

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID  
FACULTAD DE INFORMÁTICA

## TRABAJO FIN DE CARRERA

Uso de ontologías para la implantación del  
Espacio Europeo de Educación Superior en  
las titulaciones de grado

AUTOR: Daniel Martínez Esteban

TUTOR: Ángel Herranz Nieva

Julio 2012



(dedicatoria)



# Índice general

<b>Resumen</b>	<b>vii</b>
<b>Summary</b>	<b>ix</b>
<b>1 Introducción</b>	<b>1</b>
1.1 Espacio europeo . . . . .	1
1.1.1 Historia . . . . .	2
1.1.2 El EEES en la actualidad . . . . .	5
1.2 Motivación . . . . .	12
1.2.1 Ontologías . . . . .	13
1.2.2 Unificar conocimiento en un marco único y formal . . . .	14
1.2.3 Marco unificado . . . . .	15
1.2.4 Hipótesis: herramientas automáticas . . . . .	15
1.2.5 Crítica al sistema de hojas de cálculo disgregadas (dis- gregación de la información, redundancia, incoherencia, etc.) . . . . .	16
1.3 Objetivos . . . . .	18
<b>2 Ontología de nuestro plan de grado</b>	<b>21</b>
2.1 Herramienta utilizada:Protégé . . . . .	21
2.2 Introducción al documento de trabajo . . . . .	22
2.3 Explicación de la ontología . . . . .	24

2.3.1 Clases de la ontología . . . . .	24
2.4 Vocabulario . . . . .	25
2.5 Interpretación . . . . .	27
2.5.1 Propiedades de la ontología . . . . .	37
2.5.2 Propiedades sobre tipos de datos . . . . .	40
2.6 Instancia UPM (varios ejemplos?) . . . . .	42
2.6.1 Individuos de la ontología . . . . .	43
<b>3 Generalización</b>	<b>49</b>
3.1 Intro: ¿quién puede usar esta ontología? ¿La UCM? Sí, no, pq, etc. . . . .	49
3.2 Idea: jerarquía (refinamiento desde la ley hasta los planes) . . .	49
3.3 Test: Instancia UCM? . . . . .	49
<b>4 Aplicaciones (automáticas)</b>	<b>51</b>
4.1 Mencionar nuestras ideas sobre cómo sacar partido a esto . . .	51
4.2 Ejemplo de razonamiento (puede que encuentres una inconsis- tencia al ir metiendo la info en la ontología,apúntalo). . . . .	52
4.3 Ejemplo de vis. de la información (html). . . . .	52
<b>5 Conclusiones</b>	<b>53</b>
<b>A T-Box en sintaxis Manchester</b>	<b>55</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>67</b>

# Índice de figuras





# **Agradecimientos**



# Resumen

---

Habla de la motivación del trabajo y de los objetivos buscados

Un resumen  
del TFC



# Summary

(Summary here)

traducir el  
resumen del  
español al  
inglés.



# 1

## Introducción

En este capítulo haremos un breve repaso histórico a través de los diferentes acuerdos y tratados firmados, que han llevado a la educación superior en Europa desde un estado fragmentado y sin cohesión ninguna, hacia el marco existente en la actualidad - el Espacio Europeo de Educación Superior - que aumenta la compatibilidad y la comparabilidad de los distintos sistemas de educación, respetando siempre su diversidad.

### 1.1 Espacio europeo

El Espacio Europeo de Educación Superior (EEES en adelante) es un ambicioso proyecto puesto en marcha a nivel europeo para armonizar los diferentes sistemas universitarios europeos, y dotar de una mayor agilidad a universidades y alumnos mediante el intercambio de ideas y personas.

No tiene como objetivo estandarizar los diversos sistemas de educación superior sino aumentar su compatibilidad y comparabilidad.

## 1 Introducción

### 1.1.1 Historia

#### ***Charta Magna Universitatum***

En el año 1986, la Universidad de Bolonia realiza una propuesta a las más antiguas universidades europeas de crear una carta magna europea que recoja los valores tradicionales de la universidad y que aboge por la difusión de sus bondades. Esta idea tuvo una gran acogida por las universidades, que durante una reunión celebrada en Junio de 1987 en la propia Universidad de Bolonia a la que asistieron más de 80 delegados de diferentes universidades europeas, eligieron una comisión de ocho miembros encargados de confeccionar la Carta Magna. Esta comisión estaba compuesta por el Presidente de la Conferencia Europea de Rectores, los rectores de las universidades de Bolonia, Paris I, Lauven, Barcelona, el profesor D.Guisepppe Caputo (Universidad de Bolonia) y el profesor D.Manuel Nuñez Encabo (Presidente de la sub-comisión universitaria de la Asamblea Parlamentaria del Consejo Europeo. [24]. El documento estaba concluido en 1988, y fue ratificado por todos los rectores asistentes a la celebración del nonacentésimo aniversario de la fundación de la universidad de bolonia.

En esa Carta Magna [7] se considera que:

- El porvenir de la humanidad depende del desarrollo cultural, científico y técnico y que el epicentro de este desarrollo son las universidades.
- La obligación que la universidad contrae con la humanidad de difundir ese conocimiento para las nuevas generaciones, exige de la sociedad un esfuerzo adicional en la formación de sus ciudadanos.
- La universidad debe ser garante de la educación y formación de las generaciones venideras de modo que éstas contribuyan al equilibrio del entorno natural y de la vida.

Con estos hechos y objetivos, la Carta Magna proclama los cuatro principios fundamentales que sustentan la vocación de la universidad. Estos principios son:

- Independencia moral y científica frente al poder político, económico e ideológico.
- Indivisibilidad entre actividad docente y actividad investigadora.



- Libertad de investigación, enseñanza y formación. La universidad es un lugar de encuentro entre personas con la capacidad de transmitir el saber y ampliarlo con los medios puestos a su alcance para la investigación y el desarrollo (profesores) y personas que tienen el derecho, la capacidad y la voluntad de enriquecerse con ello.
- Eliminación de cualquier frontera geográfica o política y fomento del conocimiento intercultural.

Buscando cumplir esos muy ilustres objetivos, finaliza la carta magna manifestando la necesidad de alentar la movilidad de profesores y alumnos y de establecer una equivalencia, no sólo en materia de títulos, sino también de estatutos, de exámenes, y de concesión de Becas, e insta a los rectores firmantes a trabajar para que los Estados y organismos públicos implicados colaboren en el cumplimiento de las metas acordadas.

Actualmente, la Charta Magna Universitatum ha sido suscrita por 660 universidades de 78 países<sup>1</sup>.

### ***Declaración de La Sorbona***

Posteriormente a la ratificación de la Charta Magna Universitatum, el 25 de Mayo de 1998 los ministros de educación de Francia, Alemania, Italia y Reino Unido se reúnen en La Sorbona (París) y dictan una declaración conjunta que venía a dar un sustento político a la declaración recogida en la Charta Magna Universitatum.

En la Declaración de La Sorbona [3], realizada en el septuagésimo trigésimo primer aniversario de su fundación, los ministros de educación de los países arriba mencionados vienen a reconocer que Europa es una realidad supranacional, con un gran potencial humano gracias a los siglos de tradición universitaria, y promueve la creación de un marco europeo donde las entidades nacionales y los intereses comunes puedan relacionarse y reforzarse para el beneficio de Europa. Reconoce la pérdida de movilidad de los estudiantes y el empobrecimiento que eso causa a la sociedad, por lo que aboga por una vuelta al modelo clásico, donde el alumno pueda enriquecerse con estudios realizados en otras realidades sociales.

Establece como sistema de facto el aceptado actualmente (dividido en dos ciclos, llamados aquí universitario y de posgrado donde se realizará una

---

<sup>1</sup>Puede consultarse la lista de universidades en [http://www.magna-charta.org/magna\\_universities.html](http://www.magna-charta.org/magna_universities.html)

## 1 Introducción

elección entre una titulación de master o una de doctorado más extensa.) y fija el sistema de créditos ECTS como el óptimo para lograr la comparabilidad y convalidación entre diferentes países.

### ***Declaración de Bolonia***

El 19 de Junio de 1999 se firma en la Universidad de Bolonia (detonante de todo el proceso con su Cartha Magna Universitatum) el documento que da nombre al proceso de convergencia hacia un Espacio Europeo de Educación Superior (Proceso de Bolonia). La declaración de Bolonia [1] fué firmada por 29 ministros con competencias en educación superior. Supuso el espaldarazo definitivo a la creación del Espacio Europeo de Educación Superior. La Declaración de Bolonia fue redactada con la vista puesta en la Charta Magna Universitatum, pero sobre todo, en la Declaración de la Sorbona firmada el año anterior y que constituye el primer espaldarazo político a la creación de un área Europea de Educación Superior.

En ella se insiste de nuevo en la realidad supranacional en que se ha ido convirtiendo Europa, y de la concienciación creciente de la sociedad de la necesidad de construir un Europa con una sólida base intelectual, cultural, social y científico-tecnológica.

La declaración de Bolonia fija como meta última para Europa el lograr establecer un Área Europea de Educación Superior, y promocionar el sistema Europeo de enseñanza superior en el resto del mundo. Para lograr alcanzar estas metas propuestas, se establecen seis objetivos a cumplir a medio plazo (antes de la primera década del siglo XXI) que son:

- Adopción de un sistema de titulaciones fácilmente comprensible y comparable, gracias a la creación del suplemento del diploma, de modo que se facilite la obtención de empleo dentro del marco Europeo y la competitividad de su sistema educativo superior.
- Creación de un sistema basado en dos ciclos, pregrado y grado, de modo que sólo se pueda acceder al segundo ciclo una vez se haya superado satisfactoriamente el primero, con un periodo mínimo de tres años. El diploma obtenido después del primer ciclo será reconocido en el mercado laboral como un nivel adecuado de preparación. El segundo ciclo conducirá a la obtención del título de master o doctorado.
- Establecimiento de un sistema de créditos para propiciar la movilidad del alumnado. Estos créditos además, se podrán obtener por la rea-

lización de actividades no lectivas, siempre en el modo en que esté estipulado por la universidad receptora.

