

Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco  
División de Ciencias Básicas e Ingeniería  
Licenciatura en Ingeniería en Computación

Proyecto Tecnológico  
Sistema de comparación de mapas curriculares basado en ontologías

Alumno: José Arturo Romero Argüello  
Matrícula: 208201034

Trimestre 2014 Primavera  
14 de julio de 2014

Asesor: Maricela Claudia Bravo Contreras  
Profesor Asociado  
Departamento de Sistemas

Yo, Maricela Claudia Bravo Contreras, declaro que aprobé el contenido del presente Reporte de Proyecto de Integración y doy mi autorización para su publicación en la Biblioteca Digital, así como en el Repositorio Institucional de UAM Azcapotzalco.



---

Firma  
Maricela Claudia Bravo Contreras

Yo, José Arturo Romero Argüello, doy mi autorización a la Coordinación de Servicios de Información de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, para publicar el presente documento en la Biblioteca Digital, así como en el Repositorio Institucional de UAM Azcapotzalco.



---

Firma  
José Arturo Romero Argüello

## Resumen

Se diseñó un modelo ontológico para la representación de mapas curriculares de planes de estudio a nivel licenciatura, posteriormente se implementó este modelo utilizando el editor de ontologías protégé. El modelo constaba de tres ontologías importables que tenían las clases básicas de un mapa curricular, para representar un mapa curricular es necesario crear una nueva ontología que importe las ontologías antes mencionadas e ir poblando la ontología.

Se diseñó e implementó una aplicación de comparación de ontologías que representan mapas curriculares bajo el modelo antes mencionado.

Se implementaron métodos para que la aplicación interactúe con el usuario para que el usuario proporcione fácilmente las ontologías a la aplicación. Se abre primero una ventana pidiendo una ontología fuente la cual será la que se comparará contra una colección de ontologías, dicha colección será proporcionada en la siguiente ventana que aparece una vez que el usuario le indique a la aplicación cual será la ontología fuente. Posteriormente a este procedimiento, la aplicación crea una serie de estructuras de datos para poder guardar los resultados de la comparación, realizar reportes, crear archivos, etc.

Las ontologías son cargadas a memoria, el módulo de comparación parsea las ontologías y las mapea, realiza una serie de marcados en los axiomas y encuentra diferencias axiomáticas respetando la estructura semántica de las ontologías, de esta manera se obtienen una serie de valores de diferencia, lo cual haciendo teoría de conjuntos podemos realizar algunas medidas de similitud.

Considerando a la ontología fuente y la ontología destino la cual pertenece a la colección, en el presente proyecto se calcularon las siguientes medidas de similitud:

**Similitud Axiomática:** la cual es, directamente proporcional a la intersección e inversamente proporcional a la unión, la cual nos da la proporcionalidad de similitud de las ontologías.

**Cobertura Axiomática:** la cual es, directamente proporcional a la intersección e inversamente proporcional a la totalidad de axiomas de una de las ontología, en este caso, de la ontología fuente. Esta medida nos indica que tanto satisface la ontología fuente a las ontologías de la colección una a una.

Finalmente la aplicación regresa estas medidas de similitud y las muestra al usuario, también la aplicación generan reportes en archivos de texto plano respetando el siguiente sistema de archivos:

Sea <fuente> el nombre de la ontología fuente sin terminación .owl

Sea <destino> el nombre de la ontología destino o el nombre de alguna de las ontologías de la colección sin terminación .owl

Se representan los reportes de la siguiente manera:

<fuente><destino>.dif el reporte de diferencias axiomáticas encontradas de la ontología fuente con la ontología destino.

<fuente>.sim el reporte de similitudes axiomáticas de la ontología fuente con la colección.

<fuente>.cob el reporte de cobertura axiomática de la ontología fuente con la colección.

Estos reportes se guardan en un directorio llamado "comparacion" depositados en un directorio con el mismo nombre de <fuente>.

Cabe mencionar que se normalizó la información de las ontologías antes implementadas, esto es, al momento de poblar las ontologías hay que tomar las siguientes consideraciones:

El nombre de los individuos de la clase materia debe ser el nombre asociado al axioma tieneNombreMateria.

El nombre del individuo debe estar sin espacios y la primera letra de cada palabra debe ser en mayúscula.

El nombre del individuo y el nombre asociado al axioma tieneNombreMateria no deben tener caracteres tales como paréntesis o puntos y coma ya que podría traer problemas al parsear las ontologías.

## Tabla de contenido

Introducción.....	6
Antecedentes.....	6
Justificación.....	7
Objetivos.....	7
Objetivo general.....	7
Objetivos específicos.....	7
Marco teórico.....	8
Mapas curriculares.....	8
Ontologías.....	8
Diseño de ontologías.....	11
Ontologías y la Web Semántica.....	12
Medidas de similitud.....	12
Precisión y exhaustividad.....	13
Desarrollo del proyecto.....	14
Búsqueda de mapas curriculares en la Web.....	14
Diseño e implementación del modelo ontológico.....	15
Ontologías de mapas curriculares.....	15
Ontologías de perfiles curriculares.....	16
Poblado.....	16
Diseño e implementación de la aplicación de comparación.....	18
Pruebas.....	22
Evaluación del método de comparación.....	22
Resultados.....	22
Conclusiones.....	23
Bibliografía.....	23
Apéndices.....	24
Apéndice 1: Ontologías de mapas curriculares.....	24
institucion.owl.....	24
materia.owl.....	27
programa.owl.....	29
Apéndice 2: Ontologías de perfiles profesionales.....	30
troncoGeneralIngComputacionUAM_A.owl.....	31
Apéndice 3: Aplicación de comparación.....	38
Comparador.java.....	38
DiferenciasAxiomaticas.java.....	38
Nodo.java.....	39
OntologyManagement.java.....	39
Entregables comprometidos en la propuesta.....	39

## **Introducción**

Los mapas curriculares toman forma a partir de la visión de un determinado perfil profesional. Estos mapas describen la manera en la que está planeada la formación de un estudiante para un determinado perfil. Un mapa curricular permite identificar en qué momento se encuentra una determinada unidad de enseñanza respecto a la totalidad de un programa académico. También tiene mucha información sobre el transcurso de la formación, si es orientada a prácticas, teoría, o a un área más concreta del conocimiento.

Las ontologías son un sistema de representación del conocimiento que resulta de seleccionar dominio del conocimiento para obtener una representación lógica y formal de los conceptos que contiene y las relaciones que existen entre ellos, una ventaja es que las ontologías pueden ser interpretadas tanto por las personas, como por las computadoras.

El presente trabajo presenta un modelo ontológico para la representación de mapas curriculares de nivel licenciatura, esto con el objetivo de compararlos y encontrar diferencias entre ellos, saber que tan parecidos son unos de otros, que tanto satisface un mapa curricular a los demás, etc. Se diseña e implementa tanto el modelo ontológico como una herramienta de comparación automática que satisfaga el modelo y la estructura semántica de las ontologías que describen mapas curriculares.

Finalmente como resultados de las comparaciones contra las ontologías implementadas, la aplicación da una serie de reportes que pueden ayudar a hacer análisis estadístico de los planes de estudio.

## **Antecedentes**

### **Ontologías y sus aplicaciones**

En la filosofía, la ontología singularmente se ha considerado una rama que se ocupa de la naturaleza y organización de la realidad. En los años 90, dicho concepto se empezó a utilizar en el campo de la inteligencia artificial, la ingeniería, la representación del conocimiento y la lingüística computacional como modelos de representación del conocimiento. En el campo de la documentación, las ontologías son una herramienta para el intercambio y uso del conocimiento ya que proveen una comprensión compartida y consensuada de un dominio del conocimiento, que puede ser comunicada entre personas y sistemas heterogéneos. Dentro de los sistemas de organización del conocimiento, las ontologías, al igual que los tesauros, se encasillan dentro de las llamadas listas relacionadas.

Los proyectos para desarrollar ontologías son muchos y de muy distinto signo. He aquí algunos proyectos de desarrollo de ontologías:

- Annotea: El proyecto Annotea desarrolló varias herramientas para compartir anotaciones de metadatos basados en Web, esquemas RDF, etc. <http://www.w3.org/2001/Annotea/>

- FOMI (Formal Ontologies Meet Industry): Foro para compartir ontologías relacionadas con la industria, la ingeniería, los negocios, el comercio electrónico, etc. <http://fandango.cs.unitn.it/fomi/>
- OntoWeb: Red de intercambio de información sobre ontologías. <http://ontoweb.org/>
- W3C Semantic Web: A través del Semantic Web Interest Group ofrece los estándares establecidos por el W3C: <http://www.w3.org/2001/sw>

## **Justificación**

En la actualidad, las instituciones de educación superior tienen la necesidad de analizar comparativamente diferentes mapas curriculares de áreas disciplinarias comunes y observar, entre varias cosas, el grado de coincidencias o disidencias en cuanto a la formación. Otro problema actual en la educación es la deserción de alumnos que no saben tomar una buena decisión al perfil que realmente desean, debido a que no realizaron un correcto análisis comparativo para saber cuál mapa curricular se adaptaba mejor a ellos.

Este proyecto proporciona un modelo de representación de esta área del conocimiento, para así poder escribir mapas curriculares mediante ontologías y así poder hacer un mejor análisis mediante reglas semánticas, también el proyecto proporciona una herramienta de comparación, el cual respeta la estructura del modelo diseñado y mediante esta herramienta podemos obtener datos estadísticos que nos faciliten un mejor análisis a la hora de decidir sobre algún plan de estudios, o bien evaluar un plan con los de otras instituciones, así podremos ver no solo que tan similar es el mapa curricular sino también que tanto satisface a los ya existentes.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Diseñar, implementar y evaluar un método estructural para la comparación de mapas curriculares representados mediante ontologías.

### **Objetivos específicos**

- Diseñar y construir un modelo ontológico para la representación de mapas curriculares de programas de estudio de nivel licenciatura o ingeniería.
- Diseñar y construir un modelo ontológico para la representación de perfiles profesionales.
- Diseñar e implementar un método de comparación de los mapas curriculares que considere la estructura semántica de las ontologías.
- Evaluar el método propuesto mediante las medidas de precisión y exhaustividad.

## **Marco teórico**

### **Mapas curriculares**

Un mapa curricular es una representación gráfica o esquemática del “plan de estudios”. Se trata de documentos que básicamente contienen información tal como: el nombre oficial de las asignaturas, materias o unidades de enseñanza-aprendizaje (UEA), las cuales pueden estar organizadas por periodo (año, semestre, etc.), o también en forma de árboles jerárquicos por seriación o prerrequisito; también contienen información propia de las asignaturas como lo es la clave que la identifica, la duración en horas totales, horas práctica u horas teoría a la semana, valor en créditos, seriación o prerrequisito, si la asignatura es obligatoria u optativa al plan de estudios al que pertenece entre otros datos que puedan caracterizar a la asignatura.

Los mapas curriculares describen la formación académica que debe tomarse para cubrir un determinado perfil profesional, estos mapas también sirven para ubicar en que momento se encuentra un saber respecto a la totalidad del plan de estudios que lo comprende. Para todos los niveles educativos existen mapas curriculares.

Cuando se diseña un mapa curricular, un grupo de personas someten una propuesta en la que se elabora un modelo curricular, el cual consiste en el ordenamiento de las áreas del conocimiento y/o asignaturas que comprenden un plan de estudios, así se estructura de alguna manera la formación académica y se establece el modo en el que se dará la formación académica que describe el mapa curricular.

### **Ontologías**

Una ontología es una descripción conceptual del conocimiento, esto es, una estructura sistematizada en la cual no sólo se almacena información, también se puede hacer la búsqueda y recuperación. Las ontologías definen términos, reglas y relaciones básicas para la comprensión de un área del conocimiento.

Las ontologías hacen referencia a los datos por medio de metadatos, bajo un esquema común y normalizado. Los metadatos especifican el esquema de datos que debe corresponder a cada instancia, también pueden contener información para permitir hacer deducciones, establecen axiomas que podrán, a su vez, aplicarse en los diferentes dominios que trate el conocimiento almacenado. Así, los buscadores podrán obtener información al compartir los mismos esquemas de anotaciones y los agentes de software podrán encontrar información precisa, hacer inferencias automáticamente buscando la información relacionada con las consultas realizadas por los usuarios. Además, los productores de páginas y servicios web podrán intercambiar sus datos siguiendo estos esquemas e incluso podrán reutilizarlos.

Algunos beneficios de utilizar antologías:

- Proporcionar una forma de representar, intercambiar y compartir el conocimiento.



- Proporcionar un protocolo de comunicación.
- Permitir reutilizar el conocimiento.

Hoy en día las ontologías son impulsadas debido al desarrollo de la Web Semántica donde principalmente se tiene la idea de que la red no sólo sea un espacio de información, sino también de conocimiento.

Existen varias definiciones de ontología, entre las cuales tenemos:

"Una ontología es un vocabulario acerca de un dominio: términos + relaciones + reglas de combinación para extender el vocabulario". Neches, 1991.

"Una ontología es la especificación de una conceptualización". Gruber, 1993. (Conceptualización hace referencia a un modelo conceptual).

"Una ontología es una especificación formal de una conceptualización compartida". Borst, 1997. (Forma hace referencia a que es procesable por computadora).

"Una ontología es una base de datos que describe los conceptos generales o sobre un dominio, algunas de sus propiedades y cómo los conceptos se relacionan unos con otros". Weingand, 1997.

"Una ontología necesariamente incluirá un vocabulario de términos y una especificación de su significado (definiciones e interrelaciones entre conceptos) que impone estructura al dominio y restringe las posibles interpretaciones". Uschold-Jasper.

Una ontología contiene definiciones que nos proveen del vocabulario para referirse a un dominio. Estas definiciones dependen del lenguaje que usemos para describirlas. Todas las conceptualizaciones (definiciones, categorizaciones, jerarquías, propiedades, herencia, etc.) de una ontología pueden ser procesables por máquina y permiten la interoperabilidad entre distintos sistemas.

