

**Universidad de las Ciencias Informáticas**

**Facultad 4**



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

**Título:** Ontología para el apoyo del proceso de medición y análisis de software en la Dirección de Calidad en la UCI.

**Autor:**

Osley Pedroso Soroa

**Tutores:**

Dra. Yamilis Fernández Pérez

Ing. Aliuska Castañeda Martínez

La Habana, 2018

## **Declaración de Autoría**

Declaro que soy el único autor del trabajo titulado: Ontología para el proceso de medición y análisis de software en la Dirección de Calidad en la UCI.

Se autoriza a la Universidad de las Ciencias Informáticas(UCI) los derechos patrimoniales de la misma, con carácter exclusivo.

Para que así conste firmamos la presente a los \_\_ días del mes de \_\_ del año 2018.

Osley Pedroso Soroa

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Dr.C. Yamilis Fernández Pérez

Firma del Tutor

\_\_\_\_\_

Ing. Aliuska Castañeda Martínez

Firma del Tutor

## **Síntesis de los tutores:**

Msc. Yamilis Fernández Pérez:

Graduada de Ingeniera en Sistema Automatizado de Dirección (SAD), del ISPJAE en el año 1992. Máster en Ciencias en Informática Aplicada en la especialidad de Ingeniería de Software en el ISPJAE en el año 1995. Es profesora auxiliar, ha impartido pregrado y posgrado de Ingeniería de software, Bases de Datos y Programación. Desde el 1992 hasta 1999 profesor de la Universidad de Matanzas, desde 1999 hasta 2002 profesor del ISPJAE. Desde el 2002 hasta la actualidad profesor de la UCI Fue Jefe de Departamento de la Disciplina Ingeniería y gestión de software desde el 2002 y hasta el 2008 a nivel central. Desde el 2008 hasta el 2012 fue directora de formación posgraduada de la UCI. Actualmente es metodóloga del Departamento de Grado científico de la dirección de Educación de posgrado de Posgrado de la Dirección de formación posgraduada. Ha sido profesora invitada en Brasil y Bolivia, además de varias universidades cubanas. Ha participado en proyecto de investigación con España y Canadá. Defendió el doctorado este año en la Universidad de Granada.

Ing. Aliuska Castañeda Martínez: Graduada de Ingeniera en Ciencias Informáticas en el año 2011. Es especialista General en la Dirección de Postgrado, encargada de todo lo referente a los cursos de superación y diplomados que se imparten dentro y fuera de la Universidad. Actualmente desarrolla la maestría de excelencia, Calidad de Software perteneciente a la Universidad de Ciencias Informáticas (UCI).

## AGRADECIMIENTOS

---

Primeramente quisiera agradecerle a mi familia por apoyarme en todo momento. Principalmente a mis padres por ser el pilar de apoyo en los momentos de dificultad, por darme el valor de seguir adelante en cada ocasión que estaba dándome por vencido, por su optimismo al decirme1 ¡tú puedes, esto lo superarás!, les agradezco por lo que soy y seré, los quiero.

Les agradezco a mis tutoras por su tiempo dedicado, sus consejos y ayuda para poder lograr la realización de este trabajo.

Le agradezco por la ayuda brindada a mis compañeros de universidad, por animarme en los momentos de preocupación, por las experiencias vividas, las travesuras, los sustos, y momentos divertidos que pasamos juntos.

Quisiera agradecerle a la universidad por darme la posibilidad de conocer a “Palacio Goytizolo”, “Villavicencio Martínez”, “Brunet Benitez”, “Estrada Rodríguez”, “Castillo Oliva”, “Hernández Estévez”, “Aleaga García”, “Crespo Abreu”, “Machin Planas”, “Salgueiro Ferreiro”, “Blanco Peña”, “Pérez Núñez”, “Azcue Pérez”, “Lago La O” y a una lista interminable de personas que nunca voy a olvidar; agradezco por haber sido una parte sus vidas.

## RESUMEN

---

Cada día, aumenta la presencia del software en innumerables actividades de la sociedad del presente; este se está convirtiendo, cada vez más, en una tecnología penetrante, omnipresente y habilitadora, proporcionando a los seres humanos una serie de servicios y aplicaciones inteligentes que no tiene precedentes. Esta situación induce al incremento de la complejidad del software; por ende, provoca un especial interés por la calidad del mismo. Para evaluar la calidad de un producto de software, es imprescindible la definición de indicadores, medidas, así como la determinación de su valor y el análisis de los mismos. El modelo de calidad CMMI nivel 2, tiene el área de proceso de Medición y Análisis, cuyo objetivo es: “Desarrollar y sostener una capacidad de medida que es usada para apoyar necesidades de información de dirección”.

El proceso productivo de la Universidad de las Ciencias Informáticas está certificado CMMi nivel 2, por lo que se tiene definido esta área de proceso, siendo vital preservar la institucionalización del mismo. De ahí la importancia de mantener el conocimiento tácito y explícito generado a partir de la ejecución del proceso de medición y análisis, durante cuya ejecución se evidencia la generación de un elevado volumen de información, con diversidad de términos y conceptos, donde coexisten inconsistencias y conflictos entre ellos. Por tal motivo, se hace necesario organizar y recuperar el conocimiento.

La presente investigación tiene como objetivo desarrollar una ontología que apoya el proceso de medición y análisis de software definido en la Universidad, permitiendo la organización y recuperación del conocimiento generado durante el mismo. Su implementación fue guiada por la metodología Methontology.

Esta ontología proporciona un vocabulario común y soluciona los problemas de inconsistencia e integridad detectados. Se valida la solución utilizando un esquema de evaluación basado en cuatro fases, que miden el uso correcto del lenguaje empleado para la codificación, la exactitud de la estructura taxonómica, la validez del vocabulario; y por último, la adecuación a los requerimientos especificados, garantizando de esta forma la calidad de la propuesta ontológica.

**Palabras clave:** gestión del conocimiento, ontología, medición y análisis, metodología.

# ÍNDICE

---

Introducción .....	1
Capítulo 1. Fundamentación teórica .....	5
Introducción.....	5
1.1 Proceso de Medición y Análisis de software .....	5
1.1.1 Medición de Software.....	5
1.1.2 Análisis de Software.....	6
1.2 Gestión del conocimiento .....	7
1.3 Ontologías.....	9
1.3.1 Tipos de ontologías.....	10
1.3.2 Principales componentes de modelado de ontologías.....	11
1.3.3 Metodologías para construir ontologías.....	12
1.3.4 Ontologías existentes similares.....	15
1.4 Herramientas y tecnologías para la construcción de ontologías .....	16
1.4.1 Herramientas para el desarrollo de Ontologías .....	16
1.4.2 Razonadores.....	17
1.4.3 Herramientas CASE.....	18
Conclusiones parciales.....	19
Capítulo 2. Diseño de la ontología .....	20
Introducción.....	20
2.1 Descripción de la propuesta ontológica. ....	20
2.2 Aplicación de la metodología Methontology.....	21
2.2.1 Actividad de Especificación.....	21
2.2.2 Actividad de Conceptualización.....	22
2.2.3 Actividad de Formalización .....	31
2.2.4 Actividad de Implementación .....	36

2.2.5 Actividad de Mantenimiento .....	37
Conclusiones Parciales .....	37
Capítulo 3. Validación teórica de la ontología .....	38
Introducción.....	38
3.1 Validación para ontologías de dominio .....	38
3.1.1 Criterio 1. Uso correcto del lenguaje .....	38
3.1.2 Criterio 2. Exactitud de la estructura taxonómica .....	39
3.1.3 Criterio 3. Validación del vocabulario .....	39
3.1.4 Criterio 4. Adecuación de requerimientos.....	40
Conclusiones Parciales .....	42
Conclusiones Generales.....	43
Referencias Bibliográficas.....	44
Anexos.....	1
Anexo 1: Preguntas de competencia.....	1
Anexos 1.1 Preguntas de competencia en el editor Protégé haciendo uso del razonador Pellet.....	1
Anexos 1.2 Preguntas de competencia en el editor Protégé haciendo uso del “Tabs” DL Query .....	2
Anexo 2: Diseño de la entrevista .....	4
Anexo 3: Expertos entrevistados .....	5

# ÍNDICE DE FIGURAS

---

FIG. 1 PROCESO DE MEDICIÓN DE ROCHE. FUENTE: (DEPARTAMENTO DE LENGUAJES Y SISTEMAS INFORMÁTICOS, 2012). .....	6
FIG. 2 CICLO DE VIDA DE METHONTOLOGY. FUENTE: (FLORES VITELLI, 2011). .....	13
FIG. 3 TAREAS QUE COMPONEN LA ACTIVIDAD DE CONCEPTUALIZACIÓN DE LA METODOLOGÍA METHONTOLOGY. FUENTE: (JOJOA - TECNOLOGÍA, 2015). .....	14
FIG. 4 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE MEDICIÓN Y ANÁLISIS DE SOFTWARE. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	21
FIG. 5 TAXONOMÍA DEL PROCESO DE MEDICIÓN Y ANÁLISIS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	26
FIG. 6 DIAGRAMA DE RELACIONES BINARIAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	27
FIG. 7 DEFINICIÓN DE LAS CLASES CREADAS EN EL EDITOR PROTÉGÉ. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	32
FIG. 8 PROPIEDADES DE LAS CLASES CREADAS EN EL EDITOR PROTÉGÉ. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	33
FIG. 9 CREACIÓN DEL TIPO DE DATOS DE LAS PROPIEDADES EN EL EDITOR PROTÉGÉ. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	33
FIG. 10 CREACIÓN DE LAS REGLAS EN EL EDITOR PROTÉGÉ. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	34
FIG. 11 CREACIÓN DE INSTANCIAS CON EL EDITOR PROTÉGÉ. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	34
FIG. 12 CREACIÓN DE LOS AXIOMAS ENTRE LAS INSTANCIAS EN EL EDITOR PROTÉGÉ. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	35
FIG. 13 VISUALIZACIÓN DE LA ONTOLOGÍA MEDIANTE EL TABS “ONTOGRAF” DEL EDITOR PROTÉGÉ. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	35
FIG. 14 DECLARACIÓN DE CLASE. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	36
FIG. 15 DECLARACIÓN DE UNA SUBCLASE DE OTRA CLASE. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	36
FIG. 16 DECLARACIÓN DE OBJECT PROPERTY. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	36
FIG. 17 CREACIÓN DE LOS INDIVIDUOS DE LAS CLASES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	37
FIG. 18 RESPUESTA DE LA ONTOLOGÍA EN EL EDITOR PROTÉGÉ A LA PREGUNTA DE COMPETENCIA 1. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	40
FIG. 19 RESPUESTA DE LA ONTOLOGÍA EN EL EDITOR PROTÉGÉ A LA PREGUNTA DE COMPETENCIA 2. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	41
FIG. 20 RESPUESTA DE LA ONTOLOGÍA EN EL EDITOR PROTÉGÉ A LA PREGUNTA DE COMPETENCIA 3. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	41
FIG. 21 RESPUESTA DE LA ONTOLOGÍA EN EL EDITOR PROTÉGÉ A LA PREGUNTA DE COMPETENCIA 7. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	42
FIG. 22 RESPUESTA DE LA ONTOLOGÍA EN EL EDITOR PROTÉGÉ A LA PREGUNTA DE COMPETENCIA 4. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	1
FIG. 23 RESPUESTA DE LA ONTOLOGÍA EN EL EDITOR PROTÉGÉ A LA PREGUNTA DE COMPETENCIA 5. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	1
FIG. 24 RESPUESTA DE LA ONTOLOGÍA EN EL EDITOR PROTÉGÉ A LA PREGUNTA DE COMPETENCIA 6. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	2
FIG. 25 RESPUESTA DE LA ONTOLOGÍA EN EL EDITOR PROTÉGÉ A LA PREGUNTA DE COMPETENCIA 8. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	2
FIG. 26 RESPUESTA DE LA ONTOLOGÍA EN EL EDITOR PROTÉGÉ A LA PREGUNTA DE COMPETENCIA 9. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	3

## ÍNDICE DE TABLAS

---

TABLA. 1 ESPECIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS. ....	21
TABLA. 2 GLOSARIO DE TÉRMINOS. ....	23
TABLA. 3 DICCIONARIO DE CONCEPTOS. ....	27
TABLA. 4 DESCRIPCIÓN DE RELACIONES BINARIAS. ....	29
TABLA. 5 DESCRIPCIÓN DE LOS ATRIBUTOS DE INSTANCIAS. ....	29
TABLA. 6 DESCRIPCIÓN DE REGLAS. ....	30
TABLA. 7 DESCRIPCIÓN DE INDIVIDUOS. ....	31

## INTRODUCCIÓN

---

Con el desarrollo de la tecnología, las personas han ganado más control sobre la naturaleza, lo que contribuye a la construcción de una sociedad civilizada. En el siglo XX los avances tecnológicos fueron muy notables con gran variedad de utilidades en el uso cotidiano. El auge de la informática, la internet y la web ha transformado la sociedad actual, incrementando la calidad de vida, disminuyendo el esfuerzo físico de la población y mejorando la productividad del trabajo humano (Pérez Porto, y otros, 2008).

El desarrollo de las tecnologías y las comunicaciones se hace cada vez más creciente, así como su uso en los diferentes sectores de la sociedad. A diario las organizaciones se encuentran indagando las diversas herramientas o estrategias que les permitan de alguna forma el logro o cumplimiento de sus objetivos. Para que las empresas puedan alcanzar un próspero avance, es casi indispensable la utilización de internet. Este es un medio valioso de obtención de información ( Soto Isalgué , y otros, 2010).

Con el paso de los años se genera más información, la cual es guardada para ser usada en algún momento y es el internet el medio de acceso a esta desde cualquier lugar del mundo. Dentro de los diversos servicios que ofrece la red de redes se encuentra la web. El desarrollo de esta ha tenido en la sociedad un gran impacto social, siendo utilizada cotidianamente en la búsqueda de información, la cual se dificulta debido a la enorme cantidad de información que existe no estructurada o con estructuras poco comprensibles y con calidad variable. Una de las formas de paliar esta insuficiencia es representando, estructurando y organizando la información, lo cual facilitaría la comunicación y la recuperación de la misma, así como la gestión del conocimiento. Este es definido como el proceso de identificar, agrupar, ordenar y compartir continuamente conocimiento de todo tipo para satisfacer necesidades presentes y futuras, para identificar y explotar recursos de conocimiento tanto existentes como adquiridos y para desarrollar nuevas oportunidades (Soto Balbón, y otros, 2006).

Una de las herramientas más utilizadas para organizar y recuperar el conocimiento son las ontologías. Una ontología es un tipo de instrumento que permite la representación del conocimiento en un área determinada en clara conexión con su recuperación en entornos informáticos; es la descripción explícita de un dominio la cual define un vocabulario común. Además, contribuye a la estandarización de la información y el conocimiento (García Lugones, 2017).

Dentro del proceso de producción de software es de vital importancia tener un conocimiento claro de cómo se realiza la medición, ya que esto posibilita un seguimiento y control del proceso y de la calidad del producto de software, permite evaluar que producto o proceso es mejor (TI, 2012).

Como toda disciplina joven la medición del software sufre los síntomas característicos de su reciente creación. A pesar de los esfuerzos y de los avances en la investigación y en la estandarización internacional, la medición del software se encuentra en una fase en que los principios y métodos aún están siendo definidos, consolidados y acordados (García Lugones, 2017). La Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) no está exenta de esta problemática. Lo anterior, dificulta la comprensión del proceso de medición y análisis debido a la diversidad de términos y conceptos utilizados, donde coexisten inconsistencias y conflictos entre ellos. Además en dicho proceso se genera y se utiliza un gran cúmulo de información la cual necesita ser estructurada y recuperada.

Se han desarrollado soluciones en busca de alcanzar un vocabulario común y lograr un consenso entre los especialistas. Dentro de estas soluciones se destacan las ontologías.

En la actualidad se han desarrollado ontologías como las de (García, y otros, 2004) y (García Lugones, 2017) relacionadas con el proceso de medición. Estas no cubren todos los términos utilizados en la definición del proceso en la Dirección de Calidad de la UCI, solo modelan la parte de medición, sin valorar el análisis que conlleva a la toma de decisión.

Después del análisis realizado se puede resumir como situación problemática la siguiente:

- Existe una insuficiente organización de los términos utilizados en la definición y ejecución del proceso
- Existen disímiles significados para un mismo término, lo que dificulta su interpretación y uso.
- Existen conceptos un tanto ambiguos y solapados lo cual dificulta la interpretación total del proceso
- La fluctuación del personal involucrado en este proceso, lo que provoca la pérdida del conocimiento tácito.
- La Dirección de Calidad de la UCI no cuenta con una herramienta que ayude a organizar y recuperar el conocimiento generado en el proceso de medición y análisis de software.

Por lo que se puede definir como **problema de investigación**: ¿Cómo organizar y recuperar el conocimiento generado en el proceso de medición y análisis de software definido en la UCI?

A partir del problema de investigación se define como **objeto de estudio**: la gestión del conocimiento basado en ontologías **campo de acción**: la ontología en el proceso de medición y análisis en la dirección de calidad de la UCI.

Para dar solución al problema de investigación antes expuesto se define como **objetivo general**: Desarrollar una ontología que apoye el proceso de medición y análisis de software definido en la UCI, permitiendo la organización y recuperación del conocimiento generado.

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

- Desarrollar el marco teórico de la investigación para un mayor entendimiento de las ontologías y del proceso de medición y análisis de productos de software.
- Caracterizar el proceso de medición y análisis de software para determinar los principales conceptos y sus relaciones.
- Seleccionar la metodología, las herramientas y tecnologías a utilizar para el desarrollo de la ontología que se propone.
- Diseñar la ontología de apoyo en el proceso definido en la Dirección de la Calidad UCI.
- Validar la propuesta ontológica en función de la organización y recuperación del conocimiento generado en el proceso de medición y análisis de software.

Con el fin de cumplir los objetivos específicos se emplearon los siguientes métodos:

Con el fin de darle solución a los **objetivos específicos** se emplearon los siguientes métodos:

### **Métodos Teóricos**

Dentro de los métodos teóricos tenemos:

1. **Histórico-lógico**: este método permitió el estudio y análisis de las tendencias significativas relacionadas con las ontologías en función de la gestión del conocimiento, lo cual permitió al autor sistematizar los referentes teóricos de la presente investigación a partir de los criterios emitidos en diferentes investigaciones por autores en el contexto internacional y nacional.
2. **Analítico-Sintético**: posibilitó desarrollar un estudio crítico de la bibliografía consultada, concretar los aspectos teóricos fundamentales y necesarios en la investigación. Esto permitió, además, interpretar y generalizar la teoría existente sobre las ontologías.

### **Métodos Empíricos**

Dentro de los métodos empíricos tenemos:

**Análisis documental:** facilitó el amplio estudio del dominio de la bibliografía consultada, seleccionando información más certera sobre el tema.

**Entrevista:** se realizan entrevistas a especialistas de la Dirección de Calidad UCI, para de esta forma conocer sobre el funcionamiento del proceso de medición y análisis esta entidad.