- Promoción de una movilidad efectiva, venciendo las trabas existentes a la libre circulación, y prestando especial atención a:
  - el acceso a estudios y otras oportunidades de formación y servicios relacionados de los alumnos.
  - reconocimiento y valoración de los periodos de estancia de los profesores, investigadores y personal de administración en instituciones europeas de investigación, enseñanza y formación, todo ello sin perjuicio de sus derechos estatutarios.
- Incremento de la cooperación Europea para asegurar la calidad de la enseñanza, para lo cual se deberán desarrollar criterios y metodologías comparables.
- Adecuación de las dimensiones Europeas de educación superior que tengan como objetivo el desarrollo curricular, cooperación interinstitucional, mejora de los esquemas de movilidad y de los programas integrados de estudio, formación e investigación.

Termina la declaración de Bolonia indicando que la creación del Área Europea de Educación Superior se logrará respetando las singularidades de cada país, la diversidad de lenguas, culturas, los diferentes sistemas de educación nacional y la autonomía de las Universidades, y establece un calendario de reuniones para realizar un seguimiento del proceso de implantación del Área Europea de Educación Superior.

### 1.1.2 El EEES en la actualidad

Los acuerdos de Bolonia son de una gran complejidad. Hemos de tener en cuenta que en la filosofía del EEES no está la homogeneización de la educación superior, sino el establecimiento de un método de comparación y compatibilización entre los diversos sistemas educativos, respetando la singularidad de cada uno de ellos. El desarrollo de una metodología que permita la comparabilidad y compatibilidad entre los diferentes sistemas educativos permitirá una mayor movilidad de estudiantes, profesores, investigadores y trabajadores, cumpliendo los objetivos pactados en la declaración de Bolonia. Esta mayor integración de los diferentes sistemas educativos europeos y la mayor movilidad de las personas que los componen, harán que Europa

## 1 Introducción

de una mano de obra mejor cualificada, lo que sin duda redundará en una mayor competitividad de la industria, ciencia y servicios europeos.

### ***Bolonia Follow-Up Group***

Desde el año 1999 y cada dos años, se viene celebrando con regularidad una Cumbre Ministerial para hacer balance del progreso realizado en la implantación del Área Europea de Educación Superior, y establecer metas a cumplir de cara a la celebración de la próxima Cumbre.

El encargado de organizar estas cumbres es el BFUG (Bolonia Follow-Up Group). El BFUG es el encargado de organizar las cumbres ministeriales y de elaborar el plan de trabajo, calendario de seminarios y otras actividades de interés para todos los participantes en el proceso. El BFUG está presidido por el país a cargo de la Presidencia de turno de la Unión Europea y está compuesto por los ministerios afectados por el Proceso Bolonia de los 47 países integrantes de Bolonia, la Comisión Europea y varias organizaciones europeas, como la Asociación de Universidades Europeas (EUA<sup>2</sup>) o el Centro Europeo de la UNESCO para la educación superior (UNESCO-CEPES<sup>3</sup>), estas últimas como miembros únicamente consultivos.

Las Cumbres Ministeriales celebradas hasta la fecha han sido Praga 2001<sup>4</sup>, Berlín 2003<sup>5</sup>, Bergen 2005<sup>6</sup>, Londres 2007<sup>7</sup> y Lovaina 2009<sup>8</sup>. En esta última cumbre se fijaron las prioridades para el Área Europea de Educación Superior, a cumplir en el próximo decenio, que son:

- Acceso equitativo para todos los grupos sociales
- Reconocimiento de las habilidades y competencias obtenidas fuera del marco puramente académico.
- Acceso al mercado laboral.
- Enseñanza centrada en el alumno.
- Educación, Investigación e Innovación.

---

<sup>2</sup><http://www.eua.be/>

<sup>3</sup><http://www.cepes.ro/>

<sup>4</sup><http://www.bologna.msmt.cz/PragueSummit/index.html>

<sup>5</sup><http://www.bologna-berlin2003.de/>

<sup>6</sup><http://www.bologna-bergen2005.no/>

<sup>7</sup><http://www.bologna-bergen2005.no/>

<sup>8</sup><http://www.ond.vlaanderen.be/hogeronderwijs/bologna/>

- Cooperación internacional.
- Movilidad del alumnado y profesorado.
- Recogida de información, para un mejor seguimiento de la implantación de Bolonia.
- Herramientas transparentes para la comparación de titulaciones.
- Financiación de las Universidades.

También se solicita al BFUG que prepare un plan de actuación para poder avanzar en las prioridades marcadas, y se le pide de manera específica que:

- Defina unos indicadores para medir la movilidad de alumnos y profesores.
- Considere el modo de que se pueda lograr una movilidad equilibrada, con un flujo total neutro, dentro del Área Europea de Educación Superior.
- Controle el desarrollo de mecanismos de transparencia para ser estudiados en la próxima Conferencia de Ministros que tendrá lugar en Bucarest en Abril de 2012.
- Cree una red que dé soporte a la expansión de Bolonia fuera del Área Europea de Educación Superior, haciendo un uso óptimo de las estructuras ya en funcionamiento.
- Siga desarrollando recomendaciones para el análisis de los distintos planes nacionales para el reconocimiento de créditos.

Con motivo del aniversario de la Conferencia de Bolonia, en el que se fijaban unos objetivos a cumplir antes de 2010, se celebró el pasado 11 y 12 de Marzo de 2010 un encuentro entre los países participantes en el Proceso de Bolonia para lanzar definitivamente el Área Europea de Educación Superior, comprometiéndose todos ellos a cumplir los objetivos marcados en Lovaina 2009 en la fecha prevista (2019). Este encuentro viene a plasmar el compromiso firme de los países participantes y las instituciones educativas contenidas en ellos con los principios acordados 11 años antes en la Universidad de Bolonia.

## **1 Introducción**

### ***Antecedentes del ECTS***

La herramienta que permitirá el cumplimiento de los objetivos fijados en Bolonia, y sobre la cual gira todo el EEES, es el sistema de créditos European Credit Transfer System.

Los créditos ECTS fueron establecidos[13] por el programa ERASMUS como una herramienta que permitía gestionar la movilidad académica de estudiantes y profesores acogidos al programa. Más tarde pasaron a utilizarse en el programa SOCRATES, y finalmente fueron adquiridos como unidad en el EEES, después de doce años de utilización dentro de los programas antes mencionados.

Los créditos vigentes antes de la entrada en vigor del EEES eran una medida de las horas lectivas que cada asignatura tiene asignadas. Eran créditos útiles para medir horas lectivas, pero que de ningún modo tenían en cuenta el esfuerzo global que el alumno tenía que hacer para superar la asignatura. Existía por tanto la anomalía de asignaturas eminentemente prácticas, con más horas de trabajo fuera del aula que dentro, que tenían asignados menos créditos que otras asignaturas más teóricas, que requerían menos trabajo fuera del aula. Es decir, un alumno debía dedicar más esfuerzo (más horas de trabajo) a una asignatura que le reportaba menos créditos, que a otra cuyo aporte de créditos al global de la titulación era mayor y requería menos horas de trabajo.

Los créditos ECTS vienen a eliminar la problemática sobre la contabilidad de los créditos, unificando la unidad de medida del trabajo preciso para la obtención del título. Los créditos ECTS contabilizan la carga de trabajo necesaria para el alumno para la superación de una materia.

### ***Sistema ECTS***

El sistema de créditos ECTS[6] es la piedra angular sobre la que se sustenta el EEES, sirve como nexo de unión a todos los países integrados en el proceso de Bolonia, la mayoría de los cuales han incorporado los créditos ECTS dentro de sus respectivos sistemas educativos.

Los créditos ECTS son una medida de la carga de trabajo que debe realizar el alumno para obtener las competencias precisas para superar con éxito una asignatura. La carga de trabajo antes mencionada incluye tanto actividades del aula (como clases magistrales, seminarios o exámenes...) como actividades fuera de ella (realización de proyectos, estudio solo o en

compañía...).

Se asignan 60 créditos ECTS a la carga de trabajo de todo un año lectivo, con la adquisición de las competencias asociadas. De modo general, un año lectivo suele constar de entre 1.500 y 1.800 horas de trabajo, lo que nos arroja un valor para el crédito de entre 25 y 30 horas de trabajo.

Los créditos se asignan para la titulación completa y luego se distribuyen proporcionalmente entre los componentes de la titulación en función del peso que cada uno tiene en la titulación. Los créditos se otorgan al alumno al finalizar las actividades formativas marcadas por el programa de estudios y al obtener las competencias requeridas para la superación de ese hito.

Es por tanto posible que, si un alumno ya ha adquirido con anterioridad ciertas competencias, los créditos asociados a la adquisición de dichas competencias sean convalidados al alumno, una vez que se haya comprobado mediante el oportuno reconocimiento la adquisición de dichas competencias.

Además, los créditos pueden ser transferidos de un programa a otro, ya sea este ofrecido por la misma institución o por otra diferente. Para que la transferencia de créditos pueda llevarse a cabo, es preciso que la institución receptora de dichos créditos reconozca los créditos otorgados y las competencias reconocidas por la institución oferente.

A continuación veremos en detalle las líneas maestras del ECTS

**El ECTS es un sistema de créditos centrado en el aprendizaje.** Su filosofía es una ayuda a las instituciones para el cambio de los sistemas de aprendizaje, desde uno centrado en el profesor, donde los créditos antiguos miden horas lectivas, hacia el centrado en el alumno propuesto por Bolonia, donde el crédito ECTS mide carga de trabajo para el alumno.

Además, los créditos ECTS en conjunción con el sistema de adquisición de competencias permite establecer una correlación entre la oferta educativa y el mercado laboral, prolongar de manera continua la educación y adquisición de competencias al flexibilizar los programas de estudios y facilitar el reconocimiento de los créditos y competencias ya adquiridos, y permite la movilidad entre instituciones de enseñanza, países y contextos de aprendizaje al facilitar una unidad de equivalencia entre todos ellos.

Los resultados del aprendizaje describen lo que se espera que los alumnos sepan, comprendan y sean capaces de realizar, una vez finalizado

## 1 Introducción

con éxito el itinerario formativo. La definición de resultados del aprendizaje clarifican los objetivos de los programas de estudio y permiten de este modo que estudiantes, profesores y demás partes implicadas en el proceso de aprendizaje los entiendan más fácilmente, así como facilitar la comparación entre diferentes cualificaciones o comprender de manera más fácil las aptitudes logradas en una titulación.