Según Gruber, las ontologías están compuestas por:

- Conceptos: Ideas básicas que se intentan formalizar los cuales pueden ser clases de objetos, métodos, planes, estrategias, procesos de razonamiento, etc.
- Relaciones: Representan la interacción y enlace entre los conceptos de un dominio. Estas relaciones pueden ser: subclase-de, parte-de, conectado-a, etc.
- Funciones: Relaciones donde se identifica un elemento mediante el cálculo de una función que considera varios elementos de la ontología. Por ejemplo: asignar-nombre, categorizar-clase, etc.
- Instancias: Representan objetos determinados de un concepto.
- Reglas de restricción o axiomas: Teoremas que se declaran sobre relaciones que deben cumplir los elementos de la ontología. Un ejemplo sería: "Para todo X que cumpla la condición  $\alpha_1$ , X es Y". Los axiomas, junto con la herencia conceptual, permiten inferir conocimiento.

Algunas aplicaciones de las ontologías son:

- Herramientas para el almacenamiento y recuperación de información.
- Herramientas de referencia en la construcción de sistemas de bases de conocimiento que aporten consistencia, fiabilidad y falta de ambigüedad a la hora de recuperar información
- Normalización de atributos de los metadatos en documentos.
- Trabajo cooperativo al funcionar como soporte común de conocimiento entre organizaciones, comunidades científicas, etc.
- Permiten la construcción automatizada de mapas conceptuales y temáticos.
- Permiten la reutilización del conocimiento existente en nuevos sistemas.
- Permiten la interoperabilidad entre sistemas distintos.

Algunas de las características de las ontologías son:

Pueden existir ontologías múltiples: Si el propósito de una ontología es hacer explícito algún punto de vista, en algunos casos, necesitamos combinar varias ontologías. Cada ontología introduce conceptualizaciones específicas, lo que también se conoce como ontologías importadas.

Identificar distintos niveles de abstracción estableciendo una topología de ontologías: se puede caracterizar una red de ontologías usando multiplicidad y abstracción. Al no poder realizar una descripción completa del mundo, se puede pensar una estrategia de construcción gradual que vaya de abajo hacia arriba.

Multiplicidad de la representación: un concepto puede ser representado de muchas formas, por lo que pueden coexistir múltiples representaciones del mismo concepto

Mapeo de ontologías: se pueden establecer las relaciones entre los elementos de una o más ontologías para establecer generalizaciones, especializaciones, conexiones, etc.

Se pueden establecer distintos tipos de ontologías atendiendo a diversos aspectos, algunas clasificaciones son:

Según el ámbito del conocimiento al que se apliquen:

- Ontologías generales: Ontologías del nivel mas alto que describen conceptos generales como lo son: tiempo, materia, objeto, etc.
- Ontologías de dominio: Describen el vocabulario de un dominio concreto del conocimiento.
- Ontologías específicas: Ontologías especializadas que describen los conceptos para un campo limitado del conocimiento.

## Diseño de ontologías

A la hora de diseñar ontologías se debe de considerar la:

- Claridad: Las ontologías deberán poder comunicar de manera efectiva el significado de sus términos. Las definiciones serán lo más objetivas posibles y deben explicarse también en lenguaje natural.
- Coherencia: Las ontologías deben permitir hacer inferencias consistentes con las definiciones.
- Extensibilidad: Se debe anticipar nuevos usos para poder extender y especializar aún mas las ontologías.
- Especificidad: Se debe especificar a nivel de conocimiento, sin que dependa de una codificación particular a nivel de símbolo.
- Precisión: debe hacerse la menor cantidad de "suposiciones" acerca del mundo modelado.

Conceptos clave de las ontologías:

- Clase: Es un objeto que define una categoría. Describe conceptos en el dominio del discurso.
- Subclase: Clase hija de alguna otra clase.
- Clase jerárquica (class hierarchy): La compuesta por una colección de clases conectadas por relaciones "es un tipo de".
- Casos (instances): Objetos específicos pertenecientes a alguna clase.
- Roles o Propiedades (slots): Propiedades de cada concepto que describen varias características y atributos del concepto. Ayudan a definir las características de las clases.
- Restricciones de roles: Se utilizan para definir qué tipo de valor puede contener un slot particular, valores permitidos, número de valores, etc.
- Valor: Describe una propiedad que se aplica a alguna clase o instance.
- Tipo: Define el tipo de valor (como cadena de caracteres, número, booleano, etc.)
- Cardinalidad: Define cuántos valores puede tener un slot individual (máximo y mínimo).
- Herencia (inherence): Es el proceso por el cual las subclases e instances de alguna clase heredan propiedades y valores definidos más arriba en la jerarquía.
- Variable: Espacio vacío que puede llenarse preguntando a clases e instances. Cada variable comienza con un signo de interrogación.
- Relación: Nuevo conocimiento que se obtiene por deducción, partiendo del conocimiento que se encuentra en la ontología. Las relaciones utilizan variables.

Existen herramientas y programas para realizar anotaciones en páginas web con lenguajes de marcado propios. La mayoría de estos programas permiten describir el contenido de los documentos en forma de metadatos, soportados sobre una ontología representada en RDF Schema (RDFS) o basados en grafos conceptuales.

A continuación se mencionan algunas de estas herramientas:

- CORESE: Herramienta RDF basada en grafos conceptuales. <http://www-sop.inria.fr/acacia/soft/corese/>
- JENA: Formato no propietario que ofrece un marco de recursos Java para construir aplicaciones de la Web Semántica. Ofrece un entorno para RDF, esquemas RDF y OWL e incluye un motor basado en reglas de inferencia: <http://jena.sourceforge.net/>
- Mindswap: un editor de ontologías hipermedia basado en OWL: <http://www.mindswap.org/2004/SWOOP/>
- OntoEdit: para construir ontologías usando significaciones gráficas. <http://www.ontoknowledge.org/tools/ontoedit.shtml>
- Ontopia: ofrece un conjunto de herramientas para desarrollar y mantener ontologías. <http://www.ontopia.net/solutions/products.html>
- PROTÉGÉ: editor de ontologías de código abierto para construir ontologías sobre RDFS, OWL y XML Schema. Es uno de los editores más utilizados. <http://protege.semanticweb.org>.
- WebODE: permite desarrollar ontologías sobre ingeniería <http://webode.dia.fi.upm.es/WebODEWeb/index.html>

## **Ontologías y la Web Semántica**

En el campo de las aplicaciones actuales y de la Web Semántica, las ontologías capturan conocimiento consensuado de un modo genérico y formal de tal manera que pueda ser compartido y reutilizado por distintos grupos de personas y aplicaciones de software. Una de las condiciones para que funcione la Web Semántica es que el contenido de los documentos se presente por medio de la utilización de ontologías que sean públicas y accesibles, de uso común y, a ser posible, normalizadas. Nace así el concepto de documento multifacetado en forma y contenido, necesario para que la recuperación de información pueda realizarse mediante softbots, esto es, robots y agentes de software que realicen esta labor de forma automatizada. Sin embargo, este proceso de recuperación no se produce de la misma forma en un entorno homogéneo que en un entorno heterogéneo.

La Web Semántica, es una ampliación de la Web actual, se trata de un espacio donde la información tiene un significado bien definido, de manera que pueda ser interpretada tanto por agentes humanos como por agentes computarizados.

## **Medidas de similitud**

Existen varias medidas de comparabilidad de conceptos y reglas. Algunas de estas medidas determinan la similitud de dos TBoxes<sup>1</sup> sin tener en cuenta toda la información relativa a las restricciones.

---

1 Componente terminológico, es una conceptualización asociada a un conjunto de hechos.

## **Comparando conceptos**

Dados dos Tboxes, T1 y T1, se tiene que determinar su medida de aceptación o similitud. Si las ontologías son equivalentes, entonces la aceptación será aproximadamente la misma y, por lo tanto, la similitud es alta. Se podría considerar que un par de ontologías son diferentes en el caso en que la medida de aceptación sea baja. Sin embargo, eso depende de la interpretación que de la semejanza, ya que cuando la aceptación es baja, significa que no hay un acuerdo sobre un conjunto de conceptos característicos consistentes, mientras que puede haber un acuerdo sobre un gran número de conceptos característicos inconsistentes.

## **Medida de cobertura**

La medida de cobertura ( $\gamma$ ) determina que tanto cubre una ontología a otra, midiendo el grado de aceptación entre los conceptos de las ontologías entre el tamaño de conceptos de una de las ontologías:

$$\gamma(T1, T2) = |T1 \cap T2| / |T1|$$

## **Similitud Ascendente Co-tópica**

La distancia ascendente co-tópica ( $\delta$ ) entre dos ontologías O1 y O2 es la diferencia jerárquica.

$$\delta(O1, O2) = (O1 \cap O2) / (O1 \cup O2)$$

## **Precisión y exhaustividad**

Considerando la evaluación de la información existe un procedimiento que determina el grado de correctitud con el que se está realizando el trabajo a la hora de recuperar información con el objetivo de mejorar el rendimiento. Este procedimiento es mediante las medidas de precisión y exhaustividad.

### **Exhaustividad**

Esta medida como la cantidad de documentos relevante recuperado, del total de los documentos que son relevantes en la colección de documentos, independientemente de que éstos, se recuperen o no.

$$\text{Exhaustividad} = |\text{Relevantes recuperados}| / |\text{Relevantes en la colección}|$$

### **Precisión**

Es otra medida de evaluación para recuperar los documentos relevantes del total de los documentos recuperados.

$$\text{Precisión} = |\text{Relevantes recuperados}| / |\text{Recuperados}|$$

La exhaustividad y la Precisión son inversamente proporcionales, por lo tanto si se recuperan n documentos de mayor relevancia, tendremos una alta Precisión y baja exhaustividad para valores pequeños de n, así como una baja Precisión y alta exhaustividad para valores grandes de n.

Las fórmulas antes mencionadas hacen referencia a documentos.

## Desarrollo del proyecto

### Búsqueda de mapas curriculares en la Web

Para el desarrollo del presente proyecto, se realizó la búsqueda en la red de redes Internet mapas curriculares de las licenciaturas en ingeniería electrónica y computación, dicha búsqueda fue hecha en los sitios Web oficiales de las instituciones educativas, cabe mencionar que estos mapas curriculares pueden no estar actualizados debido a que constantemente las instituciones educativas hacen adecuaciones a sus planes de estudio lo cual afecta el mapa curricular de ese plan, esta actividad además de proporcionarnos una muestra sobre el dominio de conocimiento a trabajar, nos proporcionó también documentación que nos permitió hacer el análisis necesario para diseñar un modelo ontológico básico y común para la representación de los mapas curriculares a comparar.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA		DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA		1 de 4	
Cosa buena al tiempo Azcapotzalco		TABLA DE SERIACIÓN DE LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN		Vigente a partir del trimestre 11-Otoño Plan de estudio No. 122. Versión 6	
COORDINACIÓN DE SISTEMAS ESCOLARES					
OBLIGATORIAS, TRONCO GENERAL					
UZA	Mod	Nombre de la Unidad de Enseñanza-Aprendizaje	Créditos	Seriación	
1100033		Iniciación a la Vida Universitaria	3		
1111078		Introducción a la Física *	4		
1111079		Cinemática y Dinámica de Partículas	9	1111078 y C11'2026	
1111080	(NR)	Laboratorio de Cinemática y Dinámica de Partículas	3	1111079	
1111081		Dinámica del Cuerpo Rígido	9	1111079	
1111082	(NR)	Laboratorio Dinámica del Cuerpo Rígido	3	1111080 y 1111081	
1111083		Introducción a la Electroestática y Magnetostática	9	1111081 y C11'2029	
1112013		Complementos de Matemáticas	9	1112026	
1112026		Taller de Matemáticas *	7		
1112027		Introducción al Cálculo	6	1112026	
1112028		Cálculo Diferencial	9	1112027	
1112029		Cálculo Integral	9	1112028	
1112030		Ecuaciones Diferenciales Ordinarias	9	1112029	
1113046		Termodinámica	9		
1113084	(IP)	Estructura Atómica y Enlace Químico	9		
1113085	(NR)	Laboratorio de Reacciones Químicas	3	C1113084	
1113086	(IP)	Estructura y Propiedades de los Materiales en Ingeniería	9	1113084	
1113087	(NR)	Laboratorio de Estructura y Propiedades de los Materiales	3	1113085 y C1113086	
1151038		Programación Estructurada	7	1112013 y 1112027	
1151039		Métodos Numéricos en Ingeniería	7	1151038 y C1112029	
1159001		Probabilidad y Estadística	9	1112029	
1201008		Comprensión de Textos *	4		
<b>TOTAL DE CRÉDITOS DEL TRONCO GENERAL</b>			<b>143</b>		
OBLIGATORIAS, TRONCO BÁSICO PROFESIONAL					
LFA	Mod	Nombre de la Unidad de Enseñanza-Aprendizaje	Créditos	Seriación	
1112017		Introducción al Álgebra Lineal	9	1112013	
1112020		Cálculo Vectorial I	9	1112029 y 1112017	

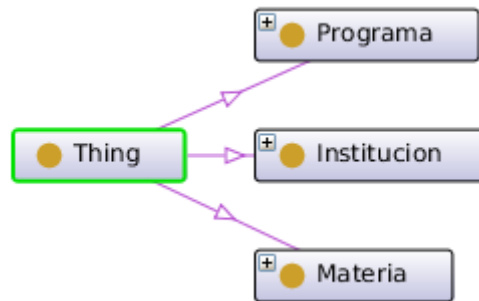
Figura 1: Ejemplo de un mapa curricular.

## Diseño e implementación del modelo ontológico

El modelo contempla ontologías que describen las clases que forman un mapa curricular de nivel licenciatura, estas ontologías se importan a una ontología que denominamos ontología de perfil curricular o perfil profesional, una ontología de perfil curricular describe únicamente un mapa curricular, esta ontología contiene los individuos que representan las UEAs, así como también, la institución a la que pertenece el mapa, indica todos sus axiomas, propiedades y restricciones, este modelo nos permite instanciar programas de estudio de nivel licenciatura.