Teniendo en cuenta el objetivo de la investigación, se tiene como **resultado esperado:** una ontología que apoye el proceso de medición y análisis de software definido en la UCI, permitiendo organizar y recuperar del conocimiento generado en la Dirección de Calidad.

El presente documento está estructurado en tres capítulos, a los cuales se le realiza una breve descripción a continuación:

**Capítulo 1. Fundamentación teórica:** en este capítulo se realiza un estudio y análisis de los principales conceptos relacionados con la investigación, necesarios para el correcto entendimiento de la solución propuesta. Además, se hace una selección de las herramientas y metodologías a usar en el desarrollo de la ontología.

**Capítulo 2. Diseño de la propuesta:** en el mismo se describe detalladamente el proceso de desarrollo de la ontología en cada una de las actividades que propone la metodología Methontology.

**Capítulo 3. Validación teórica de la ontología:** el capítulo está destinado a la validación de la propuesta ontológica propuesta haciendo uso de los criterios de evaluación: uso correcto del lenguaje, exactitud de la estructura taxonómica, validación del vocabulario y adecuación de requerimientos.

# CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

---

## Introducción

En el siguiente capítulo se realizó un estudio sobre el proceso de medición y análisis, centrándose fundamentalmente en sus conceptos y definiciones. Además, se lleva a cabo un estudio de las soluciones existentes relacionadas con la investigación y las dificultades encontradas para su uso. Con el fin de hacer una selección de las metodologías, tecnologías y herramientas más indicadas para la creación de ontologías, se realizó un estudio de algunas de ellas.

## 1.1 Proceso de Medición y Análisis de software

### 1.1.1 Medición de Software

La medición es la acción mediante la cual se puede obtener el valor de una medida (resultado de una medición) para un atributo (propiedad física o abstracta) de una entidad (objeto que va ser categorizado mediante una medición de sus atributos, este objeto puede ser tangible o abstracta), usando una forma de medir (conjunto de operaciones cuyo fin es determinar el valor de una medida), es importante saber que solo se obtiene una medida cuando se realiza una medición (García, y otros, 2004).

La medición de software es una disciplina relativamente joven, sin embargo es un elemento clave de cualquier proceso de ingeniería (García Lugones, 2017). El proceso de medición de software es el proceso para establecer, planear, ejecutar y evaluar las mediciones de software incluidas en todos los proyectos o en la estructura de medición de la organización, según la ISO 15939.

El proceso de medición de software establece los siguientes objetivo (Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos, 2012) :

- ❖ Gestión durante el proceso de Ingeniería del Software, más concretamente:
  - **Predicción:** estimación de los atributos que tendrá una entidad que no existe aún (coste de un proyecto, esfuerzo necesario, etc.).
  - **Evaluación:** comprobación del cumplimiento de ciertas características por una entidad que ya existe (calidad de diseño, fiabilidad de software, etc.).
- ❖ Experimentación en Ingeniería del Software.

Partiendo de lo planteado anteriormente se define el siguiente flujo de actividades para el proceso de medición de software. Ver(Fig.1)

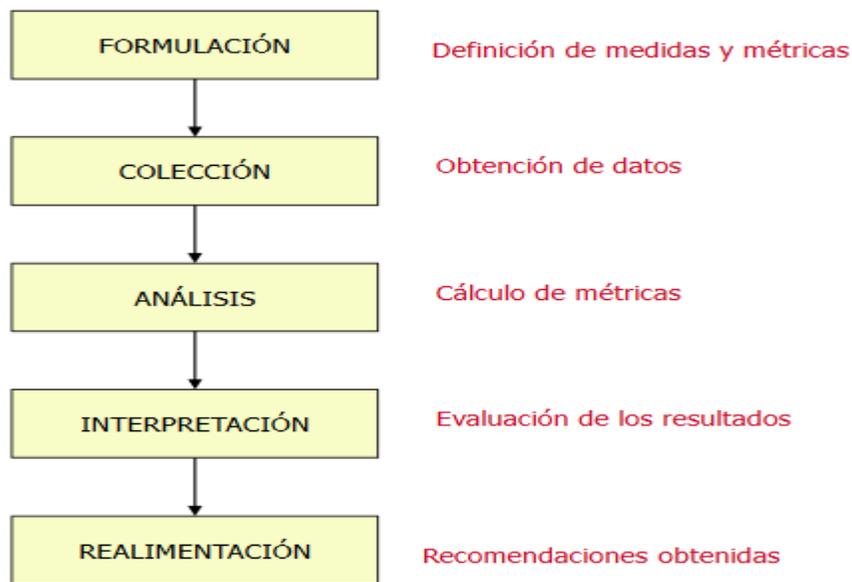


Fig. 1 Proceso de medición de Roche. Fuente: (Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos, 2012).

La medición se puede entender como un proceso mediante el cual se asignan números o símbolos a los atributos de las entidades en el mundo real, de forma que se les define de acuerdo con reglas claramente determinadas (Greiner, y otros, 2014).

Según la ISO 15939 y (García Lugones, 2017) la medición de software no solo lleva consigo el problema de no tener un significado consensuado, sino que también los términos que se utilizan en esta disciplina acarrearán el mismo mal ya que con frecuencia se usan de modo intercambiable como lo son las medidas y las métricas; este proceso está formado por un conjunto de operaciones que tiene como objetivo determinar el valor de una medida.

### 1.1.2 Análisis de Software

La Real Academia Española define el análisis como: (Española, 2017)

- ❖ Distinción y separación de las partes de algo para conocer su composición.
- ❖ Estudio detallado de algo, especialmente de una obra o de un escrito.

El análisis en un sentido amplio se puede entender como una técnica de interpretación de formas diferentes como diagramas, procesos, textos, objetos entre otras cosas que leídos e interpretados adecuadamente nos facilite la obtención de diversos conocimientos (Andréu Abela, 2002).

Pressman establece que la tarea del análisis de requisitos es un proceso de descubrimiento, refinamiento, modelado y especificación. Se refina en detalle el ámbito del software, y se crean modelos de los

requisitos de datos, flujo de información y control, y del comportamiento operativo. El análisis de requisitos permite al desarrollador o desarrolladores especificar la función y el rendimiento del software (Fuentes Krafczyk, 2013). Según (Gómez Fuentes, 2011) el análisis de requerimientos se divide en las siguientes cinco actividades:

- ❖ Reconocimiento del problema: reconocer los elementos básicos del problema tal y como los perciben los usuarios finales.
- ❖ Evaluación y síntesis: definir todos los objetos de datos observables externamente, evaluar el flujo y contenido de la información, definir y elaborar todas las funciones del software, entender el comportamiento del software en el contexto de acontecimientos que afectan al sistema.
- ❖ Modelado: crear modelos del sistema con el fin de entender mejor el flujo de datos y control, el tratamiento funcional y el comportamiento operativo y el contenido de la información.
- ❖ Especificación. realizar la especificación formal del software.
- ❖ Revisión: un último chequeo general de todo el proceso.

En ciencias de la computación el análisis de software es el proceso automatizado de analizar el comportamiento del software, el cual se divide en dos tipos principales de análisis, el análisis estático de software (se realiza sin ejecutar el programa) y el análisis dinámico de software (supone la ejecución del programa y observar su comportamiento). Estos tipos de análisis intentan localizar y perfeccionar en un software cuestiones de optimización y seguridad (Drake, 2008).

Teniendo en cuenta los acápites preliminares y (ICESI, 2014) se entiende que el proceso de medición y análisis define los indicadores de medición que se implementarán en los proyectos de desarrollo de software, los cuales permitirán medir el grado de adaptación del proyecto a los procesos definidos para su ejecución y tomar las acciones correctivas necesarias para minimizar los errores y garantizar la calidad del producto final.

El vigente trabajo busca la forma de organizar y representar el conocimiento del proceso de medición y análisis de software, para lograr una mejor interpretación del mismo, y así posibilitar su uso eficientemente en cualquier momento. Para poder lograr esto se hace imprescindible de una buena gestión del conocimiento planteado.

## **1.2 Gestión del conocimiento**

La gestión del conocimiento puede ser entendida como una disciplina que tiene como principal objetivo diseñar sistemas que permitan que el conocimiento pueda convertirse en valor para una organización.

Con la implementación de esos sistemas, el conocimiento debería llegar a contribuir de una manera clara a la consecución de los objetivos que persigue la propia organización. (Pérez-Montoro Gutiérrez, 2005)

Históricamente, la gestión de conocimiento se ha centrado en un único grupo que generalmente se ha conocido como sistema de información ejecutiva, que contiene un conjunto de herramientas para acceder a bases de datos, generar alertas, para apoyar el proceso de toma de decisiones. Más recientemente, se ha comenzado a diseñar sistemas de gestión de conocimiento para organizaciones completas. (Fernández Breis, 2003)

Destacar que la gestión del conocimiento puede mejorar el desempeño de la organización en vías de lograr una organización inteligente, pero no es suficiente por sí sola; puesto que este involucra la planeación de estrategias y el establecimiento de políticas. Esta es un proceso que apoya a las organizaciones a encontrar la información relevante, seleccionarla, organizarla y comunicarla a todo el personal activo; este ciclo es necesario para acciones tales como la resolución de problemas, dinámica el aprendizaje y la toma de decisiones. (Torres, y otros, 2015)

En fin, la gestión del conocimiento involucra ir mucho más allá que un mero sistema informático o plan de formación. Es esencial para favorecer una estructura empresarial innovadora y eficiente. Si el conocimiento fluye y se transmite de manera correcta en la organización, este solo puede crecer. Las habilidades e informaciones útiles se transmiten entre los empleados de forma rápida y de esta manera aumenta la posibilidad de generar nuevo conocimiento que deriva en aplicaciones nuevas, mejoras en procesos o productos y nuevas formas de hacer negocio para alcanzar nuevas oportunidades. (Archanco, 2011)

Estas oportunidades implican tener una buena organización del conocimiento, la cual no siempre está presente en las organizaciones.

La organización del conocimiento es un área del conocimiento en reciente formación, que se enfoca en el estudio de las leyes, los principios y los procedimientos por los cuales se estructura el conocimiento especializado referente a cualquier disciplina, con la finalidad de representar temáticamente y recuperar la información contenida en documentos de cualquier índole. (Inés Kessler, 2015)

La necesidad de organizar el conocimiento siempre fue reconocida por el hombre. Mientras que en la antigüedad era una tarea considerada necesaria exclusivamente por los Filósofos y Bibliotecarios, en el tercer cuarto del siglo XX, pasó a ser preocupación también de los Científicos de la Información. Actualmente, las personas de las áreas de Inteligencia artificial, Sistemas expertos, Hipertextos, Educación, Psicología, entre otras, no dejan de demostrar interés en la aplicación de metodologías para la

representación del conocimiento, buscando elementos que sustenten su organización. (Cavalcanti de Miranda, 2009)

La organización de la información alude implícitamente a la objetividad necesaria para lograr una representación de la información y conocimiento que satisfaga las necesidades de los usuarios. Por lo que el conocimiento representado debe tener los conceptos en su verdadera esencia. (González Pérez, 2006)

Los índices de los libros de texto y las tablas de contenido son una de las formas más simples de representación y organización del conocimiento. Con el avance tecnológico la representación del conocimiento se han complejizado y junto con él han comenzado a ejecutarse funciones más amplias, que han requerido que los sistemas de clasificación, tesauros y ontologías sean más notables. (Pio Morón, 2015)

Por lo que se puede entender que los sistemas de clasificación, tesauros y ontologías organizan conceptos y relaciones semánticas. (Riquelme Santiago, 2015)

### **1.3 Ontologías**

La palabra Ontología proviene del griego, idioma en el que significa “estudio del ser”. Constituye la interpretación fundamental de los constituyentes del mundo de la experiencia. La ontología es considerada como la ciencia fundamental que estudia los constituyentes basales y los principios de las ciencias especiales. (Fernández Breis, 2003)

Desde comienzos de los noventa las ontologías se han convertido en un tema de investigación importante en diferentes comunidades de la Inteligencia Artificial, donde podemos incluir Ingeniería del Conocimiento, Procesamiento del Lenguaje Natural, o Representación del Conocimiento. Más recientemente, la noción de ontología se ha popularizado en campos como integración inteligente de información, sistemas cooperativos de información, recuperación de información, comercio electrónico, y gestión de conocimiento. La razón por la cual las ontologías se han convertido en tan populares es, en gran medida, debido a lo que prometen: una comprensión compartida y común de algún dominio que puede ser comunicado entre individuos y aplicaciones. (Fernández Breis, 2003)

Las ontologías son un a campo de la investigación de la inteligencia artificial y más específicamente de la rama relacionada con la representación del conocimiento, la ingeniería del conocimiento, que se ocupa de la construcción de sistemas de expertos. Las ontologías son un procedimiento basado en la lógica de primer orden desarrollado para codificar adecuadamente el sistema de términos utilizados en dichas declaraciones, de forma que se exprese adecuadamente la relación entre los términos; son herramientas

para construir sistemas conceptuales (vocabularios estructurados) en los que se explicitan todas las relaciones entre los términos que se utilizan y otras restricciones de significado. (García-Marco, 2007)

Estas han sido diseñadas con el fin de representar y recuperar el conocimiento de manera confiable; destacar que no se trata como tal de una base de datos, ni tampoco de un programa computacional específico, sino más bien de intercambio de datos realizado entre programas computacionales que simplifican las distintas representaciones para facilitar la comunicación entre personas. (Atagua-Diaz, 2014) Las ontologías llevan a la conceptualización un paso adelante, reestructurando formalmente los términos y proporcionando relaciones más elaboradas entre conceptos, en comparación con los tesauros. (Vliches-Blázquez, y otros, 2014)

“En definitiva, una ontología es un sistema de términos que sirve para describir y representar un área de conocimiento, y que expresa las relaciones entre ellos por medio de un lenguaje formal (lógico) que puede ser entendido por un ordenador.” (García-Marco, 2007)

Existen otras definiciones de ontologías tales como:

- ❖ “Una ontología es una especificación explícita de una conceptualización” (Marzal García-Quismondo, y otros, 2005)
- ❖ “Una definición sencilla de ontologías podría ser: Un tesoro mejorado, cuando se define tesoro como un instrumento que establece el vocabulario de un cierto campo temático y las relaciones entre los términos de dicho campo” (Vliches-Blázquez, y otros, 2014)

A partir del análisis de los conceptos anteriores, se decide tomar como referencia la definición de ontología dada por (Vliches-Blázquez, y otros, 2014) que plantea que: una ontología es un sistema de términos que sirve para describir y representar un área de conocimiento, y que expresa las relaciones entre ellos por medio de un lenguaje formal (lógico) que puede ser entendido por un ordenador.

La elección del concepto anterior está dirigida al cumplimiento del objetivo general de la investigación el cual nos conduce a desarrollar una ontología para organizar y recuperar el conocimiento generado en el proceso de medición y análisis de software definido en la UCI, por lo que dicho término permite este resultado.

### **1.3.1 Tipos de ontologías**

Las ontologías se pueden clasificar según el tipo de conocimiento contenido y la motivación de la ontología, (Fernández Breis, 2003) las clasifica en:

- ❖ **Ontologías para la representación del conocimiento:** Permiten explicar las conceptualizaciones que subyacen de los formalismos de representación del conocimiento.
- ❖ **Ontologías genéricas:** Definen conceptos considerados genéricos en diferentes áreas. Ejemplos de tales conceptos serían componente, subclase, proceso, estado, etc. Estas ontologías son reutilizables en diferentes dominios. Se llaman también ontologías abstractas o superteorías porque permiten definir conceptos abstractos, y dichas ontologías pueden ser usadas para definir conceptos de forma más específica en diferentes dominios. Como ejemplos podemos ver la taxonomía, la mereología, la topología y la teoría general de sistemas.
- ❖ **Ontologías del dominio:** Definen conceptualizaciones específicas del dominio. Las metodologías actuales de adquisición de conocimiento distinguen entre ontologías y conocimiento del dominio, porque el último describe situaciones factuales del dominio, mientras que las ontologías imponen descripciones sobre la estructura y contenido del conocimiento del dominio.
- ❖ **Ontologías de aplicación:** Están ligadas al desarrollo de una aplicación concreta. Tales ontologías cubren los aspectos relacionados con aplicaciones particulares. Típicamente, estas ontologías toman conceptos de ontologías del dominio y genéricas, así como métodos específicos para realizar la tarea, por lo que no son muy adecuadas para ser reutilizadas.

De todos los tipos de ontologías descritos anteriormente, se decide desarrollar una ontología de aplicación, ya que la ontología propuesta de solución describe conceptos que dependen del proceso de medición y análisis de software definido para la Dirección de la Calidad de la UCI, es decir que contienen todos los conceptos asociados a dicho proceso.

### 1.3.2 Principales componentes de modelado de ontologías

A continuación, se mencionan elementos para el modelado de ontologías (Corcho, y otros, 2005)

- ❖ **Conceptos:** son objetos o entidades, considerados desde un punto de vista amplio, estos conceptos están normalmente organizados en taxonomías en las cuales se pueden aplicar mecanismos de herencia.
- ❖ **Relaciones:** representan un tipo de asociación entre conceptos del dominio.
- ❖ **Instancias:** permite representar individuos y relaciones de una ontología.
- ❖ **Constantes:** valores numéricos que no cambian en un largo periodo de tiempo.
- ❖ **Atributos:** estos describen propiedades. Existen dos tipos de atributos: de instancia y de clase, los atributos de instancias describen propiedades de las instancias de los conceptos, en las cuales toman valores; mientras que los atributos de clase describen conceptos y toman valores en el concepto en el cual se definen.

- ❖ **Axiomas formales:** son expresiones lógicas siempre verdaderas que suelen utilizarse para definir restricciones en la ontología.
- ❖ **Reglas:** se utilizan para inferir conocimiento en la ontología, como valores de atributos, instancias de relaciones.

Cada componente de la ontología tiene una significación en la gestión del conocimiento, aunque no siempre todos los elementos deben aparecer en una ontología.