La identificación de los resultados del aprendizaje en un plan de estudios es crítica, ya que de ella dependerá en buena medida el cálculo de la carga de trabajo, y por tanto, los créditos asignados. Una vez que los responsables del desarrollo de los resultados del aprendizaje de una titulación han establecido el perfil y los resultados esperados de dicha titulación (y de cada uno de sus componentes o módulos), el uso de créditos ECTS les permite estimar de manera más realista la carga de trabajo necesaria, y a elegir los métodos docentes y las diferentes actividades formativas más adecuadas.

Los resultados del aprendizaje de un componente del programa educativo (asignatura, módulo, etc), debe ir acompañado de un criterio de evaluación claro y adecuado, ya que los créditos únicamente se otorgarán al alumno una vez se haya comprobado que éste ha adquirido los conocimientos y competencias definidos en el resultado del aprendizaje. Los resultados del aprendizaje permiten evaluar conocimientos y destrezas adquiridos en otros entornos diferentes a la educación superior normal, asignarles créditos y que de este modo sean reconocidos a la hora de la consecución de un título formativo.

**Resultados del aprendizaje y competencias.** En Europa se utilizan diversas definiciones de *resultados del aprendizaje y competencias*. No obstante todos ellos están relacionados de una u otra manera con aquello que el estudiante va a conocer, comprender y ser capaz de hacer al final del ciclo educativo. El uso de estos dos términos forma parte troncal del nuevo paradigma de la educación según Bolonia, situando al estudiante en el centro de todo el proceso educativo.

En el Marco de cualificaciones para el EEES, los resultados del aprendizaje y las competencias se consideran productos globales del aprendizaje. Son declaraciones genéricas de expectativas de niveles de consecución de competencias y habilidades relacionados con el ciclo de Bolonia. En este marco el término *competencia* adquiere un sentido amplio, lo que permite matizar entre diferentes niveles de adquisición de habilidades y destrezas.



El Marco Europeo de Cualificaciones para el aprendizaje permanente diferencia entre conocimiento, destrezas y competencias. El término *competencia* se define aquí como «la capacidad demostrada de utilizar conocimientos, destrezas y habilidades personales, sociales y metodológicas en situaciones de estudio o trabajo, y tanto en el ámbito personal como en el profesional.» En este caso el término *competencia* se entiende como la capacidad para transferir los conocimientos a la práctica.

El Proyecto Tuning distingue entre resultados del aprendizaje y competencias para distinguir los roles de profesores y estudiantes. En el contexto de Tuning, las competencias representan una combinación de conocimientos, comprensión, destrezas, habilidades, y actitudes, y se establece la distinción entre competencias genéricas y las específicas de una disciplina. Desarrollar todas estas competencias es el objetivo del proceso de aprendizaje y de un programa educativo. El profesorado identifica los resultados del aprendizaje, que expresan el nivel competencia adquirido por el alumno.

**ECTS, niveles académicos y descriptores de los niveles.** Los marcos de cualificaciones europeos se basan en descriptores consensuados de los niveles académicos. Estos descriptores llevan asociados resultados del aprendizaje y créditos. El Marco de Bolonia ha acordado descriptores de ciclo con resultados del aprendizaje y un rango de créditos.

Estos descriptores permiten conocer las expectativas habituales de logros y habilidades asociados con las cualificaciones que representan el final de cada uno de los ciclos de Bolonia. Estos descriptores no representan un umbral o unos requisitos mínimos, y tan solo pretenden identificar la naturaleza de la cualificación en su conjunto.

Los dos primeros ciclos de Bolonia están relacionados con los siguientes rangos de créditos ECTS. Las cualificaciones de primer ciclo incluyen entre 180 y 240 créditos ECTS. Las cualificaciones de segundo ciclo incluyen entre 90 y 120 créditos ECTS. 60 créditos ECTS componen la carga de trabajo de un año académico normal a tiempo completo, dentro de un programa de aprendizaje formal. Esta norma se aplica, independientemente del nivel, a todas las cualificaciones de educación superior.

Los marcos de cualificaciones pueden contener niveles intermedios dentro de los ciclos de Bolonia, lo que permite a las instituciones organizar una titulación y regular la progresión del alumno a lo largo de ésta. Los créditos siempre se describen en función del nivel en que

## 1 Introducción

se otorgan y según los resultados del aprendizaje de un programa o componente del mismo. Sólo los créditos otorgados en un nivel pueden acumularse para la obtención del título

**Creditos ECTS y carga de trabajo.** La carga de trabajo indica las horas de trabajo que el alumno debe invertir en las diferentes actividades formativas necesarias para alcanzar los resultados del aprendizaje esperados.

Previamente a calcular la carga del trabajo vinculada a un programa académico deben definirse los resultados del aprendizaje, en función de los cuales se elegirán las actividades formativas adecuadas y de este modo calcular la carga de trabajo necesaria para llevarlas a cabo.

El cálculo de las horas de trabajo no debe basarse únicamente en las horas que el personal docente y el alumno comparten, sino que debe abarcar todas las horas que el alumno dedica a las diferentes actividades formativas, incluidas aquellas que el alumno desarrolla por su propia cuenta o en colaboración con otros alumnos, incluso aquellas destinadas a la preparación y el desarrollo de las pruebas de evaluación.

### 1.2 Motivación

Como vemos, el proceso de Bolonia introduce cambios sustanciales en la educación superior europea. Estos cambios tan profundos en el paradigma de la educación conllevan la introducción de muchos conceptos, algunos de ellos de nueva creación. Estos conceptos no son siempre conocidos para el personal que debe desarrollar los planes de estudio, e incluso en el caso de que el personal docente conozca el significado de dichos términos, pueden existir diversos matices en cuanto a su interpretación, lo que en la práctica conlleva a malentendidos y equívocos.

Ocurre a menudo que cuando varias personas materializan en la mente un objeto, cada una de ellas lo hace con diferentes cualidades o distinto nivel de detalle. Cuando pensamos en un *vehículo*, algunos imaginarán una moto, otros un coche, un ciclomotor, etc. Todas las representaciones tienen una estructura básica en común (un objeto que permite desplazarse a personas) que es aquello que realmente define el concepto de *vehículo*, aunque como hemos visto cada uno imagina ese vehículo de acuerdo a sus experiencias o preferencias personales.

Y aunque todos imaginásemos el mismo tipo de vehículo, como un coche, esta definición puede ser más concreta o abstracta en función de las necesidades del universo que estamos describiendo. Para un recaudador de impuestos municipales, un *coche* se reduce a un vehículo a motor, con una matrícula, unos caballos fiscales y un obligado tributario. Para la persona que va a comprar un *coche* a un concesionario le importará saber si tiene tres o cinco puertas, consumo, prestaciones, habitabilidad, equipamiento, etc. Y para el dueño de la concesión, un *coche* se reduce a un apunte contable en la cuenta del debe o del haber, según corresponda.

Es importante por ello acometer una unificación de los conocimientos antes de poner en marcha el diseño del plan de cara a evitar errores de diseño derivados de un error conceptual. Las ontologías son herramientas utilizadas para modelar el universo (una parte al menos) de modo que todos los actores implicados en el desarrollo del plan tengan una visión unificada e inequívoca del mismo.

### 1.2.1 Ontologías

Una ontología no es un vocabulario ni un diccionario donde figuran las definiciones de los conceptos utilizados. Una ontología es un mapa donde conceptos y significados se entrecruzan. Se trata de una forma de representación del conocimiento que permite tener un entendimiento común y compartido de un dominio, de modo que diferentes personas o sistemas puedan compartir una misma visión de ese dominio.

Existen varias definiciones formales de Ontología. Varios autores refieren la definición tal y como a la facilita Tom Gruber[22]. Según esa definición, una ontología es una especificación de una conceptualización. Otra definición más concreta es la ofrecida por Weigand[28], según el cual una ontología es una base de datos que describe los conceptos del mundo o algún subdominio, algunas de sus propiedades, y como se relacionan cada uno de los conceptos. Para un sistema basado en el conocimiento, podemos asumir que sólo existe aquello que podemos representar, y que todo aquello que no pertenece al dominio de la ontología, no existe.

El uso de ontologías implica por tanto la definición de un vocabulario y reglas gramaticales que relacionen los vocablos. Estas reglas gramaticales nos permitirán realizar preguntas a la ontología cuyas respuestas deberán ser, forzosamente, coherentes con las definiciones y constantes de la ontología. Todas estas propiedades de las ontologías nos permitirán:

## 1 Introducción

- Intercambiar datos entre diferentes sistemas.
- Crear servicios de consulta.
- Crear bases de conocimiento reusables.
- Ofrecer servicios para facilitar la interoperabilidad entre diversos sistemas y bases de datos.

Todas estas propiedades se pueden resumir diciendo que el uso de ontologías nos permitirá especificar una representación del modelo de datos a un nivel superior al del diseño de bases de datos específicas, lo que permitirá la exportación, traducción, consulta y unificación de la información a través de sistemas y servicios desarrollados de manera independiente.

La palabra ontología se utiliza a menudo para hablar de métodos de modelado del universo estructurados en mayor o menor medida, como puedan ser las taxonomías, los tesauros o las ontologías. Las ontologías constan de clases (conceptos presentes en los diversos dominios de interés), relaciones entre dichas clases y las propiedades o atributos que tienen esos conceptos.

De modo general, las ontologías se expresan en lenguajes basados en conceptos lógicos, de modo que se puedan distinguir de manera inequívoca las diferentes clases, propiedades y relaciones. Incluso algunas herramientas automáticas pueden realizar razonamiento autónomo sobre esas ontologías, como la búsqueda semántica y conceptual, agentes software, ayuda a la toma de decisiones, entendimiento del lenguaje natural, gestión del conocimiento, etcétera.

Las ontologías son críticas para aplicaciones que deben gestionar información para diversas comunidades. XML es suficiente para el intercambio de información, pero todas las partes implicadas deben, con anterioridad al intercambio, haber llegado a un acuerdo sobre la semántica. Es más, la ausencia de dicha semántica es lo que impide que las aplicaciones puedan continuar con su trabajo, cuando cambia el vocabulario XML. RDF en cambio sí que permite la asociación de significado semántico a ciertos «identificadores», de modo que en RDF nos podemos encontrar con clases que poseen subclases y superclases, así como con propiedades, subpropiedades, dominios y rangos. Pero sin embargo, RDF carece de una semántica más rica y compleja que permita la definición de expresiones complejas, como clases disjuntas por poner un ejemplo.

