Desarrollo de las Terminologías de Salud Estándar (IHTSDO por sus siglas en inglés). El principal objetivo

de estas terminologías es poder ser implementadas en sistemas clínicos (Rasmussen & Rosenbeck, 2011).

Snomed cuenta con un navegador para hacer más fácil la visualización, en Figura 2.2: Navegador snomed , se muestra la jerarquía de las terminologías médicas que la componen, agrupadas en clases para facilitar la búsqueda según los requerimientos.

- ▼ ● SNOMED CT Concept
  - ● ambiente o localización geográfica (medio ambiente / localización)
  - ● calificador (calificador)
  - ● componente del modelo de SNOMED CT (metadato)
  - ● concepto especial (concepto especial)
  - ● contexto social (contexto social)
  - ● elemento de registro (elemento de registro)
  - ● entidad observable (entidad observable)
  - ● espécimen (especimen)
  - ● estadificaciones y escalas (escala de estadificación)
  - ● estructura corporal (estructura corporal)
  - ● evento (evento)
  - ● fuerza física (fuerza física)
  - ● hallazgo clínico (hallazgo)
  - ● objeto físico (objeto físico)
  - ● organismo (organismo)
  - ● procedimiento (procedimiento)
  - ● producto biológico/farmacéutico (producto)
  - ● situación con contexto explícito (situación)

Figura 2.2: Navegador snomed (Snomed International, 2017)

## Capítulo 3 : Estado del Arte

Para poder contextualizar el presente proyecto, se han consultado diversas fuentes de información, en las que se encontraron proyectos similares tanto en el área de la salud como en otros sectores. Estas investigaciones se discuten en las siguientes secciones.

### 3.1. Usos de ontología en ingeniería

El uso de ontologías en la ingeniería es posible clasificarlos en tres categorías (Li, Yang, & Ramani, 2009):

- ❖ Especificación de conocimientos
- ❖ Interoperabilidad de sistemas
- ❖ Intercambio y reutilización de conocimiento

Dado lo anterior, es posible deducir que las principales ventajas que se obtienen del uso de ontologías en el área son facilitar la búsqueda y recuperación de información relevante, intercambiar información entre sistemas y usarla entre ellos para obtener un entendimiento consensuado.

### 3.2. Ontologías en salud

En el área de la salud, es posible encontrar trabajos realizados en relación al diseño de ontologías. Estos han apoyado tanto a la toma de decisiones como el mejoramiento en la interoperabilidad de sistemas.

#### 3.2.1. Ontología del análisis del líquido seminal humano

Esta ontología aporta a la comunidad interesada conocimiento relacionado con la fertilidad masculina, detección de procesos infecciosos, monitoreo por vasectomía, chequeos pre y post operatorios, entre otros. Lo anterior se encuentra bien estructurado, estandarizado

y formalizado, adquirido de un grupo de expertos de varios laboratorios de fertilidad y centros docentes (Ramos et al, 2007).

Los conceptos utilizados en esta ontología, están clasificados en seis clases principales (Laboratorio de Inteligencia Artificial, 2016):

- ❖ Tratamientos.
- ❖ Evaluación de la fertilidad masculina.
- ❖ Investigación Andrológica.
- ❖ Referencias.
- ❖ Causas de la infertilidad.
- ❖ Aparato reproductor masculino.

El principal uso de esta ontología es, ser compartida con la comunidad interesada y poder ser incorporada a distintos sistemas.

En la página web de esta ontología (Laboratorio de Inteligencia Artificial, 2016), es posible ver lo desarrollado y hacer búsqueda por concepto o clases, en el que muestra el detalle de la consulta y las clases pertenecientes.

La metodología utilizada para el desarrollo de esta ontología es Methontology, por las plantillas, tablas y esquemas utilizados en la etapa de conceptualización, ya que facilita la integración de la ontología en la implementación.

Para la implementación se utilizó Protégé 3.2, ya que se enfoca en el desarrollo del modelo conceptual de la ontología, sin tener mayores conocimientos del lenguaje de salida de este. Para cargar la ontología a un sistema web utilizaron dos componentes, una API de Protégé que permite el acceso y manipulación de la ontología y MySQL Connector para establecer la conexión a la base de datos para procesar consultas o actualizaciones realizadas desde el sistema.

### **3.2.2. Ontología para el diagnóstico de deterioro cognitivo leve**

Ontología para el diagnóstico de Deterioro Cognitivo Leve (DCL), se crea por lo significativo que puede llegar a ser, como indicador de alto riesgo para la enfermedad de Alzheimer. Dado un seguimiento realizado por el Centro de Investigación de la Enfermedad de Alzheimer (ADRC por sus siglas en Inglés Alzheimer's Disease Research Center), el 80% de los pacientes con DCL se convertirán en Alzheimer (Zhang et al, 2014).

Los conceptos utilizados en esta ontología fueron extraídos de la base de datos ADNI (Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative) (Alzheimer's disease neuroimaging initiative, 2017), de donde se extrajeron los datos medios de espesor cortical de distintas regiones del cerebro, se realizó análisis estadístico con lo obtenido, donde se pudo apreciar que la edad y el sexo tienen efecto en el espesor.

Los conceptos de la ontología se separan en tres clases:

- ❖ 90 ROI no cerebelosa.
- ❖ Conceptos relacionados con DCL.
- ❖ Detalles del ensayo.

Principalmente, esta ontología fue creada para apoyar a la toma de decisiones, para el diagnóstico clínico, como una herramienta de representación del conocimiento y poder ser compartida a la comunidad interesada y ser reutilizada según el área.

Esta ontología ha sido implementada en el área de interés, como por ejemplo, en un sistema que puede soportar neuroradiólogos en casos de Esclerosis Múltiple (Esposito & De Pietro, 2011), donde se utiliza para representar la estructura del conocimiento y proporcionar una formulación de resultados.

### **3.2.3. Ontología de Genes**

Ontología de Genes (GO) proporciona un vocabulario controlado para describir los atributos de los genes y productos génicos (proteína / ARN) en cualquier organismo.

Uno de los problemas más importantes en las ciencias biomédicas consiste en encontrar información relevante en bases de datos públicas, lo que tiene su origen en la falta de estandarización de términos y en la diversidad de interfaces y lenguajes de consulta. También existen dificultades en el intercambio de datos, tanto entre las bases de datos como entre las herramientas de análisis, dado lo anterior nace la necesidad de establecer un nivel de estandarización en la comunidad científica para manejar y utilizar la información (Camayd et al, 2011).

GO nace de un esfuerzo para hacer frente a la necesidad de descripciones coherentes de los productos génicos a través de bases de datos. Fundada en 1998, el proyecto comenzó como una colaboración entre tres bases de datos FlyBase (Drosophila), Base de Datos del

Genoma *Saccharomyces* (SGD) y la Base de Datos del Genoma del ratón (MGD). El consorcio GO (GOC) ha crecido desde entonces para incorporar muchas bases de datos, entre ellos varios de los principales repositorios del mundo para plantas, animales y los genomas microbianos (Gene Ontology Consortium, 2016).

Todos los conceptos de la GO tienen un nombre y un identificador único, la mayoría con una definición textual, con referencia a la fuente donde fue descrito. Cualquier observación necesaria se incluye en un campo de comentarios. GO utiliza sinónimos en un sentido amplio, esto facilita las búsquedas y es útil en las herramientas y varias aplicaciones como la minería de texto, la que permite la búsqueda de conocimiento en documentos no estructurados y deriva información nueva de estos (Camayd et al, 2011).

Los productos génicos se clasifican en tres grandes clases (Gene Ontology Consortium, 2016):

- ❖ Proceso biológico (*biological\_process*). Grandes procesos biológicos, como la mitosis o el metabolismo de las purinas, que son llevados a cabo por conjuntos ordenados de funciones moleculares.
- ❖ Componente celular (*cellular\_component*). Estructuras subcelulares, localizaciones y complejos macromoleculares.
- ❖ Función molecular (*molecular\_function*). Describen las tareas que llevan a cabo los productos génicos.

Así mismo, estas clases se subdividen en otras hasta llegar al producto génico, en Figura 3.1: Navegador de GO, se muestra parte de la clasificación de estos productos, perteneciente a la clase *biological\_process*. Dentro de los productos génicos clasificados, se identifican los datos asociados a cada uno como el identificador del producto, nombre del producto, organismo al que pertenece, familia de la cual procede, tipo (proteína o gen), fuente y sinónimos.

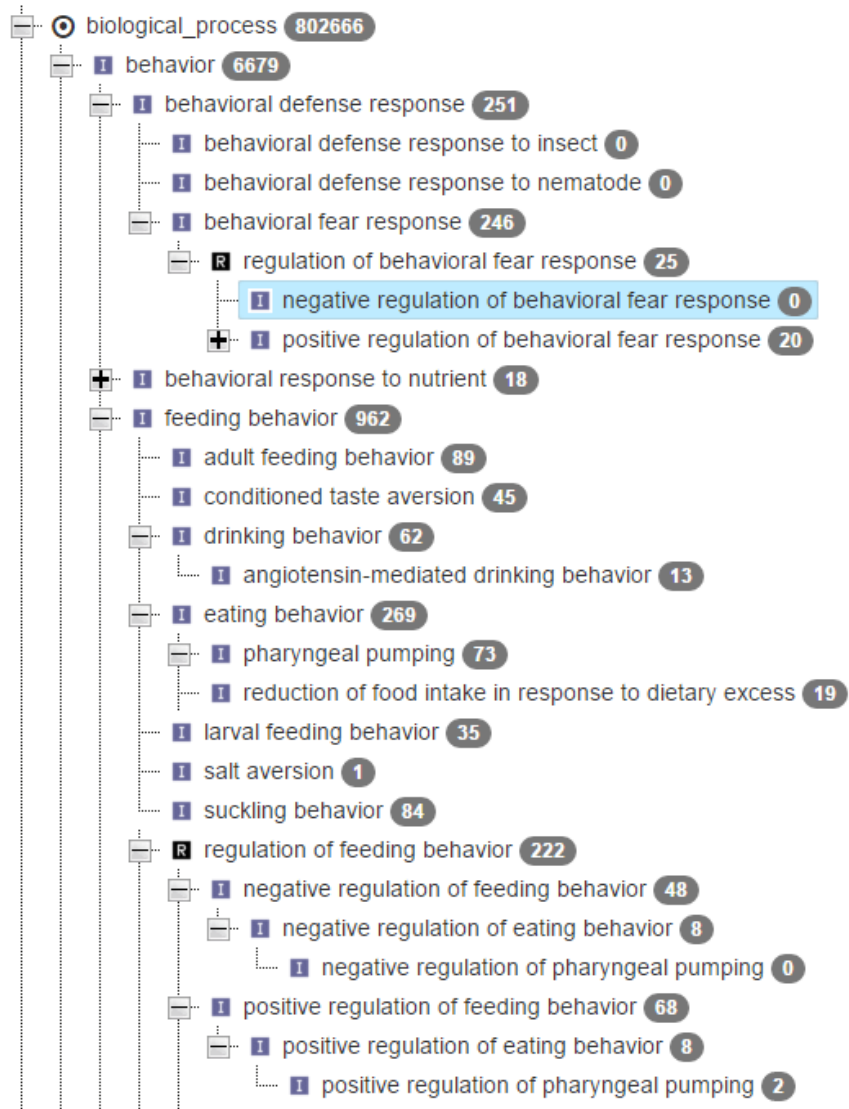


Figura 3.1: Navegador de GO (Gene Ontology Consortium, 2016)

Ontología de genes es utilizada por la comunidad científica. Principalmente fue desarrollada para ser compartida y proporcionar una manera efectiva de vincular el conocimiento biológico con el análisis de los grandes conjuntos de datos.

### 3.2.4. Ontología para la Hipertensión arterial

Ontología para la hipertensión arterial fue construida para el manejo de la HTA en evaluaciones y tomas de decisiones clínicas (Steichen et al, 2007). El modelo ontológico obtenido, se basa en los datos obtenidos de guías clínicas, en inglés publicadas entre 1999 y

2005, que representan determinantes genéricos de la medicina familiar, y de los campos de texto libre de las fichas clínicas de pacientes con esta enfermedad.

La estructura para la búsqueda de información se basó en la hipertensión y otros factores de riesgo cardiovascular, historia médica (personal y familiar), observación actual (mediciones de presión arterial y exámenes de laboratorio) y conclusión (etiología de la hipertensión, riesgo cardiovascular y otras conclusiones).

En total se obtuvieron 734 conceptos, siendo algunos vinculados a los conceptos de Snomed-CT, para evaluar la solidez de la jerarquía y lo obtenido.

El modelado de la ontología se realizó en el Editor de ontología diferencial (DOE), *“esta herramienta permite el cumplimiento de principios semánticos diferenciales que deben ser establecidos para cada concepto, así están estructurados estrictamente taxonómicos”* (Steichen et al, 2007).

### **3.2.5. Ontología para la Gestión de las dietas de los individuos hipertensos**

Ontología para la gestión de las dietas de los individuos hipertensos fue creada para apoyar a personas que sufren de hipertensión y a sus médicos tratantes, a identificar y evitar alimentos que pueden empeorar su condición. Está enfocada en las recetas disponibles en internet y en resaltar los riesgos que pueden tener algunos ingredientes, métodos de cocción, nutrientes en los alimentos o en algún otro factor agravante (Clunis, 2016).

La recolección de información para poder crear esta ontología, en primera instancia se realizó a través de búsquedas de recetas en la web, esto siguiendo los criterios establecidos por el autor (Clunis, 2016) *“(1) Las recetas deben coincidir con la definición presentada e incluir los ingredientes y sus cantidades y direcciones. (2) La receta se puede tomar de cualquier sitio web o blog de receta. (3) Las recetas deben estar algo estructuradas, con el uso de etiquetas”*.

Para la creación del diseño, se utilizó la Guía de desarrollo de ontología, la cual sugiere siete pasos (Noy & McGuinness, 2001): determinar el dominio y alcance de la ontología, considerar la reutilización de ontologías ya existentes, enumerar términos importante en la ontología, definir las clases y jerarquía, definir las propiedades de las clases y relaciones, definir las restricciones de las relaciones y por último crear relaciones.