### Ontologías de mapas curriculares

Describen de manera general cada una de las clases que forman al mapa curricular, este modelo contempla tres clases básicas que todo mapa curricular de ingeniería debería tener para poder ser descrito correctamente, estas ontologías son:



*Figura 2: Ontologías importadas de mapas curriculares.*

**Institución:** Hace referencia a las instituciones educativas que ofrecen planes de estudio, cada uno de los individuos que tiene esta clase se compone por un nombre que lo identifica, también se le puede asignar una dirección física la cual indica la ubicación de las instalaciones donde se dan los planes de estudio que ofrecen. Como restricciones tenemos que cada uno de los individuos debe tener exactamente un nombre y una dirección, el nombre debe de contener además del nombre de la institución de educación superior, información tal como unidad académica, campus o facultad.

**Materia:** Describe las restricciones y atributos que tiene cada materia o asignatura perteneciente al mapa curricular, cada materia tiene exactamente una clave y un nombre que la identifica como única dentro del mapa curricular, así como también una única cantidad numérica de créditos que indican la carga académica que demanda el cursar la materia. Una materia puede ser optativa u obligatoria, El tiempo de dedicación en créditos nos puede indicar la carga académica, también se considera en este modelo la medición de horas por semana, horas teoría y horas práctica. Las horas teoría corresponden al tiempo de dedicación dentro de las aulas, las horas práctica pueden corresponder al tiempo de dedicación en los laboratorios o bien en casa. Cada materia puede necesitar de

conocimientos previos, por tal motivo una materia puede tener o no tener seriación alguna.

Programa: Describe al plan de estudios de licenciatura que ofrece cada institución, define únicamente las propiedades que puede tener cada plan, como lo es el nombre del plan de estudios y el periodo, existen programas de licenciatura que pueden tener periodos formados por semestres (seis meses), trimestres (tres meses) o cuatrimestres (cuatro meses) consecutivos.

### Ontologías de perfiles curriculares

Tomando en cuenta las ontologías antes mencionadas, esta ontología las integra en una y describe de una sola forma a un plan de estudios en específico, da forma al mapa curricular, se agregan individuos y se define el contenido de cada uno de sus atributos, asignar los datos de la institución, que mapa curricular es, cuales materias tiene el mapa curricular así como su seriación y tiempo de dedicación completando nuestro modelo curricular.

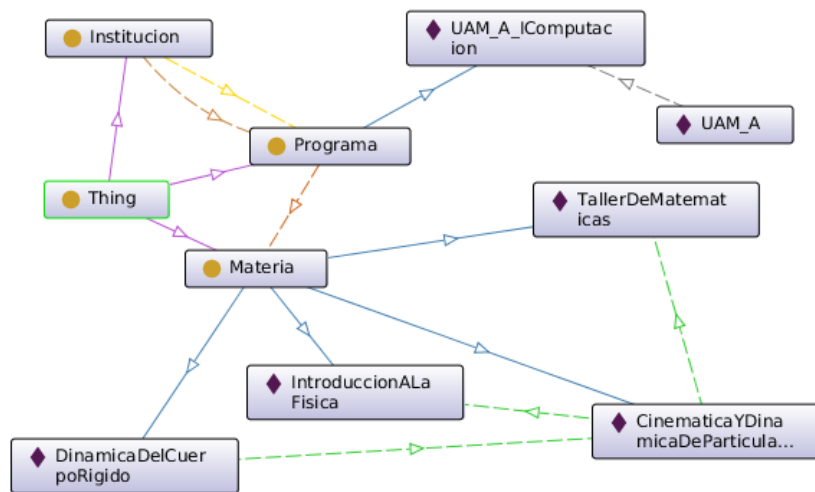


Figura 3: Ontologías de perfiles profesionales

### Poblado

Sea  $Q$  un mapa curricular cualquiera,  $Q$  es un mapa curricular que describe un plan de estudios, y por lo tanto es necesario definirle de que institución es y a que plantel pertenece, también sabemos que  $Q$  tiene un determinado perfil curricular de nivel licenciatura por lo tanto también se le describe, además consta de un periodo en el que se imparte el plan de estudio, y también una ubicación donde se da la formación curricular de  $Q$ .

Es necesario agregarle a  $Q$  una serie de elementos que llamaremos materias. Como un mapa curricular  $Q$  es un subconjunto de materias impartidas en una institución educativa, se puede describir la totalidad de materias  $M_i$  del mapa curricular  $Q$  de la siguiente manera:

Sea  $M_1$  una materia en  $Q$  y por definición a  $M_1$  se le asigna una clave única que la identifique en  $Q$ ,  $M_1$  tiene un tema en específico el cual se le asigna, esto último también



nos indica que para poder entender correctamente el tema visto en M1, probablemente sea necesario tener algún conocimiento previo y para esto sea necesario conocer temas vistos en otras materias, supongamos que M0 es una materia que proporciona la formación curricular previa que se necesita en M1 y de esta manera se relaciona a M1 seriación con M0, M0 puede contener varias o ninguna materia seriadas. La formación proporcionada por M1 tiene un tiempo de dedicación total a la semana, el cual puede ser distribuido en sesiones teóricas o bien en prácticas. Cada materia tiene un valor contabilizable en los mapas curriculares el cual es el número de créditos, los créditos le dan un valor numérico a la dedicación académica en un mapa curricular y mediante ese valor se puede saber que tanto se ha cubierto la totalidad de un plan de estudios. Es importante saber si M1 es obligatoria para cumplir con el objetivo de la formación curricular o bien si es optativa lo cual indica que M1 es complementario, este modelo permite indicar esa diferencia.

Así tenemos que, para toda  $M_i$  en  $Q$ ,  $M_i$  es una materia del mapa curricular  $Q$  que estamos describiendo.

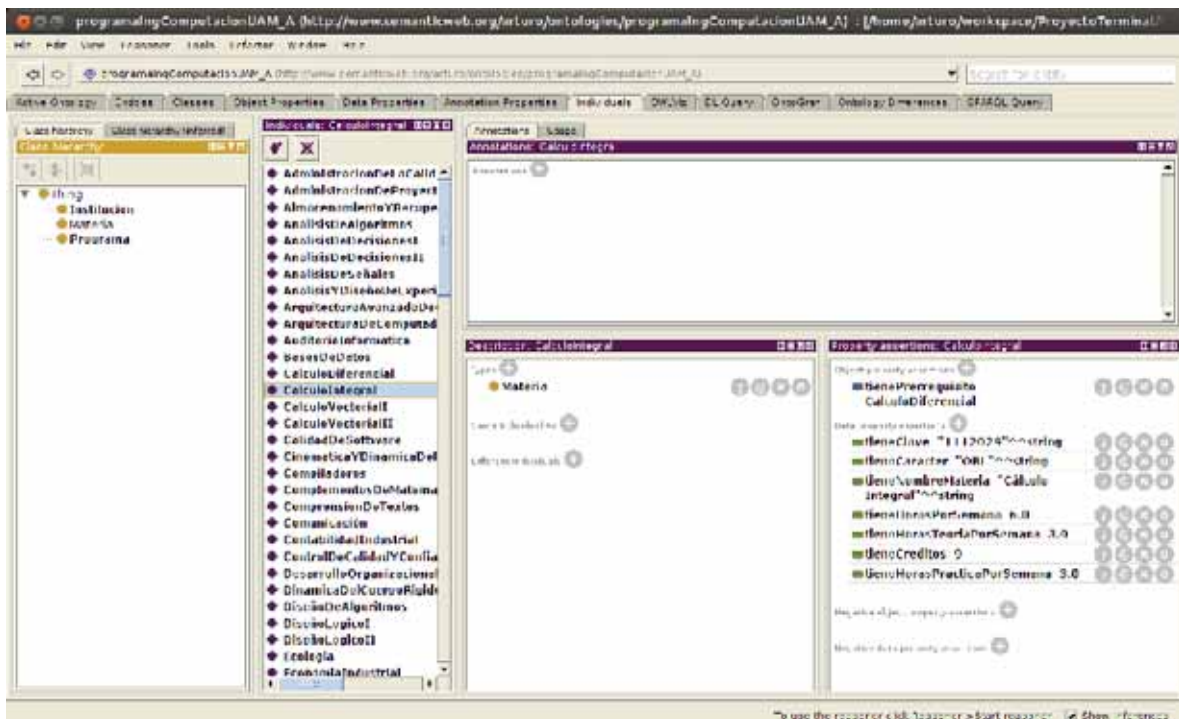


Figura 4: Poblando la clase Materia.

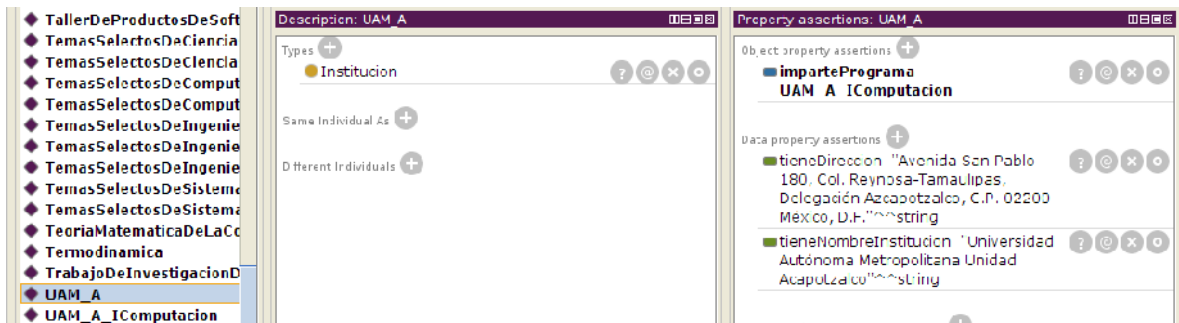


Figura 5: Estableciendo una relación institución imparte programa.

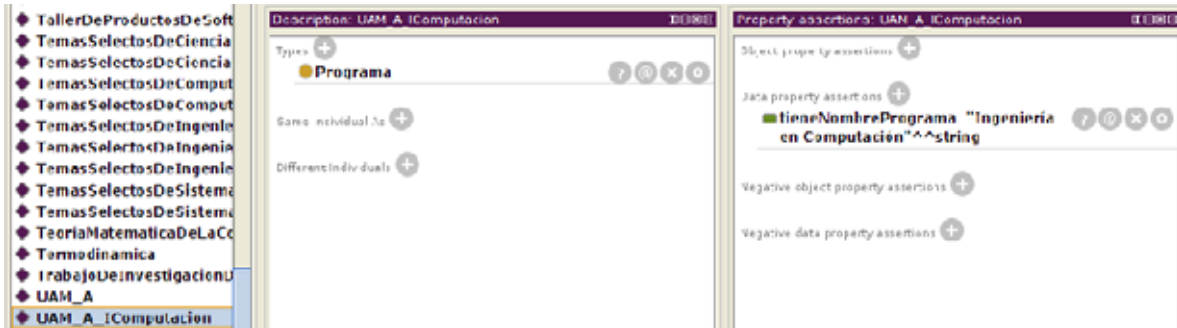


Figura 6: Indicando el nombre del programa al que pertenece el mapa curricular.

Algunas consideraciones respecto al poblado son:

- El nombre del individuo debe ser el nombre asociado al axioma tieneNombreMateria
- El nombre del individuo debe estar en notación camel: sin espacios y la primera letra de cada palabra en mayúscula, el resto en minúsculas.
- El nombre del individuo y el nombre asociado al axioma tieneNombreMateria no deben tener caracteres tales como paréntesis o puntos y coma ya que podría traer problemas al parsear las ontologías tanto en protégé como en la aplicación de comparación.

## Diseño e implementación de la aplicación de comparación

Para el módulo de perfil a buscar se crearon métodos que abrieran ventanas donde el usuario puede seleccionar los archivos de las ontologías que quiere comparar, la primera ventana corresponde a la ontología fuente o bien el perfil deseado que se quiere comparar contra una colección, la segunda ventana permite seleccionar varias ontologías para formar la colección de ontologías contra las que se quiere comparar la ontología fuente.

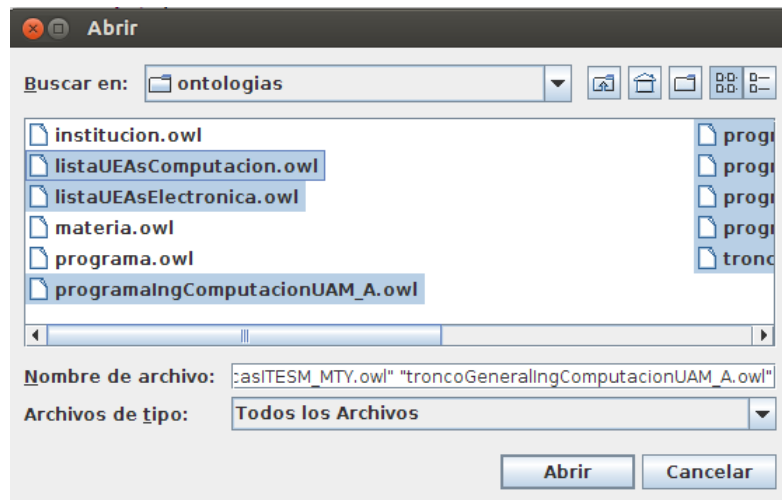


Figura 7: Ventana de selección de ontologías.

Para facilitar el proceso de comparación se optó por usar la biblioteca del motor de diferencias OWL-DIFF el cual realiza la búsqueda de diferencias de axiomas entre dos ontologías, respetando su estructura semántica, el Algoritmo 1 describe la forma en que funciona este motor de diferencias.

Sea Of = la ontología fuente ingresada a través de la primera ventana de abrir archivos, de la aplicación de comparación.

Sea C = la colección de ontologías seleccionadas en la segunda ventana de abrir archivos, de la aplicación de comparación.

Sea Od = la ontología destino tal que  $Od = C[k]$  donde  $C[k]$  es la k-ésima ontología de la colección C.