### Metas

Como regla general, las ontologías vienen a cubrir determinadas necesidades, para las cuales o bien son la única herramienta válida, o bien resultan ser la herramienta más adecuada. De cualquier modo, hay que aclarar que se trata de una mera enumeración de situaciones o casos de uso y no recomendaciones, y que no es preciso que se den todas y cada una de ellas para justificar el uso de ontologías.

1. El intercambio de información requiere para que sea efectivo del acuerdo previo, entre las partes que realizan dicho intercambio, sobre las definiciones de los identificadores utilizados. Las ontologías proveen de identificadores estandarizados y descripciones formales de esos identificadores, de modo que todos los usuarios de esa ontología acuerdan de modo implícito utilizar los mismos identificadores, y lo que es más importante, con el mismo significado.

A menudo no es suficiente con usar ontologías compartidas. Pudiera ser que un usuario encontrase que una ontología existente cubre el 80 % de sus necesidades, pero que el 20 % restante no estuviese definido. Este usuario no tendría que comenzar a diseñar una ontología desde cero, sino que podría reutilizar las ya existentes y extenderlas hasta cubrir el 100 % de sus necesidades añadiendo identificadores y definiciones propias.

Es por ello que las ontologías deberían estar a disposición de terceros de modo que los usuarios completar las ya existentes para cubrir nuevos significados.

2. El mundo cambia constantemente, y por ello sería desable que las ontologías también lo hiciesen al mismo compás. Las ontologías deberían ser capaces de evolucionar, daod que se puden encontrar errores en versiones anteriores, aparezca nueva terminología o una nueva forma de modelar el dominio.

Por ello es importante que cada versión de una ontología posea un número de versión. Es más, también se debería especificar qué versiones son o no compatibles, entre sí, no para eliminar las incompatibles, sino para distinguir unas de otras. Dado que es posible que en una revisión posterior se cambie el significado de un identificador sin modificar su descripción formal, es preciso que el autor de la revisión indique dichos cambios de manera explícita.

## 1 Introducción

Pero se ha de tener en cuenta que la evolución de una ontología es distinto de la extensión de ontologías, donde la ontología original no se ve modificada por su extensión.

3. A pesar de que las ontologías compartidas permiten cierto grado de interoperabilidad entre dominios, existen casos donde es posible modelar de varias formas el mismo universo, debido a diferentes perspectivas. Por ello, para permitir que los sistemas informáticos puedan procesar información proveniente de ontologías heterogéneas las ontologías deben soportar el uso de primitivas que permitan mapear conceptos hacia otras ontologías.

Esto permite transformar, o si no al menos transportar conceptos desde unas hacia otras ontologías, creando de este modo una red de ontologías.

4. Podemos encontrar, entre las distintas ontologías que modelen un mismo universo y aunque a priori puedan ser compatibles, inconsistencias que hagan dichas ontologías incompatibles. Es importante que las inconsistencias puedan ser detectadas de manera automática, de modo que se prevenga la corrupción de datos consistentes o la combinación de datos incompatibles.

### 1.2.2 Unificar conocimiento en un marco único y formal

El uso de ontologías para la especificación del conocimiento nos permitirá trabajar con una única representación del conocimiento, válida para todos los actores involucrados en el proceso de educación. Esta visión única y global nos permitirá que quienes quieran que sean las personas que precisen trabajar sobre el conocimiento representado compartirán todas ellas una misma visión de conjunto.

De manera adicional, se logra que los conceptos utilizados en la descripción del conocimiento estén definidos de manera precisa en la propia ontología, con lo que se elimina la necesidad de acudir a fuentes externas, y por tanto se unifica el significado de los conceptos introducidos. De este modo, al unificar la representación del conocimiento y las significación de sus conceptos, logramos crear un marco único y formal, que posibilita:

- la eliminación de ambigüedades, al trabajar todos los agentes sobre un mismo marco de representación.

- un rápido intercambio de ideas, ya que se elimina la necesidad de "traducción".
- dotar al modelo de conocimiento de una elevada adaptabilidad a cambios futuros, pues las bases han sido creadas sin ambigüedades ni incertidumbres.

### 1.2.3 Marco unificado

Aquí tengo que hablar con Ángel, porque no sé muy bien qué poner aquí. Busca en internet.

### 1.2.4 Hipótesis: herramientas automáticas

Como ya hemos hablado antes, la utilización de un marco unificado para la representación del conocimiento, nos permite homogeneizar el marco del conocimiento del caso de estudio, de modo que sistema y usuarios comparten la misma visión de ese mundo modelizado. Esta unificación del marco de conocimiento nos es muy útil a la hora de utilizar herramientas que, de forma automática, realicen las más variadas tareas sobre el marco creado, como pueden ser la extracción de información o la inferencia. Este marco único se ha modelado utilizando la aplicación Protegè[14]. Protegè es un editor de ontologías libre, con una filosofía «open source» que además soporta varios formatos, entre los que destaca OWL[27]. Protegè ha sido desarrollado por el centro de investigación informática y biomédica[15] de la Escuela Universitaria de Medicina de la universidad de Stanford[26], con la colaboración de DARPA, eBay, National Cancer Institute, National Institute of Standards and Technology, National Library of Medicine y National Science Foundation, entre otros. Gracias al formato OWL soportado por Protegè, a su filosofía de software libre, y a los apoyos recibidos por parte de diversas instituciones como las arriba mencionadas, existen multitud de herramientas disponibles para trabajar de manera automática con las ontologías creadas por Protegè, ya sea en forma de plug-in's o en forma de herramientas que trabajan directamente sobre la ontología en formato OWL. Entre la legión de herramientas encontradas, destacamos:

- OWL-Lint[16]. Herramienta para el test automático de ontologías para depuración, control de calidad, etc.

## 1 Introducción

- Outline and Existential Tree Views[17]. Herramienta que nos permite la navegación a través de una ontología, no sólo mediante el uso de la relación existencial es-un.
- Cloud Views [18]. Herramienta que permite visualizar la ontología como una nube de tags, cada uno con su correspondiente peso basado en distintos criterios (profundidad, uso, ...).
- Ontology browser[25]. Herramienta que permite la navegación a través de la ontología, y que construye los documentos html de manera dinámica.
- OWLDoc[19]. Herramienta que genera un conjunto de páginas html (la mayoría estáticas) para su publicación en web.
- OWL2UML[20]. Herramienta que crea un diagrama UML que representa la ontología activa.

### 1.2.5 Crítica al sistema de hojas de cálculo disgregadas (disgregación de la información, redundancia, incoherencia, etc.)

Con la llegada del nuevo plan de estudios, fue necesario redistribuir las horas docentes de cada asignatura (Créditos ECTS) en función del número de horas que el alumno debía dedicar a ella para adquirir las competencias definidas por el plan de estudios. Con la finalidad de facilitar esta transición hacia una visión «alumno» del grado, se crearon unas hojas de cálculo destinadas a aglutinar toda la información relativa a las asignaturas de un departamento y a distribuir las horas lectivas de cada asignatura. Este archivo de excel, consta de 8 hojas de cálculo, las siguientes:

- Hoja 1: Consta de una pequeña nota con la definición de los diferentes métodos docentes.
- Hoja 2: Consta de una pequeña reseña con la definición de las diferentes actividades formativas
- Hoja 3: En esta hoja, denominada «Plantilla Alumnos» se recogen diferentes estadísticas sobre los alumnos, los años que tardan en finalizar los estudios y previsiones sobre el rendimiento de los alumnos.



- Hoja 4: En esta hoja, llamada Plantilla Prof-Dept, se dividen los grupos de alumnos en cuatro clases, dependiendo del número de alumnos en cada grupo. Luego, en función del número de profesores presente en el departamento y su disponibilidad, la hoja calcula el total de horas disponibles para la docencia.
- Hoja 5: En la quinta hoja del libro de excel, llamada «Plantilla ACT y MET», se recoge, en una misma hoja de cálculo, los datos de la asignatura (nombre, número de créditos, etc), prerequisites, número de horas de cada actividad formativa, métodos docentes aplicados, número de horas dedicadas a la preparación de la evaluación de cada métodos evaluador, y capacidades adquiridas por el alumno tras cursar esta asignatura. Al final, la hoja recoge el total de horas utilizadas por el alumno y las transforma en créditos ECTS. Adicionalmente, debajo de este cuadro, aparecen repartidas las horas de docencia y las horas destinadas a evaluación por el departamento.
- Hoja 6: Angel, puede ser esto otra versión de la hoja anterior??
- Hoja 7: En esta séptima hoja, llamada «Plantilla C\_ESPECIFICAS» vienen recogidas todas las competencias específicas del plan de estudios, el número de horas dedicadas a cada actividad formativa, las actividades formativas que permiten al alumno adquirir cada capacidad y el nivel adquirido por el alumno a la finalización de la asignatura.
- Hoja 8: En esta última hoja del fichero, «Resultado C\_Generales», se recoge en una tabla todas las competencias generales que se pueden adquirir en el curso de la titulación, junto con el número de horas dedicadas a cada actividad formativa para la adquisición de cada competencia. Una última columna nos indicará el total de horas dedicadas a la adquisición de cada competencia.

Como primer apunte al método empleado, podríamos subrayar el uso de una herramienta como es la hoja de cálculo para un fin que no es el propio. Como consecuencia, tenemos tablas ineficientes, con muchos datos, campos con texto mezclados con números, y que a primera vista resultan muy poco claras. Este sistema de hojas de cálculo es claramente ineficiente, y su principal problema es la ausencia de un criterio definido a la hora de definir conceptos. Toda la información queda embarullada y mezclada, y resulta muy difícil rellenar las hojas para una única asignatura, de modo que rellenar los datos completos de toda una materia o incluso un grado resulta

## 1 Introducción

una tarea excesivamente dificultosa. (¿SE PODRÍAN ADJUNTAR LAS HOJAS DE CÁLCULO A MODO DE MUESTRA?)