Posterior al diseño, fue implementada con el editor de ontologías Protégé, en la que se incorporaron las cuatro principales clases (Clunis, 2016):

- ❖ Comida.
- ❖ Droga.
- ❖ Persona.
- ❖ Receta.

### 3.2.6. Ontología para Predecir el riesgo de hipertensión

Ontología para predecir el riesgo de HTA, es creada con el objetivo de proponer un modelo de sistema de apoyo a la toma de decisiones, para predecir el riesgo de hipertensión en pacientes con enfermedades relacionadas (Reshmy et al, 2013). Si bien, existen sistemas clínicos que son capaces de razonar sobre el perfil del paciente, no pueden manejar gran cantidad de conjuntos de datos, ni analizar el conocimiento para hacer inferencias.

La principal ventaja del uso de esta ontología, es que diferentes fuentes pueden compartir y reutilizar los conceptos ontológicos, haciendo así, la incorporación de datos más fácil en sistemas similares.

La extracción de datos se realizó a través de un cuestionario, los autores lo definen de la siguiente manera (Reshmy et al, 2013): *“este cuestionario inteligente es un sistema de recogida de información del paciente. Solicita sólo información relacionada a los ambientes del paciente”*. Este cuestionario ayuda a filtrar la información clínica del paciente relevante para el futuro diagnóstico. Las preguntas están relacionadas con el historial del paciente, historia diabética, historial de tabaquismo, entre otros. De acuerdo a la información que va dando el paciente, este cuestionario puede ser adaptado, según requerimientos personales y se crea un perfil. Otros datos importantes que son ingresados son presión arterial, altura, peso y exámenes de laboratorios si el médico lo indicase.

Como metodología de desarrollo, se utilizó una serie de pasos, en la que se define cada parte de la ontología. Estos pasos son:

- ❖ Recopilar información sobre el dominio elegido.
- ❖ Identificar conceptos clave en el dominio con sus propiedades.
- ❖ Definir las relaciones entre los conceptos.

- ❖ Asegurarse de que la ontología representa el conocimiento completo sobre el dominio.
- ❖ Validar la estructura de la ontología.

Las herramientas utilizadas para construcción de esta ontología es el editor Protégé junto el lenguaje OWL y Pellet Reasoner, un razonador de código abierto que puede ser integrado al editor.

### 3.3. Discusiones del Capítulo

De las bases de datos consultadas, se logró recopilar información relevante a la ontología. Se pudo encontrar una ontología de la HTA, presentada en sección 3.2.4, la cual se dio a conocer en una conferencia en Paris, dicha ontología está construida en inglés, por lo que, realizarla en español es algo nuevo que puede generar diversos beneficios (Romá-Ferria & Palomar, 2008).

Otros puntos importantes que se pudo obtener, fue la metodología más competente para el desarrollo, al igual que las herramientas más utilizadas. Se observó que Methontology, es la metodología más completa y tiene la facilidad de ajustar las tareas a lo requerido, facilitando así la posterior implementación en el editor de ontologías. Junto con esta metodología, la herramienta que proporciona facilidad al momento de implementar la ontología, es Protégé, ya que cuenta con una interfaz intuitiva en el momento de incorporar lo obtenido con el diseño, está constantemente incorporando actualizaciones y permite realizar la implementación sin tener mayor conocimiento del lenguaje de salida.

## Capítulo 4 : Diseño de la Ontología

En el presente capítulo se detalla el proceso de diseño de la ontología basado en la metodología Methontology, esta metodología se identifica por el proceso de desarrollo de software propuesto por la organización IEEE (Corcho et al, 2005). Consta de cuatro actividades: especificación, conceptualización, formalización e implementación.

En la primera actividad, de especificación, es donde se definió el alcance de la ontología, principales usuarios y las fuentes de obtención de datos. En la actividad de conceptualización se identifican las principales tareas a realizar que se pueden observar en Figura 2.1: Conceptualización de Methontology , lo que facilita la futura implementación en el editor de ontologías elegido. La actividad de formalización, definió el editor en el cual se trabajó para pasar la ontología a un lenguaje formal. Para finalizar en la actividad de implementación, se realizó la codificación de la ontología en el editor elegido, se define con mayor amplitud en el capítulo 5.

### 4.1. Especificación

El dominio de la ontología realizada es la HTA Esencial. Esta ontología, está desarrollada para que pueda ser incorporada en sistemas del área de la salud, como las fichas clínicas electrónicas y para que pueda ser compartida con la comunidad interesada.

Los principales usuarios de la ontología serán los médicos especialistas del área de la salud e interesados que requieran incorporarla a otros sistemas o reutilizarla para otros modelos ontológicos. El uso que se le dará, será con fines terminológicos y de apoyo a la toma de decisiones, respondiendo al cuestionamiento de qué tratamiento es el más indicado para los pacientes con esta enfermedad, dado su historial médico personal y familiar, síntomas, resultado de exámenes que se haya realizado y la experiencia o conocimiento de médicos que hayan tratado con anterioridad a pacientes con resultado similar.

La parte fundamental para la realización de esta ontología, fue la extracción de datos de las tres principales fuentes, datos de-identificados de las fichas clínicas de pacientes con Hipertensión esencial del Hospital Guillermo Grant Benavente de Concepción, en conjunto con la Guía clínica para la hipertensión esencial en Chile del MINSAL y Snomed-CT para complementar información. De las fichas clínicas, se revisaron un total de 3000 registros de

pacientes, siendo del campo de anamnesis o texto libre de donde se obtuvieron los datos utilizados.

## 4.2. Conceptualización

El conocimiento utilizado en el modelamiento de la ontología, fue adquirido de las fichas clínicas de los pacientes con HTA Esencial y de la Guía clínica para la Hipertensión Arterial Primaria o Esencial. El procedimiento para el diseño de la ontología se detalla en las seis primeras tareas de la metodología Methontology, las tareas siguientes no fueron incorporadas, ya que no aplica para este dominio ni alcance o ya fueron definidas en las tareas anteriores.

### 4.2.1. Tarea 1: Construir el glosario de términos

En esta tarea, se identificaron y definieron las clases, conceptos e instancias relevantes de la ontología en el dominio. El glosario se generó a partir de los términos extraídos de las fichas clínicas de los pacientes de HTA Esencial y se complementaron con los términos de medicamentos de Snomed. En Tabla 4.1: Glosario de términos, se muestra el glosario generado acorde a lo estudiado. Se define Ac: Acrónimo.

Tabla 4.1: Glosario de términos (Elaboración propia)

Nombre	Sinónimo	Ac	Descripción	Tipo
Exámenes	Ex Exs		Pruebas que se realizan sobre un individuo para detectar alguna patología	Clase
Historia	Antecedentes		Serie de datos relevantes en la salud del paciente.	Clase
Síntomas			Señal que da un organismo en respuesta a una enfermedad.	Clase
Tratamiento	Trat	TTO	Conjunto de medios con el que se busca bajar el riesgo de mortalidad y morbilidad cardiovascular.	Clase
Cambios en el estilo de vida			Tipo de tratamiento en el que se realizan cambios en la vida cotidiana como en la alimentación o rutina de ejercicios, entre otros.	Subclase

Nombre	Sinónimo	Ac	Descripción	Tipo
Factores de riesgo cardiovascular		FCV	Condiciones que determinan que algunas personas tengan más riesgo que otras de padecer una ECV.	Subclase
Exámenes físicos			Tipo de examen en el que se realiza un estudio en el cuerpo para determinar si hay, o no, un problema.	Subclase
Exámenes psicológicos			Tipo de examen en el que se realiza para evaluar las características psicológicas o rasgos de personalidad de un paciente.	Subclase
Imagenología			Tipo de examen en el que se realiza un conjunto de técnicas y procedimientos para obtener imágenes del cuerpo humano.	Subclase
Modificables			Factor de riesgo cardiovascular que se puede disminuir o eliminar su efecto mediante cambios en el estilo de vida.	Subclase
No modificables			Factor de riesgo cardiovascular que no se puede hacer nada para disminuir o eliminar su efecto.	Subclase
Orina			Tipo de examen que se realiza a través de muestra de orina.	Subclase
Otros antecedentes			Otras enfermedades no relacionadas con riesgo cardiovascular.	Subclase
Sangre			Tipo de examen que se realiza a través de muestras de sangre.	Subclase
Tratamiento farmacológico	tto farmacológico		Uso de fármacos que permite bajar riesgo de mortalidad y morbilidad CV.	Subclase
Antagonista del Receptor Mineralocorticoide		ARM	Tipo de medicamento para el tratamiento de HTA, reduce la reabsorción del sodio, la secreción del potasio y la secreción del hidrógeno.	Subclase

Nombre	Sinónimo	Ac	Descripción	Tipo
Antagonista Receptor Angiotensina II		ARA II	Tipo de medicamento para el tratamiento de HTA, actúa como antagonista del receptor de la enzima Angiotensina II, logrando la reducción de la resistencia arterial periférica sin aumentar la frecuencia cardíaca.	Subclase
Betabloqueador			Tipo de medicamento para el tratamiento de HTA, disminuye la PA a través de diversos mecanismos, como la disminución de la frecuencia e inotropismo cardíaco, y la reducción de secreción de renina a nivel renal.	Subclase
Bloqueadores de canales de calcio	Calcioantagonista	BCC	Tipo de medicamento para el tratamiento de HTA, actúan bloqueando los canales de calcio voltaje-dependiente en el músculo liso vascular, miocitos del nodo auriculoventricular y del nodo sinoauricular.	Subclase
Características habituales de vida			Factor de riesgo cardiovascular referente al comportamiento, alimentación, vida diaria, entre otros de un paciente.	Subclase
Colesterol			Factor de riesgo cardiovascular referente a los altos niveles de colesterol.	Subclase
Dieta habitual			Factor de riesgo cardiovascular referido a la mala alimentación.	Subclase
Diuréticos			Tipo de medicamento para el tratamiento de Hipertensión, aumentan el volumen urinario alterando el manejo del sodio a nivel renal, resultando en la excreción de agua.	Subclase
Edad			Factor de riesgo cardiovascular.	Subclase

Nombre	Sinónimo	Ac	Descripción	Tipo
Factores psicosociales			Factor de riesgo cardiovascular referente al perfil psicológico del paciente, comportamiento, entre otros.	Subclase
Historia familiar de enfermedades cardiovasculares			Factor de riesgo cardiovascular que mide las enfermedades CV que han sufrido los familiares directos.	Subclase
Historia personal de enfermedades cardiovasculares			Factor de riesgo cardiovascular que mide las enfermedades CV que ha sufrido el paciente.	Subclase
Inhibidor de Enzima Convertidora de Angiotensina		IECA	Tipo de medicamento para el tratamiento de HTA, inhibe a la enzima que convierte la angiotensina-I en angiotensina-II, disminuyendo la síntesis de esta última.	Subclase
Lípidos			Factor de riesgo cardiovascular	Subclase
Medicamentos			Fármacos para el tratamiento de la HTA, con el objetivo de reducir la presión arterial.	Subclase
Monoterapia			Tratamiento farmacológico en el que se utiliza un medicamento.	Subclase
Otros medicamentos			Otros medicamentos que no están incluidos en los principales antihipertensivos.	Subclase
Otros síntomas			Otros síntomas no clasificados.	Subclase
Sexo			Factor de riesgo cardiovascular.	Subclase
Terapia combinada			Tratamiento farmacológico en el que se utilizan dos o más medicamento.	Subclase
Accidente cerebrovascular	Derrame cerebral	ACV	Enfermedad cardiovascular, sucede cuando el flujo de sangre a una parte del cerebro se detiene.	Instancia
Acebutolol			Medicamento betabloqueador para el tratamiento de la HTA.	Instancia
Acenocumarol	Neosintrom		Medicamento anticoagulante, antagonista de la vitamina k.	Instancia

<b>Nombre</b>	<b>Sinónimo</b>	<b>Ac</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tipo</b>
Acetazolamida sódica			Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia
Ácido Etacrínico			Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia
Ahogo			Sensación de presión en el pecho que impide respirar bien.	Instancia
Alcoholismo			Enfermedad causada por el uso excesivo de alcohol.	Instancia
Altizida			Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia
Aminometradina			Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia
Amisometradina			Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia
Amlodipino			Medicamento calcioantagonista para el tratamiento de la HTA.	Instancia
Angioplastía			Procedimiento para abrir vasos sanguíneos estrechos o bloqueados que suministran sangre al corazón.	Instancia
Apendicectomía			Cirugía para extirpar el apéndice.	Instancia
Ardor			Síntoma que representa sensación de calor en alguna parte del cuerpo.	Instancia
Arritmia			Síntoma que representa un trastorno en la frecuencia cardíaca	Instancia
Arteriosclerosis			Se caracteriza por múltiples lesiones focales llamadas placas de ateroma, en la pared de la aorta y las arterias de gran y mediano calibre.	Instancia
Asintomático			No presenta síntomas.	Instancia
Asma			Enfermedad crónica que afecta las vías respiratorias.	Instancia
Aspirina			Medicamento que se usa para aliviar los síntomas de la artritis reumatoide, osteoartritis, entre otros. Sin prescripción es usada para bajar la fiebre y aliviar el dolor cabeza, entre otros.	Instancia

Nombre	Sinónimo	Ac	Descripción	Tipo
Atenolol			Medicamento betabloqueador para el tratamiento de la HTA.	Instancia
Atorvastatina		ATV	Medicamento para disminuir el colesterol en la sangre.	Instancia
Aumento progresivo de peso			Aumento de peso sobre los niveles normales.	Instancia
Azilsartán			Medicamento ARA II para el tratamiento de la HTA.	Instancia
Benazepril			Medicamento IECA para el tratamiento de la HTA.	Instancia
Bendroflumetiazida			Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia
Benzbromarona			Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia
Benzitiazida			Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia
Benzitiazida			Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia
Bisoprolol			Medicamento betabloqueador para el tratamiento de la HTA.	Instancia
Bloqueo auriculoventricular			Enfermedad CV que se refiere a un trastorno en la conducción de los impulsos entre aurículas y ventrículos.	Instancia
Bocio hipotiroideo			Agrandamiento anormal de la glándula tiroides.	Instancia
Bradycardia	Brad. Sinusal		Síntoma que representa una baja en la frecuencia cardíaca.	Instancia
Brinzolamida			Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia
Bumetanida			Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia
Butizida			Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia

Nombre	Sinónimo	Ac	Descripción	Tipo
Bypass coronario	Cx revascularización Cx coronaria		Procedimiento que crea una nueva ruta o derivación alrededor de la sección de la arteria que está obstruida o dañada, mejorando el flujo sanguíneo al corazón.	Instancia
Calambres			Se refiere a la contracción involuntaria de los músculos que puede ser causada por diferentes motivos.	Instancia
Candesartán			Medicamento ARA II para el tratamiento de la HTA.	Instancia
Canrenona			Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia
Captopril			Medicamento IECA para el tratamiento de la HTA.	Instancia
Cardiopatía			Enfermedad que se refiere al corazón.	Instancia
Cardiopatía coronaria	Arterio- patía coronaria		Es un estrechamiento de los pequeños vasos sanguíneos que suministran sangre y oxígeno al corazón.	Instancia
Cardiopatía isquémica			Enfermedad CV ocasionada por la arteriosclerosis de las arterias coronarias.	Instancia
Careonato de potasio			Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia
Carvedilol			Medicamento betabloqueador para el tratamiento de la HTA.	Instancia
Catarata			Afección de la vista, en la que se opaca o nubla el lente del ojo.	Instancia
Catopril			Medicamento IECA para el tratamiento de la HTA.	Instancia
Ceftriaxona			Medicamento para el tratamiento de las infecciones (antibiótico).	Instancia
Celiprolol			Medicamento betabloqueador para el tratamiento de la HTA.	Instancia

Nombre	Sinónimo	Ac	Descripción	Tipo
Ciclopentiazida			Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia
Ciclotiazida			Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia
Cilasapril			Medicamento IECA para el tratamiento de la HTA.	Instancia
Cirugía valvular	Cx valvular		Procedimiento que se realiza para reparar o reemplazar válvulas cardíacas afectadas.	Instancia
Clohidrato de conivaptán			Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia
Clopamida			Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia
Clopidogrel			Medicamento que está indicado para la reducción de los incidentes ateroscleróticos.	Instancia
Clorazanilo			Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia
Clorhidrato de dorzolamida			Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia
Clorhidrato de amilorida			Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia
Clormerodrina			Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia
Clorotiazida sódica			Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia
Clortalidona			Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia
Colelitiasis			Formación de cálculos en la vesícula biliar.	Instancia
Colesterol HDL			Grasa que el organismo necesita para funciones importantes.	Instancia
Comportamiento tipo A			Patrón de comportamiento que se caracteriza por una alta motivación de logro, presencia de hostilidad, impaciencia, competitividad, falta de control, de compromiso y reto.	Instancia

Nombre	Sinónimo	Ac	Descripción	Tipo
Constipación	Estreñimiento		Síntoma que se refiere a la retención anormal de materias fecales.	Instancia
Contusión simple	Moretón Hemato- ma Equimo- sis		Agresión mínima que causa enrojecimiento en la piel.	Instancia
Creatinina	Crea		Examen de sangre que permite saber si están funcionando bien los riñones	Instancia
Crisis hipertensiva			Situación clínica derivada de un alza de la PA.	Instancia
Delapril			Medicamento IECA para el tratamiento de la HTA.	Instancia
Descompensación			Síntoma que genera ruptura del equilibrio que el organismo ha encontrado durante un cierto período de tiempo, para poder hacer frente a una enfermedad o cualquier otro trastorno.	Instancia
Desmayo	Síncope		Pérdida temporal de la conciencia.	Instancia
Diabetes			Enfermedad CV donde hay concentraciones altas de glucosa en la sangre porque el organismo no produce suficiente insulina o no usa la insulina adecuadamente.	Instancia
Diabetes Mellitus	Hiperglu- cemia	DM	Tipo de diabetes que es generada por algunos trastornos como la baja producción de la hormona insulina, que implicará perturbaciones en el metabolismo de los carbohidratos, lípidos y proteínas.	Instancia
Diazóxido			Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia
Diclorofenamida			Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia
Dieta			Control o regularización de los alimentos que ingiere una persona.	Instancia

Nombre	Sinónimo	Ac	Descripción	Tipo
Digoxina	Digox		Medicamento antirrítmico para la insuficiencia cardíaca.	Instancia
Diltiazem			Medicamento calcioantagonista para el tratamiento de la HTA.	Instancia
Disfunción diastólica	Disfx. Diast		Acción que ocurre cuando la fase diastólica de la acción de bombeo en dos fases, es anormal.	Instancia
Dislipidemia			Factor de RCV que se refiere al aumento de lipoproteínas de baja densidad y disminución de las lipoproteínas de alta densidad.	Instancia
Disminución de apetito	Anorexia		Síntoma que se refiere a la reducción del deseo de comer.	Instancia
Disnea			Síntoma que se refiere al ahogo o dificultad en la respiración.	Instancia
Disnea paroxística nocturna	Ortopnea		Dificultad respiratoria estando acostado, despertar con falta de aliento.	Instancia
Dolor de cabeza	Cefalea Migraña		Síntoma que se refiere a dolor o molestia en la cabeza, el cuero cabelludo o el cuello.	Instancia
Dolor hipogástrico			Síntoma que se refiere a dolor o molestia en el hipogastrio (abdomen)	Instancia
Dolor perianal			Síntoma que se refiere a dolor o molestia en el ano o recto, o la zona alrededor de esta área (perianal).	Instancia
Dolor precordial	Dolor retroesternal Dolor paraesternal Dolor torácico Malestar precordial		Síntoma que se refiere a dolor o molestia en el parte del pecho que se encuentra el corazón.	Instancia

Nombre	Sinónimo	Ac	Descripción	Tipo
Dolores óseos			Síntoma que se refiere a dolor o molestia en uno o más huesos.	Instancia
Ecocardiografía			Examen que utiliza ondas sonoras para crear una imagen en movimiento del corazón	Instancia
Ecocardiograma	Ecocardio		Gráfico que registra la posición y los movimientos del corazón mediante ondas ultrasónicas.	Instancia
Ecografía	Ultrasonido		Examen de tipo imagen que utiliza ondas sonoras de alta frecuencia para observar órganos y estructuras al interior del cuerpo.	Instancia
Edema agudo de pulmón			Acumulación de líquido en los pulmones que dificulta el intercambio de oxígeno con la sangre.	Instancia
Ejercicios			Actividad física que se realiza para mantener o mejorar la salud.	Instancia
Electrocardiograma	Electr	ECG	Examen que registra la actividad eléctrica del corazón que se produce en cada latido.	Instancia
Electrocardiograma de esfuerzo	Test de esfuerzo Ergometría		Examen utilizado para evaluar la condición cardiovascular.	Instancia
Eliminar consumo de café			Disminución total del consumo del café.	Instancia
Eliminar consumo de tabaco			Disminución total del consumo de tabaco.	Instancia
Enalapril		ENP	Medicamento IECA para el tratamiento de la HTA.	Instancia
Enalaprilat			Medicamento IECA para el tratamiento de la HTA.	Instancia
Enfermedad pulmonar			Problema en los pulmones que impide que trabajen apropiadamente.	Instancia

<b>Nombre</b>	<b>Sinónimo</b>	<b>Ac</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tipo</b>
Enfermedad pulmonar obstructiva crónica		EPO C	Enfermedad pulmonar que hace que se dificulte respirar.	Instancia
Enfermedad renal crónica	Insuficiencia renal crónica		Enfermedad que se refiere a la pérdida lenta de la función de los riñones con el tiempo	Instancia
Enfermedad valvular cardíaca			Mal funcionamiento de las válvulas del corazón, que se abren para que la sangre fluya a través o hacia afuera del corazón y luego se cierran para impedir que vuelva en dirección contraria.	Instancia
Eplerenona			Medicamento antagonista del receptor mineralocorticoide para el tratamiento del HTA.	Instancia
Eprosartán			Medicamento ARA II para el tratamiento de la HTA.	Instancia
Espirapril			Medicamento IECA para el tratamiento de la HTA.	Instancia
Espironolactona	Espiron		Medicamento antagonista del receptor mineralocorticoide para el tratamiento del HTA.	Instancia
Esteatosis severa en origen	Hígado graso		Acumulación de grasa en el hígado	Instancia
Estenosis			Enfermedad valvular que se refiere cuando la válvula no se abre lo suficiente e impide el flujo de sangre.	Instancia
Etacrinato de sodio			Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia
Etoxizolamida			Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia
Evaluación de Riesgo Cardiovascular			Evaluación que realiza el médico para detectar el tipo de RCV que posee el paciente.	Instancia

<b>Nombre</b>	<b>Sinónimo</b>	<b>Ac</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tipo</b>
Felodipino			Medicamento calcioantagonista para el tratamiento de la HTA.	Instancia
Fimosis			Estrechez del prepucio, que impide retraer dicha piel hacia abajo y descubrir el glande por completo y que puede presentar complicaciones por múltiples factores.	Instancia
Flumetiazida			Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia
Fosinopril			Medicamento IECA para el tratamiento de la HTA.	Instancia
Furosemida	Furos		Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia
Glaucoma			Enfermedad del ojo que se caracteriza por la pérdida de la visión de manera gradual.	Instancia
Glicinato sódico de teofilina			Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia
Glucemia	Glicemia		Examen que mide la cantidad de glucosa en la sangre.	Instancia
Gota			Tipo de artritis. Ocurre cuando el ácido úrico se acumula en la sangre y causa inflamación en las articulaciones.	Instancia
Hábito sedentario			Estilo de vida con poco o nada de ejercicios físicos.	Instancia
Hemograma	Conteo sanguíneo		Examen de sangre que mide cantidad de glóbulos rojos y blancos, total de hemoglobina, fracción de sangre compuesta de glóbulos rojos, tamaño promedio de glóbulos rojos, cantidad de hemoglobina y concentración por glóbulo rojo, también incluye conteo de plaquetas.	Instancia
Hexanitrató de manitol			Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia

<b>Nombre</b>	<b>Sinónimo</b>	<b>Ac</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tipo</b>
Hidroclorotiazida	HCT	HCT Z	Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia
Hidroflumetiazida			Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia
Hidronefrosis			Inflamación de uno o ambos riñones debido a acumulación de orina.	Instancia
Hierro	Fierro	Fe	Examen de sangre que mide la cantidad de hierro en la sangre.	Instancia
Hipercalcemia			Afección que se refiere al alto contenido de calcio en la sangre.	Instancia
Hiperglucemia	Hiperglicemia		Factor de riesgo CV que indica altos niveles de glucosa en la sangre.	Instancia
Hiperkalemia	Hiperpotasemia		Afección que se refiere al alto contenido de potasio en la sangre.	Instancia
Hiperlipemia			Trastorno que provoca niveles de colesterol y triglicéridos altos en la sangre.	Instancia
Hiperparatiroidismo secundario	Hiperparat secundario		Estado en el que las glándulas paratiroides generan demasiada hormona paratiroidea.	Instancia
Hipertensión Arterial		HTA	Enfermedad cardiovascular que corresponde a la elevación persistente de la presión arterial sobre los niveles normales. Potencia la lesión vascular, si se controla disminuye el riesgo	Instancia
Hipertrofia ventricular		HV	Consiste en un aumento de la cavidad del corazón más importante en el bombeo de la sangre, el ventrículo izquierdo, debido a una sobrecarga de trabajo del músculo cardíaco.	Instancia
Hipoglucemia	Hipoglicemia		Condición en que la glucosa está baja en la sangre.	Instancia

Nombre	Sinónimo	Ac	Descripción	Tipo
Hipotiroidismo	Tiroides hipoactiva Hipotiroid		Enfermedad en la que la glándula tiroides no produce suficiente hormona tiroidea.	Instancia
Imidapril			Medicamento IECA para el tratamiento de la HTA.	Instancia
Indapamida			Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia
Índice de masa corporal		IMC	Mide el peso en relación con la estatura. Un IMC entre 25 y 29 se considera sobrepeso. Un IMC de 30 o más se considera obesidad.	Instancia
Infección de tracto urinario	Cistitis	ITU	Infección causada por bacterias que ingresan a la uretra y luego a la vejiga. La infección se desarrolla con mayor frecuencia en la vejiga pero también puede afectar a los riñones.	Instancia
Insuficiencia cardíaca	Insf cardíaca Insuf card		Enfermedad CV en la que el corazón no puede bombear suficiente sangre por el cuerpo.	Instancia
Insuficiencia mitral	Regurgitación de la válvula mitral Insf mitral I trival		Trastorno en el cual la válvula mitral en el lado izquierdo del corazón no cierra de manera apropiada.	Instancia
Insuficiencia tricuspídea	Regurgitación tricuspídea		Trastorno en el cual la válvula tricuspídea no se cierra se forma apropiada. Esto provoca que la sangre vuelva hacia la cámara superior derecha del corazón (aurícula) cuando la cámara inferior derecha (ventrículo) se contrae.	Instancia

Nombre	Sinónimo	Ac	Descripción	Tipo
Insulinorresistencia	Resistencia a la insulina		Esta situación se presenta cuando el organismo no puede usar su propia insulina adecuadamente.	Instancia
Inyección de mercurofilina			Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia
Irbesartán			Medicamento ARA II para el tratamiento de la HTA.	Instancia
Labetalol			Medicamento betabloqueador para el tratamiento de la HTA.	Instancia
Lercanidipino			Medicamento calcioantagonista para el tratamiento de la HTA.	Instancia
Levotiroxina	Eutirox		Medicamento para el tratamiento del hipotiroidismo.	Instancia
Lisinopril			Medicamento IECA para el tratamiento de la HTA.	Instancia
Losartán	Corodin	LST	Medicamento ARA II para el tratamiento de la HTA.	Instancia
Marcapaso		MP	Dispositivo que percibe cuándo el corazón está latiendo irregularmente o en forma muy lenta. Éste envía una señal al corazón, la cual lo hace latir al ritmo correcto.	Instancia
Mareos			Síntoma en que se puede sentir aturdido o perder el equilibrio.	Instancia
Mefrusida			Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia
Mefruzida			Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia
Meralurida			Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia
Mercaptomerina sódica			Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia
Mercumatilina			Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia
Meretoxilina procaína			Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia

Nombre	Sinónimo	Ac	Descripción	Tipo
Mersalil sódico			Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia
Metazolamida			Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia
Metformina		MTF	Medicamento para el tratamiento de la diabetes tipo 2.	Instancia
Meticlotioniazida			Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia
Metolazona			Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia
Metoprolol			Medicamento betabloqueador para el tratamiento de la HTA.	Instancia
Metropolol			Medicamento betabloqueador para el tratamiento de la HTA.	Instancia
Miocardiopatía		MCP	ECV relacionada al músculo cardíaco, esta aumenta el tamaño del corazón o lo hace más grueso y rígido que lo normal.	Instancia
Moexipril			Medicamento IECA para el tratamiento de la HTA.	Instancia
Monoterapia			Tratamiento en el cual se receta un medicamento. Es efectiva en alcanzar las metas terapéuticas en un 20-30% de los casos, principalmente en pacientes con HTA etapa 1.	Instancia
Nadolol			Medicamento betabloqueador para el tratamiento de la HTA.	Instancia
Náuseas			Síntoma que corresponde a la sensación de malestar o de estómago revuelto junto con una urgencia por vomitar.	Instancia
Nevibolol			Medicamento betabloqueador para el tratamiento de la HTA.	Instancia
Nifedipino		NFD	Medicamento calcioantagonista para el tratamiento de la HTA.	Instancia
Nifedipino acción retardada			Medicamento calcioantagonista para el tratamiento de la HTA.	Instancia

Nombre	Sinónimo	Ac	Descripción	Tipo
Nitendipino			Medicamento calcioantagonista para el tratamiento de la HTA.	Instancia
Nitrendipino			Medicamento calcioantagonista para el tratamiento de la HTA.	Instancia
Nódulo pulmonar			Es una mancha (lesión) ovalada en los pulmones que se observa con una tomografía computarizada o una radiografía del tórax.	Instancia
Obesidad	Sobrepe- so Morbidez		Se asocia con el sobrepeso superior al 30%	Instancia
Olmesartán			Medicamento ARA II para el tratamiento de la HTA.	Instancia
Omeprazol			Medicamentos para tratar la enfermedad por reflujo gastroesofágico.	Instancia
Oxtrifilina			Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia
Palidez			Síntoma que se refiere a la pérdida anormal del color de la piel normal o de las membranas mucosas.	Instancia
Palpitaciones			Son sensaciones de latidos cardíacos que se perciben como si el corazón estuviera latiendo con violencia o acelerado. Pueden sentirse en el pecho, la garganta o el cuello.	Instancia
Pamabrom			Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia
Perímetro abdominal			Examen físico que mide perímetro abdominal del paciente.	Instancia
Perindopril			Medicamento IECA para el tratamiento de la HTA.	Instancia
Piretanida			Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia
Plaquetas			Examen que mide la cantidad de plaquetas en la sangre.	Instancia

<b>Nombre</b>	<b>Sinónimo</b>	<b>Ac</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tipo</b>
Politiazida			Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia
Potasio Sérico			Examen mide la cantidad de potasio en la porción líquida (suero) de la sangre.	Instancia
Presión arterial	P. arterial	PA	Representa la presión ejercida por la sangre contra la pared de las arterias	Instancia
Probenecid			Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia
Propranolol			Medicamento betabloqueador para el tratamiento de la HTA.	Instancia
Pulmonar			Grupo de exámenes que miden qué tan bien están funcionando los pulmones.	Instancia
Pulso			Número de latidos cardíacos por minuto, se pueden medir en zonas en las cuales la arteria pasa cerca de la piel como en la parte posterior de las rodillas, cuello, sien, o también, en la muñeca.	Instancia
Quinapril			Medicamento IECA para el tratamiento de la HTA.	Instancia
Quinetazona			Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia
Radiografía	Rayos X Rx		Examen de un tipo de radiación llamada ondas electromagnéticas, las que muestran el interior del cuerpo en diferentes tonos de blanco y negro.	Instancia
Ramipril			Medicamento IECA para el tratamiento de la HTA.	Instancia
Reducción consumo de alcohol			Disminución o eliminación total del consumo de alcohol.	Instancia

Nombre	Sinónimo	Ac	Descripción	Tipo
Reducción ingesta de sal			Disminución o eliminación total del consumo de sal.	Instancia
Rica en calorías			Dieta habitual que influye en el riesgo cardiovascular, en la que se consumen principalmente alimentos altos en calorías.	Instancia
Rica en grasas saturadas			Dieta habitual que influye en el riesgo cardiovascular, aumentándolo, en la que se consumen principalmente alimentos alto en grasas saturadas.	Instancia
Salicilato cálcico de teofilina			Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia
Síndrome nefrítico	Sd nefrítico Glomerulonefritis.		Grupo de síntomas que se presentan con algunos trastornos que causan hinchazón e inflamación de los glomérulos en el riñón.	Instancia
Síndrome nefrótico	Sd nefrótico		Síndrome causado por diversos trastornos que dañan los riñones. Este daño ocasiona la liberación de demasiada proteína en la orina.	Instancia
Somnolencia			Síntoma que se refiere a sentirse anormalmente soñoliento durante el día. Las personas que son soñolientas pueden quedarse dormidas en situaciones o momentos inapropiados.	Instancia
Soplo			Ruido silbante, chirriante o áspero que se escucha durante un latido cardíaco. El ruido es ocasionado por un flujo sanguíneo turbulento (desigual) a través de las válvulas cardíacas o cerca del corazón.	Instancia

<b>Nombre</b>	<b>Sinónimo</b>	<b>Ac</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tipo</b>
Stress de la vida diaria			Situación en la cual las demandas externas (sociales) o las demandas internas (psicológicas) superan nuestra capacidad de respuesta. Se provoca así una alarma orgánica que actúa sobre los sistemas nervioso, cardiovascular, endócrino e inmunológico, produciendo un desequilibrio psicofísico y la consiguiente aparición de la enfermedad.	Instancia
Sudoración	Transpiración		Liberación de un líquido salado por parte de las glándulas sudoríparas del cuerpo.	Instancia
Sulfipirazona			Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia
Tabaquismo			Enfermedad causada por el uso excesivo de tabaco. La nicotina y el monóxido de carbono aumentan el riesgo cardiovascular.	Instancia
Taquicardia			Síntoma que representa un aumento en la frecuencia cardíaca.	Instancia
Telmisartán			Medicamento ARA II para el tratamiento de la HTA.	Instancia
Teobromina			Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia
Teofilina anhidra			Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia
Terapia combinada			Tratamiento en el cual se recetan dos o más medicamentos simultáneos para el tratamiento de HTA, este permite lograr reducción de PA en un período de tiempo más corto que la monoterapia.	Instancia

Nombre	Sinónimo	Ac	Descripción	Tipo
Ticrinafeno			Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia
Tinnitus			Zumbido en uno o ambos oídos, este puede ser suave o fuerte, agudo o bajo.	Instancia
Tolvaptán			Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia
Torasemida			Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia
Trandolapril			Medicamento IECA para el tratamiento de la HTA.	Instancia
Tratamiento con anovulatorios			Se refiere al tratamiento anticonceptivo. Prevención del embarazo.	Instancia
Triamtirene			Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia
Triclormetiazida			Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia
Triglicéridos			Tipo de grasa que se encuentra en la sangre. El exceso de este tipo de grasa puede aumentar el riesgo de enfermedad de las arterias coronarias, especialmente en mujeres.	Instancia
Tuberculosis		TB	Enfermedad referida a una infección bacteriana causada por un germen llamado Mycobacterium tuberculosis. La bacteria suele atacar los pulmones, pero puede también dañar otras partes del cuerpo.	Instancia
Urocultivo			Examen de orina para analizar si hay bacterias u otros microbios en la muestra. Puede ser utilizado para buscar una infección urinaria en adultos y niños.	Instancia

Nombre	Sinónimo	Ac	Descripción	Tipo
Valsartán			Medicamento ARA II para el tratamiento de la HTA.	Instancia
Valvulopatía			Disfunción que afectan las válvulas cardíacas.	Instancia
Vejiga neurogénica			Disfunción de los nervios que trabajan para para contener la orina en la vejiga.	Instancia
Verapamilo			Medicamento calcioantagonista para el tratamiento de la HTA.	Instancia
Vértigo			Síntoma en el que se siente que la habitación gira a su alrededor.	Instancia
Vómitos			Síntoma que se refiere a la expulsión violenta por la boca de los contenidos estomacales.	Instancia
Xipamida			Medicamento diurético para el tratamiento del HTA.	Instancia
Zofenopril			Medicamento IECA para el tratamiento de la HTA.	Instancia
Zofenoprilat			Medicamento IECA para el tratamiento de la HTA.	Instancia

#### 4.2.2. Tarea 2: Construir la taxonomía de conceptos

Según la definición de taxonomía (Grégio et al, 2007) “es un proceso científico (o un sistema particular) de categorizar entidades, es decir, organizarlas en grupos. Un sistema taxonómico debe ser claro y consistente, flexible, exhaustivo y práctico.

Dada la definición anterior y el glosario generado en la Tarea 1, se realizó la taxonomía de conceptos en el dominio de la HTA esencial.

Primero se clasificaron las instancias y conceptos, en total se encontraron 310 instancias, las que distribuyen en las cuatro principales clases, en Tabla 4.2: Resumen clases e instancias, se detallan las clases obtenidas, con la cantidad de instancias en cada una.

Una vez clasificadas las instancias, se realizó la taxonomía que se observa en Figura 4.1: Taxonomía de conceptos, de esta forma, se generó un orden jerárquico para facilitar la creación de la ontología.

Tabla 4.2: Resumen clases e instancias (Elaboración propia)

<b>Clases</b>	<b>Subclases</b>	<b>Instancias</b>
Exámenes	Físicos Imagenología Orina Sangre	30
Historia	Factores de riesgo cardiovascular Otros antecedentes	124
Síntomas	Físicos Psicológicos Otros síntomas	38
Tratamiento	Cambios en el estilo de vida Farmacológico	118

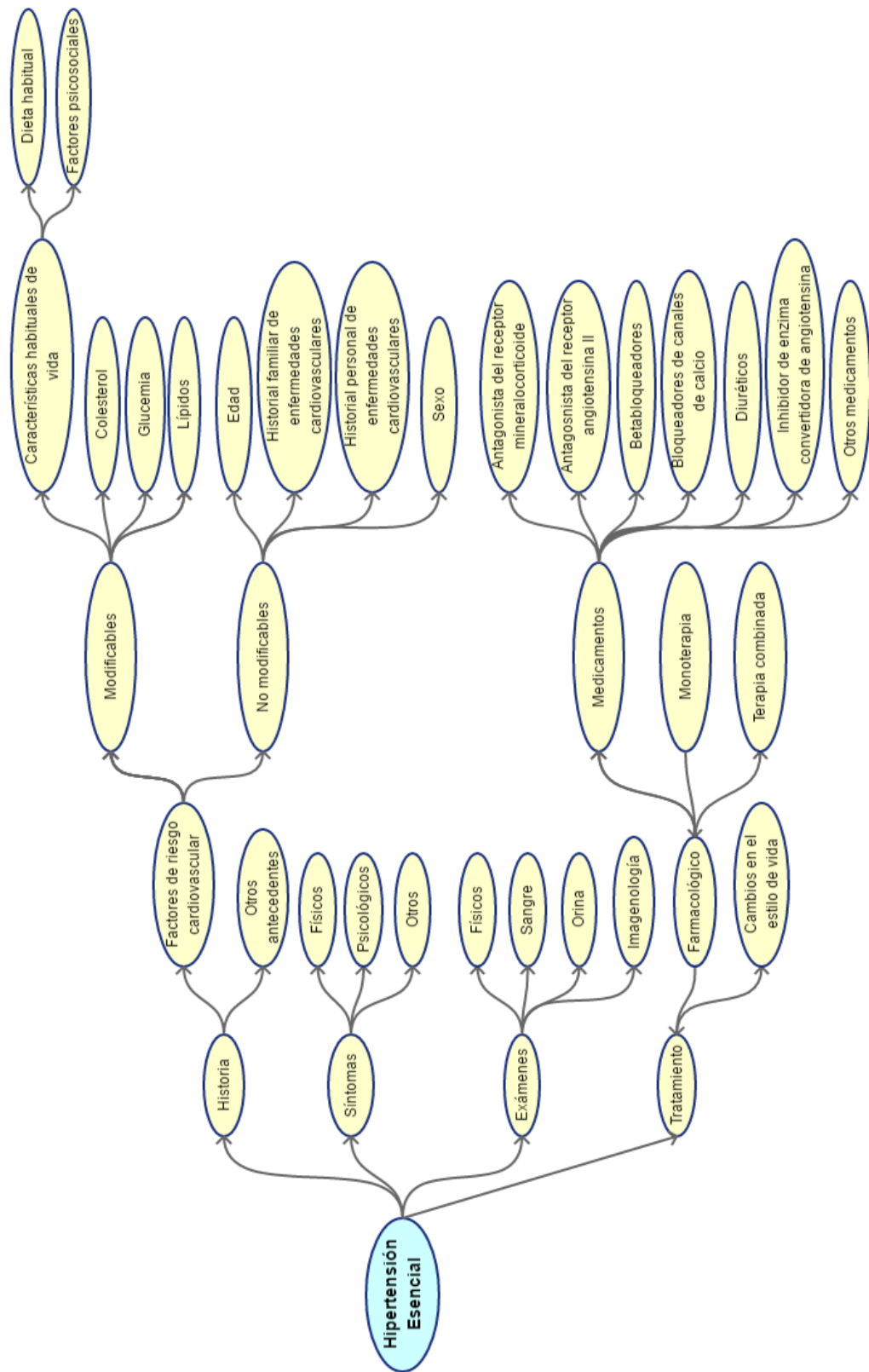


Figura 4.1: Taxonomía de conceptos (Elaboración propia)

### 4.2.3. Tarea 3: Construir un diagrama de relaciones binarias Ad Hoc

Una vez que la taxonomía ha sido construida, methontology propone construir un diagrama de relaciones ad hoc.