### ***1.3.3 Metodologías para construir ontologías***

Existen disímiles metodologías para construcción de ontologías, estas se pueden clasificar atendiendo a diferentes parámetros: están las metodologías para desarrollarlas desde cero y las metodologías para construirlas mediante procesos de reingeniería. A continuación, se muestran algunas de las metodologías que se pueden utilizar en el desarrollo de ontologías desde cero según (Fernández Breis, 2003):

**Metodología On-To-Knowledge**, o Proyecto OTK aplica ontologías a la información disponible electrónicamente para mejorar la calidad de la gestión de conocimiento en organizaciones grandes y distribuidas. La metodología proporciona guías para introducir conceptos y herramientas de gestión de conocimiento en empresas, ayudando a los proveedores y buscadores de conocimiento a presentar éste de forma eficiente y efectiva. Esta metodología incluye la identificación de metas que deberían ser conseguidas por herramientas de gestión de conocimiento y está basada en el análisis de escenarios de uso y en los diferentes papeles desempeñados por trabajadores de conocimiento y accionistas en las organizaciones. Los siguientes pasos son recomendados por esta metodología: Estudio de viabilidad, Comienzo, Refinamiento y Evaluación. (Fernández Breis, 2003)

**Metodología TERMINAE**, surge en el 2002, la cual aporta tanto una metodología como una herramienta para la construcción de ontologías a partir de textos; basándose en el análisis lingüístico de los textos, el cual se realiza mediante el empleo de herramientas para el procesamiento del lenguaje natural. (Guzmán Luna, y otros, 2012). En particular se usan dos herramientas: Syntex para identificar términos y relaciones; y Caméléon para identificar roles o relaciones. Estas herramientas se basan en la misma hipótesis lingüística: el significado de las frases y las palabras es específico para un dominio y puede ser inferido de la observación de regularidades en documentos. (Fernández Breis, 2003)

**Metodología SENSUS**, esta metodología surge en el 1997, la cual constituye un enfoque top-down para derivar ontologías específicas del dominio a partir de grandes ontologías, SENSUS identifica un conjunto de términos semillas que son relevantes en dominio particular. (Guzmán Luna, y otros, 2012) Tales

términos se enlazan manualmente a una ontología de amplia cobertura. Los usuarios seleccionan automáticamente los términos relevantes para describir el dominio y acotar la ontología SENSUS. Consecuentemente, el algoritmo devuelve el conjunto de términos estructurados jerárquicamente para describir un dominio, que puede ser usado como esqueleto para la base de conocimiento. (Fernández Breis, 2003)

### Metodología METHONTOLOGY

Esta metodología ha sido creada por el Grupo Ingeniería Ontológica de Universidad Politécnica de Madrid, la cual permite la construcción de ontologías en el nivel de conocimientos, teniendo como base las actividades identificadas por el proceso desarrollo de software propuesto por la organización IEEE y en otras metodologías de ingeniería de conocimiento. (Corcho, y otros, 2005) METHONTOLOGY permite el desarrollo de ontologías reusando ontologías ya existentes como iniciando desde cero. Esta metodología está parcialmente soportada por el entorno de desarrollo ontológico WebODE. Destacar que Methontology es una de las metodologías más completas ya que esta ve la creación de una ontologías como un proyecto informático. (Fernández Breis, 2003). Ver(Fig.2)

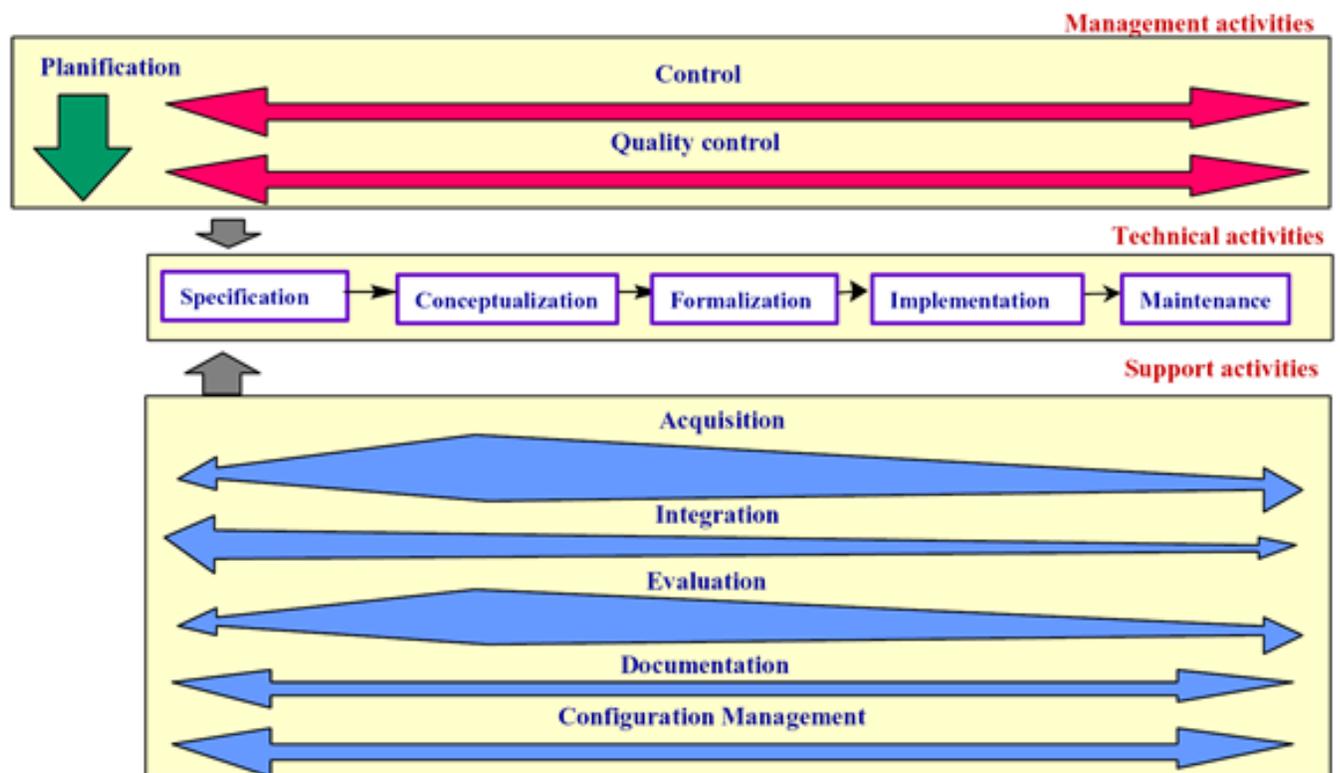


Fig. 2 Ciclo de vida de METHONTOLOGY. Fuente: (Flores Vitelli, 2011).

Methontology proporciona una guía que se basa en la realización de actividades de especificación, conceptualización, formalización, implementación y mantenimiento por las cuales transita el proceso de desarrollo de las ontologías, a continuación se hace una descripción de dichas actividades: (Corcho, y otros, 2005)

- 1- **Especificación:** permite identificar por qué se construye la ontología, que use se le dará y quienes será sus usuarios.
- 2- **Conceptualización:** se encarga de organizar y convertir una percepción informal del dominio en una especificación semi-formal, el resultado de esta actividad es el modelo conceptual de la ontología.

METHONTOLOGY propone conceptualizar las ontologías utilizando un conjunto de representaciones intermedias, basadas en notaciones tabulares y gráficas, permitiendo modelar los componentes como: conceptos, relaciones, constantes, atributos, reglas y axioma. (Jojooa - tecnología, 2015). Ver( Fig.3)

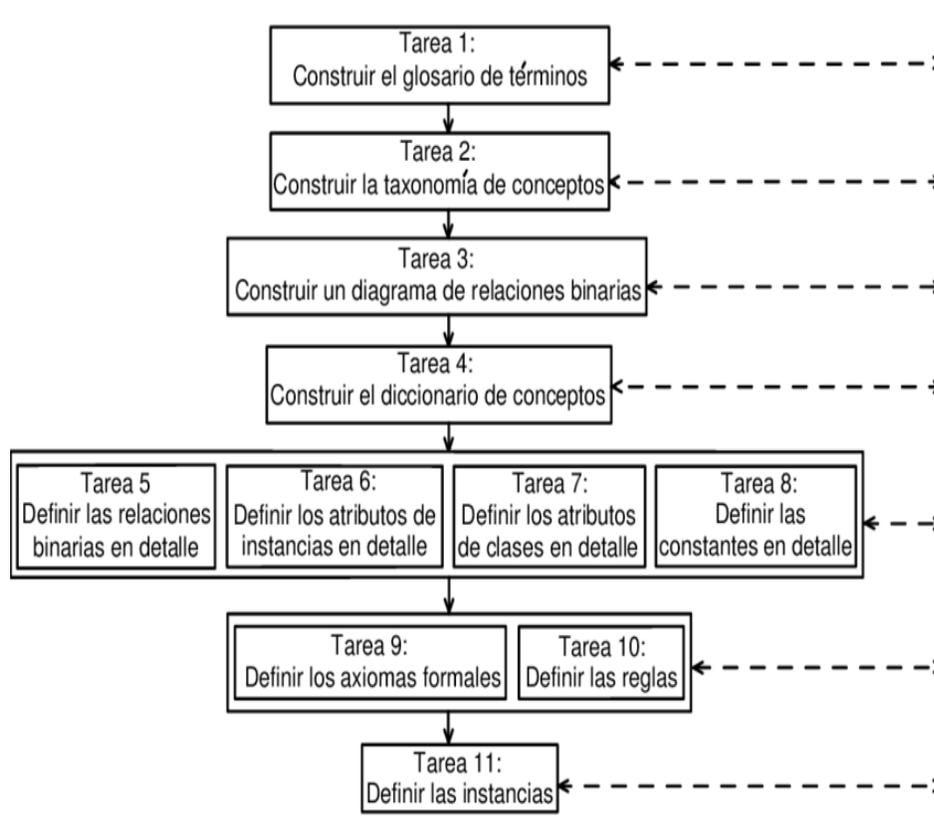


Fig. 3 Tareas que componen la actividad de Conceptualización de la metodología Methontology. Fuente: (Jojooa - tecnología, 2015).

- 3- **Formalización:** esta actividad permite la transformación del modelo conceptual en un modelo formal o semi-computable.
- 4- **Implementación:** permite la conversión del modelo formalizado o semi-computable en un modelo computable mediante un lenguaje para construir ontologías. Importante destacar que la mayoría de las herramientas ontológicas realizan esta tarea al exportarlas o guardarlas en los diferentes lenguajes orientados a ontologías. Protégé no se exceptúa de estas características pudiendo realizarlas en lenguajes como OWL, RDF, XML entre otros.
- 5- **Mantenimiento:** es la actividad que se ocupa de la actualización y/o corrección de la ontología de ser necesario.

La metodología Methontology constituye una guía para llevar a cabo todo el desarrollo de ontologías, la cual divide sus actividades desde la especificación hasta el mantenimiento de manera secuencial, algo que facilita el trabajo futuro en la ontología que se quiere desarrollar. Además, es una de las metodologías más completas, es la que más bibliografía presenta y cuenta con una gran comunidad de usuarios. Por estas razones se decide utilizar esta metodología.

#### **1.3.4 Ontologías existentes similares**

Es significativo hacer observaciones de ontologías existentes u otra fuente de información que esté relacionada con el dominio optado, con el fin de determinar su reutilización. Esta reutilización se hace con el fin de ahorrar tiempo y esfuerzo, así como intercambiar con otras herramientas que utilizan ontologías ya definidas y aprobadas. En la actualidad se han desarrollado ontologías relacionadas con el tema en cuestión, por ejemplo:

La ontología propuesta por (García, y otros, 2004) está basada en los conceptos de forma de medir, acción de medir, resultado de medición y métrica; esta propuesta está enfocada al proceso de medición, por lo que no abarca el proceso de medición y análisis.

Mientras que la propuesta de (García Lugones, 2017) tiene como objetivo gestionar el conocimiento generado en el proceso de medición y mejora definido en el Modelo de Calidad para el Desarrollo de Aplicaciones Informáticas en la Industria Cubana del Software.

Tras un análisis de dichas ontologías, se concluye implementar la propuesta solución desde cero tutelado por la metodología seleccionada y no reutilizar estas ontologías. Las propuestas estudiadas tratan un dominio que, aunque tenía relación con el de la presente investigación, hay áreas del dominio que no llegan a cubrir puesto que este trabajo el dominio es más abarcador teniendo en cuenta que se trata de representar todo el conocimiento generado de medición y análisis de software, adaptado a las características de la Dirección de Calidad de Software de la UCI. La principal razón por la cual no se

reutilizan dichas ontologías se debe a que el acceso al código de las mismas es imposibilitado, generalmente por la no existencia de este.

## **1.4 Herramientas y tecnologías para la construcción de ontologías**

En este epígrafe se realiza un estudio de las herramientas existentes que pueden ser empleadas en la construcción de ontologías, además de los razonadores o motores de inferencias que pueden ser utilizados en dichas herramientas.

### **1.4.1 Herramientas para el desarrollo de Ontologías**

Existen editores de ontologías que facilitan el desarrollo de estas, tales como: Ontolingua Server, WebODE, Ontosaurus, y Protégé.

El editor a emplear en el desarrollo de la ontología es Protégé, ya que se considera como un editor de ontologías de código abierto desarrollado en java multiplataforma, a la cual se le pueden añadir plugins con nuevas funcionalidades, permite la realización de ontologías de manera visual, siendo esta una de las principales causas de su gran cantidad de usuarios, además de que posee una gran comunidad de desarrolladores. A continuación, se hace una descripción de este editor:

Protégé fue desarrollado por Stanford Medical Informatic(SMI) en la universidad de Stanford, este es uno de los editores de ontologías más usado por investigadores para desarrollar sus ontologías, ya que es un editor que se actualiza con bastante regularidad y a la que se le pueden añadir módulos y plugins con nuevas funcionalidades. Protégé permite que las ontologías desarrolladas sean exportadas a los diferentes lenguajes orientados a ontologías existentes. (Samper Zapater, 2005). La misma está desarrollada en Java por lo que puede ejecutarse en cualquier plataforma que soporte la máquina virtual de Java. Este contiene muchas herramientas de modelamiento, separada entre una parte vista y una parte de modelo. El modelo de Protégé es el mecanismo de representación interna de ontologías y bases de conocimientos, mientras que los componentes de vista brindan al usuario una interfaz para visualizar y manipular el modelo. Protégé está basado en un simple meta-modelo comparable con sistemas orientados a objetos y sistemas basados en marcos, posibilitando representar ontologías que consisten en clases, propiedades, características de propiedades e instancias. (Flórez Fernández, 2007)

Enfatizar que Protégé es compatible con varios razonadores o motores de inferencias de ontologías, que son utilizados a la hora de realizar deducciones, los cuales hacen permisible la generación de nuevos conocimientos.

#### 1.4.2 Razonadores

Un motor de inferencia o razonador es un clasificador, por la tarea de computar una jerarquía de clases inferidas. El razonador permite hacer inferencias, la creación de nueva información, y esta inferencia hace un dato mucho más valioso debido a que podría tener un efecto negativo o positivo en la creación de la información inferida. (Aquirre Helguero, 2011)

A continuación, se hace mención de algunos razonadores:

- ❖ **JFact**, es un razonador desarrollado en Universidad de Manchester, publicado bajo licencia LGPL. JFact es un puerto de Java puro de FaCT ++, con versiones para OWL-API 3.x y 4.x Se mantiene paralelamente con FaCT ++ y se actualiza regularmente. Se ha utilizado en los dispositivos Android con OWL-API 3.5. Está disponible y viene incorporado como un plugins de , versiones 4.3 y 5. Posee Interfaces compatibles con: API OWL. Además, los servicios de razonamiento son compatibles en: realización, clasificación, vinculación y consistencia. (García Lugones, 2017)
- ❖ **BaseVISor**, es un motor de inferencia de encadenamiento directo, versátil y altamente eficiente. BaseVISor está optimizado para el razonamiento ontológico y basado en reglas. Está escrito en Java y puede ejecutarse como una aplicación independiente o incorporarse en aplicaciones existentes. (The University of Manchester, 2016)
- ❖ **Chainsaw**, o también conocido como motosierra, es un generador gratuito OWL 2 DL para ontologías grandes. Utiliza el o los razonadores delegados para realizar tareas de razonamiento único y una descomposición modular para abordar la alta complejidad del razonamiento. (The University of Manchester, 2016)
- ❖ **HermiT**, es razonador OWL 2 DL y es uno de los pocos razonadores que intenta soportar completamente y correctamente la especificación de OWL 2 DL. Este motor de inferencia es compatible con interfaces como: , Command Line, OWL API. (The University of Manchester, 2016). Permite clasificar las ontologías de manera rápida, mientras que otros razonadores tardan minutos y horas, por tanto, debido a esta característica HermiT es el primer razonador capaz de clasificar un número significativo de ontologías. Dado un archivo OWL, HermiT puede determinar si es o no la ontología consistente, además puede identificar las relaciones de subsunción entre clases. (García Lugones, 2017)

- ❖ **FaCT++**, es un razonador de tableaux, basado en C ++ de fuente abierta altamente optimizado para OWL 2 DL. (The University of Manchester, 2016). FaCT++ implementa técnicas de: razonamiento persistente y razonamiento incremental. En el razonamiento persistente, una vez realizada la clasificación, el razonador guarda la información calculada y su estado intermedio, para que el siguiente uso de la ontología no requiera una clasificación desde cero, sino que se lea un archivo de entrada. Mientras que, en el razonamiento incremental, el razonador es avisado de algún cambio y este determina una proporción de su estado intermedio que se verá afectado por el cambio. Este enfoque puede conducir a una mayor eficiencia general, en comparación con tener que volver a cargar y recalificar toda la ontología. (Tsarkov, 2014). Este razonador es compatible con interfaces como: Command Line, , OWL API, entre otros (The University of Manchester, 2016)
- ❖ **Pellet**, fue el primer razonador que soportar completamente el lenguaje OWL-DL. Se trata de un razonador DL basado en los algoritmos “tableaux” desarrollados para DL expresiva. Mediante su uso es posible validar, comprobar la consistencia de Ontologías, clasificar la taxonomía y contestar a un subconjunto de consultas Resource Description Query Language conocidas como consultas a ABox en terminología del DL. Este motor de inferencia es compatible con interfaces como: Protégé , Command Line, OWL API (The University of Manchester, 2016)

Los razonadores facilitan la generación de nuevos conocimientos, debido a la realización de inferencias, por tal motivo se escoge Pellet como razonador a utilizar en el editor seleccionado. Además, que permite determinar la estabilidad de las ontologías, siendo un razonador de código abierto y de fácil integración a los editores de ontologías.

### **1.4.3 Herramientas CASE**

Las Herramientas CASE (Computer-Aided Software Engineering) modelan la información de negocios cuando ésta se transfiere entre distintas entidades organizativas en el seno de una compañía. El objetivo primordial de las herramientas de esta categoría consiste en representar objetos de datos de negocios, sus relaciones, y ayuda a comprender mejor la forma en que fluyen estos objetos de datos entre distintas zonas de negocio en el seno de la compañía. Estas herramientas proporcionan una ayuda importante cuando se diseñan nuevas estrategias para los sistemas de información y cuando los métodos y sistemas no satisfacen las necesidades de la organización. (Menéndez-Barzanallana Asensio, 2016)

A continuación, se describe la herramienta Visual Paradigm en su versión 8.0 la cual fue necesario utilizar en la construcción del modelo conceptual y el diagrama de relación binaria debido a su fácil instalación y uso. Además de que está disponible en varios idiomas incluyendo el español y facilita la organización de los diagramas generando la documentación del proyecto en varios formatos.