En resumen, el sistema de hojas de cálculo empleado adolece de:

- Falta de precisión en los conceptos.
- Inexistencia de límites en la asignación de horas de trabajo a las asignaturas, quedando supeditada la corrección de la asignación de horas al buen hacer de la persona que rellena hoja.
- Falta de control en la adquisición de competencias, quedando de nuevo supeditado al buen hacer de la persona que rellene las hojas de cálculo.
- Exceso de información en cada hoja de cálculo. Por ejemplo, en las competencias específicas y generales se muestran las de todo el plan de estudios, en lugar de tan solo las competencias que deban ser adquiridas al cursar dicha asignatura.
- Inexistencia de relación entre las asignaturas y la materia en que se engloban.
- Invisibilidad del resto del plan. La asignatura cursada forma parte de una materia y esa materia de un plan de estudios. Esa relación debe estar plasmada, dado que no son conceptos aislados, si no que están muy estrechamente ligadas.

Además de estas carencias, poniendo la vista en un medio-largo plazo, resulta a priori muy complicado la automatización de tareas como puedan ser la asignación de horas a cada departamento o profesor, el cambio en alguna competencia del plan de estudios, o la inclusión de alguna materia o asignatura. Es necesario construir las bases de manera que en un futuro la ampliación del sistema o la modificación del universo de trabajo resulte cómoda y eficiente.

### 1.3 Objetivos

Los objetivos principales del presente documento son:

- Crear un marco único y formal de conocimiento de modo que todos los conceptos sean inequívocos y cualquier persona, aún a pesar de

### 1.3 Objetivos

no estar familiarizada con la estructura de un plan de estudios pueda consultar, añadir y modificar información al sistema. Este marco único garantizará que toda la información incluida en el sistema sea coherente con el conocimiento modelado.

- Mejora de la presentación de la información, de modo que sea sólo sea visible aquella que tenga significado en el contexto de trabajo.
- Relacionar las asignaturas, con las materias, el plan de estudios y la normativa que rige la educación superior, de modo que tanto desde un punto de vista mas generalista o más específico, el usuario conozca dónde está trabajando, y cómo se relaciona la información visualizada con el resto del universo modelado.

Con estos objetivos cumplidos, estaremos sentando las bases para tener un sistema estable y acotado, de modo que podamos:

- Ampliar el modelo de conocimiento hacia otros planes de estudios, incluidos aquellos cursados en universidades extranjeras adheridas al marco europeo de educación superior.
- Crear o aplicar herramientas automáticas al conocimiento modelado, que faciliten el trabajo con la información contenida.

Además, con toda la documentación generada, será una tarea sencilla la modificación del marco de conocimiento para adaptarlo a nuevas leyes o normativas europeas para que si éstas cambian en un futuro, las herramientas desarrolladas y la información contenida sea fácilmente portable hacia el nuevo marco educativo.



# 2

## Ontología de nuestro plan de grado

### 2.1 Herramienta utilizada:Protégé

Protégé[14] es un framework para la edición de ontologías de código abierto. Las ontologías creadas con protégé se pueden exportar a muy diversos formatos, entre los cuales se incluyen RDF(S), OWL e incluso esquemas XML. Protégé está construido en Java y admite extensiones creadas por los usuarios por lo que constituye una excelente base para el desarrollo de aplicaciones o prototipos. Adicionalmente, Protégé cuenta con amplica comunidad de usuarios (desarrolladores, docentes, estudiantes e instituciones gubernamentales y corporaciones privadas) que utilizan Protégé como base de conocimiento en áreas tan diversas como la biomedicina o la adquisicion de conocimiento.

### 2.2 Introducción al documento de trabajo

Para crear la ontología, se ha partido del documento [11]. Este documento es el remitido a ANECA<sup>1</sup> para su validación de acuerdo a las normas especificadas en el marco europeo. Aneca, como miembro de ENQA<sup>2</sup>, EQAR<sup>3</sup> y INQAAHE<sup>4</sup> es el encargado de validar los planes de estudios y de certificar el cumplimiento de los requisitos marcados por Bolonia.

Con el propósito de poder comprender mejor la construcción de la ontología, vamos a comenzar haciendo un pequeño resumen de los puntos 3 y 5, referidos a los objetivos del título y a la planificación de las enseñanzas. HAY QUE HABLAR EN ESTA PARTE DE TODO LO QUE COMPONE LAS MATERIAS, ETC; DE ACUERDO CON LO DESCRITO EN LAS DATATYPE PROPERTIES:

- **Objetivos del título.** Los objetivos generales del título son la adquisición por parte del egresado, de unos niveles mínimos de adquisición de una serie de capacidades, competencias y destrezas generales. Los objetivos van a fijar las capacidades mínimas de todo alumno al finalizar los estudios.
- **Competencias generales y específicas.** Estas capacidades, objetivos en la denominación dada por el documento, son adquiridas por el alumno mediante la adquisición de diversas competencias, en distintos grados. La adquisición programada de estas competencias es lo que permitirá al alumno cumplir con los objetivos establecidos para el plan de estudios, y poder afrontar las diversas situaciones que en su vida laboral deberá afrontar. Las competencias se diferencian entre ellas según sean específicas de un título (aquellas que definen procedimientos y actitudes propias de un título) o generales si lo que definen son competencias de carácter general, aplicables a varios títulos. En cuanto al nivel de adquisición de cada competencia, se asumirá que el alumno alcanza un nivel de adquisición óptimo, de acuerdo a los objetivos propuestos, conforme va cursando las distintas asignaturas que le van otorgando esas competencias. Es tarea del evaluador, comprobar que el grado de adquisición de competencias por parte del alumno es el

---

<sup>1</sup>Agencia Nacional de Evaluación de Calidad y Acreditación - [www.aneca.es](http://www.aneca.es)

<sup>2</sup>European Association for Quality Assurance in Higher Education - [www.enqa.eu](http://www.enqa.eu)

<sup>3</sup>European Quality Assurance Register for Higher Education - [www.eqar.eu](http://www.eqar.eu)

<sup>4</sup>International Network for Quality Assurance Agencies in Higher Education - [www.inqaahe.org](http://www.inqaahe.org)

adecuado.

- **Materias.** El curso de las diferentes materias, debe asegurar la adquisición de todas las competencias, tanto específicas como generales, definidas en el perfil del título. El trabajo fin de carrera será considerado como una materia más. La materia optatividad, no consta de ninguna asignatura, para facilitar una rápida reacción ante cualquier cambio tecnológico, profesional o formativo que se produzca.
- **Asignaturas.** Debido a limitaciones del lenguaje, no se tendrán en cuenta limitaciones sobre la extensión de las asignaturas en créditos, limitaciones sobre la multiplicidad de los créditos, ni se hablará acerca de las horas reales a que equivale cada crédito ECTS. Tampoco se controlará el número de asignaturas programadas por semestre, ni se determinará qué número de créditos están destinados a la adquisición de competencias transversales. Tampoco se controlará la correcta distribución de créditos por semestres, ni por asignaturas básicas, obligatorias u optativas. Las asignaturas optativas quedan, por el momento, fuera del alcance de este trabajo, por no estar definidas en el documento remitido a ANECA. Se verá con más detalle más adelante cuando se traten los individuos de que consta la ontología. Tal y como se especifica en el documento, la inclusión de asignaturas como requisitos de terceras, no especifica una obligatoriedad al uso, y no limita el curso de unas asignaturas antes que otras, sino que es meramente una recomendación del itinerario curricular que debería seguir el alumno.

Como ya se comentó al describir el lenguaje OWL, el propósito de la ontología es lograr una descripción única del mundo que se está modelando. Haciendo una analogía con la lingüística, podríamos decir que las ontologías se utilizan para comprobar la sintaxis, pero no es válida para comprobar la semántica del lenguaje. Por tanto, es posible introducir restricciones del tipo ‘toda asignatura debe pertenecer a una materia’, o ‘las competencias satisfacen los objetivos establecidos sobre el plan de estudios’, pero no es posible decir, en OWL ‘la suma de los créditos de una materia debe ser igual a la suma de los créditos de todas las asignaturas que lo componen’, o ‘las asignaturas básicas deben sumar 60 créditos’.

### 2.3 Explicación de la ontología

Las ontologías OWL e protégé están compuestas por clases, propiedades e individuos. Las ontologías OWL incluyen además operadores, como unión, intersección o negación, lo que nos permite, además de describir conceptos, definirlos. De este modo, los conceptos más complejos pueden construirse sobre definiciones de otros más simples, lo que facilita la concepción y mantenimiento de estos sistemas. Además, el uso de ontologías OWL-DL, nos permite el uso de herramientas automáticas para comprobar que todas las sentencias y definiciones que conforman el lenguaje son consistentes, además de poder razonar qué individuos encajan en qué descripciones, o si la jerarquía establecida es consistente con los individuos presentes y sus descripciones. Primeramente se mostrarán las clases, pero no se hablará de sus relaciones ni de los individuos que la componen. Posteriormente se tratarán la propiedades de los objetos (sus relaciones), y por último se entrará a detalle con los individuos que componen la ontología, explicando las relaciones, clases y propiedades de ellos.

#### 2.3.1 Clases de la ontología

Las clases se pueden definir en protégé como conjuntos que contienen individuos. Las clases se describen utilizando descripciones formales que definen inequívocamente los requisitos de pertenencia a una clase. Las clases se organizan en conjuntos de superclases y subclases, que forma la taxonomía de nuestro universo en observación. Esta taxonomía puede ser obtenida de manera automática por un razonador, que también puede comprobar su consistencia. Se han definido siete clases para la creación de nuestra ontología.

**Objetivo\_General.** Con la clase Objetivo\_General queremos definir el conjunto de individuos que componen los objetivos generales del título. Esta clase no cuenta con ninguna definición, ya que los objetivos generales vienen definidos en el título. El único criterio de pertenencia posible a esta clase, es la definición de objetivos en el plan de estudios.

**Competencia.** La clase Competencia agrupa a todas las competencias que es preciso adquirir para lograr el cumplimiento de los objetivos generales establecidos. Se definen como competencias todos aquellos individuos que representan aptitudes y actitudes, cuya adquisición por



parte del alumno conlleva la consecución de los objetivos generales propuestos para la obtención del título.