La realización de este diagrama permitió establecer como se relacionan los conceptos de la taxonomía. Se muestra en Figura 4.2: Diagrama de relaciones binarias Ad Hoc , las relaciones resultantes entre los conceptos, desde su concepto partida hasta su concepto de llegada. Algunas de estas relaciones se nombran a continuación:

- ❖ Para el tratamiento Monoterapia y Terapia combinada **se administra** Medicamentos, los que **pueden ser** Antagonista del receptor mineralocorticoide, antagonista receptor angiotensina II, Betabloqueadores, Bloqueadores de canales de calcio, Diuréticos, Inhibidor de enzima convertidor de angiotensina u otros medicamentos.
- ❖ Los tratamientos Monoterapia, Terapia combinada y Cambios en el estilo de vida **Tiene antecedentes de** Historia, los que **Se clasifican en** factores de RCV u otros antecedentes.
- ❖ Los tratamientos Monoterapia, Terapia combinada y Cambios en el estilo de vida **Debe tener** Exámenes, estos **Son de tipo** Físicos, Imagenología, Orina o Sangre.
- ❖ Los tratamientos Monoterapia, Terapia combinada y Cambios en el estilo de vida **Tiene síntomas de** Síntomas, estos **Pueden ser** Físicos, Psicológicos u Otros síntomas.

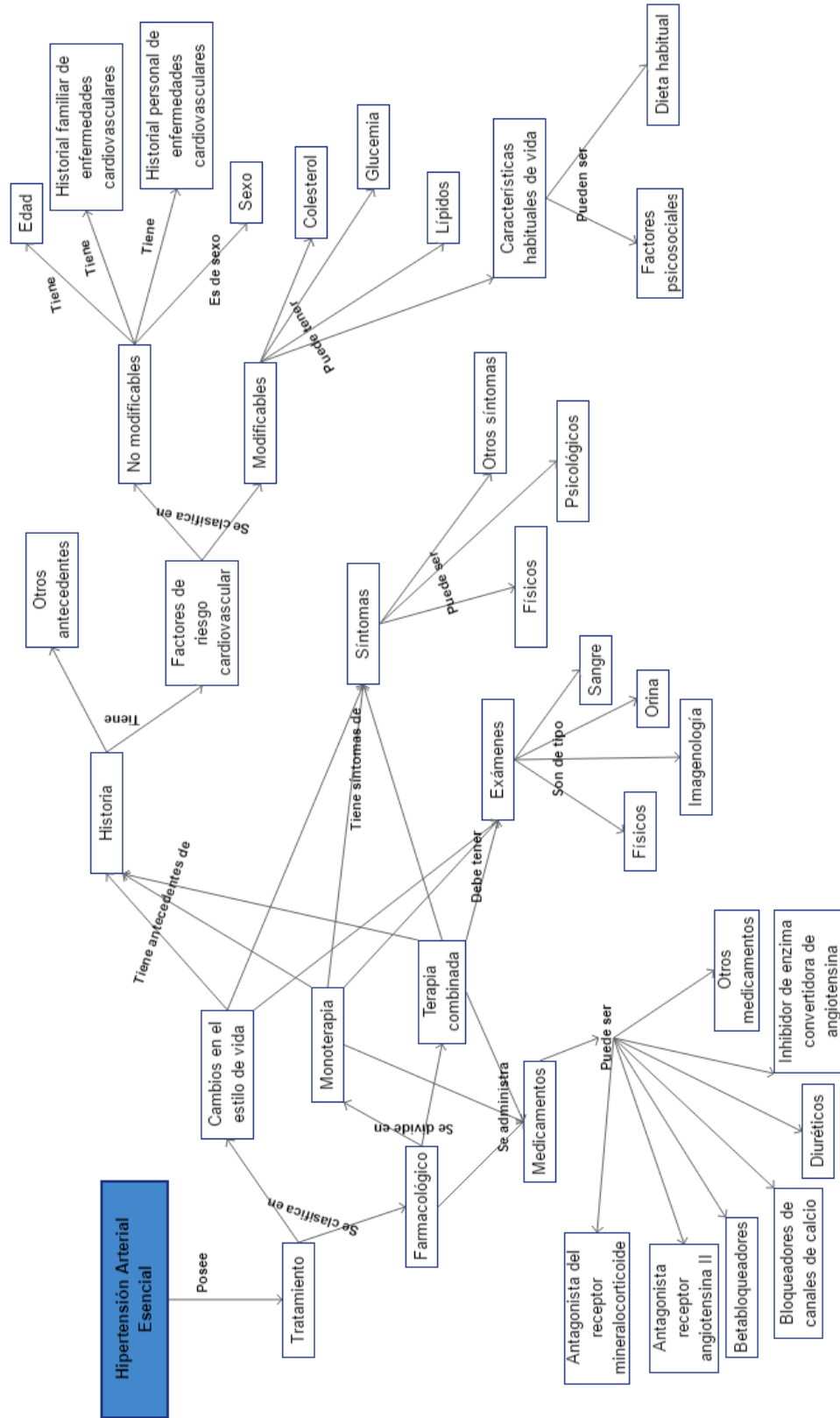


Figura 4.2: Diagrama de relaciones binarias Ad Hoc (Elaboración propia)

#### 4.2.4. Tarea 4: Construir el diccionario de conceptos

El diccionario de conceptos incluye todas las clases (subclases) de la ontología, en la que se detallan las instancias en las clases correspondientes, atributos de la clase e instancias y las relaciones según lo realizado en la tarea 3. En Tabla 4.3: Diccionario de conceptos, se muestra el diccionario de conceptos construido.

Tabla 4.3: Diccionario de conceptos (Elaboración propia)

Concepto	Atributos de clase	Atributos de instancias	Relaciones
Tratamiento	Categoría, tipo de tratamiento		Clase
Medicamentos	Tipos de medicamentos		Se administra
Antagonista Receptor Angiotensina II		Medicamentos de tipo ARA II	Puede ser
Betabloqueador		Medicamentos de tipo betabloqueador	Puede ser
Bloqueadores de canales de calcio		Medicamentos de tipo bloqueadores de canales de calcio	Puede ser
Diuréticos		Medicamentos de tipo diuréticos	Puede ser
Inhibidor de Enzima Convertidora de Angiotensina		Medicamentos de tipo IECA	Puede ser
Otros medicamentos		Medicamentos de tipo otros medicamentos	Puede ser
Monoterapia	Tipo de terapia		Subclase
Terapia combinada	Tipo de terapia		Subclase
Cambios en el estilo de vida		Tratamiento con cambio en el estilo de vida	Subclase
Exámenes	Categoría, tipo de exámenes		Debe tener
Examen físico		Exámenes de tipo físico, valor.	Son de tipo
Imagenología		Exámenes de Imagenología.	Son de tipo

Concepto	Atributos de clase	Atributos de instancias	Relaciones
Orina		Exámenes de tipo orina, valor concentración.	Son de tipo
Sangre		Exámenes de tipo sangre, valor concentración.	Son de tipo
Síntomas	Categoría, tipo de Síntomas.		Tiene síntomas de
Físicos		Síntomas de tipo físico.	Puede ser
Psicológicos		Síntomas de tipo psicológico.	Puede ser
Otros síntomas		Síntomas de otros tipos.	Puede ser
Historia	Categoría, historial personal y familiar		Tiene antecedentes de
Factores de riesgo cardiovascular	Categoría tipo de factores de riesgo cardiovascular.		Tiene
Modificables	Categoría, tipo de factores modificables.	Enfermedades con factor de riesgo cardiovascular modificable.	Se clasifica en
Características habituales de vida		Características habituales de vida.	Puede tener
No modificables	Categoría, tipo de factores no modificables.	Valor entero, sexo paciente.	Se clasifica en
Historial familiar de enfermedades cardiovasculares		Enfermedades de tipo cardiovasculares.	Tiene
Historial personal de enfermedades cardiovasculares		Enfermedades de tipo cardiovasculares.	Tiene
Otros antecedentes		Enfermedades no cardiovasculares, tratamientos, procedimientos.	Tiene

#### 4.2.5. Tarea 5: Definir las relaciones binarias en detalle

En esta tarea de definieron las relaciones ad hoc generadas en tarea 3 y que fueron incorporadas al diccionario de conceptos. En Tabla 4.4: Definición de relaciones binarias, se detallan las relaciones, incluyendo el nombre, concepto del cual es generado y su destino, cardinalidad y relación inversa.

Tabla 4.4: Definición de relaciones binarias (Elaboración propia)

Nombre relación	Concepto fuente	Concepto destino	Cardinalidad
Se administra	Monoterapia	Medicamentos	1:1
Se administra	Terapia combinada	Medicamentos	1:N
Puede ser	Medicamentos	Antagonista del receptor mineralocorticoide	1:N
Puede ser	Medicamentos	Antagonista receptor angiotensina II	1:N
Puede ser	Medicamentos	Betabloqueadores	1:N
Puede ser	Medicamentos	Bloqueadores de canales de calcio	1:N
Puede ser	Medicamentos	Diuréticos	1:N
Puede ser	Medicamentos	Inhibidor de enzima convertidora de angiotensina	1:N
Puede ser	Medicamentos	Otros medicamentos	1:N
Tiene antecedentes de	Monoterapia	Historia	1:N
Tiene antecedentes de	Terapia combinada	Historia	1:N
Tiene antecedentes de	Cambios en el estilo de vida	Historia	1:N
Tiene	Monoterapia	Edad	1:1
Tiene	Terapia combinada	Edad	1:1
Tiene	Cambios en el estilo de vida	Edad	1:1
Es de sexo	Monoterapia	Sexo	1:1
Es de sexo	Terapia combinada	Sexo	1:1
Es de sexo	Cambios en el estilo de vida	Sexo	1:1
Tiene síntomas de	Monoterapia	Síntomas	1:N
Tiene síntomas de	Terapia combinada	Síntomas	1:N

Nombre relación	Concepto fuente	Concepto destino	Cardinalidad
Tiene síntomas de	Cambios en el estilo de vida	Síntomas	1:N
Debe tener	Monoterapia	Exámenes	1:N
Debe tener	Terapia combinada	Exámenes	1:N
Debe tener	Cambios en el estilo de vida	Exámenes	1:N
Tiene	Historia	Factores de riesgo cardiovascular	1:N
Tiene	Historia	Otros antecedentes	1:N
Son de tipo	Exámenes	Físicos	1:N
Son de tipo	Exámenes	Imagenología	1:N
Son de tipo	Exámenes	Orina	1:N
Son de tipo	Exámenes	Sangre	1:N

#### 4.2.6. Tarea 6: Definir los atributos de instancias en detalle

Los atributos de instancias son aquellos cuyos valores pueden ser diferentes por cada instancia del concepto. En Tabla 4.5: Definición de atributos de instancias, se detallan las instancias de la ontología según los conceptos que se nombraron en el diccionario de conceptos. En esta tabla, se muestra por cada instancia el nombre, concepto al cual pertenece, tipo de valor y cardinalidad.

Tabla 4.5: Definición de atributos de instancias (Elaboración propia)

Nombre	Concepto al que pertenece	Tipo de dato	Cardinalidad
Cadesartán	Antagonista Receptor Angiotensina II	String	1:1
Irbesartán	Antagonista Receptor Angiotensina II	String	1:1
Losartán	Antagonista Receptor Angiotensina II	String	1:1
Olmesartán	Antagonista Receptor Angiotensina II	String	1:1
Telmisartán	Antagonista Receptor Angiotensina II	String	1:1
Valsartán	Antagonista Receptor Angiotensina II	String	1:1
Acebutolol	Betabloqueador	String	1:1

Nombre	Concepto al que pertenece	Tipo de valor	Cardinalidad
Atenolol	Betabloqueador	String	1:1
Bisoprolol	Betabloqueador	String	1:1
Carvedilol	Betabloqueador	String	1:1
Celiprolol	Betabloqueador	String	1:1
Labetalol	Betabloqueador	String	1:1
Metropolol	Betabloqueador	String	1:1
Nadolol	Betabloqueador	String	1:1
Nevibolol	Betabloqueador	String	1:1
Propranolol	Betabloqueador	String	1:1
Amlodipino	Bloqueadores de canales de calcio	String	1:1
Diltiazem	Bloqueadores de canales de calcio	String	1:1
Felodipino	Bloqueadores de canales de calcio	String	1:1
Lercanidipino	Bloqueadores de canales de calcio	String	1:1
Nifedípino	Bloqueadores de canales de calcio	String	1:1
Nitendipino	Bloqueadores de canales de calcio	String	1:1
Verapamilo	Bloqueadores de canales de calcio	String	1:1
Espironolactona	Diuréticos	String	1:1
Furosemida	Diuréticos	String	1:1
Hidroclorotiazida	Diuréticos	String	1:1
Indapamida	Diuréticos	String	1:1
Metolazona	Diuréticos	String	1:1
Catopril	Inhibidor de Enzima Convertidora de Angiotensina	String	1:1

Nombre	Concepto al que pertenece	Tipo de valor	Cardinalidad
Cilasapril	Inhibidor de Enzima Convertidora de Angiotensina	String	1:1
Enalapril	Inhibidor de Enzima Convertidora de Angiotensina	String	1:1
Lisonopril	Inhibidor de Enzima Convertidora de Angiotensina	String	1:1
Perindopril	Inhibidor de Enzima Convertidora de Angiotensina	String	1:1
Quinapril	Inhibidor de Enzima Convertidora de Angiotensina	String	1:1
Ramipril	Inhibidor de Enzima Convertidora de Angiotensina	String	1:1
Atorvastatina	Otros medicamentos	String	1:1
Ceftriaxona	Otros medicamentos	String	1:1
Clopidogrel	Otros medicamentos	String	1:1
Dieta	Cambios en el estilo de vida	String	1:1
Disminuir consumo de alcohol	Cambios en el estilo de vida	String	1:1
Ejercicios	Cambios en el estilo de vida	String	1:1
Eliminar consumo de café	Cambios en el estilo de vida	String	1:1
Elimina consumo de tabaco	Cambios en el estilo de vida	String	1:1
Reducción ingesta de sal	Cambios en el estilo de vida	String	1:1
Cardíaco	Examen físico	Int	1:1
Pulmonar	Examen físico	Int	1:1
Abdominal	Examen físico	Int	1:1
Pulso	Examen físico	Int	1:1
Presión arterial	Examen físico	Int	1:1