## **Visual Parading Versión 8.0**

Visual Paradigm es una herramienta CASE que presenta una suite de desarrollo de software y gestión empresarial líder a nivel mundial para Windows, que ofrece todas las características que necesita para la arquitectura empresarial, la gestión de proyectos, el desarrollo de software y la colaboración en equipo en una solución de ventanilla única. Visual Paradigm es un complejo software de modelado UML. (Paradigm, 2018)

Premiado por visibilidad en el entorno de modelado Visual Paradigm para UML es un producto galardonado que facilita a las organizaciones la diagramación visual y el diseño de sus proyectos de sistema mismos que les brinda la posibilidad integrar y desplegar sus aplicaciones empresariales de misión crítica y de sus bases de datos subyacentes. Esta herramienta ayuda a los equipos de desarrollo de software para sobresalir todo el modelo de acumulación de trabajo así y desplegar el proceso de desarrollo de software, lo que permite maximizar y acelerar tanto las contribuciones individuales como las de equipo. (Sierra, 2007)

## **Conclusiones parciales**

En el reciente capítulo se describieron los conceptos esenciales de la investigación para lograr una alta comprensión de las ontologías y del proceso de medición y análisis de software en la UCI, donde se definieron: metodologías y herramientas para el desarrollo propuesta ontológica, lo cual nos permitió arribar a las consecuentes conclusiones:

- Se constató que en la bibliografía consultada y en el estado del arte presentado, no se encontró una propuesta ontológica que cumpliera con las necesidades propias para el dominio especificado. En varios casos estas están enmarcadas en un dominio menos abarcador que el que se quiere representar en este trabajo o en ocasiones no proporcionan el código generado de la ontología.
- El editor Protégé permite realizar ontologías con extensión OWL y RDF, debido a su entorno gráfico basado en plugins. Además, puede ser utilizado conjuntamente con el razonador pellet y posee una gran comunidad de desarrolladores que brindan una bibliografía amplia y actualizada, así como un entorno extensible que se adapta a la construcción de numerosos tipos de ontologías.
- La metodología METHONTOLOGY es una de las metodologías más completas entre las estudiadas ya que esta ve la creación de una ontología como un proyecto informático, además es la que más bibliografía presenta que cuenta con una gran comunidad de usuarios.

## CAPÍTULO 2. DISEÑO DE LA ONTOLOGÍA

---

### Introducción

En el vigente capítulo se efectúa el diseño y desarrollo de la propuesta ontológica, mediante el uso de las herramientas detalladas en el capítulo anterior. La construcción de la ontología va a ser guiada por la metodología Methontology, dicha propuesta ontológica tiene como principal objetivo organizar y representar el conocimiento generado en el proceso de medición y análisis de software.

### 2.1 Descripción de la propuesta ontológica.

La propuesta ontológica procura, proveer un mejor entendimiento del proceso de medición y análisis de software en la UCI y lograr con esto un mayor nivel de comprensión de dicho proceso, describiendo los principales conceptos, términos y las relaciones entre los mismos dentro del proceso, proporcionando una manera más entendible y computable de los datos del dominio en cuestión. Pretende, estructurar y recuperar la información y el conocimiento a manipular dentro de dicho proceso.

El proceso de Medición y Análisis comienza con el establecimiento de los objetivos de medición, los cuales rigen el proceso y establecen las medidas a utilizar. Estas medidas pueden ser de tipo base, derivada o indicador, las cuales tienen una escala, se expresan en una unidad de medida y presentan una forma de medir. La forma de medir se divide en método de medición y función de cálculo las cuales usan las medidas base y derivada respectivamente. El proceso no solo ejecuta la forma de medir, sino que también necesita de documentación la cual se puede clasificar en políticas para la medición y análisis, y guía de aplicación del método de GQM (*Goal Question Metric*), estos dos son consultados por los recursos humanos que intervienen en la realización de las actividades. Las actividades son las que generan y utilizan los diferentes recursos materiales, identificables como artefactos y herramientas que son tanto modificadas como manipuladas por los recursos humanos. Mientras que el proceso está formado por las actividades y este es el que produce el resultado de la medición.

En la Fig. 4 se muestra el modelo conceptual confeccionado en la herramienta Visual Paradigm 8.0

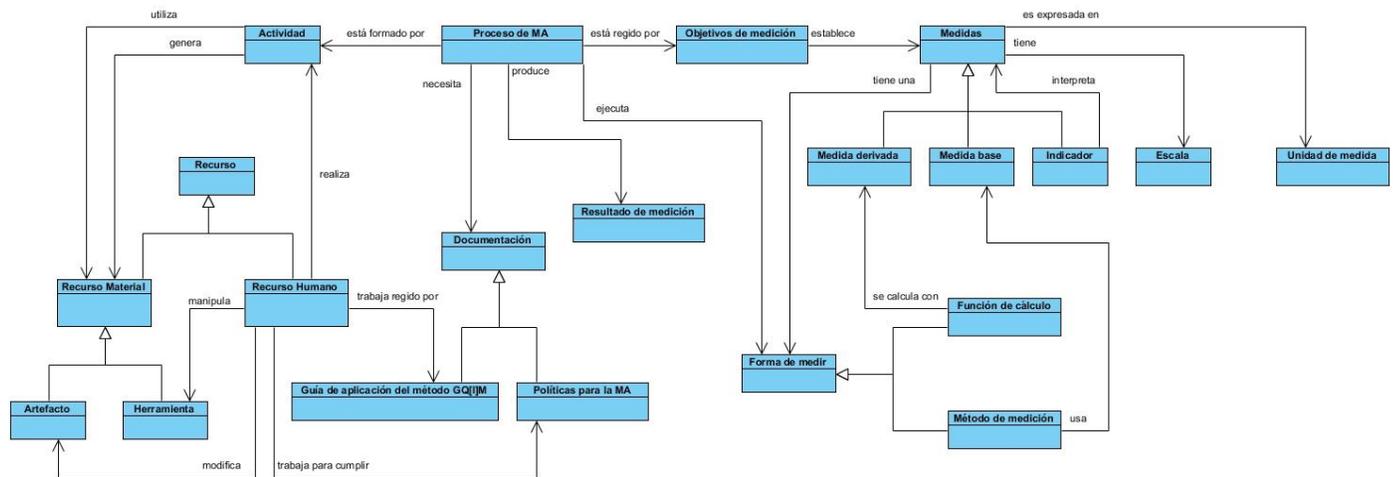


Fig. 4 Descripción del Proceso de Medición y Análisis de Software. Fuente: Elaboración propia.

## 2.2 Aplicación de la metodología Methontology

Methontology es una de las metodologías más usadas y recomendadas para el desarrollo de ontologías posibilitando un desarrollo organizado y bien estructurado, y así que resulte más fácil llevar a cabo este desarrollo mediante la realización las actividades de Especificación, Conceptualización, Formalización, Implementación y Mantenimiento. Las cuáles son desarrolladas a continuación:

### 2.2.1 Actividad de Especificación

Para llevar a cabo esta actividad se creó una plantilla con el nombre Especificación de Requerimientos. En la misma se coloca el dominio al que se refiere la ontología, fecha en que comienza el desarrollo, quiénes la desarrollan, cuál es el propósito que persigue, nivel de formalidad alcanzará la ontología, el alcance que tendrá, especificando las preguntas de competencia y cuáles serán las fuentes de conocimiento (Flores Vitelli, 2011). La Tabla 1 muestra la plantilla antes mencionada.

Tabla. 1 Especificación de Requerimientos.

Especificación de Requerimientos.	
<b>Dominio</b>	<b>Proceso de Medición y Análisis de Software en la Dirección de Calidad en la UCI</b>
<b>Fecha</b>	6 de junio del 2018
<b>Desarrollador</b>	Osley Pedroso Soroa
<b>Propósito</b>	Desarrollar una ontología para modelar, utilizar la información y el conocimiento generado en el proceso de Medición y Análisis del Software en la Dirección de Calidad de la UCI
<b>Nivel de Formalidad</b>	Formal

<b>Alcance</b>	Preguntas de competencia: 1- ¿Qué recurso humano realiza la determinada actividad? 2- ¿Qué medida es utilizada en determinada forma de medir? 3- ¿Tipo de forma de medir aplicada a una determinada medida? 4- ¿Actividad que utiliza determinado artefacto? 5- ¿Recurso humano encargado de manejar la herramienta y de realizar determinada actividad? 6- ¿Documentación necesitada por un proceso y que rige el modo de trabajo de los recursos humanos? 7- ¿Medidas establecidas para un proceso? 8- ¿En qué proceso es generado un determinado artefacto? 9- ¿Cuáles objetivos de medición involucran la generación de un determinado artefacto?
<b>Fuente de conocimiento</b>	Expertos de la Dirección de Calidad de Software en la UCI, Área de proceso de Medición y Análisis de Software definido en la UCI

### 2.2.2 Actividad de Conceptualización.

METHONTOLOGY propone conceptualizar las ontologías utilizando un conjunto de tareas que se basan en una serie de representaciones intermedias, basadas en notaciones tabulares y gráficas, permitiendo modelar los componentes como: conceptos, relaciones, constantes, atributos, reglas y axioma; organizando y convirtiendo las percepciones informales del dominio en especificaciones semi-informales, dando como resultado el modelo conceptual de la ontología. (Jojooa - tecnología, 2015). A continuación, se describen dichas representaciones:

#### Tarea 1. Construir glosario de términos.

El glosario de términos reúne los aspectos más importantes (conceptos, relaciones entre conceptos, atributos e instancias) y sus descripciones en lenguaje natural. En la Tabla 2, se muestra el glosario de términos de la taxonomía de la ontología.

Tabla. 2 Glosario de Términos.

No.	Término	Descripción	Tipo
1	Artefacto	Medio del que se dispone para desempeñar una función específica o satisfacer alguna necesidad.	Concepto
2	Documentación	Información utilizada o consultada en el transcurso del proceso para la realización de este.	Concepto
3	Recurso Humano	Son los empleados o trabajadores de la organización que realizan las diferentes actividades que se les fueron asignadas.	Concepto
4	Medida	Variable a la que se le asigna un valor como el resultado de la medición.	Concepto
5	Herramienta	Producto elaborado con el fin de facilitar la realización de un trabajo determinado	Concepto
6	Recurso Material	Son medios físicos de propiedad de la organización que ayudan a conseguir algo.	Concepto
7	Proceso de MA	Secuencia de pasos lógicos enfocados a la realización correcta de la medición y análisis	Concepto
8	Resultado de medición	Respuesta brindada por la ejecución del proceso	Concepto
9	Objetivos de medición	Define las necesidades a medir	Concepto
10	Recurso	Fuente o suministro del cual se dispone para satisfacer una necesidad, realizar una actividad o conseguir algo.	Concepto
11	Escala	Un conjunto de valores con propiedades definidas.	Concepto
12	Unidad de medida	Una cantidad particular, definida y adoptada por convención, con la que se puede comparar otras cantidades de la misma clase para expresar sus magnitudes respecto a esa cantidad particular.	Concepto
13	Medida	Variable a la que se le asigna un valor como el resultado de la medición.	Concepto
14	Indicador	Medida que proporciona una estimación o evaluación de atributos especificados derivado de un modelo con respecto a las necesidades de información definidos.	Concepto
16	Medida Base	Medida que es funcionalmente independiente de otras medidas, cuya forma de medir es un método de medición.	Concepto
17	Medida Derivada	Medida que utiliza una función de cálculo como forma de medir.	Concepto
18	Forma de Medir	Determina las forma de medir de las medidas	Concepto
19	Función de Cálculo	Determina forma de medir de la medida derivada	Concepto
20	Método de Medición	Determina forma de medir de la medida base	Concepto
21	Políticas para la MA	Documento que recoge los diferentes objetivos a cumplir por	Concepto

		los Recursos Humanos	
22	Guía de Aplicación del Método GQ[I]JM	Documento que indica el modo en el cual los Recursos Humanos deben de realizar sus trabajos	Concepto
23	Define pautas a cumplir por	Es la relación que existe entre los conceptos Políticas de MA y Recursos Humanos	Relación
24	ejecuta	Es la relación que existe entre los conceptos Proceso de MA y Forma de Medir	Relación
25	es ejecutada por	Es la relación que existe entre los conceptos Forma de Medir y Proceso de MA	Relación
26	es establecida por	Es la relación que existe entre los conceptos Medida y Objetivos de medición	Relación
27	es expresada en	Es la relación que existe entre los conceptos Medida y Unidad de medida	Relación
28	es generado por	Es la relación que existe entre los conceptos Recurso Material y Actividad	Relación
29	es interpretada por	Es la relación que existe entre los conceptos Medida e Indicador	Relación
30	es manipulada por	Es la relación que existe entre los conceptos Herramienta y Recurso Material	Relación
31	es modificado por	Es la relación que existe entre los conceptos Artefacto y Recurso Humano	Relación
32	es necesitado por	Es la relación que existe entre los conceptos Documentación y Proceso de MA	Relación
33	es producido por	Es la relación que existe entre los conceptos Resultado de Medición y Proceso de MA	Relación
34	es realizada por	Es la relación que existe entre los conceptos Actividad y Recurso Humano	Relación
35	es usada por	Es la relación que existe entre los conceptos Medida Base y Método de Medición	Relación
36	es utilizado por	Es la relación que existe entre los conceptos Recurso Material y Actividad	Relación
37	establece	Es la relación que existe entre los conceptos Objetivos de medición y Medida	Relación
38	está formado por	Es la relación que existe entre los conceptos Proceso de MA y Actividad	Relación
39	está regido por	Es la relación que existe entre los conceptos Proceso de MA y	Relación

		Objetivos de medición	
40	expresa	Es la relación que existe entre los conceptos Unidad de Medida y Medida	Relación
41	forma parte de	Es la relación que existe entre los conceptos Actividad y Proceso de MA	Relación
42	genera	Es la relación que existe entre los conceptos Actividad y Recurso Material	Relación
43	interpreta	Es la relación que existe entre los conceptos Indicador y Medida	Relación
44	manipula	Es la relación que existe entre los conceptos Recurso Humano y Herramienta	Relación
45	modifica	Es la relación que existe entre los conceptos Recurso Humano y Artefacto	Relación
46	necesita	Es la relación que existe entre los conceptos Proceso de MA y Documentación	Relación
47	pertenece a	Es la relación que existe entre los conceptos Escala y Medida	Relación
48	produce	Es la relación que existe entre los conceptos Proceso de MA y Resultado de Medición	Relación
49	realiza	Es la relación que existe entre los conceptos Recurso Humano y Actividad	Relación
50	rige	Es la relación que existe entre los conceptos Objetivos de Medición y Proceso de MA	Relación
51	rige el modo de trabajo de	Es la relación que existe entre los conceptos Guía de Aplicación del Método GQ[I]M y Recurso Humano	Relación
52	se calcula con	Es la relación que existe entre los conceptos Función de Cálculo y Medida Derivada	Relación
53	se le realiza a	Es la relación que existe entre los conceptos Forma de Medir y Medida	Relación
54	se usa en	Es la relación que existe entre los conceptos Medida Derivada y Función de Cálculo	Relación
55	tiene	Es la relación que existe entre los conceptos Medida y Escala	Relación
56	tiene una	Es la relación que existe entre los conceptos Medida y Forma de Medir	Relación
57	trabaja para cumplir	Es la relación que existe entre los conceptos Recurso Humano y Políticas para la MA	Relación
58	trabaja regido por	Es la relación que existe entre los conceptos Recurso Humano	Relación

		y Guía de Aplicación del Método GQ[I]M	
59	usa	Es la relación que existe entre los conceptos Método de Medición y Medida Base	Relación
60	utiliza	Es la relación que existe entre los conceptos Actividad y Recurso Material	Relación

**Tarea 2. Construir taxonomía de conceptos.**

La taxonomía es construida con el fin de determinar la jerarquía de las clases a utilizar en la ontología, permitiendo una representación que organiza los conceptos representados de un dominio específico. En la Figura 5 se muestra dicha taxonomía.

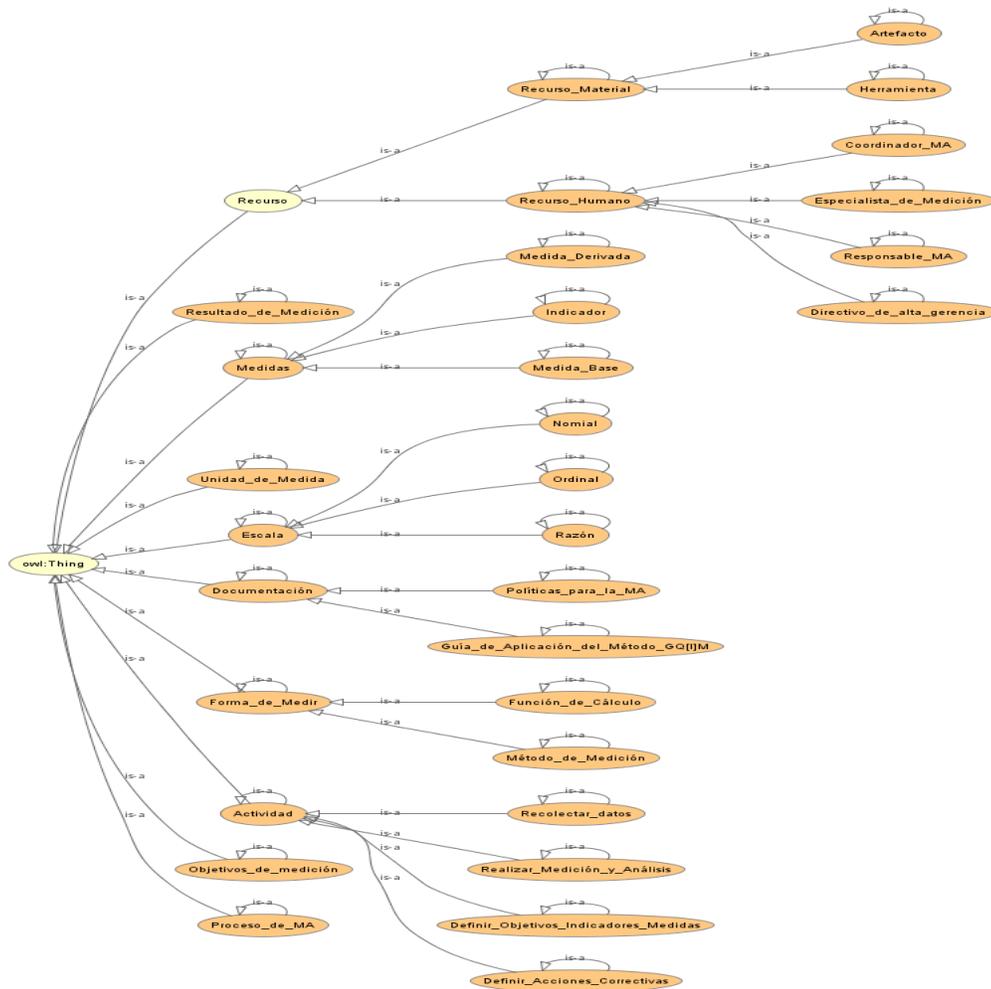


Fig. 5 Taxonomía del proceso de medición y análisis. Fuente: Elaboración propia.

### Tarea 3. Construir diagrama de relaciones binarias.

Esta tarea se realiza con el objetivo de representar las relaciones existentes entre conceptos de la taxonomía.

Todas las relaciones de nuestra ontología son relaciones binarias, en la figura 6 se muestra una relación binaria inversa de uno de los conceptos del diagrama, Medida y Objetivos de Medición.