Algoritmo 1:

```

DiferenciasAxiomaticas(){
  num_AxOf ← 0
  AxDifOf ← 0
  num_AxOd ← 0
  AxDifOd ← 0
  Compara(Of, Od){
    num_AxOf ← cardinalidad de axiomas de la ontología Of
    num_AxOd ← cardinalidad de axiomas de la ontología Od
    marca_AxOf[num_AxOf]
    marca_AxOd[num_AxOd]
    para i ← 1 hasta num_AxOf
      marca_AxOf[i] ← 1
    para i ← 1 hasta num_AxOd
      marca_AxOd[i] ← 1
    para j ← 1 hasta num_AxOf
      para j ← 1 hasta num_AxOd
        si AxOf[i] = AxOd[j] y tienen la misma estructura semántica //clases, relacion,
individuo, etc.
          marca_AxOf[i] ← 0
          marca_AxOd[i] ← 0
    AxDifOf ← 0
    AxDifOd ← 0
    para i ← 1 hasta num_AxOf
      AxDifOf ← AxDifOf + marca_AxOf[i]
    imprime_axiomas_marcados(AxOf)
    para i ← 1 hasta num_AxOd
      AxDifOd ← AxDifOd + marca_AxOd[i]
    imprime_axiomas_marcados(AxOd)
  }
}

```

Se diseñó el método de comparación de la siguiente manera utilizando el Algoritmo 2 y las consideraciones que se mencionan más adelante:

Algoritmo 2:

```
Comparador(Of, C){
  num_col ← cardinalidad de ontologías de la colección C
  para h ← 1 hasta num_col
    Od ← C[h]
    DiferenciasAxiomaticas diferencia ← nuevo DiferenciasAxiomaticas()
    diferencia.Compara(Of, Od)
    listaSimilitud.Agrega(Od, similitud(diferencia))
    listaCobertura.Agrega(Od, cobertura(diferencia))
  ordena(listaSimilitud)
  imprime(listaSimilitud)
  ordena(listaCobertura)
  imprime(listaCobertura)
}
```

Para el cálculo de la similitud y la cobertura fue necesario aplicar teoría de conjuntos ya que los algoritmos antes escritos sólo nos proporcionan la cantidad de axiomas marcados como diferentes de cada ontología y la cantidad total de axiomas de cada ontología, esto es:

Sea  $num\_AxOf$  = la cardinalidad de axiomas de la ontología fuente.

Sea  $AxDifOf$  = la cardinalidad de axiomas diferentes de la ontología fuente.

Sea  $num\_AxOd$  = la cardinalidad de axiomas de la ontología destino.

Sea  $AxDifOd$  = la cardinalidad de axiomas diferentes de la ontología destino.

Definimos la intersección de Of y Od de la siguiente manera:

$interseccion(diferencia) = num\_AxOf - AxDifOf$

Definimos la unión de Of y Od de la siguiente manera, considerando el teorema de inclusión y exclusión:

$union(diferencia) = (num\_AxOf - num\_AxOd) - interseccion(diferencia)$

Definimos la similitud axiomática de Of con Od de la siguiente manera:

$similitud(diferencia) = (interseccion(diferencia) / union(diferencia)) * 100$

Definimos la cobertura axiomática de Of con Od de la siguiente manera:

$cobertura(diferencia) = (interseccion(diferencia) / num\_AxOf) * 100$

Los valores de similitud y cobertura axiomáticos quedan expresados en porcentaje.

Finalmente el módulo de comparación regresa estas medidas de similitud y las muestra al usuario, también la aplicación generan reportes en archivos de texto plano respetando el siguiente sistema de archivos:

Sea <fuente> el nombre de la ontología fuente sin terminación .owl

Sea <destino> el nombre de la ontología destino o el nombre de alguna de las ontologías de la colección sin terminación .owl

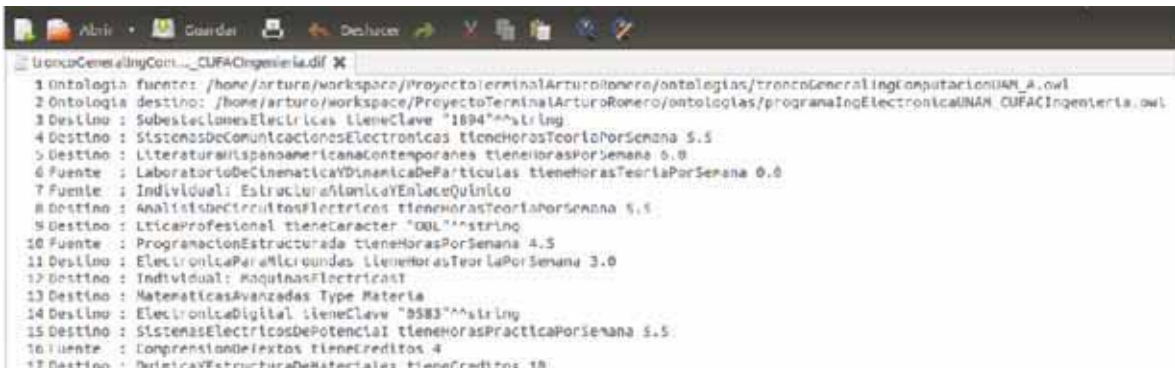
Se representan los reportes de la siguiente manera:

<fuente><destino>.dif el reporte de diferencias axiomáticas encontradas de la ontología fuente con la ontología destino.

<fuente>.sim el reporte de similitudes axiomáticas de la ontología fuente con la colección.

<fuente>.cob el reporte de cobertura axiomática de la ontología fuente con la colección.

Estos reportes se guardan en un directorio llamado "comparacion" depositados en un directorio con el mismo nombre de <fuente>.



```
UoncoGeneralIngCompu..._CUFACIngenieria.dif X
1 Ontologia fuente: /home/arturo/workspace/ProyectoTerminalArturoRomero/ontologias/troncoGeneralIngComputacionUAM_A.owl
2 Ontologia destino: /home/arturo/workspace/ProyectoTerminalArturoRomero/ontologias/programaIngElectronicaUNAM_CUFACIngenieria.owl
3 Destino : SubestacionesElectricas tieneClave "1894"^^xsd:string
4 Destino : SistemasDeComunicacionesElectronicas tieneHorasTeoriaPorSemana 5.5
5 Destino : LiteraturaHispanoamericanaContemporanea tieneHorasPorSemana 6.0
6 Fuente : LaboratorioDeCinematicaYDinamicaDeParticulas tieneHorasTeoriaPorSemana 0.0
7 Fuente : Individual: EstructuraAtomicaEnlaceQuimico
8 Destino : AnalisisDeCircuitosElectricos tieneHorasTeoriaPorSemana 5.5
9 Destino : LticaProfesional tieneCaracter "DBL"^^string
10 Fuente : ProgramacionEstructurada tieneHorasPorSemana 4.5
11 Destino : ElectronicaParaMicroondas tieneHorasTeoriaPorSemana 3.0
12 Destino : Individual: MaquinasElectricas1
13 Destino : MatematicasAvanzadas Type Materia
14 Destino : ElectronicaDigital tieneClave "0583"^^xsd:string
15 Destino : SistemasElectricosDePotencial tieneHorasPracticaPorSemana 5.5
16 Fuente : ComprensionDeTextos tieneCreditos 4
17 Destino : RetosDeElectronicaDeMateriales tieneCreditos 10
```

Figura 8: Parte de un reporte generado por la aplicación.

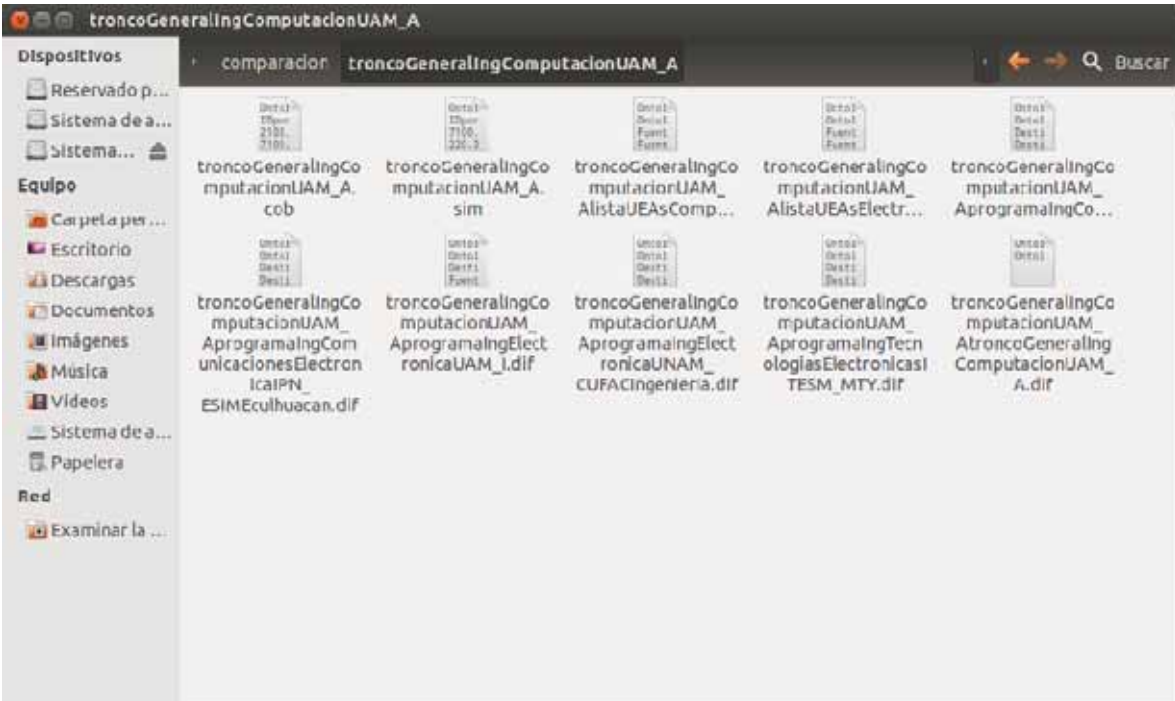


Figura 9: Sistema de archivos generado por la aplicación el cual contiene los reportes.

## Pruebas

Se realizó la prueba del modelo ontológico durante el proceso de poblado de las ontologías, agregando todos y cada uno de los individuos que formaban un mapa curricular, posteriormente mediante el uso del razonador Pelet se verificó la consistencia semántica de cada ontología, el razonador no mando ningún mensaje de error. Además con Ontograph se podía observar correctamente el mapa curricular representado por la ontología, en donde se respetaba la estructura del propio mapa curricular.

Una vez teniendo la colección de ontologías se realizaron varias comparaciones utilizando la aplicación de comparación, posteriormente se evaluó dichas comparaciones mediante precisión y exhaustividad y prácticamente se obtenían los mismos resultados que daba la aplicación de comparación.

```
<terminated> Comparador [Java Application] /usr/lib/jvm/jdk1.7.0/bin/java (14/07/2014 13:35:46)

Similitud Axiomática
ID porcentaje ontologia
0 14.705882522941178 /home/arturo/workspace/ProyectoTerminalArturoRosero/ontologias/listaUEAsElectronica.owl
5 0.5714285714285714 /home/arturo/workspace/ProyectoTerminalArturoRosero/ontologias/troncoGeneralIngComputacionUAM_A.owl
1 2.892066666666667 /home/arturo/workspace/ProyectoTerminalArturoRosero/ontologias/programaIngComputacionUAM_A.owl
3 2.5337837837837838 /home/arturo/workspace/ProyectoTerminalArturoRosero/ontologias/programaIngElectronicaUAM_I.owl
5 2.4489795918367347 /home/arturo/workspace/ProyectoTerminalArturoRosero/ontologias/programaTecnologiasElectronicasITFSM_MTY
4 2.232188841201717 /home/arturo/workspace/ProyectoTerminalArturoRosero/ontologias/programaIngElectronicaUNAM_CUFACIngenieria
2 1.4218009478572986 /home/arturo/workspace/ProyectoTerminalArturoRosero/ontologias/programaIngComunicacionesElectronicaIPN_EST

Cobertura Axiomática con /home/arturo/workspace/ProyectoTerminalArturoRosero/ontologias/listaUEAsComputacion.owl
ID porcentaje ontologia
1 100.0 /home/arturo/workspace/ProyectoTerminalArturoRosero/ontologias/programaIngComputacionUAM_A.owl
4 63.63636363636363 /home/arturo/workspace/ProyectoTerminalArturoRosero/ontologias/programaIngElectronicaUNAM_CUFACIngenieria
5 63.63636363636363 /home/arturo/workspace/ProyectoTerminalArturoRosero/ontologias/troncoGeneralIngComputacionUAM_A.owl
7 54.14545454545454 /home/arturo/workspace/ProyectoTerminalArturoRosero/ontologias/programaIngTecnologiasElectronicasITFSM_MTY
0 45.45454545454545 /home/arturo/workspace/ProyectoTerminalArturoRosero/ontologias/listaUEAsElectronica.owl
2 35.36363636363637 /home/arturo/workspace/ProyectoTerminalArturoRosero/ontologias/programaIngElectronicaUAM_I.owl

Reporte de similitud exportado a: comparacion/listaUEAsComputacion/listaUEAsComputacion.xls
Reporte de cobertura exportado a: comparacion/listaUEAsComputacion/listaUEAsComputacion.cob
Reporte de diferencias con ID 0 exportado a: comparacion/listaUEAsComputacion/listaUEAsComputacionlistaUEAsElectronica.dif
Reporte de diferencias con ID 1 exportado a: comparacion/listaUEAsComputacion/listaUEAsComputacionprogramaIngComputacionUAM_A.dif
Reporte de diferencias con ID 2 exportado a: comparacion/listaUEAsComputacion/listaUEAsComputacionprogramaIngComunicacionesElectronicaIPN.dif
Reporte de diferencias con ID 3 exportado a: comparacion/listaUEAsComputacion/listaUEAsComputacionprogramaIngElectronicaUAM_I.dif
Reporte de diferencias con ID 4 exportado a: comparacion/listaUEAsComputacion/listaUEAsComputacionprogramaIngElectronicaUNAM_CUFACIngenieria.dif
Reporte de diferencias con ID 5 exportado a: comparacion/listaUEAsComputacion/listaUEAsComputacionprogramaTecnologiasElectronicasITFSM.dif
Reporte de diferencias con ID 6 exportado a: comparacion/listaUEAsComputacion/listaUEAsComputaciontroncoGeneralIngComputacionUAM_A.dif
```

Figura 10: Resultados de la comparación en pantalla.