Formalmente, se define como aquellos individuos que están relacionados con individuos de la clase *Objetivo\_General* mediante la propiedad que defina la adquisición, al menos una vez y que sólo tengan relación con individuos de la clase *Objetivo\_General*:

$CO\_seAdquiereParaCumplir\_OG \ m \in \ 1 \ Objetivo\_General \cap$   
 $CO\_seAdquiereParaCumplir\_OG \ \mathbf{some} \ Objetivo\_General$

$Competencia \supseteq (Competencia\_General \cup Competencia\_Específica)$

$Competencia\_General \cap Competencia \ Específica = \emptyset$

## 2.4 Vocabulario

El mapa de los tipos de datos es una sextupla de la forma:

$$D = (N_{DT}, N_{LS}, N_{FS}, \cdot^{DT}, \cdot^{LS}, \cdot^{FS})$$

donde:

- $N_{DT}$  es un conjunto de tipos de datos donde no está incluido el tipo *rdfs : Literal*.
- $N_{LS}$  es una función que asigna a cada tipo de datos  $DT \in N_{DT}$  un conjunto  $N_{LS}(DT)$  de strings llamados *formas léxicas*. El conjunto  $N_{LS}(DT)$  recibe el nombre de *espacio léxico* de  $DT$ .
- $N_{FS}$  es una función que asigna a cada tipo de datos  $DT \in N_{DT}$  un conjunto  $N_{FS}(DT)$  de pares  $(F, v)$ , donde  $F$  es una *dimensión restringida* y  $v$  es un valor arbitrario llamado *valor restringido*. El conjunto  $N_{FS}(DT)$  se llama *espacio de dimensiones* de  $DT$ .
- Para cada tipo de datos  $DT \in N_{DT}$ , la *función de interpretación*  $\cdot^{DT}$  asigna a  $DT$  un conjunto  $(DT)^{DT}$  llamado *espacio de valores* de  $DT$ .
- Para cada tipo de datos  $DT \in N_{DT}$  y cada forma léxica  $LV \in N_{LS}(DT)$ , la *función de interpretación*  $\cdot^{LS}$  asigna al par  $(LV, DT)$  el valor  $(LV, DT)^{LS} \in (DT)^{DT}$ .

## 2 Ontología de nuestro plan de grado

- Para cada tipo de datos  $DT \in N_{DT}$  y cada par  $(F, v) \in N_{FS}(DT)$ , la función de interpretación  $\cdot^{FS}$  asigna a  $(F, v)$  el conjunto  $(F, v)^{FS} \subseteq (DT)^{DT}$ .

Un vocabulario  $V = (V_C, V_{OP}, V_{DP}, V_I, V_{DT}, V_{LT}, V_{FA})$  sobre un mapa de datos  $D$  es una séptupla que consta de los siguientes elementos:

- $V_C$  es un conjunto de clases según la especificación *OWL2*<sup>5</sup> que contiene al menos las clases *owl:Thing* y *owl:Nothing*.
- $V_{OP}$  es un conjunto de propiedades sobre objetos tal y como están definidos en la especificación *OWL2*, que contiene al menos las propiedades *owl:topObjectProperty* y *owl:bottomObjectProperty*.
- $V_{DP}$  es un conjunto de propiedades de datos según la especificación *OWL2* que contiene al menos las propiedades *owl:topDataProperty* y *owl:bottomDataProperty*.
- $V_I$  es un conjunto de individuos (con nombre y anónimos) tal y como se definen en la especificación de *OWL2*.
- $V_{DT}$  es el conjunto que contiene todos los tipos de datos definidos en  $D$ , el tipo de datos *rdfs:Literal*, y posiblemente otros tipos de datos, lo que nos lleva a inferir que  $N_{DT} \cup \{rdfs : Literal\} \subseteq V_{DT}$ .
- $V_{LT}$  es un conjunto de literales  $(LV)^{DT}$  para cada tipo de datos  $DT \in N_{DT}$  y cada forma léxica  $LV \in N_{LS}(DT)$ .
- $V_{FA}$  es el conjunto de pares  $(F, lt)$  para cada dimensión restringida  $F$ , tipo de datos  $DT \in N_{DT}$  y literal  $lt \in V_{LT}$  tales que  $(F, (LV, DT_1)^{LS}) \in N_{FS}(DT)$ , donde  $LV$  es la forma léxica de  $lt$  y  $DT_1$  es el tipo de datos de  $lt$ .

Dado un vocabulario  $V$ , de ahora en adelante se utilizará la siguiente notación:

- $OP$  denota una propiedad de un objeto.
- $OPE$  denota una expresión de una propiedad de un objeto.
- $DP$  denota una propiedad de un dato.
- $DPE$  denota una expresión de una propiedad de un dato.
- $C$  denota una clase.
- $CE$  denota una expresión de una clase.
- $DT$  denota un tipo de datos.

---

<sup>5</sup><http://www.w3.org/TR/owl2-direct-semantics/#ref-owl-2-specification>

- $DR$  denota un rango de datos.
- $a$  denota un individuo, con nombre o anónimo.
- $lt$  denota un literal.
- $F$  denota una dimensión restringida.

## 2.5 Interpretación

Dado un mapa de tipos de datos  $D$ , y un vocabulario  $V$  sobre  $D$ , una interpretación  $I = (\Delta_I, \Delta_D, \cdot^C, \cdot^{OP}, \cdot^{DP}, \cdot^I, \cdot^{DT}, \cdot^{LT}, \cdot^{FA})$  para  $D$  y  $V$  es una 9-tupla con la siguiente estructura:

- $\Delta_I$  es un conjunto no vacío llamado el *dominio de objetos*.
- $\Delta_D$  es un conjunto no vacío disjunto a  $\Delta_I$  llamado el *dominio de datos* tal que  $(DT)^{DT} \subseteq \Delta_D$  para cada tipo de datos  $DT \in V_{DT}$ .
- $\cdot^C$  es la *función de interpretación de clases* que asigna a cada clase  $C \in V_C$  un subconjunto  $(C)^C \subseteq \Delta_I$  tal que  $(owl\_Thing)^C = \Delta_I \cap (owl : Thing)^C = \emptyset$ .
- $\cdot^{OP}$  es la *función de interpretación de propiedades de objetos* que asigna a cada propiedad  $OP \in V_{OP}$  un subconjunto  $(OP)^{OP} \subseteq \Delta_I \times \Delta_I$  tal que  $(owl : topObjectProperty)^{OP} = \Delta_I \times \Delta_I \wedge (owl : bottomObjectProperty)^{OP} = \emptyset$ .
- $\cdot^{DP}$  es la *función de interpretación de datos* que asigna a cada propiedad  $DP \in V_{DP}$  un subconjunto  $(DP)^{DP} \subseteq \Delta_I \times \Delta_D$  tal que  $(owl : topDataProperty)^{DP} = \Delta_I \times \Delta_D \wedge (owl : bottomDataProperty)^{DP} = \emptyset$ .
- $\cdot^I$  es la *función de interpretación de individuos* que asigna a cada individuo  $a \in V_I$  un elemento  $(a)^I \in \Delta_I$ .
- $\cdot^{DT}$  es la *función de interpretación de tipos de datos* que asigna a cada tipo de datos  $DT \in V_{DT}$  un subconjunto  $(DT)^{DT} \subseteq \Delta_D$  tal que  $\cdot^{DT}$  es igual que en  $D$  para cada tipo de datos  $DT \in N_{DT} \wedge (rdfs : Literal)^{DT} = \Delta_D$ .
- $\cdot^{LT}$  es la *función de interpretación literal* que se define como  $(lt)^{LT} = (LV, , DT)^{LS}$  para cada  $lt \in V_{LT}$ , donde  $LV$  es la forma léxica de  $lt$  y  $DT$  es el tipo de datos de  $lt$ .
- $\cdot^{FA}$  es la *función de interpretación de dimensiones* que se define como  $(F, lt)^{FA} = (F, (lt)^{LT})^{FS}$  para cada  $(F, lt) \in V_{FA}$ .

## 2 Ontología de nuestro plan de grado

Satisfacción de axiomas sobre clases:	
Axioma	Condición
<b>Class:</b> $CE$ <b>SubClassOf:</b> $CE_1, \dots, CE_n$	$(CE)^c \subseteq (CE_1)^c \cap \dots \cap (CE_n)^c$
<b>Class:</b> $CE_1$ <b>EquivalentTo:</b> $CE_2, \dots, CE_n$	$(CE_j)^c = (CE_k)^c$ para cada $1 \leq j \leq n, 1 \leq k \leq n$
<b>Class:</b> $CE_1$ <b>DisjointWith:</b> $CE_2, \dots, CE_n$	$(CE_j)^c \cap (CE_k)^c = \emptyset$ para cada $1 \leq j \leq n, 1 \leq k \leq n$ tales que $j \neq k$
<b>Class:</b> $CE$ <b>DisjointUnionOf:</b> $CE_1, \dots, CE_n$	$CE^c = (CE_1)^c \cup \dots \cup (CE_n)^c$ $\wedge$ $(CE_j)^c \cap (CE_k)^c = \emptyset$ para cada $1 \leq j \leq n, 1 \leq k \leq n$ tales que $j \neq k$

Satisfacción de axiomas sobre propiedades de objetos:	
Axioma	Condición
<b>ObjectProperty:</b> $OPE$ <b>Domain:</b> $CE$	$\forall x, y : (x, y) \in (OPE)^{op} \Rightarrow x \in (CE)^c$
<b>ObjectProperty:</b> $OPE$ <b>Range:</b> $CE$	$\forall x, y : (x, y) \in (OPE)^{op} \Rightarrow y \in (CE)^c$

## 2.5 Interpretación

Satisfacción de axiomas sobre propiedades de objetos:	
Axioma	Condición
ObjectProperty: <i>OPE</i> Characteristics: Functional	$\forall x, y_1, y_2 : (x, y_1) \in (OPE)^{op}$ $\wedge$ $(x, y_2) \in (OPE)^{op} \Rightarrow y_1 = y_2$
ObjectProperty: <i>OPE</i> Characteristics: InverseFunctional	$\forall x_1, x_2, y : (x_1, y) \in (OPE)^{op}$ $\wedge$ $(x_2, y) \in (OPE)^{op} \Rightarrow x_1 = x_2$
ObjectProperty: <i>OPE</i> Characteristics: Reflexive	$\forall x : x \in \Delta_I \Rightarrow (x, x) \in (OPE)^{op}$
ObjectProperty: <i>OPE</i> Characteristics: Irreflexive	$\forall x : x \in \Delta_I \Rightarrow (x, x) \notin (OPE)^{op}$
ObjectProperty: <i>OPE</i> Characteristics: Symmetric	$\forall x, y : (x, y) \in (OPE)^{op} \Rightarrow (y, x) \in (OPE)^{op}$
ObjectProperty: <i>OPE</i> Characteristics: Asymmetric	$\forall x, y : (x, y) \in (OPE)^{op} \Rightarrow (y, x) \notin (OPE)^{op}$
ObjectProperty: <i>OPE</i> Characteristics: Transitive	$\forall x, y, z : (x, y) \in (OPE)^{op}$ $\wedge$ $y, z) \in (OPE)^{op} \Rightarrow (x, z) \in (OPE)^{op}$