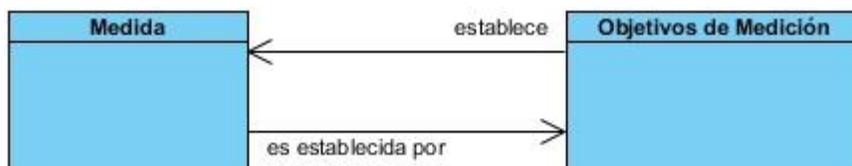


Fig. 6 Diagrama de Relaciones Binarias. Fuente: Elaboración propia.

### Tarea 4. Diccionarios de conceptos

Una vez que las taxonomías de conceptos y los diagramas de relaciones binarias han sido generados, se debe especificar cuáles son las propiedades que describen cada concepto de la taxonomía. El diccionario de conceptos contiene los conceptos del dominio, sus relaciones, instancias, y atributos de instancias. Las relaciones, atributos de instancias, y atributos de clases son locales al concepto, lo que significa que sus nombres pueden repetirse en diferentes conceptos. Dicho diccionario se muestra en la Tabla 3.

Tabla. 3 Diccionario de conceptos.

Nombre de Concepto	Instancia	Atributo de instancia	Relación
<b>Actividad</b>	Recolectar Datos	-	genera
	Realizar Medición y Análisis	-	utiliza
<b>Documentación</b>	Políticas para la Medición y análisis	-	es necesitado por
	Guía de Aplicación del Método GQ[I]M	-	
<b>Políticas para la MA</b>	Políticas para la Medición y análisis	-	define pautas a cumplir por
<b>Guía de Aplicación del Método GQ[I]M</b>	Guía de Aplicación del Método GQ[I]M	-	rige el modo de trabajo de
<b>Escala</b>	Nominal	-	pertenece a
	Razón	-	
<b>Forma de Medir</b>	cálculo1	-	es ejecutada por se le realiza a
	medición1	-	
<b>Función de Cálculo</b>	cálculo1	-	se calcula con

Nombre de Concepto	Instancia	Atributo de instancia	Relación
<b>Método de Medición</b>	medición1	-	usa
<b>Medida</b>	base1 derivada1 indicador1 indicador2	-	tiene tiene una es expresada en es establecida por es interpretada por
<b>Indicador</b>	indicador1 indicador2	-	interpreta
<b>Medida Base</b>	base1	-	es usada por
<b>Medida Derivada</b>	dericada1	-	se usa en
<b>Objetivos de medición</b>	Objetivos de medición Objetivos de medición2	-	establece rige
<b>Proceso de Medición y Análisis</b>	Proceso1 Proceso2	-	ejecuta está formado por está regido por necesita produce
<b>Recurso Humano</b>	Coordinador MA Responsable MA	-	manipula modifica realiza trabaja para cumplir trabaja regido por
<b>Recurso Material</b>	GESPRO Ficha técnica o de indicadores Plan de acciones correctivas	-	es generado por es utilizado por
<b>Artefacto</b>	Informe técnico o ficha de indicadores Plan de acciones correctivas	-	es modificado por
<b>Herramienta</b>	GESPRO	-	es manipulada por
<b>Resultado de Medición</b>	Resultado Regular Resultado Satisfactorio	-	es producido por
<b>Unidad de Medida</b>	unidad de medida1 unidad de medida2	-	expresa

## Tarea 5. Definir relaciones binarias

En esta tarea se describen las relaciones binarias, identificando su inversa, nombre, cardinalidad, clase origen y clase destino. El objetivo de esta tarea es detallar todas las relaciones binarias descritas en el diagrama de relaciones binarias e incluidas en el diccionario de conceptos. La Tabla. 4, muestra algunos ejemplos.

*Tabla. 5 Descripción de Relaciones Binarias.*

Nombre de la relación	Concepto Origen	Cardinalidad	Concepto Destino	Relación Inversa
ejecuta	Proceso de MA	1...n	Forma de Medir	es ejecutada por
establece	Objetivos de medición	1...n	Medida	es establecida por
genera	Actividad	1...n	Recurso Material	es generado por
modifica	Recurso Humano	1...n	Artefacto	es modificado por
produce	Proceso de MA	1...n	Resultado de Medición	está producido por
realiza	Recurso Humano	1...n	Actividad	es realizada por
utiliza	Actividad	1...n	Recurso Material	es utilizado por
rige	Objetivos de medición	1...n	Proceso de MA	está regido por
interpreta	Indicador	1...n	Medida	es interpretada por
usa	Método de medición	1...n	Medida Base	es usada por

## Tarea 6. Descripción de atributos de instancias

El objetivo de esta actividad es describir todos los atributos de instancias incluidos en el diccionario de conceptos. Para ello, en cada atributo se deben identificar los campos nombre, concepto al que pertenece (teniendo en cuenta que los atributos son locales al concepto), el tipo de valor, el valor del rango en caso de ser numérico y la cardinalidad. La Tabla 5 hace referencia a algunos de estos atributos.

*Tabla. 6 Descripción de los atributos de instancias.*

Nombre de atributo	Concepto	Tipo de valor
Nombre	Políticas para la Medición y Análisis Guía de Aplicación del Método GQ[I]M Artefacto Herramienta	String
descripción	Función de Cálculo Método de Medición	String
Cantidad	Medida Base Medida Derivada	real

Enfatizar que la **Tarea 7. Definir los atributos de clases** y la **Tarea 8. Definir las constantes** no se describen debido a que en la propuesta ontológica no requiere de constantes ni de atributos de clases. Además de que la **Tarea 9. Definir los axiomas** y **Tarea 10. Descripción las reglas** se solapan, por lo que tienen significados equivalentes.

### Tarea 9. y 10. Definir axiomas y reglas

En la Tabla 6, se definen los axiomas y reglas para la ontología, siendo las reglas condiciones (expresiones) que se establecen en los conceptos para que una instancia pertenezca al concepto en cuestión; mientras que los axiomas son expresiones que siempre se van a cumplir y a partir de esta se puede generar un nuevo conocimiento. Para cada una se define nombre, descripción en lenguaje natural, expresión que describe formalmente la regla, conceptos, y relaciones utilizados en la regla.

Tabla. 7 Descripción de reglas.

Nombre de Regla	Descripción	Expresión	Conceptos	Relaciones
Recurso Humano Coordinador MA	El coordinador de MA realiza la Actividad de Recolectar datos	Recurso Humano and (realiza some Recolectar datos)	Recurso Humano Recolectar datos	realiza
Objetivos de medición	Los Objetivos de medición establecen las Medidas y rige el Proceso de MA	(establece some Medidas) and (rige some Proceso de MA)	Objetivos de medición Medidas Proceso de MA	establece rige
Recurso de tipo Material	EL Recurso Material es generado y utilizado por la Actividad	Recurso and (es generado por some Actividad) and (es utilizado por some Actividad)	Recurso Material Actividad	es generado por es utilizado por
Recurso Material de tipo Artefacto	El Artefacto es modificado por un Recurso Humano	Recurso Material and (es modificado por some Recurso Humano)	Artefacto Recurso Humano	es modifica
Medida de tipo Indicador	El Indicador interpreta la Medida	Medidas and (interpreta some Medidas)	Indicador Medida	interpreta
Forma de Medir de tipo Método de	El Método de Medición usa la	Forma de Medir and (usa some Medida Base)	Método de Medición Medida Base	usa

Medición	Medida Base			
Forma de Medir	La Forma de Medir es ejecutada por el Proceso de MA y se le realiza a la Medida	(es ejecutada por some Proceso de MA) and (se le realiza a some Medidas)	Forma de Medir Proceso de MA Medida	es ejecutada por se le realiza a

### Tarea 11. Descripción de Instancias

Una vez creado el modelo conceptual de la ontología, se definen las instancias de las clases. Para cada instancia se define: su nombre, el nombre del concepto al que pertenece y los valores de sus atributos de instancia. La Tabla 7 muestra algunas de las instancias de la ontología.

*Tabla. 8 Descripción de individuos.*

Nombre de Instancia	Concepto	Atributo	Valor
Guía	Guía de Aplicación del Método GQ[I]JM	Nombre de Guía	Guía de Aplicación del Método GQ[I]JM
Políticas	Políticas para la Medición y Análisis	Nombre de Políticas	Políticas para la Medición y Análisis
Recurso1	Herramienta	Nombre Herr	GESPOR
Informe	Artefacto	Nombre Artf	Informe con datos recolectados
RdMA	Responsable MA	Nombre de Resp	Responsable de MA

### 2.2.3 Actividad de Formalización

Para el proceso de transformación de la ontología del modelo conceptual construido anteriormente al modelo semi-computable se utiliza el editor Protégé 5.1.0, a continuación, se muestran una serie de imágenes de cómo se realiza este proceso.

## Creación de Clases

Para la creación de clases se utiliza la taxonomía anteriormente definida, la cual especifica la jerarquía de conceptos de la ontología. Las clases son creadas según la jerarquía definida en la taxonomía de conceptos, partiendo desde la clase padre “Thing”, que es una palabra clave que hace referencia a la W3C. A continuación, se muestra en la Fig.7 las clases ya creadas utilizando la herramienta.

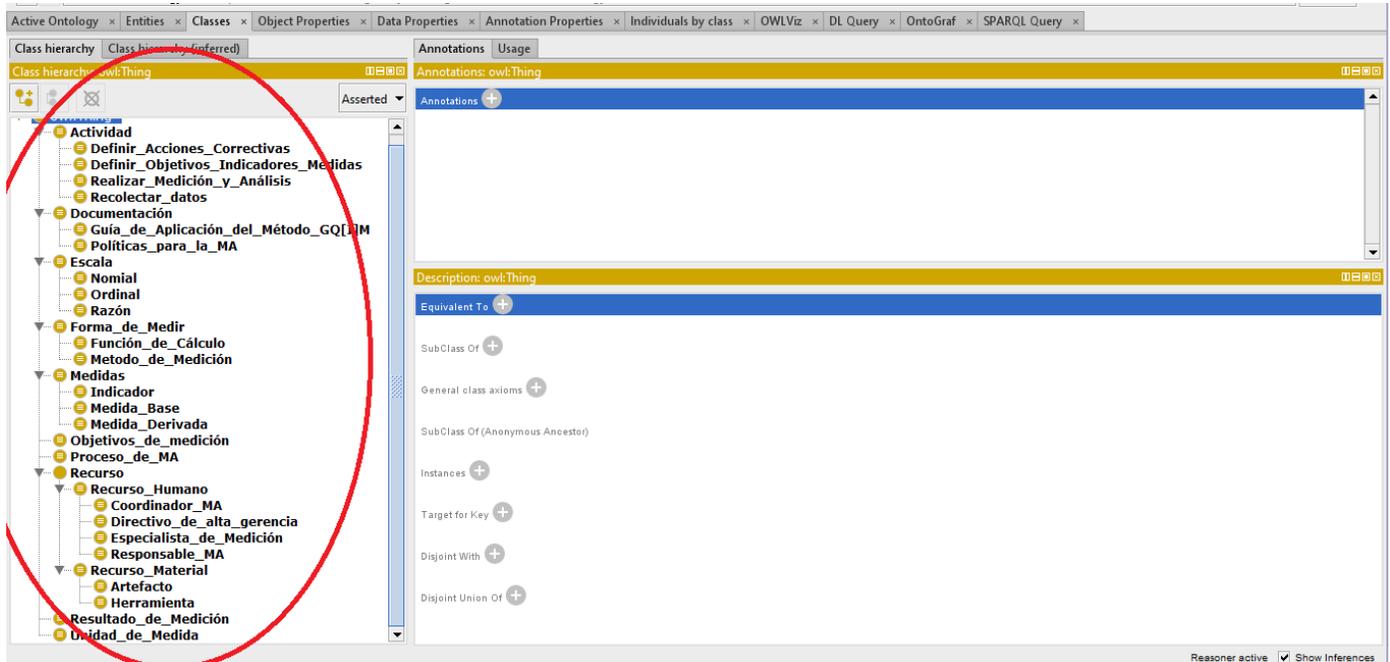


Fig. 7 Definición de las clases creadas en el editor Protégé. Fuente: Elaboración propia.

## Creación de las propiedades

Las propiedades son las encargadas de establecer las relaciones entre los diferentes elementos de la ontología. Estas propiedades se dividen en dos las *Object Properties* y las *Datatype Properties* las cuales establecen las relaciones de los individuos entre si y las relaciones entre los individuos y los Atributos respectivamente. Las Fig 8 y Fig.9 hacen referencia a la creación de estas propiedades utilizando , comenzado por las *Object Properties* y continuando con las *Datatype Properties*

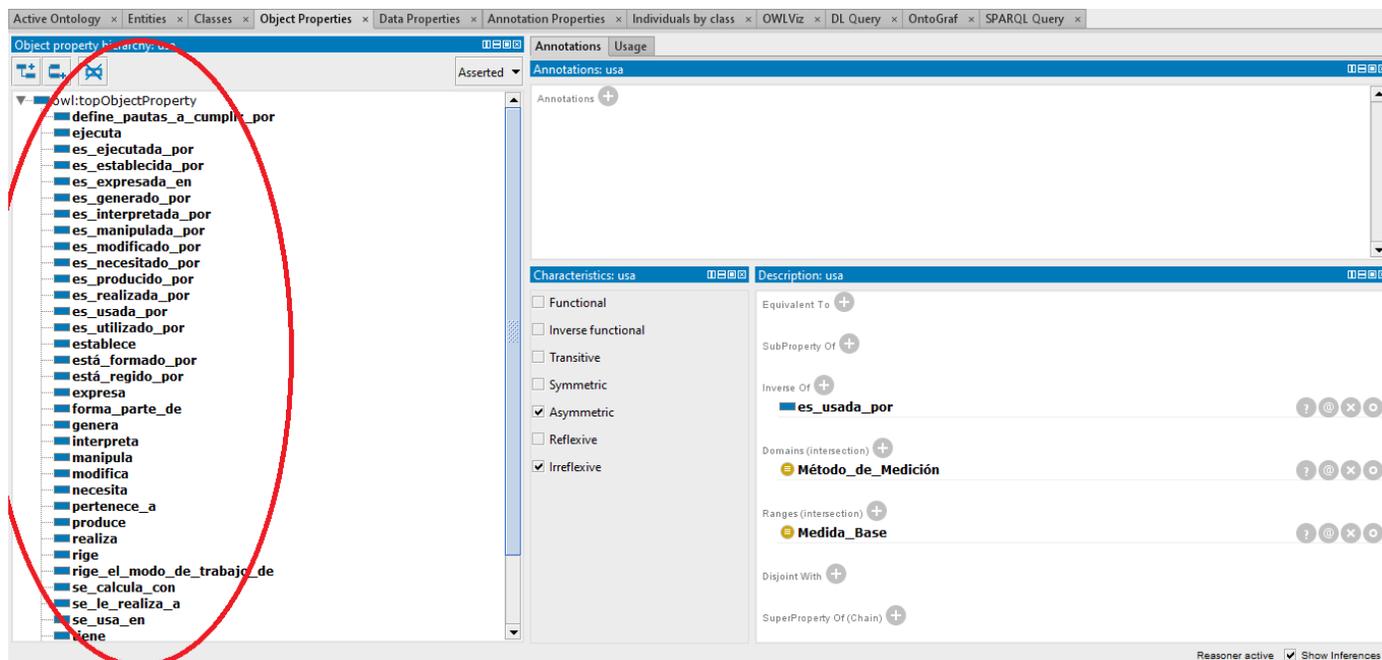


Fig. 8 Propiedades de las clases creadas en el editor Protégé. Fuente: Elaboración propia.

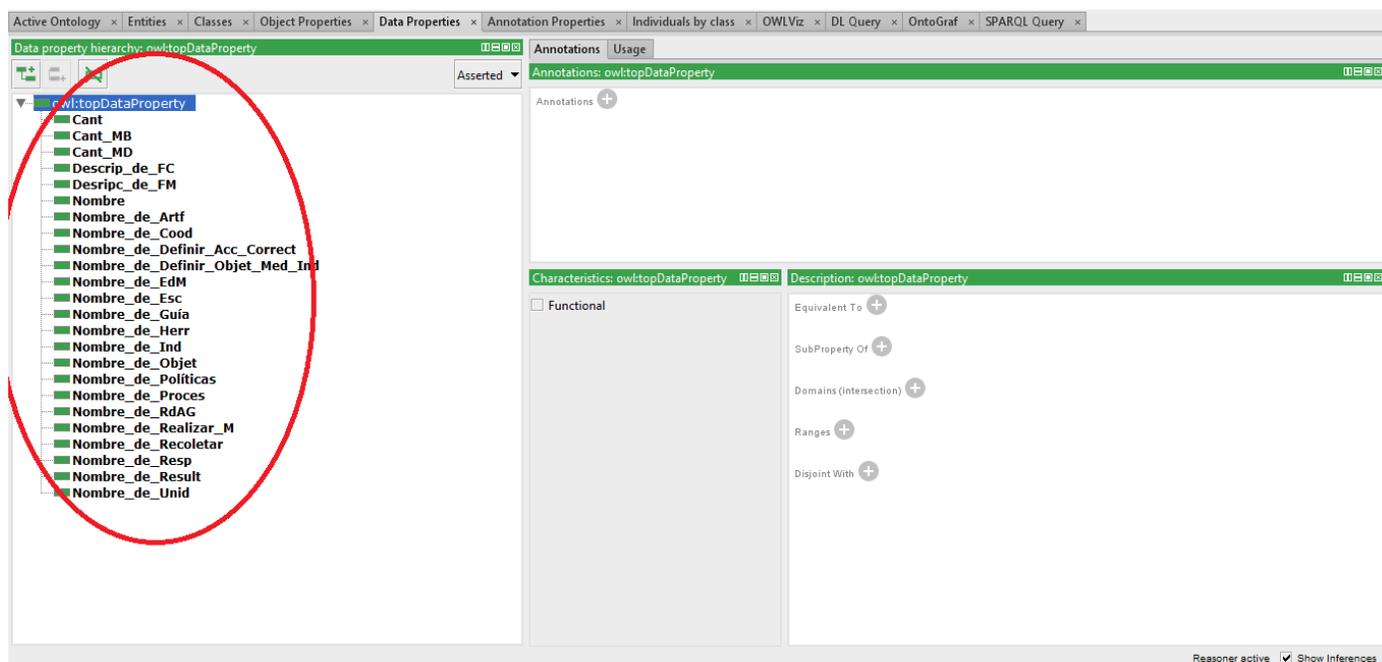


Fig. 9 Creación del tipo de datos de las propiedades en el editor Protégé. Fuente: Elaboración propia.

### Creación de reglas

En la definición de las reglas se utilizan las relaciones y las clases existentes en la ontología, cuantificándolas de forma universal y existencial. La Fig.10 muestra las reglas de la clase de Recurso Humano en su forma primitiva.