## Evaluación del método de comparación

Mediante el proceso de evaluación de precisión y exhaustividad, se evaluó el método de comparación obteniendo medidas similares entre los valores automáticos de similitud y cubrimiento con los valores reales obtenidos manualmente, para realizar este proceso se siguieron los pasos del Algoritmo 1 y del Algoritmo 2 antes vistos, haciendo marcas en mapas curriculares impresos y cotejando resultados con los valores que obtenía la aplicación de comparación con las ontologías que representan esos mapas curriculares.

## Resultados

La aplicación de comparación realiza comparaciones a nivel axiomático, esto es, relaciones y contenido de datos de cada individuo en este caso asignaturas o UEAs. La aplicación muestra las diferencias axiomáticas encontradas, indica de que ontología son esas

diferencias y finalmente hace cálculos de similitud y cubrimiento para así poder determinar que tan parecidas las ontologías de la colección (destino de comparación) con una ontología base (fuente de comparación).

## Conclusiones

En conclusiones el uso de las ontologías es bastante grande hoy en día, por la capacidad que se tiene de representar prácticamente cualquier mundo de conocimiento, en lo personal se me hace muy interesante ya que este tipo de enfoque bien empleado puede, ayudar a desarrollar herramientas realmente potentes de inteligencia artificial, también de manera personal, me interesó mucho el ver la forma de como comparar el conocimiento en un área, que como estudiantes nos preocupa mucho, como es, saber que plan de estudios a elegir, a veces vamos sin saber ni si quiera de que trata una carrera, pero se nos recomienda sin saber realmente si es lo que en realidad quisiéramos dedicarnos de manera profesional. Durante el desarrollo del proyecto aprendí mucho acerca del diseño de las ontologías, que en un principio suele ser difícil pero con la práctica se logra entender este tipo de métodos para representar algo. Más que un sistema de comparación se desarrolló una metodología que consta del diseño, comparación y resultados.

## Bibliografía

- [1] COPEEMS, “Mapa curricular | Glosario”. [En línea]. Disponible en: <http://www.copeems.mx/glosario/Glosario-1/M/Mapa-curricular-48/>, Consulta: 11 de julio de 2014.
- [2] M. E. Chan Núñez, “Elementos básicos para la interpretación de un mapa curricular”. [En línea]. Disponible en: [http://recursos.udgvirtual.udg.mx/biblioteca/bitstream/20050101/1037/1/Elementos\\_basicos\\_para\\_la\\_interpretacion\\_de\\_un\\_mapa\\_curricular.pdf](http://recursos.udgvirtual.udg.mx/biblioteca/bitstream/20050101/1037/1/Elementos_basicos_para_la_interpretacion_de_un_mapa_curricular.pdf), Consulta: 11 de julio de 2014.
- [3] M. J. Lamarca Lapuente, “Hipertexto: El nuevo concepto de documento en la cultura de la imagen”, Tesis doctoral, Facultad de Ciencias de la Información, Universidad Complutense de Madrid, España, 2011.
- [4] Qiu Ji, Peter Haase, Guilin Qi, “Combination of Similarity Measures in Ontology Matching using the OWA Operator”, Institute AIFB, University of Karlsruhe, Karlsruhe, Alemania, 2008.
- [5] Rudi Araújo y H. Sofia Pinto, “Towards Semantics-Based Ontology Similarity”, INESC-ID, Lisboa, Portugal.
- [6] B. Bagheri Hariri, H Abolhassani, A. Khodaei, “A new Structural Similarity Measure for Ontology Alignment”, Computer Engineering Department, Sharif University of Technology, Tehran, Iran.



# Apéndices

## Apéndice 1: Ontologías de mapas curriculares

### institucion.owl

```
<?xml version="1.0"?>

<!DOCTYPE rdf:RDF [
  <!ENTITY owl "http://www.w3.org/2002/07/owl#" >
  <!ENTITY xsd "http://www.w3.org/2001/XMLSchema#" >
  <!ENTITY rdfs "http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#" >
  <!ENTITY rdf "http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#" >
]>

<rdf:RDF xmlns="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/institucion#"
  xml:base="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/institucion"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  <owl:Ontology rdf:about="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/institucion"/>

  <!--
  ////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
  //
  // Data properties
  //
  ////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
  -->

  <!-- http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/institucion#tieneDireccion -->

  <owl:DatatypeProperty
    rdf:about="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/institucion#tieneDireccion">
    <rdfs:domain rdf:resource="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/institucion#Institucion"/>
    <rdfs:range rdf:resource="&xsd:string"/>
  </owl:DatatypeProperty>

  <!-- http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/institucion#tieneNombreInstitucion -->

  <owl:DatatypeProperty
    rdf:about="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/institucion#tieneNombreInstitucion">
    <rdfs:domain rdf:resource="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/institucion#Institucion"/>
    <rdfs:range rdf:resource="&xsd:string"/>
  </owl:DatatypeProperty>

  <!--
  ////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
  //
  // Classes
  //
  ////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
  -->

  <!-- http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/institucion#Institucion -->
```



```

<owl:Class rdf:about="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/institucion#Institucion">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/institucion#tieneNombreInstitucion"/>
        <owl:qualifiedCardinality rdf:datatype="&xsd;nonNegativeInteger">1</owl:qualifiedCardinality>
        <owl:onDataRange rdf:resource="&xsd:string"/>
      </owl:Restriction>
    </rdfs:subClassOf>
    <rdfs:subClassOf>
      <owl:Restriction>
        <owl:onProperty
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/institucion#tieneDireccion"/>
          <owl:allValuesFrom rdf:resource="&xsd:string"/>
        </owl:Restriction>
      </rdfs:subClassOf>
    </owl:Class>

<!--
////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
//
// Individuals
//
////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
-->

<!-- http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/institucion#IPN_CICSSanto_tomas -->

<owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/institucion#IPN_CICSSanto_tomas">
  <rdf:type rdf:resource="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/institucion#Institucion"/>
  <tieneDireccion rdf:datatype="&xsd:string">Avenida de Los Maestros S/N, Col. Santo Tomas, Delegación
Miguel Hidalgo, C. P. 11340 México, D. F.</tieneDireccion>
  <tieneNombreInstitucion rdf:datatype="&xsd:string">Instituto Politécnico Nacional Centro
Interdisciplinario de Ciencias de la Salud Unidad Santo Tomas</tieneNombreInstitucion>
</owl:NamedIndividual>

<!-- http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/institucion#IPN_ESIMEZacatenco -->

<owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/institucion#IPN_ESIMEZacatenco">
  <rdf:type rdf:resource="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/institucion#Institucion"/>
  <tieneDireccion rdf:datatype="&xsd:string">Avenida Luis Enrique Erro s/n, Col. Zacatenco, Delegación
Gustavo A. Madero, C. P. 07738 México, D. F.</tieneDireccion>
  <tieneNombreInstitucion rdf:datatype="&xsd:string">Instituto Politécnico Nacional Escuela Superior de
Ingeniería Mecánica y Eléctrica Zacatenco</tieneNombreInstitucion>
</owl:NamedIndividual>

<!-- http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/institucion#IPN_ESIMEculhuacan -->

<owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/institucion#IPN_ESIMEculhuacan">
  <rdf:type rdf:resource="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/institucion#Institucion"/>
  <tieneDireccion rdf:datatype="&xsd:string">Av. Santa Ana 1000, Col. San Francisco Culhuacan,
Delegación Coyoacán, C. P. 04430 México, D. F.</tieneDireccion>
  <tieneNombreInstitucion rdf:datatype="&xsd:string">Instituto Politécnico Nacional Escuela Superior de
Ingeniería Mecánica y Eléctrica Culhuacán</tieneNombreInstitucion>
</owl:NamedIndividual>

<!-- http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/institucion#ITESM_MTY -->

<owl:NamedIndividual rdf:about="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/institucion#ITESM_MTY">
  <rdf:type rdf:resource="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/institucion#Institucion"/>
  <tieneDireccion rdf:datatype="&xsd:string">Avenida Eugenio Garza Sada Sur 2501, Tecnológico,
Monterrey, C. P. 64849 México, Nuevo León.</tieneDireccion>

```

```

    <tieneNombreInstitucion rdf:datatype="&xsd:string">Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de
    Monterrey Campus Monterrey</tieneNombreInstitucion>
  </owl:NamedIndividual>

  <!-- http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/institucion#UAM_A -->

  <owl:NamedIndividual rdf:about="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/institucion#UAM_A">
    <rdf:type rdf:resource="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/institucion#Institucion"/>
    <tieneDireccion rdf:datatype="&xsd:string">Avenida San Pablo 180, Col. Reynosa-Tamaulipas, Delegación
    Azcapotzalco, C.P. 02200 México, D.F.</tieneDireccion>
    <tieneNombreInstitucion rdf:datatype="&xsd:string">Universidad Autónoma Metropolitana Unidad
    Acapotzalco</tieneNombreInstitucion>
  </owl:NamedIndividual>

  <!-- http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/institucion#UAM_C -->

  <owl:NamedIndividual rdf:about="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/institucion#UAM_C">
    <rdf:type rdf:resource="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/institucion#Institucion"/>
    <tieneDireccion rdf:datatype="&xsd:string">Avenida Vasco de Quiroga 4871, Colonia Santa Fe, Cuajimalpa
    de Morelos, C.P. 05348 México, D. F.</tieneDireccion>
    <tieneNombreInstitucion rdf:datatype="&xsd:string">Universidad Autónoma Metropolitana Unidad
    Cuajimalpa</tieneNombreInstitucion>
  </owl:NamedIndividual>

  <!-- http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/institucion#UAM_I -->

  <owl:NamedIndividual rdf:about="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/institucion#UAM_I">
    <rdf:type rdf:resource="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/institucion#Institucion"/>
    <tieneDireccion rdf:datatype="&xsd:string">Avenida San Rafael Atlixco No. 186, Col. Vicentina,
    Delegación Iztapalapa, C. P. 09340 México, D.F.</tieneDireccion>
    <tieneNombreInstitucion rdf:datatype="&xsd:string">Universidad Autónoma Metropolitana Unidad
    Iztapalapa</tieneNombreInstitucion>
  </owl:NamedIndividual>

  <!-- http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/institucion#UAM_L -->

  <owl:NamedIndividual rdf:about="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/institucion#UAM_L">
    <rdf:type rdf:resource="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/institucion#Institucion"/>
    <tieneDireccion rdf:datatype="&xsd:string">Avenida Hidalgo Pte. 46, Col. La Estación, Municipio Lerma
    de Villada, CP. 52006 México, Estado de México.</tieneDireccion>
    <tieneNombreInstitucion rdf:datatype="&xsd:string">Universidad Autónoma Metropolitana Unidad
    Lerma</tieneNombreInstitucion>
  </owl:NamedIndividual>

  <!-- http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/institucion#UAM_X -->

  <owl:NamedIndividual rdf:about="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/institucion#UAM_X">
    <rdf:type rdf:resource="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/institucion#Institucion"/>
    <tieneDireccion rdf:datatype="&xsd:string">Calzada del Hueso 1100, Col. Villa Quietud, Delegación
    Coyoacán, C. P. 04960 México, D. F.</tieneDireccion>
    <tieneNombreInstitucion rdf:datatype="&xsd:string">Universidad Autónoma Metropolitana Unidad
    Xochimilco</tieneNombreInstitucion>
  </owl:NamedIndividual>

  <!-- http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/institucion#UNAM_CUFACIngenieria -->

  <owl:NamedIndividual
  rdf:about="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/institucion#UNAM_CUFACIngenieria">
    <rdf:type rdf:resource="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/institucion#Institucion"/>
    <tieneDireccion rdf:datatype="&xsd:string">Avenida Universidad 3000, Ciudad Universitaria, Delegación
    Coyoacán, C. P. 04510 México, D. F.</tieneDireccion>
    <tieneNombreInstitucion rdf:datatype="&xsd:string">Universidad Nacional Autónoma de México Ciudad
    Universitaria</tieneNombreInstitucion>
  </owl:NamedIndividual>

```

```

<!-- http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/institucion#UNAM_FESAcatlan -->

<owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/institucion#UNAM_FESAcatlan">
  <rdf:type rdf:resource="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/institucion#Institucion"/>
  <tieneDireccion rdf:datatype="&xsd:string">Avenida Alcanfores y San Juan Totoltepec s/n, Santa Cruz
  Acatlán, Municipio Naucalpan, C.P. 53150 México, Estado. de México.</tieneDireccion>
  <tieneNombreInstitucion rdf:datatype="&xsd:string">Universidad Nacional Autónoma de México Facultad de
  Estudios Superiores Acatlán</tieneNombreInstitucion>
</owl:NamedIndividual>

<!-- http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/institucion#UNAM_FESAragon -->

<owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/institucion#UNAM_FESAragon">
  <rdf:type rdf:resource="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/institucion#Institucion"/>
  <tieneDireccion rdf:datatype="&xsd:string">Avenida Hacienda de Rancho Seco s/n, Impulsora Popular
  Avicola, Ciudad Nezahualcóyotl, C.P. 57130 México, Estado de México.</tieneDireccion>
  <tieneNombreInstitucion rdf:datatype="&xsd:string">Universidad Nacional Autónoma de México Facultad de
  Estudios Superiores Aragón</tieneNombreInstitucion>
</owl:NamedIndividual>
</rdf:RDF>

<!-- Generated by the OWL API (version 3.4.2) http://owlapi.sourceforge.net -->