## 2 Ontología de nuestro plan de grado

Satisfacción de axiomas sobre propiedades de objetos:	
Axioma	Condición
ObjectProperty: $OPE_1$ SubPropertyOf: $OPE_2$	$(OPE_1)^{op} \subseteq (OPE_2)^{op}$
ObjectProperty: $OPE_1$ EquivalentTo: $OPE_2, \dots, OPE_n$	$(OPE_j)^{op} = (OPE_k)^{op}$ para cada $1 \leq j \leq n$ y cada $1 \leq k \leq n$
ObjectProperty: $OPE_1$ DisjointWith: $OPE_2, \dots, OPE_n$	$(OPE_j)^{op} \cap (OPE_k)^{op} = \emptyset$ para cada $1 \leq j \leq n$ y cada $1 \leq k \leq n$ tales que $j \neq k$
ObjectProperty: $OPE_1$ InverseOf: $OPE_2$	$(OPE_1)^{op} = \{(x, y)   (y, x) \in (OPE_2)^{op}\}$

Satisfacción de axiomas sobre datos:	
Axioma	Condición
DataProperty: $DPE$ Domain: $CE$	$\forall x, y : (x, y) \in (DPE)^{dp} \Rightarrow x \in (CE)^c$
DataProperty: $DPE_1$ Range: $DR$	$\forall x, y(x, y) \in (DPE)^{dp} \Rightarrow y \in (DR)^{dt}$

## 2.5 Interpretación

Satisfacción de axiomas sobre datos:	
Axioma	Condición
DataProperty: $DPE$ Characteristics: <b>Functional</b>	$\forall x, y_1, y_2 : (x, y_1) \in (DPE)^{dp}$ $\wedge$ $(x, y_2) \in (DPE)^{dp} \Rightarrow y_1 = y_2$
DataProperty: $DPE_1$ SubPropertyOf: $DPE_2$	$(DPE_1)^{dp} \subseteq (DPE_2)^{dp}$
DataProperty: $DPE_1$ EquivalentTo: $DPE_2, \dots, DPE_n$	$(DPE_j)^{dp} = (DPE_k)^{dp}$ para cada $1 \leq j \leq n$ y cada $1 \leq k \leq n$
DataProperty: $DPE_1$ DisjointWith: $DPE_2, \dots, DPE_n$	$(DPE_j)^{dp} \cap (DPE_k)^{dp} = \emptyset$ para cada $1 \leq j \leq n$ y cada $1 \leq k \leq n$ tales que $j \neq k$

Expresiones:	
Expresión	Interpretación
$CE_1$ <b>and</b> ... <b>and</b> $CE_n$	$(CE_1)^c \cap \dots \cap (CE_n)^c$
$CE_1$ <b>or</b> ... <b>or</b> $CE_n$	$(CE_1)^c \cup \dots \cup (CE_n)^c$
<b>not</b> $CE$	$\Delta_I \setminus (CE)^c$

## 2 Ontología de nuestro plan de grado

Expresiones:	
Expresión	Interpretación
$\{a_1, \dots, a_n\}$	$\{(a_1)^I, \dots, (a_n)^I\}$
$OPE \text{ some } CE$	$\{x   \exists y : (x, y) \in (OPE)^{op} \wedge y \in (CE)^c\}$
$OPE \text{ only } CE$	$\{x   \forall y : (x, y) \in (OPE)^{op} \implies y \in (CE)^c\}$
$OPE \text{ value } a$	$\{x   (x, (a)^I) \in (OPE)^{op}\}$
$OPE \text{ self}$	$\{x   (x, x) \in (OPE)^{op}\}$
$OPE \text{ min } n$	$\{x   \# \{y   (x, y) \in (OPE)^{op}\} \geq n\}$
$OPE \text{ max } n$	$\{x   \# \{y   (x, y) \in (OPE)^{op}\} \leq n\}$
$OPE \text{ exactly } n$	$\{x   \# \{y   (x, y) \in (OPE)^{op}\} = n\}$
$DPE \text{ some } DR$	$\{x   \exists y : (x, y) \in (DPE)^{DP} \wedge y \in (DR)^{DT}\}$



## 2.5 Interpretación

Expresiones:	
Expresión	Interpretación
$DPE \text{ only } DR$	$\{x   \forall y : (x, y) \in (DPE)^{DP} \Rightarrow y \in (DR)^{DT}\}$
$DPE \text{ value } lt$	$\{x   (x, (lt)^{LT}) \in (DPE)^{DP}\}$
$DPE \text{ min } n$	$\{x   \# \{y   (x, y) \in (DPE)^{DP}\} \geq n\}$
$DPE \text{ max } n$	$\{x   \# \{y   (x, y) \in (DPE)^{DP}\} \leq n\}$
$DPE \text{ exactly } n$	$\{x   \# \{y   (x, y) \in (DPE)^{DP}\} = n\}$

```

1 Class: Competencia_General
2
3   EquivalentTo:
4     Competencia
5     and ((CG_esOtorgadaPor_MA some Materia)
6     and (CG_esOtorgadaPor_MA only Materia))
7
8   SubClassOf:

```

Más adelante veremos la sintaxis de esta descripción en protegé, y definiremos la propiedad formalmente. Dentro de esta clase, podemos

En la semántica, ver si es necesario poner la interpretación - los superíndices

Definir tipos en protege y si no se puede porque pasaria a ser owlfull, documentarlo

Buscar la forma de que lstin-putlisting imprima el número de página real

## 2 Ontología de nuestro plan de grado

definir dos grupos de competencias, según sean competencias específicas (propias de la rama del conocimiento donde se enmarca la titulación) o generales (comunes a todas las ramas del conocimiento y que suelen referirse a aptitudes y actitudes más que a conocimientos o metodologías).

**Competencia\_General.** La clase `Competencia_General` engloba todas las competencias que es preciso adquirir para el cumplimiento de los objetivos generales del título, y que son comunes a otras ramas del conocimiento.

En general, están orientadas a la adquisición de aptitudes, actitudes y capacidades enfocadas hacia aspectos humanos, (como el trabajo en equipo, la motivación, o la actualización de conocimientos de manera autónoma, por citar algunos), que serán útiles al alumno en su incorporación al mundo laboral.

Son competencias generales todos aquellos individuos que son competencias y que además son otorgadas al alumno al cursar una materia definida. Dicho de otro modo, el hecho de cursar una determinada materia, hace que el alumno adquiera ciertas competencias generales.

En la sintaxis de protegé, se define una `Competencia_General` de la siguiente forma:

$$\text{Competencia\_General} \subset \text{Competencia}$$
$$\text{Competencia} \cap (\text{CG\_esOtorgadaPor\_MA some Materia})$$
$$\text{Competencia\_General} \cap \text{Competencia Específica} = \emptyset$$

**Competencia\_Especifica.** La clase `Competencia_Especifica` agrupa aquellas competencias que es preciso adquirir para el cumplimiento de los objetivos generales del título, y que son específicos de la rama del conocimiento propia de la titulación.

Son competencias muy específicas de la titulación, y que fuera de ese ámbito su aplicación sería poco o nada útil. Suelen estar orientadas más hacia aspectos prácticos de la titulación e incluyen la adquisición de metodologías y rutinas de trabajo y desarrollo eminentemente prácticas.

Se consideran competencias específicas todos aquellos individuos que son competencias y que además son otorgadas de forma específica al cursar una materia. Visto de una manera más formal:

$\text{Competencia\_Específica} \subset \text{Competencia}$

$\text{Competencia} \cap (\text{CE\_es0} \text{torgadaPor\_MA some Materia})$

$\text{Competencia\_Específica} \cap \text{Competencia\_General} = \emptyset$

Como hemos visto, competencias generales y específicas son disjuntas entre sí, pero para la especificación de una Competencia dentro de Competencia\_General o Competencia\_Específica es suficiente con que la relación de la Competencia con la Materia tenga como dominio uno u otro conjunto de competencias, sin mayor diferenciación.

Visto de esta forma, se podría haber optado por eliminar las subclases Competencia\_General y Competencia\_Específica y que hubiesen quedado diferenciadas únicamente por una etiqueta (con una Data Property diferente, por ejemplo), pero por cuestiones de diseño, y para facilitar la comprensión del modelo se ha optado por separar en dos clases las competencias específicas y generales.

¿Cómo distinguirá/protegerá entre competencias específicas y generales? Los individuos pertenecientes a cada una de las clases, se relacionarán con las materias mediante dos relaciones distintas, creadas ad hoc para cada una de las clases. De este modo logramos que el razonador, una vez haya clasificado un individuo como perteneciente a la clase competencia, pueda clasificarlo como general o específica en función de la propiedad que lo relacione con las materias, ganando en potencia de cálculo, aunque para ello la ontología deba de ser algo más compleja.

**Materia.** La clase Materia aglutina todos los individuos que representan las diferentes materias de que se compone la titulación. Coloquialmente podemos entender las materias como aquellos individuos que permiten al alumno adquirir competencias, de modo que puedan cumplir con los objetivos generales del título. Formalmente hablando, son materias todos aquellos individuos relacionados con algún individuo de la clase Competencia, y al menos una vez con alguna Competencia\_General. Posteriormente se definirá la propiedad que une Materia con Competencia y con Competencia\_General.

**Asignatura.** En la clase Asignatura se agrupan todos los individuos que representan las diferentes asignaturas de que se compone cada materia. Las definiciones de asignatura y de materia son complementarias: Podemos definir una materia como el conjunto de asignaturas de un mismo ámbito, o bien podemos definir una asignatura como parte

## 2 Ontología de nuestro plan de grado

integrante de una materia, con quien comparte la naturaleza de los conocimientos contenidos. Dado el carácter más general de la materia, se ha optado en la ontología por que sean las materias a partir de las cuales se definan las asignaturas, y no al contrario. Además, esa decisión simplifica el modelo, ya que como veremos más adelante, también actividades formativas y métodos docentes dependerán para su definición en el modelo de la clase Materia. Formalmente descrito, podemos definir una asignatura como todo aquel individuo relacionado con algún individuo de la clase Materia al menos una vez y sólo con Materias, de modo que la asignatura forme parte de dicha Materia.