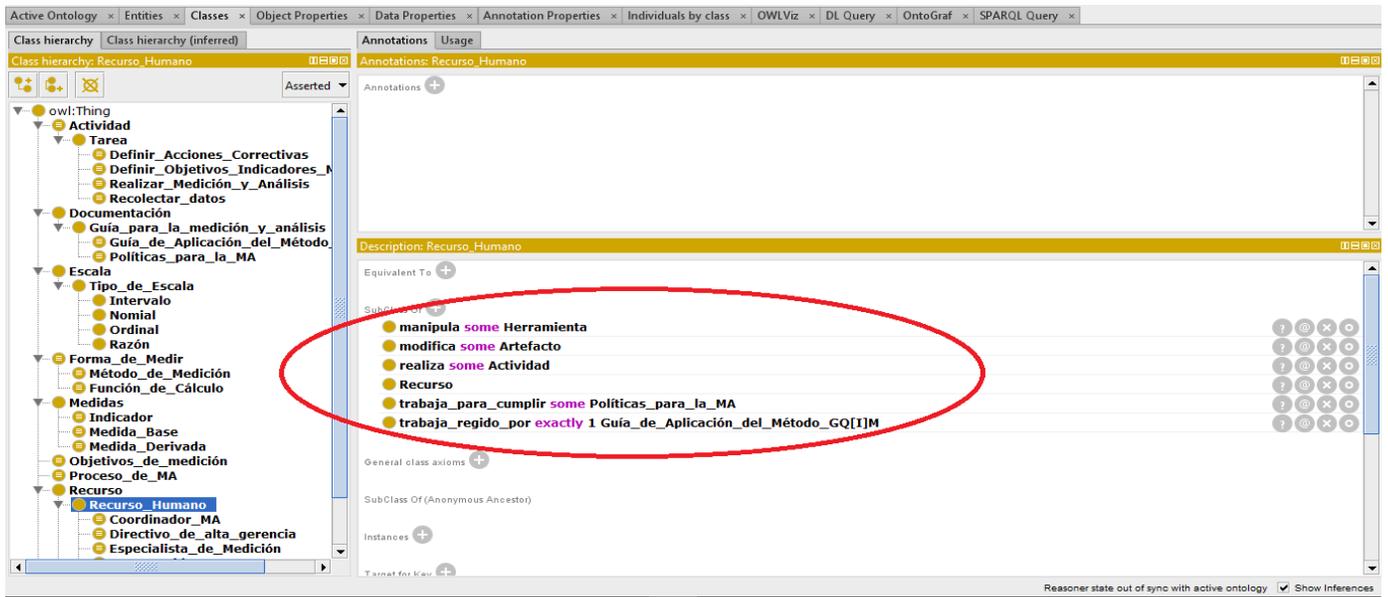


Fig. 10 Creación de las reglas en el editor Protégé. Fuente: Elaboración propia.

### Creación de Instancias

Las instancias representan el conocimiento de la ontología, se utilizan para representar objetos determinados de un concepto y mediante estas se realiza gran parte del proceso de razonamiento, además de que muestran en la práctica, la funcionalidad del sistema. Ver (Fig.11)

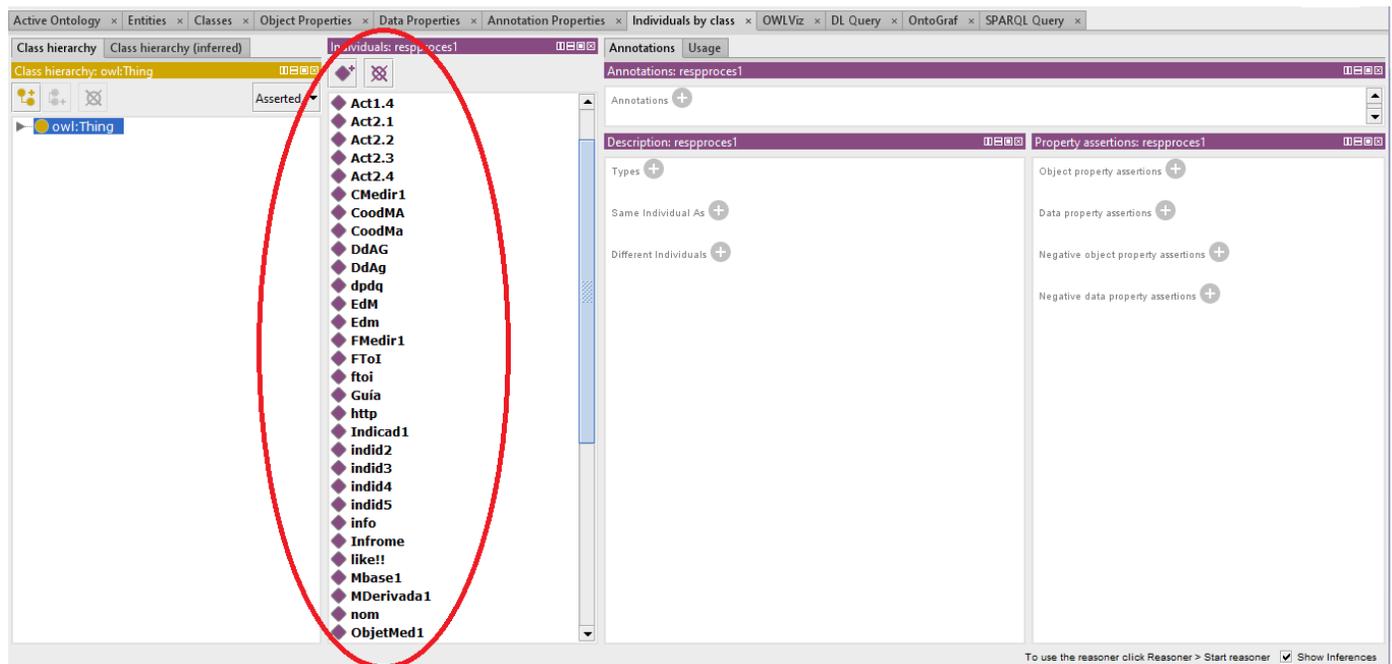


Fig. 11 Creación de instancias con el editor Protégé. Fuente: Elaboración propia.

## Creación de axiomas

Una vez creadas las instancias se prosigue a la creación de los axiomas ya que estos no se pueden crear sin la presencia de estas, los axiomas son los que establecen todas las relaciones de ontología, tanto las relaciones entre instancias, como las relaciones entre instancias y atributos. Ver (Fig.12)

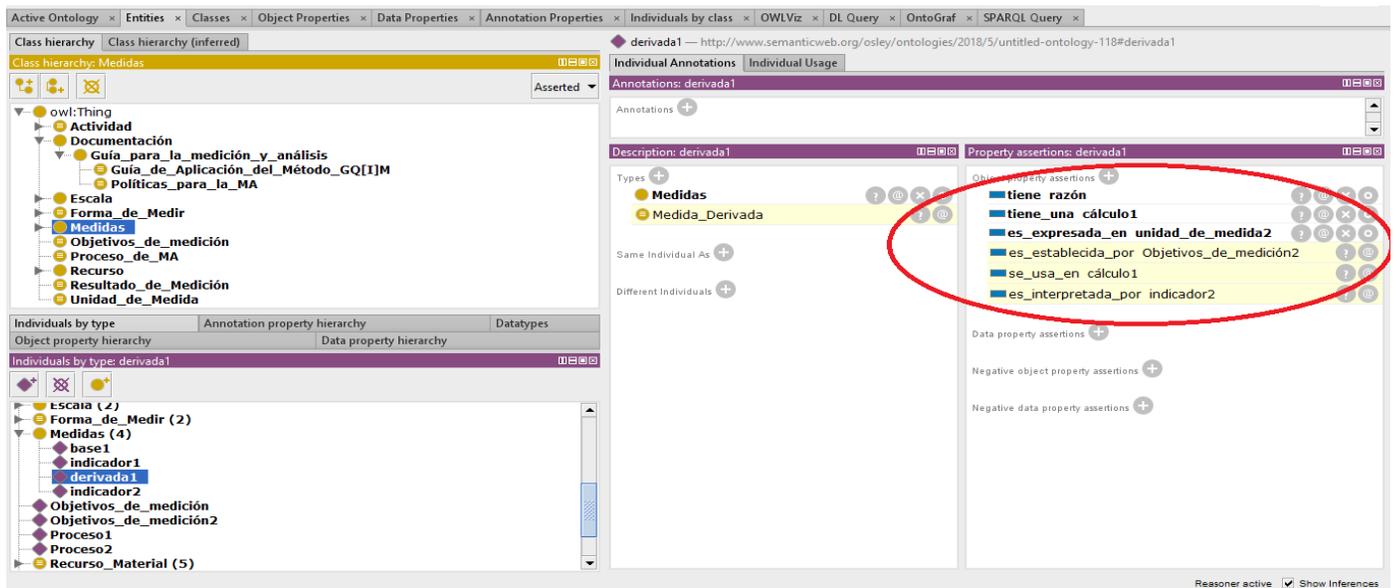


Fig. 12 Creación de los axiomas entre las instancias en el editor Protégé. Fuente: Elaboración propia.

Protégé posee varias opciones para visualizar como va quedando la ontología una de esas opciones es el OntoGraf, el cual muestra las clases y como están relacionadas, como se muestra a continuación: Ver(Fig.13)

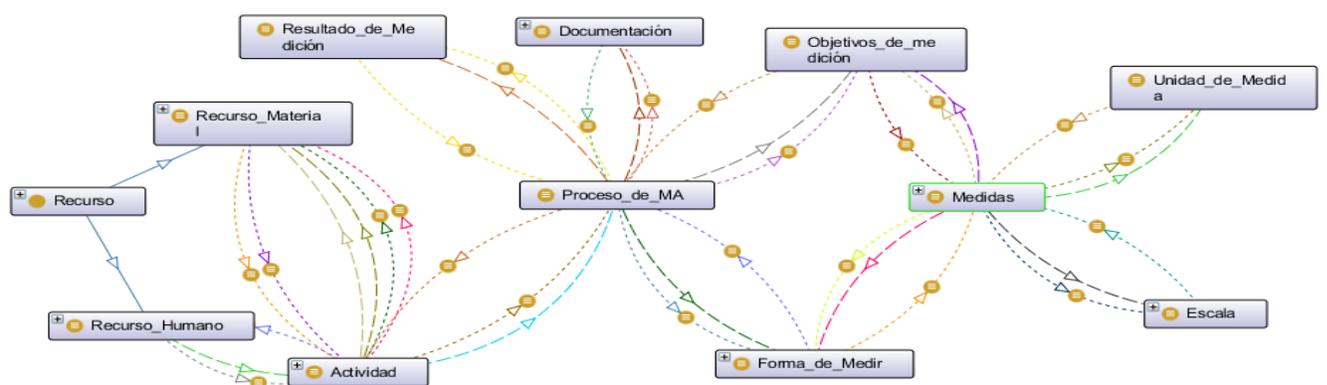


Fig. 13 Visualización de la ontología mediante el tabs "OntoGraf" del editor Protégé. Fuente: Elaboración propia.

## 2.2.4 Actividad de Implementación

La implantación es la actividad encargada de la construcción de la ontología mediante el uso de uno de los lenguajes orientados a ontologías existentes. Actualmente existen diversos lenguajes orientados a ontologías, gracias al uso del Protégé esto se efectúa automáticamente al exportar la ontología al lenguaje seleccionado, como por ejemplo OWL. OWL presenta una gran expresividad y poder de adaptación al nivel que se requerido, posibilitando el uso de expresiones lógicas, permitiendo la creación de clases y atribuir ciertas propiedades a las relaciones, como simetría, relaciones inversas, transitividad entre otras. (Flórez Fernández, 2007)

A continuación, se muestran fragmentos del código (OWL) al cual fue exportada la ontología:

La declaración de las clases se hace de la siguiente manera, donde se declara la clase Recurso Humano. Ver (Fig.14).

```
<Declaration>
  <Class IRI="#Recurso_Humano"/>
</Declaration>
```

Fig. 14 Declaración de clase. Fuente: Elaboración propia.

La declaración de una subclase de otra clase, se realiza de la siguiente manera, mostrando que la clase, Definir Acciones Correctivas es subclase de la clase Actividad. Ver (Fig.15).

```
<SubClassOf>
  <Class IRI="#Definir_Acciones_Correctivas"/>
  <Class IRI="#Actividad"/>
</SubClassOf>
```

Fig. 15 Declaración de una subclase de otra clase. Fuente: Elaboración propia.

La declaración de las relaciones se realiza de la siguiente manera, donde se describe la relación que existe en la propuesta ontológica, es\_producido\_por. Ver (Fig.16).

```
<Declaration>
  <ObjectProperty IRI="#es_producido_por"/>
</Declaration>
```

Fig. 16 Declaración de Object Property. Fuente: Elaboración propia.

En este fragmento de código se puede observar como es la creación de los individuos de las clases, en este caso la creación del individuo GESPRO, el cual es un individuo de la clase Herramienta. Ver (Fig.17).

```
<Declaration>  
  <NamedIndividual IRI="#GESPRO"/>  
</Declaration>
```

*Fig. 17 Creación de los individuos de las clases. Fuente: Elaboración propia.*

### **2.2.5 Actividad de Mantenimiento**

Según el IEEE, el Mantenimiento del Software es la modificación de un producto o software después de su entrega al cliente o usuario para corregir defectos, para mejorar el rendimiento u otras propiedades deseables, o para adaptarlo a un cambio de entorno. El proceso de Mantenimiento de software comienza con las primeras fases del ciclo de vida, puesto que el coste de Mantenimiento va a estar tremendamente influido por las decisiones que se tomen en cada una de estas fases (Moreira, 2014). Según (Godoy, y otros, 2012) los sistemas desarrollados, inevitablemente sufren cambios para su permanencia y utilidad. Algunas partes del mismo tienen que modificarse para corregir errores detectados en su funcionamiento, adaptarlo a una nueva plataforma, mejorar su rendimiento, entre otras características no funcionales.

Esta actividad fue empleada en todo el proceso de diseño y desarrollo de la ontología, donde se fueron agregando nuevas clases, atributos, relaciones e instancias. Para el mantenimiento de esta ontología se tendrá en cuenta cualquier cambio que se produzca en el proceso de Medición y Análisis. De igual manera si cualquier aspecto novedoso se incorporara a dicho proceso, este podría ser incluido en la ontología.

### **Conclusiones Parciales**

A partir del diseño y desarrollo de la ontología para el Proceso de Medición y Análisis de Software se arribaron a las siguientes conclusiones:

- ❖ Se empleó la metodología Methontology para guiar el desarrollo de la propuesta ontológica, a partir de los pasos que esta propone en cada fase.
- ❖ Se diseñó la ontología con las principales definiciones y relaciones entre los términos y conceptos según el proceso de medición y análisis de software.
- ❖ Se pudo caracterizar el proceso de medición y análisis de software determinando los principales conceptos y sus relaciones.
- ❖ La utilización del editor de ontologías Protégé facilitó el desarrollo de la propuesta solución, para representar el conocimiento generado en el proceso de medición y análisis de software definido en la Dirección de Calidad, guiada por la metodología Methontology.



## CAPÍTULO 3. VALIDACIÓN TEÓRICA DE LA ONTOLOGÍA

---

### Introducción

En este capítulo se valida la ontología propuesta para el Proceso de Medición y Análisis de Software en la Dirección de Calidad de la UCI mediante el uso de cuatro criterios de evaluación de ontología, donde se le realiza a la ontología diferentes consultas DL Query y mostrando como la herramienta Protégé responde a las preguntas de competencias como una vía de validar la capacidad de inferencia de la ontología.

### 3.1 Validación para ontologías de dominio

Aunque existe gran cantidad de investigaciones sobre metodologías, herramientas de edición y lenguajes de construcción de ontologías, un aspecto que no ha sido considerado con suficiente interés es la evaluación, esto se debe a las dificultades para establecer qué elementos evaluar y cuáles criterios considerar para determinar la calidad de las ontologías. (Casañas, y otros, 2009)

Es posible valorar la calidad de una ontología sin la necesidad de recurrir a referencias de desarrollos previos, examinando un conjunto mínimo de criterios los cuales son: uso correcto del lenguaje, exactitud de la estructura taxonómica, validez del vocabulario y adecuación a requerimientos (Casañas, y otros, 2009)

#### 3.1.1 Criterio 1. Uso correcto del lenguaje

Este criterio se evalúa mediante: la comparación de que el lenguaje utilizado en la creación de la ontología fue OWL; OWL cumple con los estándares de desarrollo de la ontología siendo uno de los lenguajes orientados a ontologías existentes. Este es un lenguaje sólido (cualquier expresión pueda ser derivada a partir del conocimiento codificado) y completo (cualquier expresión que esté lógicamente implícita en la base de conocimiento pueda ser derivada), permitiendo que se puedan aplicar métodos de razonamiento sobre la ontología de manera satisfactoria.

Se comprueba que cada palabra fuera lo más justo posible a su rol dentro del proceso de medición y análisis de software. Además, se verifica que las palabras utilizadas en la ontología estuvieran correctamente escritas según el diccionario de la Real Academia Española, y así obtener una ontología de alta calidad.

### 3.1.2 Criterio 2. Exactitud de la estructura taxonómica

Este criterio considera la evaluación de una lista de chequeo de redundancia de los términos, completitud e inconsistencias en la taxonomía. La comprobación de este criterio se vio libre de inconsistencias tales como: ausencia de conceptos relevantes del dominio, omisión de conocimiento disjunto entre clases de la estructura, delimitación de las propiedades que provocan un pobre razonamiento o conceptos que no pertenecen a una clase en particular.

### 3.1.3 Criterio 3. Validación del vocabulario

Este criterio se apoya principalmente en la utilización de dos medidas numéricas (Precisión y Recall) para la validación del vocabulario; se chequea que existan los términos codificados en la ontología y que sea significativos en otras fuentes de conocimiento independientes. (Casañas, y otros, 2009)

Para calcular el valor de las dos medidas numéricas antes mencionadas se determinan la cantidad de términos del COnto (cantidad de términos de la ontología), del CCorp (cantidad total de términos del corpus) y del CO-C (la cantidad de términos que se solapan entre la ontología y el corpus).

La siguiente fórmula se emplea para calcular la precisión:

$$\text{Precisión} = \text{CO-C} / \text{COnto}$$

Para el cálculo de esta medida se utiliza la cantidad de elementos mostrados en la Figura.5 (Taxonomía del proceso de medición y análisis), por lo que el valor del corpus es 32 (CCorp = 32), destacar que cada uno de los elementos de la figura 5 posee representación ontológica, de ahí que la ontología posee la misma cantidad de elementos (COnto = 32); como el corpus y el COnto son iguales se establece que CO-C = 32 = COnto = CCorp y al sustituir en la fórmula los valores se obtiene:

$$\text{Precisión} = 32 / 32 = 1$$

Demostrando que el 100% de los términos existentes de la ontología se encuentran en el corpus del dominio.

El Recall se calcula utilizando el CO-C y el CCorp como se muestra la siguiente fórmula:

$$\text{Recall} = \text{CO-C} / \text{CCorp}$$

Al sustituir el CO-C y el CCorp en la fórmula por sus valores correspondientes se obtiene lo siguiente:

$$\text{Recall} = 32 / 32 = 1$$

Esto prueba que todos los términos del corpus del dominio aparecen representados en la ontología.