```

## materia.owl

```

<?xml version="1.0"?>

<!DOCTYPE rdf:RDF [
  <!ENTITY owl "http://www.w3.org/2002/07/owl#" >
  <!ENTITY xsd "http://www.w3.org/2001/XMLSchema#" >
  <!ENTITY rdfs "http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#" >
  <!ENTITY rdf "http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#" >
]>

<rdf:RDF xmlns="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/materia#"
  xml:base="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/materia"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  <owl:Ontology rdf:about="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/materia"/>

  <!--
  ////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
  //
  // Object Properties
  //
  ////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
  -->

  <!-- http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/materia#perteneceArea -->

  <owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/materia#perteneceArea">
    <rdfs:domain rdf:resource="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/materia#Materia"/>
  </owl:ObjectProperty>

  <!-- http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/materia#tienePrerrequisito -->

```

```

<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/materia#tienePrerrequisito">
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/materia#Materia"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/materia#Materia"/>
</owl:ObjectProperty>

<!--
////////////////////////////////////
//
// Data properties
//
////////////////////////////////////
-->

<!-- http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/materia#tieneCaracter -->

<owl:DatatypeProperty rdf:about="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/materia#tieneCaracter">
  <rdfs:domain rdf:resource="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/materia#Materia"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&xsd:string"/>
</owl:DatatypeProperty>

<!-- http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/materia#tieneClave -->

<owl:DatatypeProperty rdf:about="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/materia#tieneClave">
  <rdfs:domain rdf:resource="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/materia#Materia"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&xsd:string"/>
</owl:DatatypeProperty>

<!-- http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/materia#tieneCreditos -->

<owl:DatatypeProperty rdf:about="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/materia#tieneCreditos">
  <rdfs:domain rdf:resource="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/materia#Materia"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&xsd:integer"/>
</owl:DatatypeProperty>

<!-- http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/materia#tieneHorasPorSemana -->

<owl:DatatypeProperty
rdf:about="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/materia#tieneHorasPorSemana">
  <rdfs:domain rdf:resource="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/materia#Materia"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&xsd:double"/>
</owl:DatatypeProperty>

<!-- http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/materia#tieneHorasPracticaPorSemana -->

<owl:DatatypeProperty
rdf:about="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/materia#tieneHorasPracticaPorSemana">
  <rdfs:domain rdf:resource="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/materia#Materia"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&xsd:double"/>
</owl:DatatypeProperty>

<!-- http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/materia#tieneHorasTeoriaPorSemana -->

<owl:DatatypeProperty
rdf:about="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/materia#tieneHorasTeoriaPorSemana">
  <rdfs:domain rdf:resource="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/materia#Materia"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&xsd:double"/>
</owl:DatatypeProperty>

<!-- http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/materia#tieneNombreArea -->

```

```

<owl:DatatypeProperty rdf:about="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/materia#tieneNombreArea">
  <rdfs:range rdf:resource="&xsd:string"/>
</owl:DatatypeProperty>

<!-- http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/materia#tieneNombreMateria -->

<owl:DatatypeProperty
rdf:about="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/materia#tieneNombreMateria">
  <rdfs:domain rdf:resource="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/materia#Materia"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&xsd:string"/>
</owl:DatatypeProperty>

<!--
////////////////////////////////////
//
// Classes
//
////////////////////////////////////
-->

<!-- http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/materia#Materia -->

<owl:Class rdf:about="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/materia#Materia">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty rdf:resource="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/materia#tieneClave"/>
      <owl:allValuesFrom rdf:resource="&xsd:string"/>
    </owl:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty rdf:resource="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/materia#tieneClave"/>
      <owl:qualifiedCardinality rdf:datatype="&xsd;nonNegativeInteger">1</owl:qualifiedCardinality>
      <owl:onDataRange rdf:resource="&xsd:string"/>
    </owl:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/materia#tieneNombreMateria"/>
      <owl:qualifiedCardinality rdf:datatype="&xsd;nonNegativeInteger">1</owl:qualifiedCardinality>
      <owl:onDataRange rdf:resource="&xsd:string"/>
    </owl:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty rdf:resource="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/materia#tieneCreditos"/>
      <owl:allValuesFrom rdf:resource="&xsd;integer"/>
    </owl:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty rdf:resource="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/materia#tieneCreditos"/>
      <owl:qualifiedCardinality rdf:datatype="&xsd;nonNegativeInteger">1</owl:qualifiedCardinality>
      <owl:onDataRange rdf:resource="&xsd;integer"/>
    </owl:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
</rdf:RDF>

<!-- Generated by the OWL API (version 3.4.2) http://owlapi.sourceforge.net -->

```

## programa.owl

```
<?xml version="1.0"?>
```

```

<!DOCTYPE rdf:RDF [
  <!ENTITY owl "http://www.w3.org/2002/07/owl#" >
  <!ENTITY xsd "http://www.w3.org/2001/XMLSchema#" >
  <!ENTITY rdfs "http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#" >
  <!ENTITY rdf "http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#" >
]

<rdf:RDF xmlns="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/programa#"
  xml:base="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/programa"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  <owl:Ontology rdf:about="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/programa" />

  <!--
  //////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
  //
  // Data properties
  //
  //////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
  -->

  <!-- http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/programa#tieneNombrePrograma -->
  <owl:DatatypeProperty
    rdf:about="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/programa#tieneNombrePrograma">
    <rdfs:domain rdf:resource="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/programa#Programa"/>
    <rdfs:range rdf:resource="xsd:string"/>
  </owl:DatatypeProperty>

  <!-- http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/programa#tienePeriodoTipo -->
  <owl:DatatypeProperty
    rdf:about="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/programa#tienePeriodoTipo">
    <rdfs:domain rdf:resource="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/programa#Programa"/>
    <rdfs:range rdf:resource="xsd:string"/>
  </owl:DatatypeProperty>

  <!--
  //////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
  //
  // Classes
  //
  //////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
  -->

  <!-- http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/programa#Programa -->
  <owl:Class rdf:about="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/programa#Programa" />
</rdf:RDF>

<!-- Generated by the OWL API (version 3.4.2) http://owlapi.sourceforge.net -->

```

## Apéndice 2: Ontologías de perfiles profesionales

Como muestra de estas ontologías únicamente ponemos como ejemplo la del tronco general

de la Licenciatura en Ingeniería en Computación de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco. Las demás ontologías que representan los mapas curriculares de las otras instituciones están construidas de manera similar a esta.

## troncoGeneralIngComputacionUAM\_A.owl

```
<?xml version="1.0"?>

<!DOCTYPE rdf:RDF [
  <!ENTITY owl "http://www.w3.org/2002/07/owl#" >
  <!ENTITY xsd "http://www.w3.org/2001/XMLSchema#" >
  <!ENTITY rdfs "http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#" >
  <!ENTITY rdf "http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#" >
  <!ENTITY materia "http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/materia#" >
  <!ENTITY programa "http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/programa#" >
  <!ENTITY troncoGeneralIngComputacionUAM_A
"http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/troncoGeneralIngComputacionUAM_A#" >
]>

<rdf:RDF xmlns="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/troncoGeneralIngComputacionUAM_A#"
  xml:base="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/troncoGeneralIngComputacionUAM_A"
  xmlns:programa="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/programa#"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"

  xmlns:troncoGeneralIngComputacionUAM_A="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/troncoGeneralIngComp
utacionUAM_A#"
  xmlns:materia="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/materia#"
  xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#">
  <owl:Ontology
rdf:about="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/troncoGeneralIngComputacionUAM_A">
    <owl:imports rdf:resource="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/institucion"/>
    <owl:imports rdf:resource="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/materia"/>
    <owl:imports rdf:resource="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/programa"/>
  </owl:Ontology>

  <!--
  //////////////////////////////////////
  //
  // Object Properties
  //
  //////////////////////////////////////
  -->

  <!-- http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/troncoGeneralIngComputacionUAM_A#impartePrograma
-->

  <owl:ObjectProperty rdf:about="&troncoGeneralIngComputacionUAM_A;impartePrograma">
    <rdfs:domain
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/institucion#Institucion"/>
    <rdfs:range rdf:resource="&programa;Programa"/>
  </owl:ObjectProperty>

  <!-- http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/troncoGeneralIngComputacionUAM_A#tieneMateria -->

  <owl:ObjectProperty rdf:about="&troncoGeneralIngComputacionUAM_A;tieneMateria">
    <rdfs:range rdf:resource="&materia;Materia"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="&programa;Programa"/>
  </owl:ObjectProperty>

  <!--
  //////////////////////////////////////
  //
  // Classes
  //
  //////////////////////////////////////
  -->
```

```

////////////////////////////////////
-->

<!-- http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/institucion#Institucion -->

<rdf:Description rdf:about="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/institucion#Institucion">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty rdf:resource="&troncoGeneralIngComputacionUAM_A;impartePrograma"/>
      <owl:allValuesFrom rdf:resource="&programa;Programa"/>
    </owl:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>
</rdf:Description>

<!-- http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/programa#Programa -->

<rdf:Description rdf:about="&programa;Programa">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty rdf:resource="&programa;tieneNombrePrograma"/>
      <owl:allValuesFrom rdf:resource="&xsd:string"/>
    </owl:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty rdf:resource="&programa;tieneNombrePrograma"/>
      <owl:minQualifiedCardinality
rdf:datatype="&xsd;nonNegativeInteger">1</owl:minQualifiedCardinality>
      <owl:onDataRange rdf:resource="&xsd:string"/>
    </owl:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>
</rdf:Description>

<!--
////////////////////////////////////
//
// Individuals
//
////////////////////////////////////
-->

<!-- http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/institucion#UAM_A -->

<rdf:Description rdf:about="http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/institucion#UAM_A">
  <troncoGeneralIngComputacionUAM_A:impartePrograma
rdf:resource="&troncoGeneralIngComputacionUAM_A;UAM_A_IComputacion"/>
</rdf:Description>

<!-- http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/troncoGeneralIngComputacionUAM_A#CalculoDiferencial
-->

<owl:NamedIndividual rdf:about="&troncoGeneralIngComputacionUAM_A;CalculoDiferencial">
  <rdf:type rdf:resource="&materia;Materia"/>
  <materia:tieneClave rdf:datatype="&xsd:string">1112028</materia:tieneClave>
  <materia:tieneHorasTeoriaPorSemana
rdf:datatype="&xsd;double">3.0</materia:tieneHorasTeoriaPorSemana>
  <materia:tieneHorasPracticaPorSemana
rdf:datatype="&xsd;double">3.0</materia:tieneHorasPracticaPorSemana>
  <materia:tieneHorasPorSemana rdf:datatype="&xsd;double">6.0</materia:tieneHorasPorSemana>
  <materia:tieneCreditos rdf:datatype="&xsd;integer">9</materia:tieneCreditos>
  <materia:tieneNombreMateria rdf:datatype="&xsd:string">Cálculo
Diferencial</materia:tieneNombreMateria>
  <materia:tieneCaracter rdf:datatype="&xsd:string">OBL</materia:tieneCaracter>
  <materia:tienePrerrequisito
rdf:resource="&troncoGeneralIngComputacionUAM_A;IntroduccionAlCalculo"/>
</owl:NamedIndividual>

<!-- http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/troncoGeneralIngComputacionUAM_A#CalculoIntegral

```



```

-->
    <owl:NamedIndividual rdf:about="&truncaGeneralIngComputacionUAM_A;CalculoIntegral">
      <rdf:type rdf:resource="&materia;Materia"/>
      <materia:tieneClave rdf:datatype="&xsd:string">1112029</materia:tieneClave>
      <materia:tieneHorasPracticaPorSemana
rdf:datatype="&xsd;double">3.0</materia:tieneHorasPracticaPorSemana>
      <materia:tieneHorasTeoriaPorSemana
rdf:datatype="&xsd;double">3.0</materia:tieneHorasTeoriaPorSemana>
      <materia:tieneHorasPorSemana rdf:datatype="&xsd;double">6.0</materia:tieneHorasPorSemana>
      <materia:tieneCreditos rdf:datatype="&xsd;integer">9</materia:tieneCreditos>
      <materia:tieneNombreMateria rdf:datatype="&xsd:string">Cálculo
Integral</materia:tieneNombreMateria>
      <materia:tieneCaracter rdf:datatype="&xsd:string">OBL</materia:tieneCaracter>
      <materia:tienePrerrequisito rdf:resource="&truncaGeneralIngComputacionUAM_A;CalculoDiferencial"/>
    </owl:NamedIndividual>

  <!--
http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/truncaGeneralIngComputacionUAM_A#CinematicaYDinamicaDePartic
ulas -->

    <owl:NamedIndividual rdf:about="&truncaGeneralIngComputacionUAM_A;CinematicaYDinamicaDeParticulas">
      <rdf:type rdf:resource="&materia;Materia"/>
      <materia:tieneHorasPracticaPorSemana
rdf:datatype="&xsd;double">0.0</materia:tieneHorasPracticaPorSemana>
      <materia:tieneClave rdf:datatype="&xsd:string">1111079</materia:tieneClave>
      <materia:tieneHorasTeoriaPorSemana
rdf:datatype="&xsd;double">4.5</materia:tieneHorasTeoriaPorSemana>
      <materia:tieneHorasPorSemana rdf:datatype="&xsd;double">4.5</materia:tieneHorasPorSemana>
      <materia:tieneCreditos rdf:datatype="&xsd;integer">9</materia:tieneCreditos>
      <materia:tieneNombreMateria rdf:datatype="&xsd:string">Cinémática y Dinámica de
Partículas</materia:tieneNombreMateria>
      <materia:tieneCaracter rdf:datatype="&xsd:string">OBL</materia:tieneCaracter>
      <materia:tienePrerrequisito
rdf:resource="&truncaGeneralIngComputacionUAM_A;IntroduccionALaFisica"/>
      <materia:tienePrerrequisito
rdf:resource="&truncaGeneralIngComputacionUAM_A;TallerDeMatematicas"/>
    </owl:NamedIndividual>

  <!--
http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/truncaGeneralIngComputacionUAM_A#ComplementosDeMatematicas
-->

    <owl:NamedIndividual rdf:about="&truncaGeneralIngComputacionUAM_A;ComplementosDeMatematicas">
      <rdf:type rdf:resource="&materia;Materia"/>
      <materia:tieneHorasPracticaPorSemana
rdf:datatype="&xsd;double">0.0</materia:tieneHorasPracticaPorSemana>
      <materia:tieneClave rdf:datatype="&xsd:string">1112013</materia:tieneClave>
      <materia:tieneHorasPorSemana rdf:datatype="&xsd;double">4.5</materia:tieneHorasPorSemana>
      <materia:tieneHorasTeoriaPorSemana
rdf:datatype="&xsd;double">4.5</materia:tieneHorasTeoriaPorSemana>
      <materia:tieneCreditos rdf:datatype="&xsd;integer">9</materia:tieneCreditos>
      <materia:tieneNombreMateria rdf:datatype="&xsd:string">Complementos de
Matemáticas</materia:tieneNombreMateria>
      <materia:tieneCaracter rdf:datatype="&xsd:string">OBL</materia:tieneCaracter>
      <materia:tienePrerrequisito
rdf:resource="&truncaGeneralIngComputacionUAM_A;TallerDeMatematicas"/>
    </owl:NamedIndividual>

  <!--
http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/truncaGeneralIngComputacionUAM_A#ComprensionDeTextos -->

    <owl:NamedIndividual rdf:about="&truncaGeneralIngComputacionUAM_A;ComprensionDeTextos">
      <rdf:type rdf:resource="&materia;Materia"/>
      <materia:tieneHorasTeoriaPorSemana
rdf:datatype="&xsd;double">0.0</materia:tieneHorasTeoriaPorSemana>
      <materia:tieneClave rdf:datatype="&xsd:string">1201008</materia:tieneClave>
      <materia:tieneCreditos rdf:datatype="&xsd;integer">4</materia:tieneCreditos>
      <materia:tieneHorasPorSemana rdf:datatype="&xsd;double">4.0</materia:tieneHorasPorSemana>
      <materia:tieneHorasPracticaPorSemana
rdf:datatype="&xsd;double">4.0</materia:tieneHorasPracticaPorSemana>
      <materia:tieneNombreMateria rdf:datatype="&xsd:string">Comprensión de
Textos</materia:tieneNombreMateria>
      <materia:tieneCaracter rdf:datatype="&xsd:string">OBL</materia:tieneCaracter>
    </owl:NamedIndividual>