Nombre	Concepto al que pertenece	Tipo de valor	Cardinalidad
Índice de masa corporal	Examen físico	Int	1:1
Ecocardiograma	Imagenología	String	1:1
Ecografía	Imagenología	String	1:1
Electrocardiograma	Imagenología	String	1:1
Radiografía	Imagenología	String	1:1
Urocultivo	Orina	Int	1:1
Creatinina	Sangre	Int	1:1
Hemograma	Sangre	Int	1:1
Hierro	Sangre	Int	1:1
Glucemia	Sangre	Int	1:1
Lípidos Séricos	Sangre	Int	1:1
Constipación	Físicos	String	1:1
Descompensación	Físicos	String	1:1
Desmayo	Físicos	String	1:1
Dolor precordial	Físicos	String	1:1
Dolor de cabeza	Físicos	String	1:1
Dolor ósea	Físicos	String	1:1
Dolor en hipogastrio	Físicos	String	1:1
Dolor perianal	Físicos	String	1:1
Dolor retroesternal opresivo	Físicos	String	1:1
Mareos	Físicos	String	1:1
Náuseas	Físicos	String	1:1
Palidez	Físicos	String	1:1
Palpitaciones	Físicos	String	1:1
Sudoración	Físicos	String	1:1
Vómitos	Físicos	String	1:1
Ahogo	Psicológicos	String	1:1
Ardor	Psicológicos	String	1:1
Disminución de apetito	Psicológicos	String	1:1
Somnolencia	Psicológicos	String	1:1
Vértigo	Psicológicos	String	1:1
Arritmia	Otros síntomas	String	1:1
Asintomático	Otros síntomas	String	1:1
Calambres	Otros síntomas	String	1:1

<b>Nombre</b>	<b>Concepto al que pertenece</b>	<b>Tipo de valor</b>	<b>Cardinalidad</b>
Disnea	Otros síntomas	String	1:1
Accidente cerebrovascular isquémico	Enfermedades cardiovasculares	String	1:1
Angioplastía	Enfermedades cardiovasculares	String	1:1
Arteriosclerosis	Enfermedades cardiovasculares	String	1:1
Bloqueo auriculoventricular	Enfermedades cardiovasculares	String	1:1
Cardiopatía coronaria	Enfermedades cardiovasculares	String	1:1
Cardiopatía isquémica	Enfermedades cardiovasculares	String	1:1
Miocardiopatía	Enfermedades cardiovasculares	String	1:1
Enfermedad valvular cardíaca	Enfermedades cardiovasculares	String	1:1
Hipertrofia ventricular	Enfermedades cardiovasculares	String	1:1
Insuficiencia cardíaca	Enfermedades cardiovasculares	String	1:1
Insuficiencia mitral trival	Enfermedades cardiovasculares	String	1:1
Insuficiencia tricuspídea	Enfermedades cardiovasculares	String	1:1
Soplo	Enfermedades cardiovasculares	String	1:1
Colesterol HDL	Modificables	String	1:1
Hiper glucemia	Modificables	String	1:1
Hipoglucemia	Modificables	String	1:1
Dislipidemia	Modificables	String	1:1
Hiperlipidemia	Modificables	String	1:1
Triglicéridos	Modificables	String	1:1
Dieta rica en calorías	Características habituales de vida	String	1:1

<b>Nombre</b>	<b>Concepto al que pertenece</b>	<b>Tipo de valor</b>	<b>Cardinalidad</b>
Dieta rica en grasas saturadas	Características habituales de vida	String	1:1
Uso de sal	Características habituales de vida	String	1:1
Hábito sedentario	Características habituales de vida	String	1:1
Progresivo aumento de peso	Características habituales de vida	String	1:1
Tabaquismo	Características habituales de vida	String	1:1
alcoholismo	Características habituales de vida	String	1:1
Factores psicosociales	Características habituales de vida	String	1:1
Tratamiento con anovulatorios	Características habituales de vida	String	1:1
Edad	No modificables	Int	1:1
Sexo	No modificables	String	1:1
Hipertensión arterial	Historial familiar de enfermedades cardiovasculares	String	1:1
Diabetes mellitus	Historial familiar de enfermedades cardiovasculares	String	1:1
Gota	Historial familiar de enfermedades cardiovasculares	String	1:1
Insulinoresistencia	Historial familiar de enfermedades cardiovasculares	String	1:1
Asma	Otros antecedentes	String	1:1
Apendicectomía	Otros antecedentes	String	1:1
Aspiración de trombo en CD	Otros antecedentes	String	1:1
Bypass coronario	Otros antecedentes	String	1:1

<b>Nombre</b>	<b>Concepto al que pertenece</b>	<b>Tipo de valor</b>	<b>Cardinalidad</b>
Cáncer gástrico corporal	Otros antecedentes	String	1:1
Cirugía de revascularización miocárdica	Otros antecedentes	String	1:1
Cirugía valvular	Otros antecedentes	String	1:1
Colelitiasis	Otros antecedentes	String	1:1
Contusión simple	Otros antecedentes	String	1:1
Nódulo pulmonar	Otros antecedentes	String	1:1
Edema agudo de pulmón	Otros antecedentes	String	1:1
Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	Otros antecedentes	String	1:1
Lesiones pleuropulmonares	Otros antecedentes	String	1:1
Enfermedad renal crónica	Otros antecedentes	String	1:1
Esteatosis severa en origen	Otros antecedentes	String	1:1
Fimosis	Otros antecedentes	String	1:1
Hiperparatiroidismo secundario	Otros antecedentes	String	1:1
Hidronefrosis	Otros antecedentes	String	1:1
Hipotiroidismo	Otros antecedentes	String	1:1
Infección de tracto urinario	Otros antecedentes	String	1:1
Marcapaso	Otros antecedentes	String	1:1
Síndrome nefrótico	Otros antecedentes	String	1:1
Tinnitus	Otros antecedentes	String	1:1
Tuberculosis	Otros antecedentes	String	1:1
Valvulopatía	Otros antecedentes	String	1:1
Vejiga neurogénica	Otros antecedentes	String	1:1

## Capítulo 5 : Implementación de la Ontología

En el presente capítulo, siguiendo con la metodología Methontology, se documenta el proceso de formalización e implementación de la ontología en Protégé y Jena Fuseki, esto utilizando la información obtenida del Capítulo 4: Diseño de la Ontología.

### 5.1. Implementación en Protégé

La codificación del modelo, siguiendo las tareas de la metodología Methontology, se realizó en orden jerárquico, comenzando por las clases y conceptos, finalizando con las propiedades, o relaciones, de la siguiente manera:

- ❖ Especificación de las clases y conceptos según la jerarquía obtenida.
- ❖ Declarar instancias pertenecientes a cada concepto.
- ❖ Definición de las propiedades de las clases obtenidas según las relaciones Ad-Hoc.

Para poder crear las clases en Protégé se generó un nuevo archivo owl. En Tools, se seleccionó “Create class hierarchy”, como se muestra en Figura 5.1: Creación de clases en Protégé, opción que permite ingresar de forma abreviada las cuatro principales clases encontradas: exámenes, historia, síntomas y tratamiento. El ingreso de las clases se realizó como se observa en Figura 5.2: Creación de clases en Protégé II, se ingresó el nombre de la clase y las subclases pertenecientes a dicha clase.

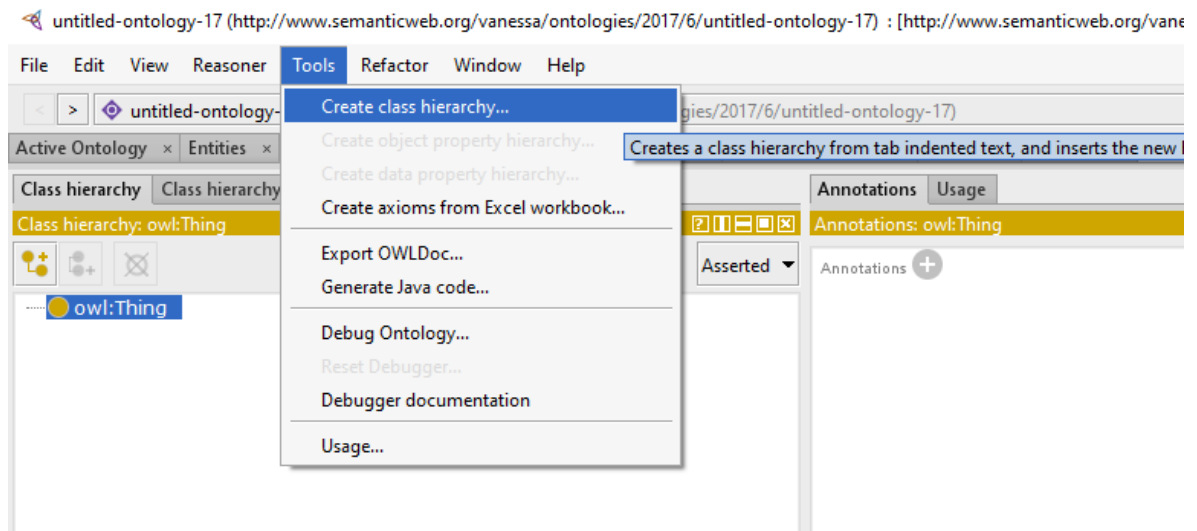


Figura 5.1: Creación de clases en Protégé I (Protégé)

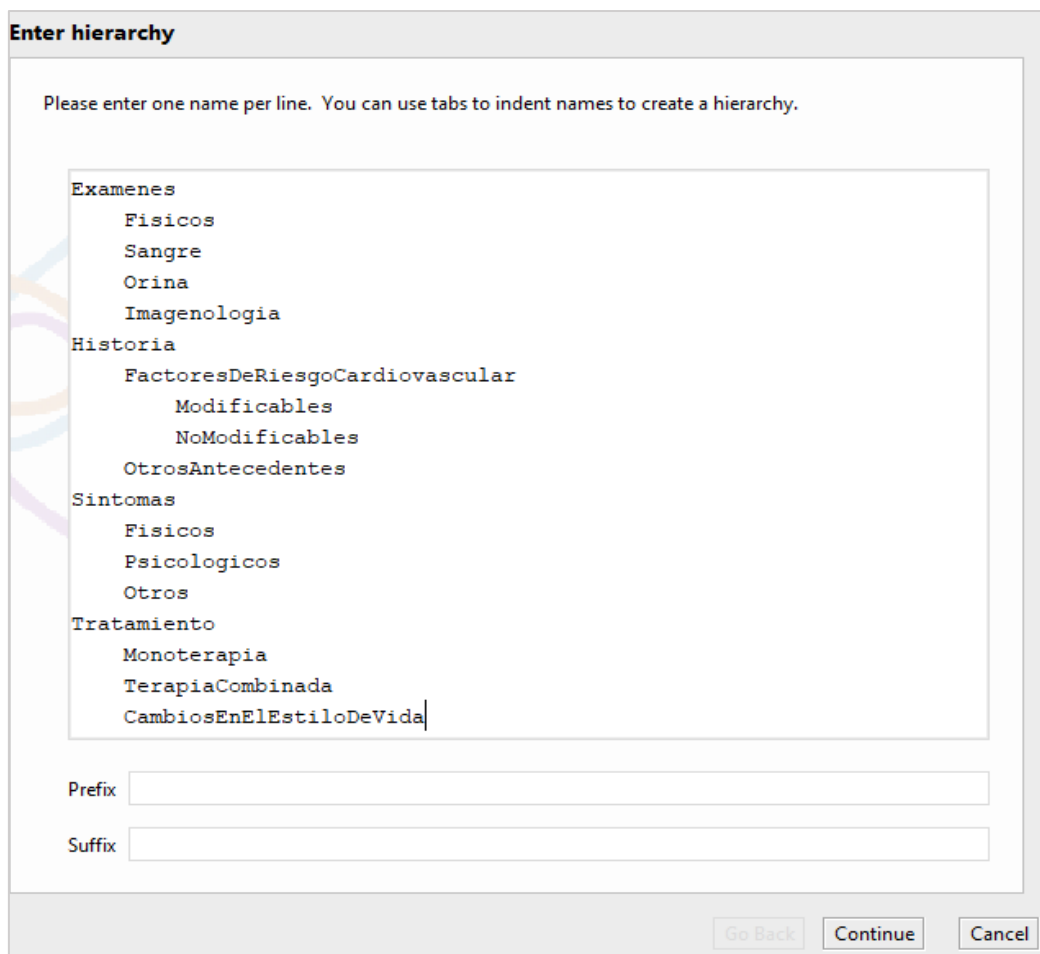


Figura 5.2: Creación de clases en Protégé II (Protégé)

El ingreso de las instancias fue realizado uno por uno, como se observa en Figura 5.3: Ingreso de instancias, en la pestaña “Individuals by class” se generó el ingreso de todas las instancias de la ontología y posteriormente fueron asignadas a las clases correspondientes.