### 3.1.4 Criterio 4. Adecuación de requerimientos

Este criterio consiste en la verificar el cumplimiento de la actividad de especificación de requerimientos antes planteado por Methontology la cual recoge propósito y dominio de la ontología; también se verificar que las respuestas proporcionadas por la ontología a las preguntas de competencias sean correctas, estas preguntas de competencias pueden ser usadas como un indicador del alcance y contenido del dominio representado.

A continuación, se muestra la respuesta de la ontología a la pregunta 1 de competencia en el editor Protégé mediante el uso del razonador Pellet:

#### **Pregunta de competencia 1**

¿Qué recuso humano realiza la actividad de recolectar datos?

A continuación, se muestran los pasos a seguir en la herramienta Protégé para conocer la respuesta a pregunta de competencia: Ver ( Fig. 18)

- 1- Ir al "Tabs" individuals by class
- 2- Seleccionar el individuo relacionado con la pregunta, que en este caso es CoodMa que es recuso humano del cual se quiere saber el tipo sabiendo que realiza la actividad de recolectar datos.
- 3- Activar el razonador
- 4- Verificar respuesta

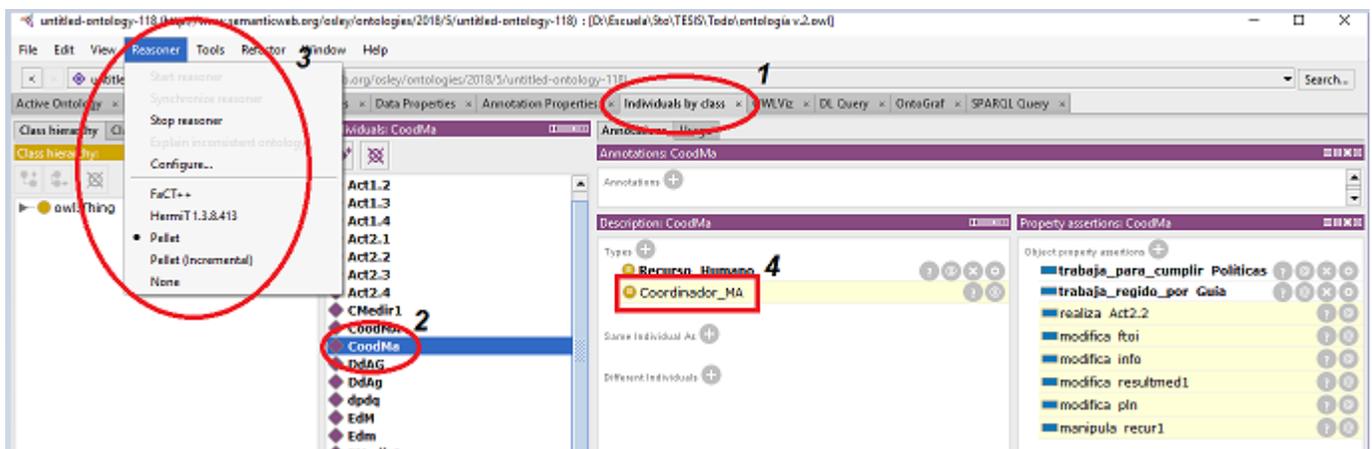


Fig. 18 Respuesta de la ontología en el editor Protégé a la pregunta de competencia 1. Fuente: Elaboración propia.

Los pasos antes descritos se realizan de la misma forma para todas las preguntas con la condición de que se seleccione en el paso 2 el individuo al que se hace referencia en la pregunta.

### Pregunta de competencia 2

¿Qué medida es utilizada en determinada forma de medir? Ver ( Fig. 19)

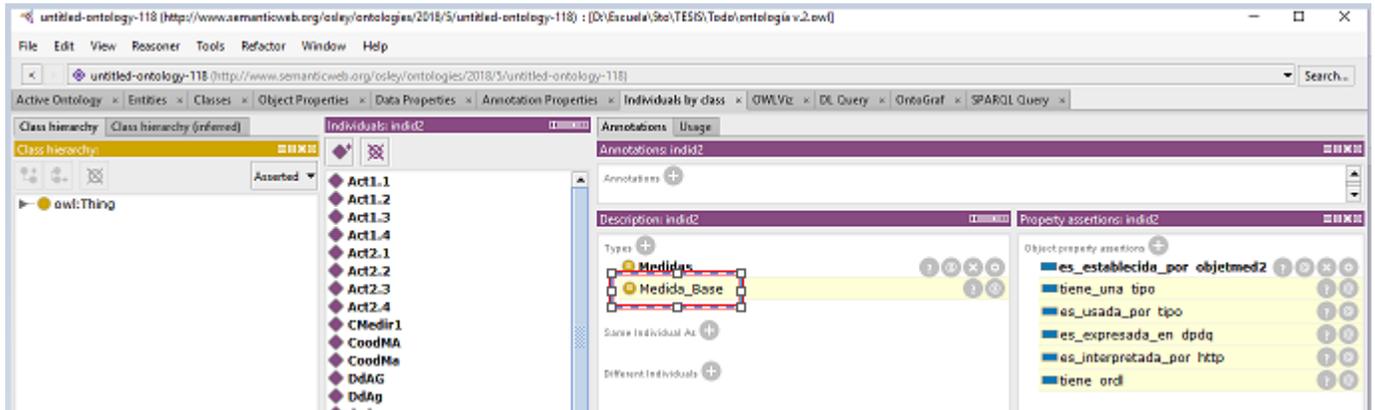


Fig. 19 Respuesta de la ontología en el editor Protégé a la pregunta de competencia 2. Fuente: Elaboración propia.

### Pregunta de competencia 3

¿Tipo de forma de medir aplicada a una determinada medida? Ver (Fig. 20)

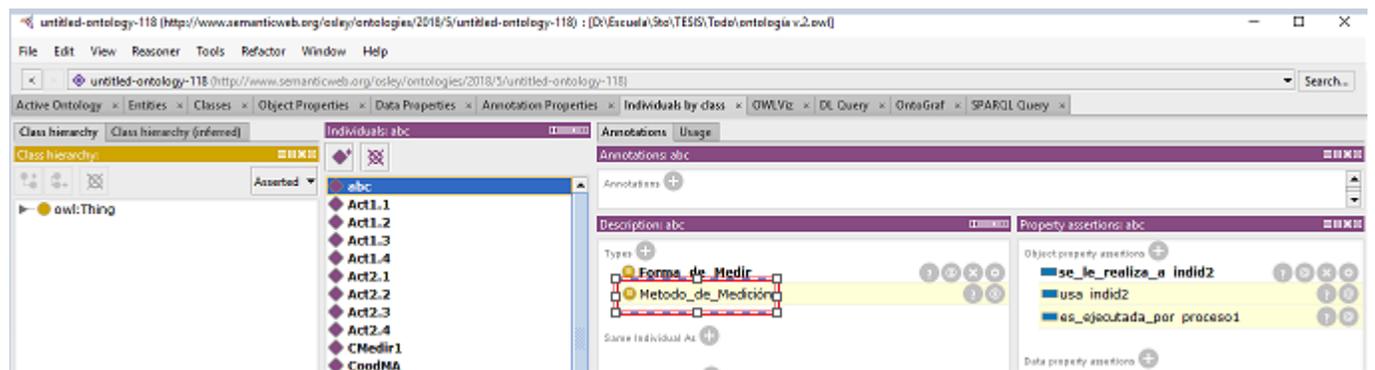


Fig. 20 Respuesta de la ontología en el editor Protégé a la pregunta de competencia 3. Fuente: Elaboración propia.

(Ver anexo 1.1 para más preguntas de competencia)

La ontología también fue encuestada utilizando el “Tabs” DL Query como se muestra a continuación,

### Pregunta de competencia 7

¿Medidas establecidas para un proceso? Ver (Fig. 21)

Expresión de la pregunta 7 en DL Query: es\_establecida\_por some (rige some (Nombre value "proceso2"))

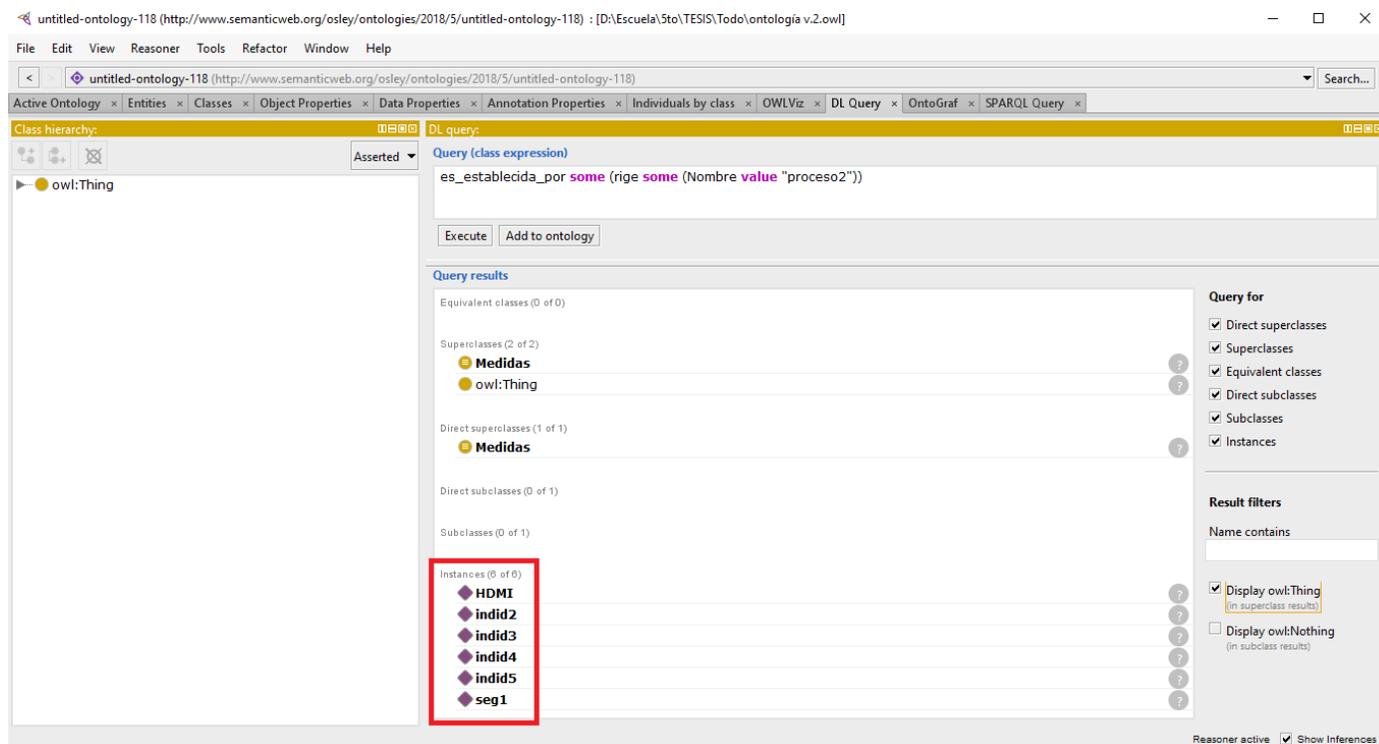


Fig. 21 Respuesta de la ontología en el editor Protégé a la pregunta de competencia 7. Fuente: Elaboración propia.

(Ver anexo 1.2 para más preguntas de competencia)

## Conclusiones Parciales

Luego de aplicar los métodos científicos con el objetivo de validar la propuesta de solución al problema planteado se concluye lo siguiente:

- Utilizando el razonador y la herramienta Protégé se le realizó a la ontología las preguntas de competencia, consultándola y encuestándola de forma satisfactoria permitiendo validar su alcance y capacidad de inferencia.
- Se validó la propuesta ontológica en función de la organización y representación de la información del proceso de medición y análisis de software, expresando que posee gran estructura taxonómica sin inconsistencias ni redundancias y demostrando que el lenguaje se empleó se utilizó correctamente.

## CONCLUSIONES GENERALES

---

Una vez terminada la investigación y desarrollo de la ontología para el Proceso de Medición y Análisis de Software de la Dirección de Calidad de la UCI se concluye:

- El Proceso de Medición y Análisis de Software contará con una ontología como herramienta de apoyo para organizar y representar el conocimiento en la Dirección de Calidad y asistir a la toma de decisiones.
- La metodología Methontology permitió estructurar el conocimiento obtenido mediante las tablas y diagramas que propone Methontology construir en su actividad de conceptualización, las cuales pueden ser entendidos por los expertos del dominio. Además de que fue la regidora del modo de construcción de la ontología.
- Tanto la herramienta Protégé como el razonador Pellet permitieron una correcta y mejor realización de la ontología para el proceso de medición y análisis de software representando y organizando el conocimiento generado. Además de que contribuirá a la generación de nuevo conocimiento a partir de las inferencias hechas a la información representada en este proceso.
- La ontología permitió organizar y representar los diferentes términos del proceso de medición y análisis de software estableciendo sus correspondientes relaciones y evitando la existencia de conceptos ambiguos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

1. **Soto Isalgué , and Zamora Leyva. 2010.** *Mecanismos de búsqueda, recuperación e inferencia en megaontologías. Aplicación en un Repositorio Semántico.* 2010.
2. **Aguirre Helguero, Norka Natalia. 2011.** *Un agente basado en un razonador de ontologías.* 2011.
3. **Andréu Abela. 2002.** *Las técnicas de Análisis de Conteido: Una revisión actualizada.* Granada : s.n., 2002.
4. **Archanc. 2011.** Qué es gestión del conocimiento. *Qué es gestión del conocimiento.* [Online] Septiembre 2011. <http://papelesdeinteligencia.com/que-es-gestion-del-conocimiento/>.
5. **Atagua-Díaz. 2014.** *Tesoros y ontologías en la conformación de los lenguajes documentales para la web semántica.* 2014.
6. **Casañas, Núñez, and Ramos. 2009.** *Esquema para evaluar ontologías únicas para un dominio de conocimiento.* 2009.
7. **Cavalcanti de Miranda, Marcos Luiz. 2009.** *Organización y representación del conocimiento: fundamentos teóricos y metodológicos para la recuperación de la información en entornos virtuales.* 2009.
8. **Corcho, et al. 2005.** Construcción de ontologías legales con la metodología METHONTOLOGY y la herramienta WebODE. [book auth.] R Benjamins, et al. *Law and the Semantic Web. Legal Ontologies, Methodologies, Legal Information Retrieval, and Applications.* 2005.
9. **Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos. 2012.** *Médción del Software. Médción del Software.* [Online] 2012. <http://www.lsi.us.es/docencia/get.php?id=6916>.
10. **Drake, José M. 2008.** *Análisis de requisitos y especificación de una aplicación.* 2008.
11. **Española, Real Academia. 2017.** Real Academia Española. *Real Academia Española.* [Online] 2017. <http://dle.rae.es/?id=2Vga9Gy>.
12. **Fermoso García, Ana M, Sánchez Alonso, and Sicilia, Miguel A. 2010.** *Una ontología en OWL para representación semántica de objetos de aprendizaje.* 2010.

13. **Fernández Breis, Jesualdo Tomás. 2003.** *Un Entorno de Integración de Ontologías para el Desarrollo Sistemas de Gestión de Conocimiento.* 2003.
14. **Ferreira, et al. 2006.** *Medición del Software Ontología y Metamodelo.* 2006.
15. **Flores Vitelli. 2011.** *Aplicación de METHONTOLOGY para la construcción de una ontología en el dominio de la Microbiología. Caso de estudio: Identificación de Bacilos Gram Negativos no Fermentadores de la Glucosa (BGNNF).* 2011.
16. **Flórez Fernández, Héctor Arturo. 2007.** *Construcción de Ontologías OWL.* 2007.
17. **Fontalvo Herrera, Tomás José, Quejada, and Puello Payares, Joaquín Guillermo. 2011.** *La gestión del conocimiento y los procesos de mejoramiento.* 2011.
18. **Fuentes Krafczyk, Joaquín Federico. 2013.** *Realidad virtual aplicada al tratamiento del trastorno de lateralidad y ubicación espacial.* 2013.
19. **García Lugones, Mario Luis. 2017.** *Ontología para el proceso de evaluación de productos de software en la UCI.* 2017.
20. **García, et al. 2004.** *Una Ontología de la Medición del Software.* 2004.
21. **García-Marco, Francisco Javier. 2007.** *Ontologías y organización del conocimiento: retos y oportunidades para el personal de la información.* 2007.
22. **Godoy, Maria V, Mariño, Sonia I. and Alfonzo, Pedro L. 2012.** *Propuesta de aplicación de SCRUM para gestionar el proceso de mantenimiento del software: estudio preliminar.* 2012.
23. **Gómez Fuentes. 2011.** *Notas del Curso Análisis de Requerimientos.* 2011.
24. **González Pérez. 2006.** *Las ontologías en la representación y organización de la información. Las ontologías en la representación y organización de la información.* [Online] 2006. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1024-94352006000400008](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352006000400008).
25. **Greiner, et al. 2014.** *Medición de software como aporte a la gestión cuantitativa de proyectos.* 2014.
26. **Guzmán Luna, Jaime Alberto, López Bonilla, and Durley Torres. 2012.** *Metodologías y métodos para la construcción de ontologías.* 2012.

27. **ICESI, 2014. Medición y Análisis. Medición y Análisis. [Online] 2014.** [https://www.icesi.edu.co/i2t/driso/process/proceso\\_desarrollo\\_sw/index.php/procesos-transversales/ma](https://www.icesi.edu.co/i2t/driso/process/proceso_desarrollo_sw/index.php/procesos-transversales/ma).
28. **Inés Kessler. 2015. Memoria Académica: repositorio institucional de la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación de la Universidad Nacional de la Plata. 2015.**
29. **Joooa - tecnología, marketing y crm. 2015. Definición de METHONTOLOGY - ¿qué es METHONTOLOGY? Definición de METHONTOLOGY - ¿qué es METHONTOLOGY? [Online] Joooa - tecnología, marketing y crm, 2015.** <https://sites.google.com/site/joooa/inteligencia-artificial/definicion-de-methontology-que-es-methontology>.
30. **Marzal García-Quismondo, Miguel Ángel, Colmenero Ruiz, María Jesus and Cuevas Cervero,. 2005. Instrumentos de utilidad en el análisis del contenido para la organización de documentos digitales educativos. Getafe, España : s.n., 2005.**
31. **Menéndez-Barzanallana Asensio. 2016. Principales herramientas CASE del mercado y su uso. Principales herramientas CASE del mercado y su uso. [Online] 2016.** [http://www.um.es/docencia/barzana/IAGP/Enlaces/CASE\\_principales.html](http://www.um.es/docencia/barzana/IAGP/Enlaces/CASE_principales.html).
32. **Moreira,. 2014. Estándar IEEE 1219 de Mantenimiento del Software. 2014.**
33. **Paradigm. 2018. Visual Paradigm Community Edition 15.0 (32-bit). Visual Paradigm Community Edition 15.0 (32-bit). [Online] Visual Paradigm Community Edition (32-bit), 2018.** <https://www.filehorse.com/es/descargar-visual-paradigm-community-edition-32/>.
34. **Pavón Acosta,. 2012. Ontología para el observatorio tecnológico gestionado por el grupo Gestión de Información y el Conocimiento(GIC) del Centro de tecnologías para la Formación(FORTES). 2012.**
35. **Pérez Porto, and Merino. 2008. Definición de tecnología. Definición de tecnología. [Online] 2008.** <https://definicion.de/tecnologia/>.
36. **Pérez Sosa. 2011. Búsqueda basada en ontologías sobre Catálogo Temático de Medidas Audiovisuales. 2011.**
37. **Pérez-Montoro Gutiérrez. 2005. Sistemas de gestión de contenidos en la gestión del conocimiento. Sistemas de gestión de contenidos en la gestión del conocimiento. [Online] 2005.** <http://bid.ub.edu/14monto2.htm>.