```

```

<!--
http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/troncoGeneralIngComputacionUAM_A#DinamicaDelCuerpoRigido -->

<owl:NamedIndividual rdf:about="&troncoGeneralIngComputacionUAM_A;DinamicaDelCuerpoRigido">
  <rdf:type rdf:resource="&materia;Materia"/>
  <materia:tieneHorasPracticaPorSemana
rdf:datatype="&xsd;double">0.0</materia:tieneHorasPracticaPorSemana>
  <materia:tieneClave rdf:datatype="&xsd;string">1111081</materia:tieneClave>
  <materia:tieneHorasPorSemana rdf:datatype="&xsd;double">4.5</materia:tieneHorasPorSemana>
  <materia:tieneHorasTeoriaPorSemana
rdf:datatype="&xsd;double">4.5</materia:tieneHorasTeoriaPorSemana>
  <materia:tieneCreditos rdf:datatype="&xsd;integer">9</materia:tieneCreditos>
  <materia:tieneNombreMateria rdf:datatype="&xsd;string">Dinámica del Cuerpo
Rígido</materia:tieneNombreMateria>
  <materia:tieneCaracter rdf:datatype="&xsd;string">OBL</materia:tieneCaracter>
  <materia:tienePrerrequisito
rdf:resource="&troncoGeneralIngComputacionUAM_A;CinematicaYDinamicaDeParticulas"/>
</owl:NamedIndividual>

<!--
http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/troncoGeneralIngComputacionUAM_A#EcuacionesDiferencialesOrdinarias -->

<owl:NamedIndividual rdf:about="&troncoGeneralIngComputacionUAM_A;EcuacionesDiferencialesOrdinarias">
  <rdf:type rdf:resource="&materia;Materia"/>
  <materia:tieneHorasPracticaPorSemana
rdf:datatype="&xsd;double">0.0</materia:tieneHorasPracticaPorSemana>
  <materia:tieneClave rdf:datatype="&xsd;string">1112030</materia:tieneClave>
  <materia:tieneHorasTeoriaPorSemana
rdf:datatype="&xsd;double">4.5</materia:tieneHorasTeoriaPorSemana>
  <materia:tieneHorasPorSemana rdf:datatype="&xsd;double">4.5</materia:tieneHorasPorSemana>
  <materia:tieneCreditos rdf:datatype="&xsd;integer">9</materia:tieneCreditos>
  <materia:tieneNombreMateria rdf:datatype="&xsd;string">Ecuaciones Diferenciales
Ordinarias</materia:tieneNombreMateria>
  <materia:tieneCaracter rdf:datatype="&xsd;string">OBL</materia:tieneCaracter>
  <materia:tienePrerrequisito rdf:resource="&troncoGeneralIngComputacionUAM_A;CalculoIntegral"/>
</owl:NamedIndividual>

<!--
http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/troncoGeneralIngComputacionUAM_A#EstructuraAtomicaYEnlaceQuimico -->

<owl:NamedIndividual rdf:about="&troncoGeneralIngComputacionUAM_A;EstructuraAtomicaYEnlaceQuimico">
  <rdf:type rdf:resource="&materia;Materia"/>
  <materia:tieneHorasPracticaPorSemana
rdf:datatype="&xsd;double">0.0</materia:tieneHorasPracticaPorSemana>
  <materia:tieneClave rdf:datatype="&xsd;string">1113084</materia:tieneClave>
  <materia:tieneHorasTeoriaPorSemana
rdf:datatype="&xsd;double">4.5</materia:tieneHorasTeoriaPorSemana>
  <materia:tieneHorasPorSemana rdf:datatype="&xsd;double">4.5</materia:tieneHorasPorSemana>
  <materia:tieneCreditos rdf:datatype="&xsd;integer">9</materia:tieneCreditos>
  <materia:tieneNombreMateria rdf:datatype="&xsd;string">Estructura Atómica y Enlace
Químico</materia:tieneNombreMateria>
  <materia:tieneCaracter rdf:datatype="&xsd;string">OBL</materia:tieneCaracter>
</owl:NamedIndividual>

<!--
http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/troncoGeneralIngComputacionUAM_A#EstructuraYPropiedadesDeLos
MaterialesEnIngenieria -->

<owl:NamedIndividual
rdf:about="&troncoGeneralIngComputacionUAM_A;EstructuraYPropiedadesDeLosMaterialesEnIngenieria">
  <rdf:type rdf:resource="&materia;Materia"/>
  <materia:tieneHorasPracticaPorSemana
rdf:datatype="&xsd;double">0.0</materia:tieneHorasPracticaPorSemana>
  <materia:tieneClave rdf:datatype="&xsd;string">1113086</materia:tieneClave>
  <materia:tieneHorasTeoriaPorSemana
rdf:datatype="&xsd;double">3.0</materia:tieneHorasTeoriaPorSemana>
  <materia:tieneHorasPorSemana rdf:datatype="&xsd;double">3.0</materia:tieneHorasPorSemana>
  <materia:tieneCreditos rdf:datatype="&xsd;integer">6</materia:tieneCreditos>
  <materia:tieneNombreMateria rdf:datatype="&xsd;string">Estructura y Propiedades de los Materiales
en Ingenieria</materia:tieneNombreMateria>
  <materia:tieneCaracter rdf:datatype="&xsd;string">OBL</materia:tieneCaracter>
  <materia:tienePrerrequisito

```

```

rdf:resource="&troncoGeneralIngComputacionUAM_A;EstructuraAtomicaYEnlaceQuimico"/>
</owl:NamedIndividual>

<!--
http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/troncoGeneralIngComputacionUAM_A#InduccionALaVidaUniversitaria -->

<owl:NamedIndividual rdf:about="&troncoGeneralIngComputacionUAM_A;InduccionALaVidaUniversitaria">
  <rdf:type rdf:resource="&materia;Materia"/>
  <materia:tieneHorasTeoriaPorSemana
rdf:datatype="&xsd;double">0.0</materia:tieneHorasTeoriaPorSemana>
  <materia:tieneClave rdf:datatype="&xsd:string">1100033</materia:tieneClave>
  <materia:tieneCreditos rdf:datatype="&xsd;integer">3</materia:tieneCreditos>
  <materia:tieneHorasPorSemana rdf:datatype="&xsd;double">3.0</materia:tieneHorasPorSemana>
  <materia:tieneHorasPracticaPorSemana
rdf:datatype="&xsd;double">3.0</materia:tieneHorasPracticaPorSemana>
  <materia:tieneNombreMateria rdf:datatype="&xsd:string">Induccion a la Vida
Universitaria</materia:tieneNombreMateria>
  <materia:tieneCaracter rdf:datatype="&xsd:string">OBL</materia:tieneCaracter>
</owl:NamedIndividual>

<!--
http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/troncoGeneralIngComputacionUAM_A#IntroduccionALaElectrostaticaYMagnetostatica -->

<owl:NamedIndividual
rdf:about="&troncoGeneralIngComputacionUAM_A;IntroduccionALaElectrostaticaYMagnetostatica">
  <rdf:type rdf:resource="&materia;Materia"/>
  <materia:tieneHorasPracticaPorSemana
rdf:datatype="&xsd;double">0.0</materia:tieneHorasPracticaPorSemana>
  <materia:tieneClave rdf:datatype="&xsd:string">1111083</materia:tieneClave>
  <materia:tieneHorasTeoriaPorSemana
rdf:datatype="&xsd;double">4.5</materia:tieneHorasTeoriaPorSemana>
  <materia:tieneHorasPorSemana rdf:datatype="&xsd;double">4.5</materia:tieneHorasPorSemana>
  <materia:tieneCreditos rdf:datatype="&xsd;integer">9</materia:tieneCreditos>
  <materia:tieneNombreMateria rdf:datatype="&xsd:string">Introducción a la Electrostática y
Magnetostática</materia:tieneNombreMateria>
  <materia:tieneCaracter rdf:datatype="&xsd:string">OBL</materia:tieneCaracter>
  <materia:tienePrerrequisito rdf:resource="&troncoGeneralIngComputacionUAM_A;CalculoIntegral"/>
  <materia:tienePrerrequisito
rdf:resource="&troncoGeneralIngComputacionUAM_A;DinamicaDelCuerpoRigido"/>
</owl:NamedIndividual>

<!--
http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/troncoGeneralIngComputacionUAM_A#IntroduccionALaFisica -->

<owl:NamedIndividual rdf:about="&troncoGeneralIngComputacionUAM_A;IntroduccionALaFisica">
  <rdf:type rdf:resource="&materia;Materia"/>
  <materia:tieneHorasTeoriaPorSemana
rdf:datatype="&xsd;double">0.0</materia:tieneHorasTeoriaPorSemana>
  <materia:tieneClave rdf:datatype="&xsd:string">1111078</materia:tieneClave>
  <materia:tieneCreditos rdf:datatype="&xsd;integer">4</materia:tieneCreditos>
  <materia:tieneHorasPorSemana rdf:datatype="&xsd;double">4.0</materia:tieneHorasPorSemana>
  <materia:tieneHorasPracticaPorSemana
rdf:datatype="&xsd;double">4.0</materia:tieneHorasPracticaPorSemana>
  <materia:tieneNombreMateria rdf:datatype="&xsd:string">Introducción a la
Física</materia:tieneNombreMateria>
  <materia:tieneCaracter rdf:datatype="&xsd:string">OBL</materia:tieneCaracter>
</owl:NamedIndividual>

<!--
http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/troncoGeneralIngComputacionUAM_A#IntroduccionAlCalculo -->

<owl:NamedIndividual rdf:about="&troncoGeneralIngComputacionUAM_A;IntroduccionAlCalculo">
  <rdf:type rdf:resource="&materia;Materia"/>
  <materia:tieneHorasTeoriaPorSemana
rdf:datatype="&xsd;double">0.0</materia:tieneHorasTeoriaPorSemana>
  <materia:tieneClave rdf:datatype="&xsd:string">1112027</materia:tieneClave>
  <materia:tieneCreditos rdf:datatype="&xsd;integer">6</materia:tieneCreditos>
  <materia:tieneHorasPorSemana rdf:datatype="&xsd;double">6.0</materia:tieneHorasPorSemana>
  <materia:tieneHorasPracticaPorSemana
rdf:datatype="&xsd;double">6.0</materia:tieneHorasPracticaPorSemana>
  <materia:tieneNombreMateria rdf:datatype="&xsd:string">Introducción al
Cálculo</materia:tieneNombreMateria>