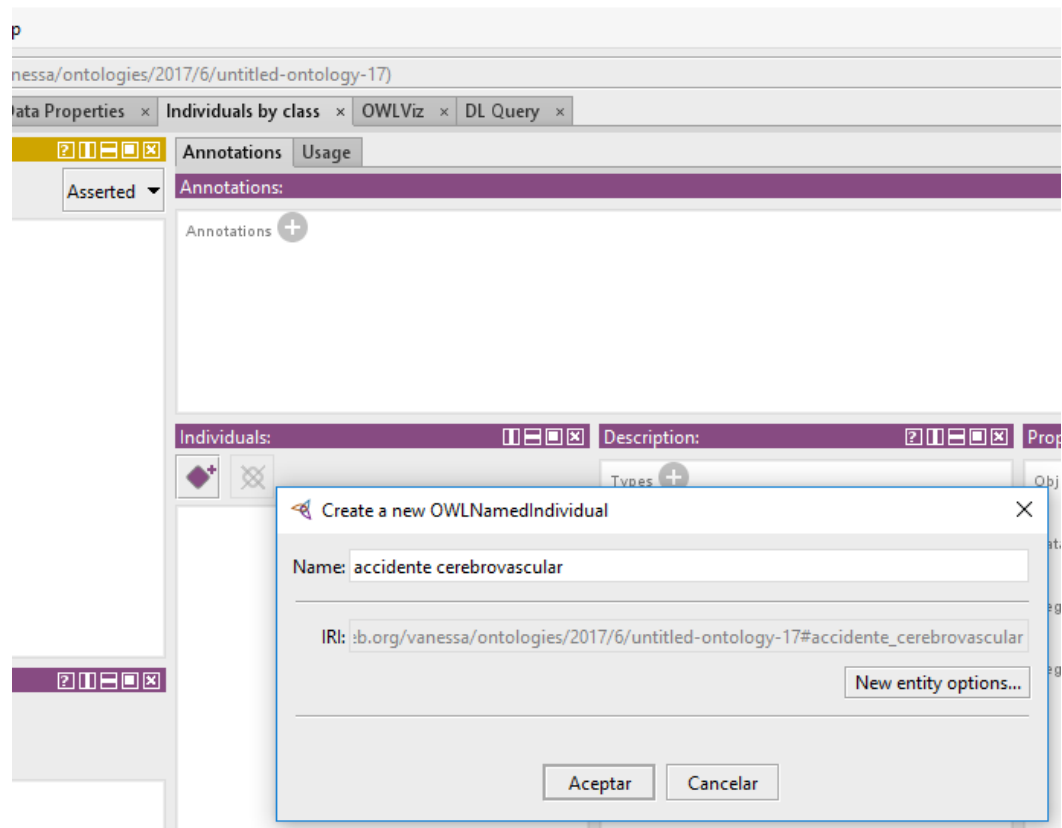


Figura 5.3: Ingreso de instancias (Protégé)

Las propiedades, o relaciones, fueron ingresadas en la pestaña “Object Properties”, al igual que las relaciones inversas. Una vez que se ingresaron las relaciones, fueron asignadas a las clases correspondientes, en Figura 5.4: Ingreso de relaciones, se detalla la forma de ingreso de estas, el dominio al cual corresponde y a las clases que relaciona (Ranges).

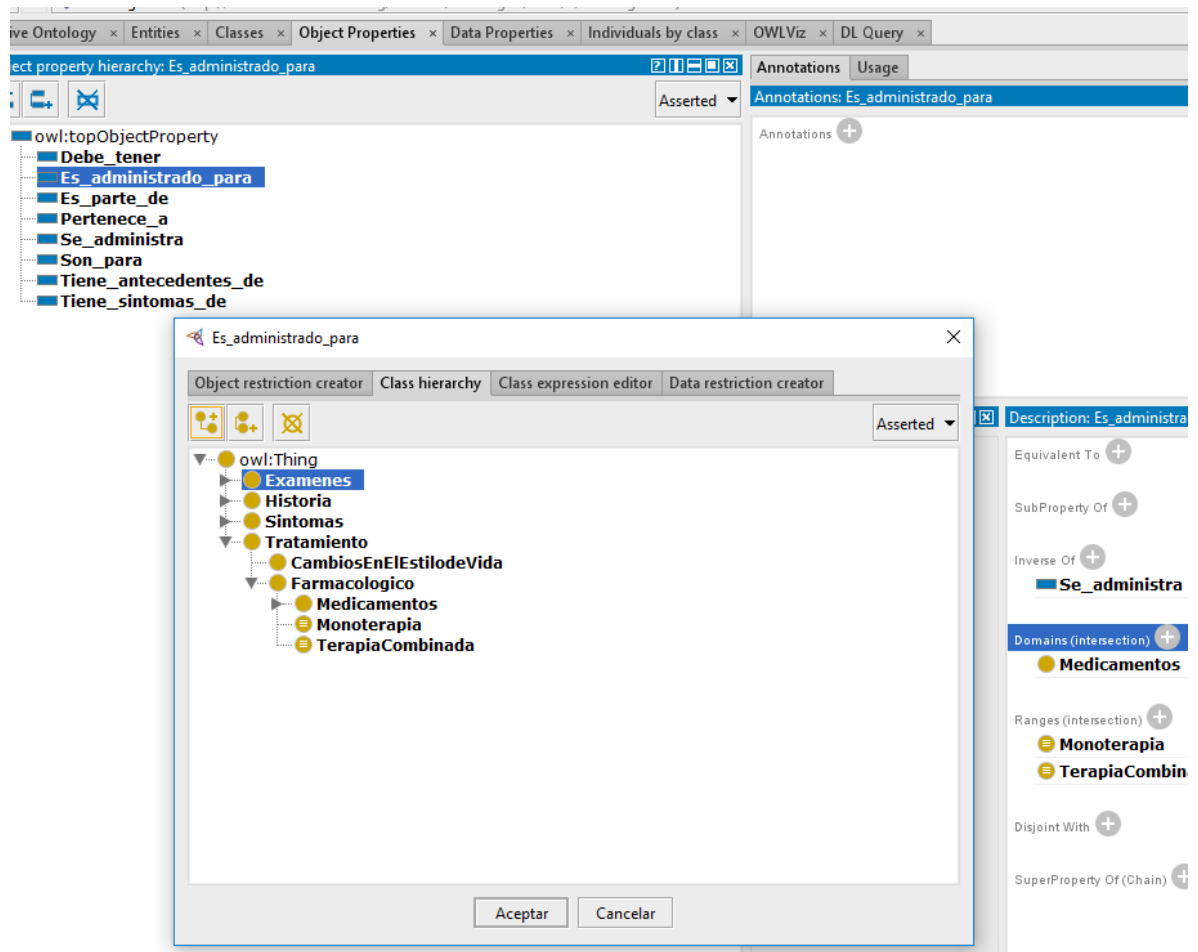


Figura 5.4: Ingreso de relaciones (Protégé)

## 5.2. Implementación en Jena Fuseki

Una vez codificada la ontología en Protégé, se realizó la implementación en Jena Fuseki, para posteriormente, generar las consultas y pruebas sobre la ontología.

En esta etapa primero se realizó la instalación del servidor en su versión 3.3.0. Una vez instalado se procedió a levantar el servidor a través de comandos en “Símbolo de sistema” de Windows. En Figura 5.5: Levantar servidor Jena, se muestra comandos necesarios para realizar esta acción y la notificación generada para validar el inicio.

```

C:\Users\Vanessa>cd c:/Fuseki

c:\Fuseki>java -Xmx1200M -jar fuseki-server.jar --update --loc=run/databases /myDataset
[2017-07-06 14:29:50] Server      INFO  Running in read-only mode for /myDataset
[2017-07-06 14:29:50] Server      INFO  Fuseki 2.6.0
[2017-07-06 14:29:50] Config      INFO  FUSEKI_HOME=c:\Fuseki\
[2017-07-06 14:29:50] Config      INFO  FUSEKI_BASE=c:\Fuseki\run
[2017-07-06 14:29:50] Servlet     INFO  Initializing Shiro environment
[2017-07-06 14:29:50] Config      INFO  Shiro file: file://c:\Fuseki\run\shiro.ini
[2017-07-06 14:29:50] Config      INFO  Template file: templates/config-tdb-dir
[2017-07-06 14:29:50] Config      INFO  TDB dataset: directory=run/databases
[2017-07-06 14:29:51] Config      INFO  Register: /myDataset
[2017-07-06 14:29:51] Server      INFO  Started 2017/07/06 14:29:51 CLT on port 3030
    
```

Figura 5.5: Levantar servidor Jena (Jena Fuseki)

Para proceder con la carga de la ontología a Jena, se debió abrir en un navegador con la URL <http://localhost:3030>, como se muestra en Figura 5.6: Implementación Jena, el ícono verde en la parte superior derecha, indica que el servidor se encuentra activo, por lo cual es posible realizar la carga del archivo owl con la ontología en Jena.

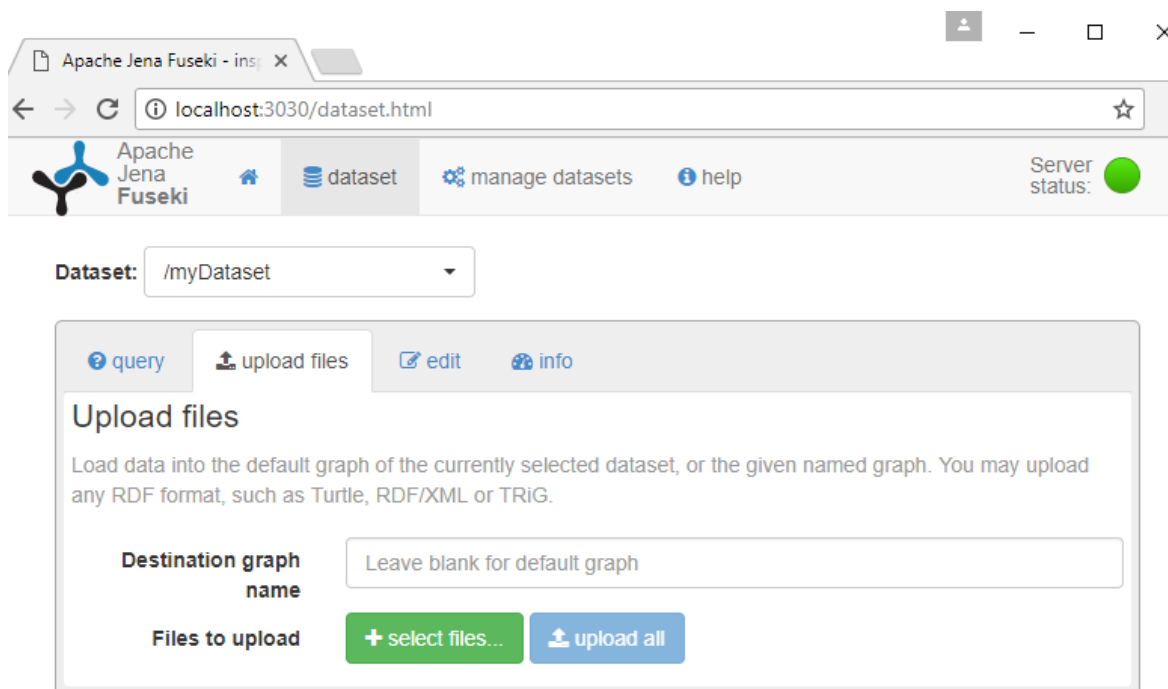


Figura 5.6: Implementación Jena (Jena Fuseki)

### 5.3. Pruebas

Para que la ontología sea consistente y de calidad, se deben realizar diferentes tipos de pruebas, esto con el fin que se cumplan los objetivos planteados. Para realizar las pruebas se utilizaron las fases que examinan los criterios mínimos para valorar la calidad. Estos criterios según (Ramos, Nuñez, & Casañas, 2009) son:

*“que el vocabulario utilizado para presentar el conocimiento tenga cobertura suficiente del corpus (conocimiento experto, texto y otras fuentes), que la ontología esté escrita de manera correcta, sin errores y conforme a las reglas del lenguaje utilizado, que la estructura taxonómica que organiza los conceptos y términos del dominio sea compacta, sin redundancias y consistente y que satisfaga los requerimientos para los cuales fue creada y, de manera particular, que las preguntas de competencia sean respondidas adecuadamente”*

#### 5.3.1. Pruebas de calidad de la ontología

Los autores (Ramos, Nuñez, & Casañas, 2009) proponen un esquema de evaluación que examina los principales criterios de evaluación, para esto se escogieron tres para realizar las pruebas de calidad de la ontología, estos son:

- ❖ Uso correcto del lenguaje.
- ❖ Exactitud de la estructura taxonómica.
- ❖ Adecuación de los requerimientos.

Uso correcto del lenguaje, la codificación de la ontología se realizó en el editor Protege 5.2.0, mediante la interfaz gráfica, por lo que, dicho editor generó el código con el lenguaje OWL, lenguaje que cumple con los estándares para desarrollos ontológicos.

Exactitud de la estructura taxonómica, los elementos que se consideraron para esta medida fueron: la completitud de conceptos y clases y redundancias en las clases, si existieran. La estructura taxonómica de la ontología fue validada por un especialista del área, Dr. Alejandro Mauro, mediante un diagrama conceptual que expresa la jerarquía de los conceptos con sus respectivas clases. Mediante feedback se pudo complementar y adicionar

algunos conceptos de Snomed-CT (Terminologías clínicas) para que la clasificación de medicamentos fuera más detallada.

Adecuación a los requerimientos, en esta fase se detalla la evaluación y cumplimiento de los requerimientos de la ontología, estos se detallan en la actividad de especificación de Methontology.

Los principales requerimientos para esta ontología son: ordenar los datos utilizados en el dominio de la HTA esencial y crear una herramienta para ayudar a la toma de decisiones, con respecto al mejor tratamiento, de acuerdo a los antecedentes que posee cada paciente.

### 5.3.2. Pruebas en el dominio con un conjunto de datos

Para verificar que se ha creado una herramienta que pueda ayudar a la toma de decisiones, se realizaron tres pruebas de consultas en el dominio. Para poder realizarlas, se generaron terapias de prueba con datos ficticios y así estimar el tratamiento más adecuado.

La ontología fue cargada previamente en Jena, las consultas se realizaron en SPARQL, lenguaje de consultas para RDF y OWL.

#### Caso de prueba 1

- ❖ **Descripción:** Para esta primera prueba se utilizaron datos de antecedentes y síntomas, en Tabla 5.1: Datos caso de prueba 1 se detallan los datos a utilizar.

Tabla 5.1: Datos caso de prueba 1 (Elaboración propia)

Terapia	Medicamentos	Antecedentes	Síntomas
Monoterapia1	Captopril	HTA (familiar)	Dolor óseo
Monoterapia2	Delapril	HTA (familiar)	Dolor óseo

- ❖ **Ejecución y resultado:** En Figura 5.7: Consulta caso de prueba 1 se observa la consulta con su respectivo resultado. En este caso dio un resultado exitoso con dos posibles tratamientos: monoterapia1 y monoterapia2 con medicamentos: captopril y delapril respectivamente.

```

1 PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
2 PREFIX hta: <http://www.semanticweb.org/vanessa/ontologies/2017/3/ontologia-hta#>
3 SELECT DISTINCT ?Tratamiento ?Medicamento
4 WHERE {?Tratamiento hta:Tiene_antecedentes_de hta:hta;
5         hta:Se_administra ?Medicamento;
6         hta:Tiene_sintomas_de hta:dolor_oseo
7 }
8 ORDER BY ?Tratamiento
    
```

QUERY RESULTS

Table Raw Response

Showing 1 to 2 of 2 entries

Search:

Tratamiento	Medicamento
1 hta:monoterapia1	hta:captopril
2 hta:monoterapia2	hta:delapril

Figura 5.7: Consulta caso de prueba 1 (Elaboración propia)

### Caso de prueba 2

- ❖ **Descripción:** Para esta segunda prueba se utilizaron datos de sexo y edad, en Tabla 5.2: Datos caso de prueba 2 se detallan los datos a utilizar.