38. **Pio Morón. 2015.** *Ontología para la gestión del conocimiento y la toma de decisiones en el sistema gestión de proyectos XEDRO GESPRO.* La Habana, Cuba : s.n., 2015.
39. **Ramos, and Núñez. 2007.** *ONTOLOGÍAS: componentes, metodologías, lenguajes, herramientas y aplicaciones.* 2007.
40. **Riquelme Santiago. 2015.** *Sistema de información basado en ontología para la gestión del conocimiento y toma de decisiones en el sistema de gestión de proyectos XEEDRO GESPRO.* La Habana, Cuba : s.n., 2015.
41. **Ruiz Bertol, Francisco Javier. 2008.** Una ontología para la gestión del conocimiento de proyectos software. [Online] 2008. [Cited: 19 junio 2018.] <http://www.redalyc.org/html/922/92240103/>.
42. **Samper Zapater, José Javier. 2005.** *Ontologías para servicios web semánticos de información de tráfico: Descripción y herramientas de explotación.* 2005.
43. **Sierra, Carlos Daniel. 2007.** Visual Paradigm For Uml. *Visual Paradigm For Uml.* [Online] 2007. <https://es.slideshare.net/vanquishdarkenigma/visual-paradigm-for-uml>.
44. **Silega Martínez, and López, Yoan Antonio. 2015.** *Introducción a las ontologías y sus aplicaciones en diferentes escenarios.* 2015.
45. **Soto Balbón, María Aurora and Barrios Fernández, Norma M. 2006.** Gestión del conocimiento. Parte I. Revisión crítica del estado del arte. *Gestión del conocimiento. Parte I. Revisión crítica del estado del arte. Gestión del conocimiento.* [Online] 2006. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1024-94352006000200004](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352006000200004).
46. **The University of Manchester. 2016.** List of Reasoners | OWL research at the University of Manchester. *List of Reasoners | OWL research at the University of Manchester.* [Online] 2016. <http://owl.cs.manchester.ac.uk/tools/list-of-reasoners/>.
47. **TI, El laboratorio de las. 2012.** ¿Por qué se debe medir el Software? ¿Por qué se debe medir el Software? [Online] 2012. <http://www.laboratorioti.com/2012/11/12/por-que-se-debe-medir-el-software/>.
48. **Torres, and Lamenta. 2015.** LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO Y LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN EN LAS ORGANIZACIONES. *LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO Y LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN EN LAS ORGANIZACIONES.* [Online] 2015. <http://www.redalyc.org/html/782/78246590001/>.

49. **Tsarkov. 2014.** *Incremental and Persistent Reasoning in FaCT++*. 2014.
50. **Urrelo Huiman, Luis Vladimir. 2013.** *SISTEMA WEB SECUENCIADOR DE EJERCICIOS DE PROGRAMACIÓN DE COMPUTADORAS USANDO ONTOLOGÍAS*. 2013.
51. **Viedma, et al. 2003.** *Ontologías, metadatos y agentes: recuperación “semántica” de la información*. 2003.
52. **Vliches-Blázquez, Luis Miguel, García Silva, and Villazón Terrazas. 2014.** *Construcción de ontologías a partir de tesauros*. Madrid, España : s.n., 2014.
53. **Yeniset Soto Isalgué, Yonosleydis Zamora Leyva. 2010.** *Mecanismos de búsqueda, recuperación e inferencia en megaontologías. Aplicación en un Repositorio Semántico..* 2010.

# ANEXOS

## Anexo 1: Preguntas de competencia

### Anexos 1.1 Preguntas de competencia en el editor Protégé haciendo uso del razonador Pellet

#### Pregunta de competencia 4

¿Actividad que utiliza determinado artefacto?

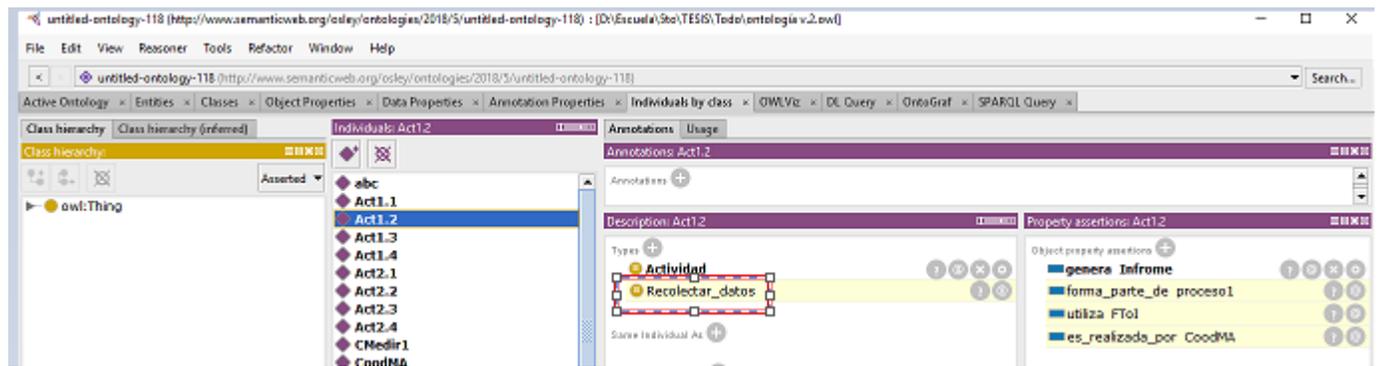


Fig. 22 Respuesta de la ontología en el editor Protégé a la pregunta de competencia 4. Fuente: Elaboración propia.

#### Pregunta de competencia 5

¿Recurso humano encargado de manejar la herramienta y de realizar determinada actividad?

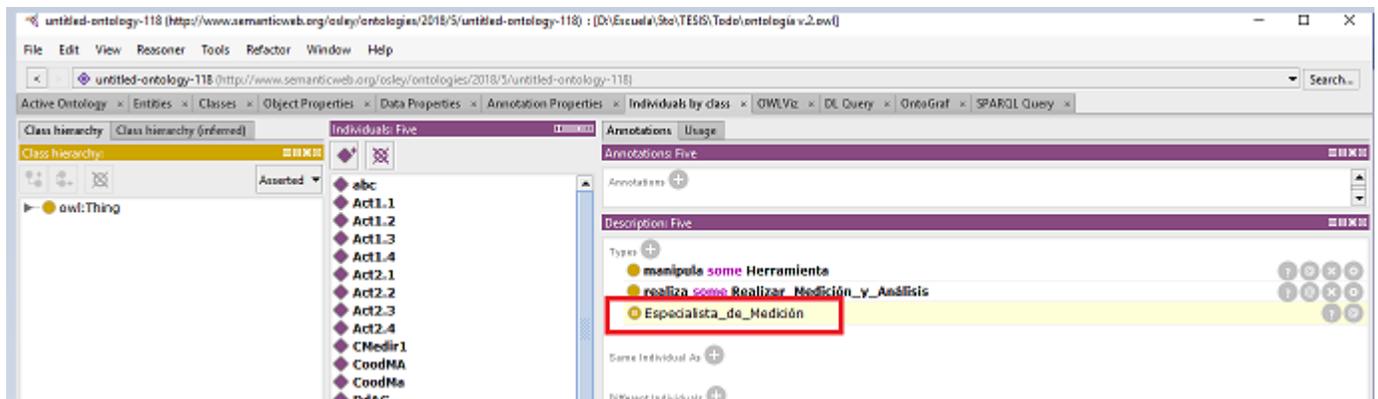


Fig. 23 Respuesta de la ontología en el editor Protégé a la pregunta de competencia 5. Fuente: Elaboración propia.

#### Pregunta de competencia 6

¿Documentación necesaria para un proceso y que rige el modo de trabajo de los recursos humanos?

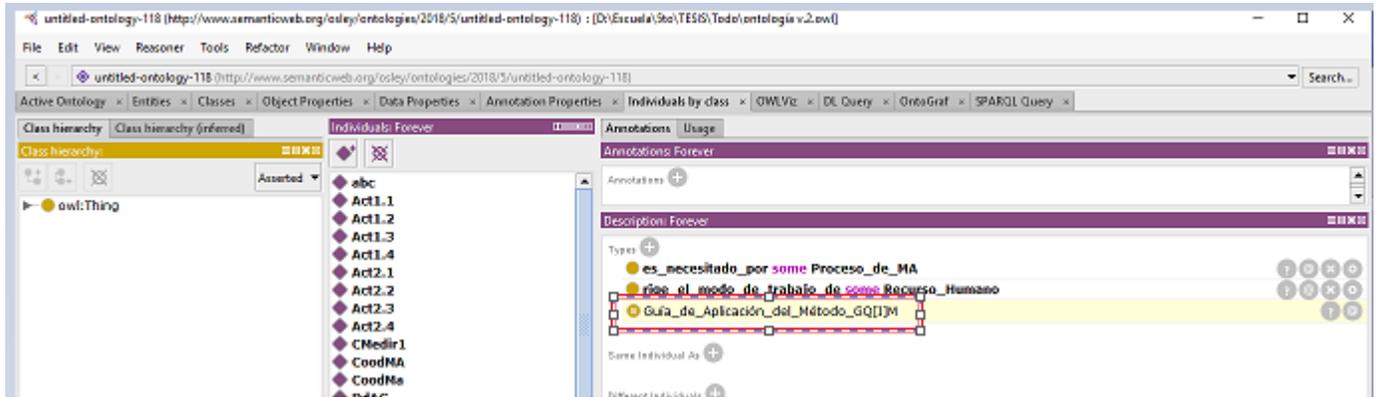


Fig. 24 Respuesta de la ontología en el editor Protégé a la pregunta de competencia 6. Fuente: Elaboración propia.

## Anexos 1.2 Preguntas de competencia en el editor Protégé haciendo uso del “Tabs” DL Query

### Pregunta de competencia 8

¿En qué proceso es generado un determinado artefacto?

Expresión de la pregunta 8 en DL Query: está\_formado\_por some (genera some (Nombre value "Plan de acciones correctivas"))

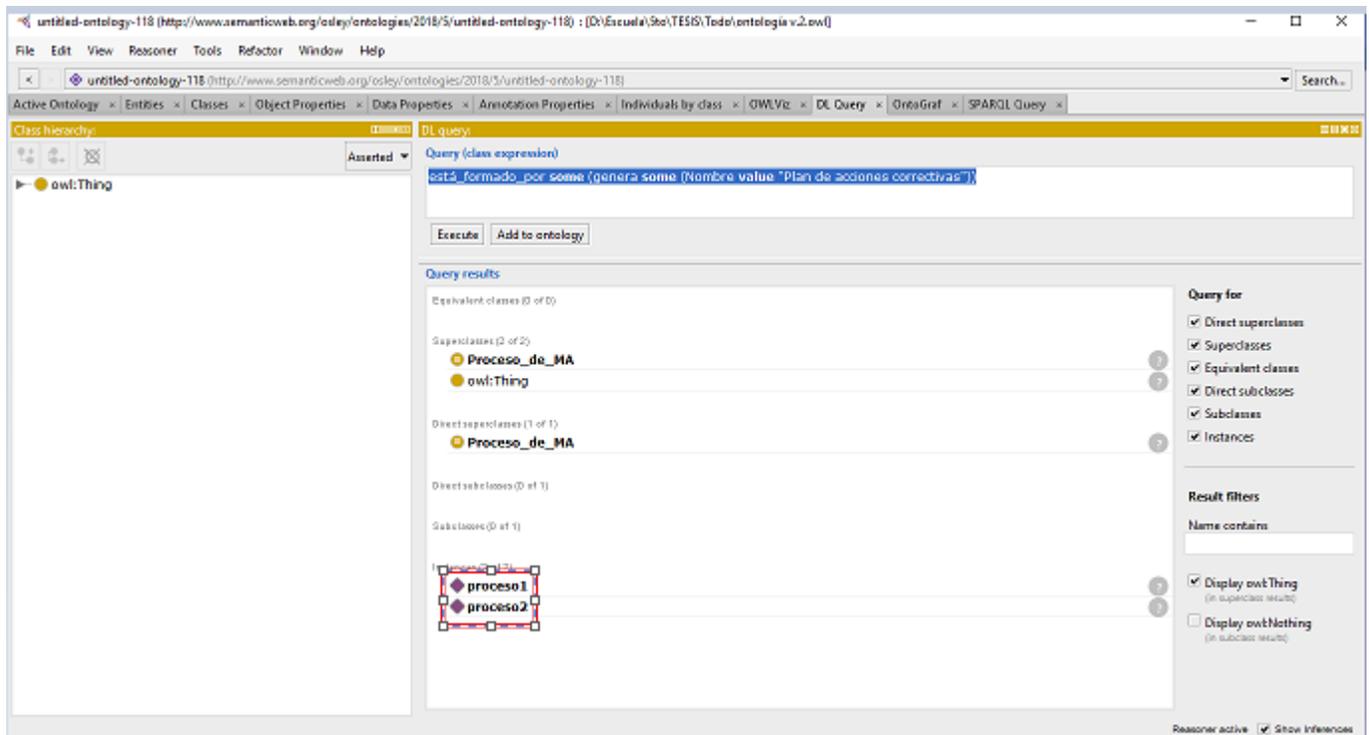


Fig. 25 Respuesta de la ontología en el editor Protégé a la pregunta de competencia 8. Fuente: Elaboración propia.

## Pregunta de competencia 9

¿Cuáles objetivos de medición involucran la generación de un determinado artefacto?

Expresión de la pregunta 9 en DL Query: `rige some (está_formado_por some (genera some (Nombre value "Informe con datos recolectados")))`

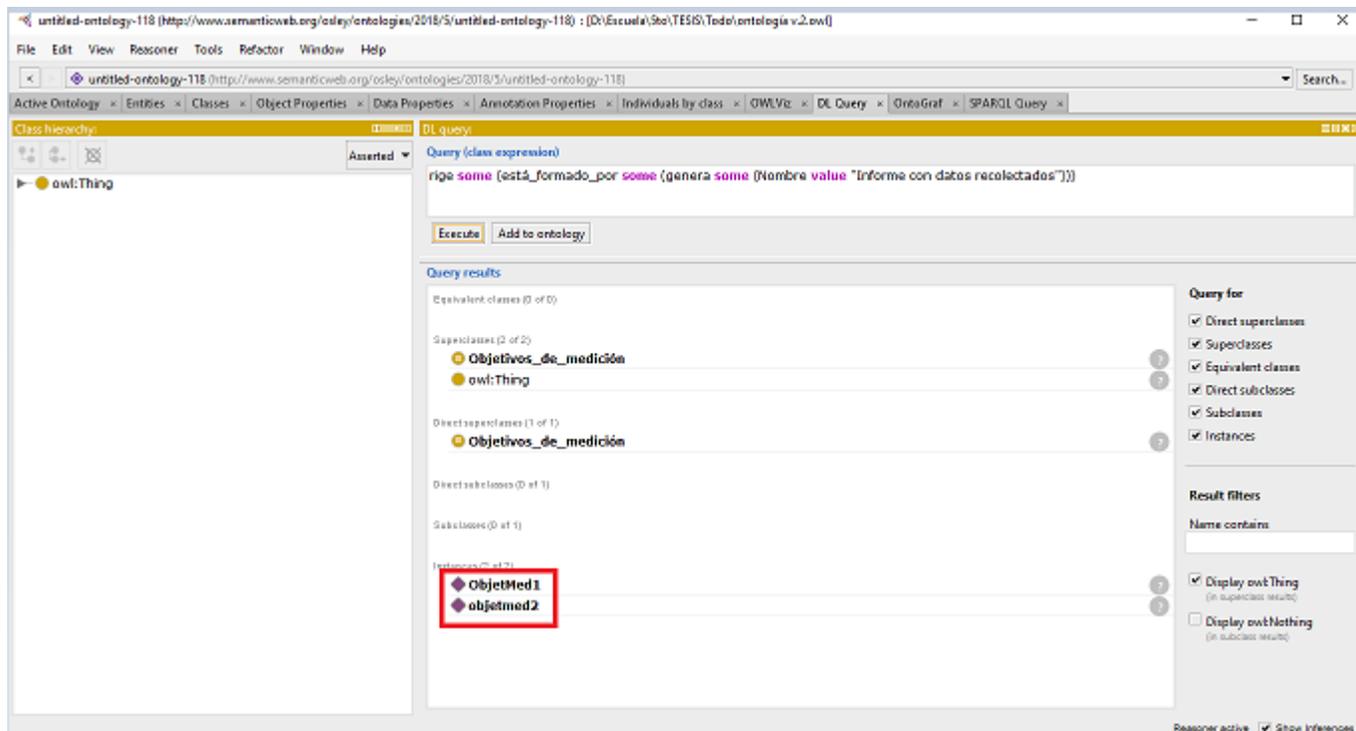


Fig. 26 Respuesta de la ontología en el editor Protégé a la pregunta de competencia 9. Fuente: Elaboración propia.

## **Anexo 2: Diseño de la entrevista**

Estimado(a):

Con la entrevista se pretende visualizar la importancia de desarrollar una ontología para el proceso de medición y análisis de productos de software.

Nota: El objetivo de esta entrevista es solamente investigativa

- 1) ¿Cuáles son las actividades involucradas en la realización del proceso de medición y análisis?
- 2) ¿De qué tipo pueden ser los recursos materiales materiales del proceso de medición y análisis?
- 3) ¿Qué clasificación pueden tener las medidas empleadas en el proceso de medición y análisis?
- 4) ¿Qué forma de medir se le aplica a cada medida del medición y análisis?
- 5) ¿Qué documentación utilizada a lo largo del proceso de medición y análisis?
- 6) ¿De qué tipo pueden ser las escalas del proceso de medición y análisis?
- 7) ¿Qué clasificación tiene cada recurso humano que participan en el proceso de medición y análisis?

### **Anexo 3: Expertos entrevistados**

DraC. Yaimí Trujillo. Directora de la Dirección de Calidad de la UCI.

Msc. Aymara Marín Díaz: Jefa de Departamento de Pruebas. Dirección de Calidad. UCI

Msc. Alionuska Velázquez Cintra. Especialista de la Dirección de Calidad. UCI