```

```

    <mat:tieneCaracter rdf:datatype="&xsd:string">OBL</mat:tieneCaracter>
    <mat:tienePrerrequisito
rdf:resource="&troncoGeneralIngComputacionUAM_A;TallerDeMatematicas"/>
    </owl:NamedIndividual>

<!--
http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/troncoGeneralIngComputacionUAM_A#LaboratorioDeCinematicaYDinamicaDeParticulas -->

    <owl:NamedIndividual
rdf:about="&troncoGeneralIngComputacionUAM_A;LaboratorioDeCinematicaYDinamicaDeParticulas">
    <rdf:type rdf:resource="&mat:Materia"/>
    <mat:tieneHorasTeoriaPorSemana
rdf:datatype="&xsd:double">0.0</mat:tieneHorasTeoriaPorSemana>
    <mat:tieneClave rdf:datatype="&xsd:string">1111080</mat:tieneClave>
    <mat:tieneCreditos rdf:datatype="&xsd:integer">3</mat:tieneCreditos>
    <mat:tieneHorasPorSemana rdf:datatype="&xsd:double">3.0</mat:tieneHorasPorSemana>
    <mat:tieneHorasPracticaPorSemana
rdf:datatype="&xsd:double">3.0</mat:tieneHorasPracticaPorSemana>
    <mat:tieneNombreMateria rdf:datatype="&xsd:string">Laboratorio de Cinemática y Dinámica de
Partículas</mat:tieneNombreMateria>
    <mat:tieneCaracter rdf:datatype="&xsd:string">OBL</mat:tieneCaracter>
    <mat:tienePrerrequisito
rdf:resource="&troncoGeneralIngComputacionUAM_A;CinematicaYDinamicaDeParticulas"/>
    </owl:NamedIndividual>

<!--
http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/troncoGeneralIngComputacionUAM_A#LaboratorioDeDinamicaDelCuerpoRigido -->

    <owl:NamedIndividual
rdf:about="&troncoGeneralIngComputacionUAM_A;LaboratorioDeDinamicaDelCuerpoRigido">
    <rdf:type rdf:resource="&mat:Materia"/>
    <mat:tieneHorasTeoriaPorSemana
rdf:datatype="&xsd:double">0.0</mat:tieneHorasTeoriaPorSemana>
    <mat:tieneClave rdf:datatype="&xsd:string">1111082</mat:tieneClave>
    <mat:tieneCreditos rdf:datatype="&xsd:integer">3</mat:tieneCreditos>
    <mat:tieneHorasPorSemana rdf:datatype="&xsd:double">3.0</mat:tieneHorasPorSemana>
    <mat:tieneHorasPracticaPorSemana
rdf:datatype="&xsd:double">3.0</mat:tieneHorasPracticaPorSemana>
    <mat:tieneNombreMateria rdf:datatype="&xsd:string">Laboratorio de Dinámica del Cuerpo
Rigido</mat:tieneNombreMateria>
    <mat:tieneCaracter rdf:datatype="&xsd:string">OBL</mat:tieneCaracter>
    <mat:tienePrerrequisito
rdf:resource="&troncoGeneralIngComputacionUAM_A;DinamicaDelCuerpoRigido"/>
    <mat:tienePrerrequisito
rdf:resource="&troncoGeneralIngComputacionUAM_A;LaboratorioDeCinematicaYDinamicaDeParticulas"/>
    </owl:NamedIndividual>

<!--
http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/troncoGeneralIngComputacionUAM_A#LaboratorioDeEstructuraYPropiedadesDeLosMateriales -->

    <owl:NamedIndividual
rdf:about="&troncoGeneralIngComputacionUAM_A;LaboratorioDeEstructuraYPropiedadesDeLosMateriales">
    <rdf:type rdf:resource="&mat:Materia"/>
    <mat:tieneHorasTeoriaPorSemana
rdf:datatype="&xsd:double">0.0</mat:tieneHorasTeoriaPorSemana>
    <mat:tieneClave rdf:datatype="&xsd:string">1113087</mat:tieneClave>
    <mat:tieneCreditos rdf:datatype="&xsd:integer">3</mat:tieneCreditos>
    <mat:tieneHorasPorSemana rdf:datatype="&xsd:double">3.0</mat:tieneHorasPorSemana>
    <mat:tieneHorasPracticaPorSemana
rdf:datatype="&xsd:double">3.0</mat:tieneHorasPracticaPorSemana>
    <mat:tieneNombreMateria rdf:datatype="&xsd:string">Laboratorio de Estructura y Propiedades de
los Materiales en Ingeniería</mat:tieneNombreMateria>
    <mat:tieneCaracter rdf:datatype="&xsd:string">OBL</mat:tieneCaracter>
    <mat:tienePrerrequisito
rdf:resource="&troncoGeneralIngComputacionUAM_A;EstructuraYPropiedadesDeLosMaterialesEnIngenieria"/>
    <mat:tienePrerrequisito
rdf:resource="&troncoGeneralIngComputacionUAM_A;LaboratorioDeReaccionesQuimicas"/>
    </owl:NamedIndividual>

<!--
http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/troncoGeneralIngComputacionUAM_A#LaboratorioDeReaccionesQuim

```

```

icas -->

    <owl:NamedIndividual rdf:about="&troncoGeneralIngComputacionUAM_A;LaboratorioDeReaccionesQuimicas">
      <rdf:type rdf:resource="&materia;Materia"/>
      <materia:tieneHorasTeoriaPorSemana
rdf:datatype="&xsd;double">0.0</materia:tieneHorasTeoriaPorSemana>
      <materia:tieneClave rdf:datatype="&xsd;string">1113085</materia:tieneClave>
      <materia:tieneCreditos rdf:datatype="&xsd;integer">3</materia:tieneCreditos>
      <materia:tieneHorasPracticaPorSemana
rdf:datatype="&xsd;double">3.0</materia:tieneHorasPracticaPorSemana>
      <materia:tieneHorasPorSemana rdf:datatype="&xsd;double">3.0</materia:tieneHorasPorSemana>
      <materia:tieneNombreMateria rdf:datatype="&xsd;string">Laboratorio de Reacciones
Quimicas</materia:tieneNombreMateria>
      <materia:tieneCaracter rdf:datatype="&xsd;string">OBL</materia:tieneCaracter>
      <materia:tienePrerrequisito
rdf:resource="&troncoGeneralIngComputacionUAM_A;EstructuraAtomicaYEnlaceQuimico"/>
    </owl:NamedIndividual>

    <!--
http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/troncoGeneralIngComputacionUAM_A#MetodosNumericosEnIngenieri
a -->

    <owl:NamedIndividual rdf:about="&troncoGeneralIngComputacionUAM_A;MetodosNumericosEnIngenieria">
      <rdf:type rdf:resource="&materia;Materia"/>
      <materia:tieneClave rdf:datatype="&xsd;string">1151039</materia:tieneClave>
      <materia:tieneHorasPracticaPorSemana
rdf:datatype="&xsd;double">2.0</materia:tieneHorasPracticaPorSemana>
      <materia:tieneHorasTeoriaPorSemana
rdf:datatype="&xsd;double">2.5</materia:tieneHorasTeoriaPorSemana>
      <materia:tieneHorasPorSemana rdf:datatype="&xsd;double">4.5</materia:tieneHorasPorSemana>
      <materia:tieneCreditos rdf:datatype="&xsd;integer">7</materia:tieneCreditos>
      <materia:tieneNombreMateria rdf:datatype="&xsd;string">Métodos Numéricos en
Ingeniería</materia:tieneNombreMateria>
      <materia:tieneCaracter rdf:datatype="&xsd;string">OBL</materia:tieneCaracter>
      <materia:tienePrerrequisito rdf:resource="&troncoGeneralIngComputacionUAM_A;CalculoIntegral"/>
      <materia:tienePrerrequisito
rdf:resource="&troncoGeneralIngComputacionUAM_A;ProgramacionEstructurada"/>
    </owl:NamedIndividual>

    <!--
http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/troncoGeneralIngComputacionUAM_A#ProbabilidadYEstadistica
-->

    <owl:NamedIndividual rdf:about="&troncoGeneralIngComputacionUAM_A;ProbabilidadYEstadistica">
      <rdf:type rdf:resource="&materia;Materia"/>
      <materia:tieneHorasPracticaPorSemana
rdf:datatype="&xsd;double">0.0</materia:tieneHorasPracticaPorSemana>
      <materia:tieneClave rdf:datatype="&xsd;string">1153001</materia:tieneClave>
      <materia:tieneHorasTeoriaPorSemana
rdf:datatype="&xsd;double">4.5</materia:tieneHorasTeoriaPorSemana>
      <materia:tieneHorasPorSemana rdf:datatype="&xsd;double">4.5</materia:tieneHorasPorSemana>
      <materia:tieneCreditos rdf:datatype="&xsd;integer">9</materia:tieneCreditos>
      <materia:tieneCaracter rdf:datatype="&xsd;string">OBL</materia:tieneCaracter>
      <materia:tieneNombreMateria rdf:datatype="&xsd;string">Probabilidad y
Estadística</materia:tieneNombreMateria>
      <materia:tienePrerrequisito rdf:resource="&troncoGeneralIngComputacionUAM_A;CalculoIntegral"/>
    </owl:NamedIndividual>

    <!--
http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/troncoGeneralIngComputacionUAM_A#ProgramacionEstructurada
-->

    <owl:NamedIndividual rdf:about="&troncoGeneralIngComputacionUAM_A;ProgramacionEstructurada">
      <rdf:type rdf:resource="&materia;Materia"/>
      <materia:tieneClave rdf:datatype="&xsd;string">1151038</materia:tieneClave>
      <materia:tieneHorasPracticaPorSemana
rdf:datatype="&xsd;double">2.0</materia:tieneHorasPracticaPorSemana>
      <materia:tieneHorasTeoriaPorSemana
rdf:datatype="&xsd;double">2.5</materia:tieneHorasTeoriaPorSemana>
      <materia:tieneHorasPorSemana rdf:datatype="&xsd;double">4.5</materia:tieneHorasPorSemana>
      <materia:tieneCreditos rdf:datatype="&xsd;integer">7</materia:tieneCreditos>
      <materia:tieneCaracter rdf:datatype="&xsd;string">OBL</materia:tieneCaracter>
      <materia:tieneNombreMateria rdf:datatype="&xsd;string">Programación
Estructurada</materia:tieneNombreMateria>
      <materia:tienePrerrequisito
rdf:resource="&troncoGeneralIngComputacionUAM_A;ComplementosDeMatematicas"/>

```

```

        <mat:tienePrerrequisito
rdf:resource="&troncoGeneralIngComputacionUAM_A;IntroduccionAlCalculo"/>
        </owl:NamedIndividual>

<!--
http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/troncoGeneralIngComputacionUAM_A#TallerDeMatematicas -->

        <owl:NamedIndividual rdf:about="&troncoGeneralIngComputacionUAM_A;TallerDeMatematicas">
        <rdf:type rdf:resource="&mat:Materia"/>
        <mat:tieneHorasTeoriaPorSemana
rdf:datatype="&xsd;double">0.0</mat:tieneHorasTeoriaPorSemana>
        <mat:tieneClave rdf:datatype="&xsd:string">1112026</mat:tieneClave>
        <mat:tieneCreditos rdf:datatype="&xsd;integer">7</mat:tieneCreditos>
        <mat:tieneHorasPorSemana rdf:datatype="&xsd;double">7.0</mat:tieneHorasPorSemana>
        <mat:tieneHorasPracticaPorSemana
rdf:datatype="&xsd;double">7.0</mat:tieneHorasPracticaPorSemana>
        <mat:tieneCaracter rdf:datatype="&xsd:string">OBL</mat:tieneCaracter>
        <mat:tieneNombreMateria rdf:datatype="&xsd:string">Taller de
Matemáticas</mat:tieneNombreMateria>
        </owl:NamedIndividual>

<!-- http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/troncoGeneralIngComputacionUAM_A#Termodinamica -->

        <owl:NamedIndividual rdf:about="&troncoGeneralIngComputacionUAM_A;Termodinamica">
        <rdf:type rdf:resource="&mat:Materia"/>
        <mat:tieneHorasPracticaPorSemana
rdf:datatype="&xsd;double">0.0</mat:tieneHorasPracticaPorSemana>
        <mat:tieneClave rdf:datatype="&xsd:string">1113046</mat:tieneClave>
        <mat:tieneHorasTeoriaPorSemana
rdf:datatype="&xsd;double">3.0</mat:tieneHorasTeoriaPorSemana>
        <mat:tieneHorasPorSemana rdf:datatype="&xsd;double">3.0</mat:tieneHorasPorSemana>
        <mat:tieneCreditos rdf:datatype="&xsd;integer">6</mat:tieneCreditos>
        <mat:tieneCaracter rdf:datatype="&xsd:string">OBL</mat:tieneCaracter>
        <mat:tieneNombreMateria rdf:datatype="&xsd:string">Termodinámica</mat:tieneNombreMateria>
        </owl:NamedIndividual>

<!-- http://www.semanticweb.org/arturo/ontologies/troncoGeneralIngComputacionUAM_A#UAM_A_IComputacion
-->

        <owl:NamedIndividual rdf:about="&troncoGeneralIngComputacionUAM_A;UAM_A_IComputacion">
        <rdf:type rdf:resource="&pro:Programa"/>
        <pro:tieneNombrePrograma rdf:datatype="&xsd:string">Ingeniería en
Computación</pro:tieneNombrePrograma>
        </owl:NamedIndividual>
</rdf:RDF>

<!-- Generated by the OWL API (version 3.4.2) http://owlapi.sourceforge.net -->

```

### Apéndice 3: Aplicación de comparación

Para el correcto funcionamiento de esta aplicación será necesario incluir dentro las bibliotecas del proyecto, las bibliotecas; junit.jar, log4j-1.2.17.jar, org.protege.owl.diff.jar y org.semanticweb.owl.owlapi.jar, además de tener conexión a Internet durante su ejecución.

#### Comparador.java

Realiza la comparación axiomática de las ontologías, regresa las medidas de similitud y cobertura.

#### DiferenciasAxiomaticas.java

Encuentra las diferencias entre los axiomas que tiene cada ontología una a una, e indica de que ontología es y genera el reporte de diferencias para cada par de ontologías.

**Nodo.java**

Crea una estructura de datos para almacenar los resultados de similitud y cubrimiento, con el objetivo de ser ordenados posteriormente para una mejor representación de mayor a menor en los reportes.

**OntologyManagement.java**

Se encarga de extraer las ontologías y representarlas en memoria para que puedan ser procesadas por la aplicación.

## **Entregables comprometidos en la propuesta**

Como entregables de este proyecto se tiene:

- Un modelo ontológico básico para la representación de mapas curriculares en ontologías.
- Tres ontologías de mapas curriculares (ontologías importables) que describen las restricciones y propiedades básicas de las clases institución, materia y programa respectivamente.
- Una colección de ontologías de perfiles curriculares que describen cada uno de los mapas curriculares, perfiles curriculares o bien un listado de asignaturas. Estas ontologías importan las ontologías de mapas curriculares y representan por completo el mapa curricular, al momento de comparar solo basta con indicarle a la aplicación de comparación de entre estas ontologías cuales serán comparadas.
- Aplicación de comparación: Esta aplicación carga las ontologías en memoria y las compara una a una a partir de una ontología base, esto es, la ontología base contra todas las demás que sean seleccionadas mediante las ventanas de abrir archivo que proporciona la aplicación. Realiza la comparación axiomática, muestra y exporta resultados de las comparaciones hechas.
- El presente reporte.