Tabla 5.2: Datos caso de prueba 2 (Elaboración propia)

Terapia	Medicamentos	Antecedentes	Síntomas
Terapiacombinada2	Metoprolol Valsartán	Sexo: Masculino Edad: 48	

- ❖ **Ejecución y resultado:** En Figura 5.8: Consulta caso de prueba 2 se observa la consulta con su respectivo resultado. Para este caso dio un resultado exitoso con tratamiento: terapiacombinada2 y medicamentos: metoprolol y valsartán.

```

1 PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
2 PREFIX hta: <http://www.semanticweb.org/vanessa/ontologies/2017/3/ontologia-hta#>
3 SELECT DISTINCT ?Tratamiento ?Medicamento
4 WHERE {?Tratamiento hta:Tiene hta:48 ;
5         hta:Es_de_sexo hta:masculino ;
6         hta:Se_administra ?Medicamento ;
7     }
8 }
9 ORDER BY ?Tratamiento
    
```

QUERY RESULTS

Table Raw Response

Showing 1 to 2 of 2 entries

Search:

	Tratamiento	Medicamento
1	hta:terapiacombinada2	hta:metoprolol
2	hta:terapiacombinada2	hta:valsartan

Figura 5.8: Consulta caso de prueba 2 (Elaboración propia)

### Caso de prueba 3

- ❖ **Descripción:** En esta última prueba, se utilizó un factor de RCV influyente en la HTA y síntomas, en Tabla 5.2: Datos caso de prueba 2 se detallan los datos a utilizar.

Tabla 5.3: Datos caso de prueba 3 (Elaboración propia)

Terapia	Medicamentos	Antecedentes	Síntomas
Terapiacombinada1	Hiperlipemia	Vómitos	Ramipril Nitrendipino

- ❖ **Ejecución y resultado:** En Figura 5.9: Consulta caso de prueba 3 se observa la consulta con su respectivo resultado. Para este caso dio un resultado exitoso con tratamiento: terapiacombinada1 y medicamentos: nitrendipino y ramipril.

```
1 PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
2 PREFIX hta: <http://www.semanticweb.org/vanessa/ontologies/2017/3/ontologia-hta#>
3 SELECT DISTINCT ?Tratamiento ?Medicamento
4 WHERE {?Tratamiento hta:Tiene_antecedentes_de hta:hiperlipemia ;
5         hta:Tiene_sintomas_de hta:vomitos ;
6         hta:Se_administra ?Medicamento ;
7     }
8 }
9 ORDER BY ?Tratamiento
```

QUERY RESULTS

Table Raw Response

Showing 1 to 2 of 2 entries

Search:

	Tratamiento	Medicamento
1	hta:terapiacombinada1	hta:nitrendipino
2	hta:terapiacombinada1	hta:ramipril

Figura 5.9: Consulta caso de prueba 3 (Elaboración propia)

## Capítulo 6 : Conclusiones

Actualmente una de las enfermedades crónicas con alto porcentaje de mortalidad en Chile es la HTA, pero que, teniendo un pronto diagnóstico y un tratamiento adecuado, esto puede cambiar. De esta forma, aprovechando los beneficios de la tecnología y la gestión de datos, se creó una herramienta que permite agilizar y facilitar la búsqueda de esta información.

El uso de la ontología en el proyecto fue motivado por la cantidad de datos que se utilizan en el área de salud, específicamente en la HTA esencial. Por cada paciente existen numerosos antecedentes y síntomas de distintos tipos, que no se relacionan entre si y se encuentran desordenados, por lo que no es posible hacer búsquedas de información apropiadas.

Con el desarrollo de esta ontología, es posible contar con una herramienta que puede ser incorporada a sistemas clínicos y ayudar a la toma de decisiones en el dominio de la HTA esencial. Quienes tendrán estos beneficios son los médicos y especialistas del área de la salud, estudiantes, entre otros.

Se espera que el uso e implementación de la ontología desarrollada tenga las siguientes ventajas:

- ❖ Apoye a la toma de decisiones al médico especialista, debido a que contará con una herramienta de conceptos ordenados.
- ❖ Facilitar la interoperabilidad entre sistemas que trabajen en el dominio.
- ❖ Datos ordenados y estandarizados dentro del dominio.

La mayor dificultad presentada en el desarrollo, fue crear una herramienta la cual no se conocía, enfocada en un dominio de aplicación que no corresponde a la formación de la carrera de Informática. De esta forma, la búsqueda de información en las bases de datos científicas fue de gran apoyo para comprender de qué se trata la ontología y como desarrollarla, así mismo, aprender de la HTA esencial.

Otra dificultad que se presentó durante el desarrollo fue la implementación, ya que, por los diversos cambios y actualizaciones del software a utilizar, el entorno de trabajo

cambió, por lo que se debió realizar un estudio más exhaustivo para comprender el uso de las nuevas funcionalidades.

Dado lo anterior, se pudieron generar nuevos conocimientos, principalmente el uso de nuevas herramientas, las cuales no fueron utilizadas durante los años de formación de la carrera de Ingeniería Civil Informática. También se logró aprender nuevas metodologías de trabajo para ontologías, por el estudio realizado que llevó a escoger la más apropiada.

## **6.1 Cumplimiento de objetivos**

Propuesto el primer objetivo específico, se realizó una serie de búsquedas bibliográficas, con el fin de obtener conocimientos en el área de la salud y de desarrollo de ontologías. Fue así, como se obtuvo el Capítulo 2: Marco teórico y Capítulo 3: Estado del arte, lo que facilitó la comprensión de la enfermedad y poder determinar metodologías y software necesarios para el desarrollo del proyecto.

Dado el segundo objetivo específico, se realizaron tareas que facilitaron el diseño de la ontología, dadas por las 11 tareas que incluye Methontology y por el constante feedback recibido para mejorar la jerarquía creada. De esta forma se concretó el Capítulo 4: Diseño de la ontología, en el que se determinaron las cuatro clases principales y un total de 310 instancias.

Para el tercer objetivo específico, se realizó la implementación de la ontología, la cual se facilitó debido al modelo creado en el diseño. Este diseño fue prevalidado por un especialista. De esta forma, sólo se debió estudiar y analizar el uso de las herramientas de codificación y las que posteriormente se utilizaron para las pruebas. De esta forma, se obtuvo el Capítulo 5: Implementación de la ontología.

## **6.2 Trabajos a futuro**

Un punto importante que debe ser considerado para trabajos futuros, es realizar una nueva búsqueda en el área de anamnesis de las fichas clínicas, ya que de los 8472 registros disponibles, se consideraron 3000 para la creación de esta ontología. Por lo que sería de gran importancia incorporar nuevas instancias.

Otro punto que se debe considerar, es el hecho de poder incorporar los tratamientos reales que se les aplican a los pacientes, directo con especialistas que avalen la veracidad de éste, para tener un mayor beneficio de lo desarrollado. Por otra parte, está el hecho de poder incorporar la ontología a una plataforma web, para así, tener una mejor visualización de las clases, conceptos e instancias, jerarquía en general, y poder hacer las consultas de forma gráfica. De esta forma, facilitar la incorporación a otros sistemas y poder compartirla con la comunidad interesada.

## Referencias

- Alzheimer's disease neuroimaging initiative*. (15 de Febrero de 2017). Obtenido de ADNI: <http://adni.loni.usc.edu/>
- Arango, P., Cabrera, L., & Hurtado, J. (2015). Necesidad de un sistema informático de registro y control en Anatomía Patológica para la red hospitalaria en Cuba. *Revista cubana de informática médica*, 185-195.
- Bautista, M. (2009). Creación de una ontología sobre el viaje combinado: su aplicación a la *Universidad de Málaga*, 200-213.
- Camayd et al, I. (2011). Un acercamiento a la ontología de genes y sus aplicaciones. *Revista cubana de Informática médica*.
- Carrascosa, C. (04 de Noviembre de 2017). *OntoEdit*. Obtenido de [http://personales.upv.es/ccarrasc/doc/2003-2004/OntoEdit/presentacion\\_html/definiciononto.html](http://personales.upv.es/ccarrasc/doc/2003-2004/OntoEdit/presentacion_html/definiciononto.html)
- Clunis, J. (2016). *Designing an Ontology for Managing the Diets of Hypertensive Individuals (Tesis de Master)*. Kent State University, Ohio.
- Corcho et al, O. (2005). Building Legal Ontologies with METHONTOLOGY. *Springer-Verlag Berlin Heidelberg*, 142-157.
- Escobar, M. C., & Obreque, A. (2012). Implementación del enfoque de riesgo en el programa de salud cardiovascular. *Ministerio de Salud de Chile*. Obtenido de Implementación del enfoque de riesgo en el programa de salud cardiovascular.
- Esposito, M., & De Pietro, G. (2011). An ontology-based fuzzy decision support system for multiple sclerosis. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 1340-1354.
- Gazitúa, R. (15 de Noviembre de 2016). *Escuela de Medicina, Pontificia Universidad Católica de Chile*. Obtenido de <http://publicacionesmedicina.uc.cl/ManualSemiologia/210PresionArterial.htm>
- Gene Ontology Consortium. (16 de Noviembre de 2016). *AmiGo*. Obtenido de Gene ontolgy consotium: <http://amigo.geneontology.org/amigo>
- Gene Ontology Consortium. (16 de Noviembre de 2016). *Gene ontology*. Obtenido de <http://geneontology.org/>

- Giese et al, M. (2015). Engineering ontology-based access to real-world data sources. *Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web*, 112-140.
- Gómez-Pérez, A., Fernández-López, M., & Corcho, O. (2004). *Ontological engineering*. Madrid: Springer-Verlag London.
- Grégio et al, A. (2007). Taxonomías de Vulnerabilidades: Situación Actual. *Acimed*, 325-338.
- Gruber, T. (1993). A translation approach to portable ontology specifications. *Knowledge Acquisition - Special issue: Current issues in knowledge modeling*, 199-220.
- Gruber, T. (16 de Noviembre de 2016). *Encyclopedia of Database Systems*. Obtenido de <http://tomgruber.org>
- Guzmán, J., López, M., & Durley, I. (2012). Metodologías y métodos para la construcción de ontologías. *Scientia et Technica*, 133-140.
- Laboratorio de Inteligencia Artificial. (Noviembre de 06 de 2016). *Ontología del análisis del líquido seminal humano*. Obtenido de Laboratorio de inteligencia artificial: <http://lia.ciens.ucv.ve/ALS/mostrarOntologia.do>
- Li, Z., Yang, M., & Ramani, K. (2009). A methodology for engineering ontology acquisition and validation. *Artificial Intelligence for Engineering Desing, Analisis and Manufacturing*, 37-51.
- Marzun, F., De Ávila, R., & Cotta, D. (2012). Cuida tu corazón, es para toda tu vida. *Universidad de Cartagena*.
- Ministerio de Salud de Chile. (2010). Guía clínica Hipertensión arterial primaria o esencial en personas de 15 años y más. *Ministerio de salud deChile*.
- Ministerio de salud de Chile. (2014). Enfoque de riesgo para la prevención de enfermedades cardiovasculares. *MINSAL*.
- Ministerio de salud de Chile. (2014). Fármacos básicos para el tratamiento farmacológico de la hipertensión arterial en Chile. *MINSAL*.
- Noy, N., & McGuinness, D. (2001). *Ontology Development 101: A Guide to Creating Your. Stanford Medical Informatics Technical Report*.
- Organización Panamericana de la Salud. (1990). *La hipertensión arterial como problema de salud comunitario*. PALTEX Publications.
- Pérez, D. (2007). *Un modelo de integración y preprocesamiento preprocesamiento de información (Tesis doctoral)*. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.

- Pontificia Universidad Católica de Chile. (2010). Encuesta Nacional de la Salud. *Pontificia Universidad Católica de Chile*. Obtenido de Ministerio de Salud de Chile.
- Ramos et al, E. (2007). Aplicación de visualización de una ontología para el dominio del semen humano. *Ingeniería y Ciencia*, 43-66.
- Ramos, E., Nuñez, H., & Casañas, R. (2009). Esquema para evaluar ontologías únicas para un dominio de conocimiento. *Scielo*, 57-71.
- Rasmussen, A., & Rosenbeck, K. (2011). SNOMED CT implementation: Implications of choosing Clinical findings or Observable entities. *Studies in Health Technology and Informatics*, 809-8013.
- Reshmy et al, K. (2013). Ontology Based System Architecture to Predict the Risk of Hypertension. *International Journal of Information Processing and Management*.
- Romá-Ferria, M. T., & Palomar, M. (2008). Análisis de terminologías de salud para su utilización como ontologías computacionales en los sistemas de información clínicos. *Scientific Electronic Library Online*, 421-433.
- Snomed International. (14 de Marzo de 2017). *Snomed CT*. Obtenido de <http://www.snomed.org/>
- Standford University. (03 de Noviembre de 2016). *Ontolingua*. Obtenido de <http://www.ksl.stanford.edu/software/ontolingua/>
- Stanford University. (03 de Noviembre de 2016). *Protégé*. Obtenido de <http://protege.stanford.edu/>
- Steichen et al, O. (2007). Building an Ontology for Hypertension Management. *Proceedings of the 11th conference on Artificial Intelligence in Medicine*, (págs. 292-296). Paris.
- Steve, G., Gangemi, A., & Pisanelli, D. M. (s.f.). Integrating Medical Terminologies with ONIONS Methodology. *Istituto Tecnologie Biomediche*.
- World wide web consortium (W3C). (2016 de Noviembre de 2016). *W3C - Semantic Web*. Obtenido de <https://www.w3.org/>
- Zhang et al, X. (2014). Ontology driven decision support for the diagnosis of mild cognitive impairment. *US National Library of Medicine National Institutes of Health*, 781-791.
- Ziouziou, M. (2009). *Desarrollo de una Ontología y de un sistema de recuperación de la información par ael sector del mueble y afines (Tesis de pregrado)*. Universidad de Valecia, Valencia.