**Actividad\_Formativa.** La clase **Actividad\_Formativa** define todos aquellos individuos que tienen su correspondencia en el mundo real con las distintas actividades formativas que pueden desarrollarse para el aprendizaje de la asignatura. Una actividad formativa es la actividad a realizar por el profesor y el alumnado a lo largo de un curso, diferenciándose unas de otras en el propósito buscado por la acción didáctica. Por tanto, para una misma materia, concurren variadas actividades formativas, ponderándose su distribución a lo largo del curso de dicha materia en función de los objetivos propuestos en el plan de estudios. Por tanto, de cara a nuestra ontología, definiremos la clase actividad formativa como el conjunto de individuos que representa actividades didácticas, que se utilizan para impartir una o varias materias. En términos formales, serían todos los individuos que están relacionados al menos una vez con al menos un individuo de clase materia. Como en los casos anteriores, cuando definamos las propiedades de cada objeto, veremos estas definiciones plasmadas en sintaxis de protegé.

**Metodo\_Docente.** Un método docente es un conjunto de formas, procedimientos, técnicas, actividades, etc, de enseñanza y aprendizaje. Para una misma materia, es por tanto compatible el uso de diversos métodos docentes compaginados con las distintas actividades formativas. Algunas actividades formativas y algunos métodos docentes serán mutuamente excluyentes, pero por regla general pueden combinarse entre ellos a criterio del docente. En la ontología definimos un método docente como el conjunto de procedimientos y técnicas de enseñanza y aprendizaje utilizados para impartir una materia. Más formalmente, podríamos definir un método docente como aquellos individuos que están relacionados al menos una vez con al menos un individuo de la clase materia. Más tarde veremos la definición de las propiedades en sintaxis de protegé.

### 2.5.1 Propiedades de la ontología

Las propiedades son relaciones binarias entre individuos, es decir, una propiedad une dos individuos entre sí. Las propiedades pueden tener inversas, pueden ser funcionales, transitivas, simétricas... Estas relaciones se pueden dar tanto entre individuos de la misma clase, como entre individuos de distintas clases... Un razonador automático puede computar si una relación entre dos individuos es consistente con el resto de la ontología. Es de destacar que las propiedades únicamente se pueden establecer entre dos individuos. No existen propiedades con cardinalidad tres, lo que implicará que en el caso de que sea preciso establecer una relación a tres, sería preciso modelarlo como la relación binaria entre el producto escalar de dos de ellas sobre la tercera.

OG\_seCumpleMedianteLaAdquisicionDe\_CO. Como ya se comentó anteriormente, el objetivo de las titulaciones de grado es lograr que el alumno adquiera unos niveles de destreza mínimos en el manejo de ciertas competencias definidas en el título, de modo que esté capacitado para enfrentarse al mercado laboral.

Estas competencias se van adquiriendo conforme el alumno avanza por el itinerario formativo, hasta alcanzar los niveles mínimos exigidos en la titulación al finalizar sus estudios. Es por tanto la adquisición de esas competencias lo que permite al alumno cumplir con los objetivos generales establecidos en el título de grado. Dicho de otro modo, la titulación permite el cumplimiento de los objetivos marcados, en la medida que permite al alumno ir adquiriendo las competencias precisas para ello.

Su función inversa es CO\_seAdquiereParaCumplir\_OG.

$$R = \{(a, b): a \in O \cap b \in C \cap R(O,C)=\text{cierto}\}$$

donde:

$$R = \text{OG\_seCumpleMedianteLaAdquisicionDe\_CO}$$

$$O = \text{Objetivo\_General}$$

$$C = \text{Competencia}$$

$$S = \{(R\{(a, b): a \in O \cap b \in C \cap R(O,C)=\text{cierto}\}, a): R \in C \cap a \in O \cap S(R,O)=\text{cierto}\}$$

donde:

$$S = \text{CO\_seAdquiereParaCumplir\_OG}$$

## 2 Ontología de nuestro plan de grado

$$S = \{(b, a): b \in C \cap a \in O \cap S(C,O)=\text{cierto}\}$$

O = Objetivo\_General

C = Competencia

CO\_seAdquiereParaCumplir\_OG. Dominio: Competencia. Rango: Objetivo\_General.

Inversa: OG\_seCumpleMedianteLaAdquisicionDe\_CO. Las competencias, ya sean estas específicas o generales, se adquieren con el fin de poder cumplir con los objetivos generales establecidos en la guía de la titulación.

CG\_esOtorgadaPor\_MA. Dominio: Competencia\_General. Rango: Materia.

Inversa: MA\_otorgaCompetenciasGenerales\_CG. Un alumno adquiere una cierta competencia general al cursar la materia que la otorga. Se podría decir de otro modo: Para que un alumno adquiriera una competencia general, es preciso que curse una cierta materia.

CE\_esOtorgadaPor\_MA. Dominio: Competencia\_Especifica. Rango: Materia.

Inversa: MA\_otorgaCompetenciasEspecificas\_CE. Un alumno adquiere una cierta competencia específica al cursar la materia que la otorga. Se podría decir de otro modo: Para que un alumno adquiriera una competencia específica, es preciso que curse una cierta materia.

MA\_otorgaCompetenciasGenerales\_CG. Dominio: Materia. Rango: Competencia\_General.

Inversa: CG\_esOtorgadaPor\_MA. El curso de una materia por parte de un alumno, le otorga ciertas competencias generales definidas en la ficha de cada materia.

MA\_otorgaCompetenciasEspecificas\_CE. Dominio: Materia. Rango: Competencia\_Especifica.

Inversa: CE\_esOtorgadaPor\_MA. El curso de una materia por parte de un alumno, le otorga ciertas competencias específicas definidas en la ficha de cada materia.

MA\_constaDe\_AS. Dominio: Materia. Rango: Asignatura. Inversa: AS\_formaParteDe\_MA.

Una materia está compuesta por varias asignaturas, que quedan de ese modo agrupadas bajo esa materia. Se podría decir de otro modo: que las asignaturas quedan agrupadas en diversas materias. Es una relación inversamente funcional, es decir, su función inversa es funcional. Dicho coloquialmente, significa que una materia puede constar de una o varias asignaturas, pero una asignatura sólo puede pertenecer a una materia.

MA\_seImparteMediante\_ME. Dominio: Materia. Rango: Metodo\_Docente.

Inversa: ME\_utilizadoParaImpartir\_MA. Las materias se imparten se-

gún dictan ciertos métodos docentes considerados adecuados por los docentes de la titulación. Estos métodos docentes pueden ser complementarios entre sí, y en ningún caso son excluyentes entre ellos.

MA\_selImparteSegún\_AF. Dominio: Materia. Rango: Actividad\_Formativa. Inversa: AF\_utilizadaParaImpartir\_MA. Las materias se imparten realizando ciertas actividades formativas definidas por los docentes de la materia. Los créditos de docencia de esa materia, deben estar por tanto distribuidos entre las distintas actividades formativas. Al igual que ocurre con los métodos docentes, las diferentes actividades formativas no son excluyentes entre sí, sino complementarios.

AS\_esRequisitoPara\_AS. Dominio: Asignatura. Rango: Asignatura. Inversa: AS\_tieneComoRequisito\_AS. Como ya se explicó antes, el hecho de que una asignatura tenga como requisito en la guía de la titulación el haber cursado una asignatura anteriormente, no implica que obligatoriamente se haya de cursar esa asignatura con anterioridad. Es decir, se trata de una mera recomendación de cara al itinerario a seguir en la titulación, y en ningún caso de obligado cumplimiento. Se ha tenido en cuenta a la hora de elaborar la ontología, ya que el fin último de esta es proporcionar una herramienta para un diseño de la titulación correcto, lo que incluye el trayecto curricular del alumno, y no para el control del desarrollo del alumno. Por tanto, dado que lo que estamos haciendo es ayudar a diseñar el título, vamos a incluir los requisitos para el curso de asignaturas, como si de cumplimiento obligatorio se tratase. Es una relación transitiva, es decir, que si la asignatura “A” es requisito de la asignatura “B” y a su vez “B” es requisito de la asignatura “C”, entonces la asignatura “A” es un requisito de la asignatura “C”.

AS\_formaParteDe\_MA. Dominio: Asignatura. Rango: Materia. Inversa: MA\_constaDe\_AS. Las asignaturas se agrupan por temática en diversas materias, de las que forman parte. Se trata de una relación funcional, dado que una asignatura sólo puede pertenecer a una materia, mientras que una materia puede estar compuesta por varias asignaturas.

AS\_tieneComoRequisito\_AS. Dominio: Asignatura. Rango: Asignatura. Inversa: AS\_esRequisitoPara\_AS. Es la relación inversa de AS\_esRequisitoPara\_AS, y al tratarse con rango y dominio coincidentes, su explicación y detalle es el mismo que el explicado para su inversa.

ME\_utilizadaParaImpartir\_MA. Dominio: Metodo\_Docente. Rango: Materia. Inversa: MA\_selImparteMediante\_ME. Los métodos docentes se siguen

## 2 Ontología de nuestro plan de grado

al impartir las diferentes materias, según lo establecido en la guía del título, de modo que la adquisición de competencias por parte del alumno pueda ser óptima.

AF\_utilizadaParaImpartir\_MA. Dominio: Actividad\_Formativa. Rango: Materia. Inversa: MA\_seImparteSegún\_AF. Las actividades formativas se realizan para impartir las diferentes materias, según cierto número de créditos especificado en la guía del plan de estudios. Además se ha considerado importante, de cara al diseño del título, conocer cuántos créditos se dedican a cada actividad formativa. Más adelante, en la descripción de los distintos individuos, veremos cómo se almacena esa información.

### 2.5.2 Propiedades sobre tipos de datos

Las propiedades sobre tipos de datos son relaciones entre individuos y tipos de datos, de modo que se puede asociar a los individuos implicados en la relación ciertas características, ya sean de un tipo definido o indefinido, pero concretas y específicas.

1. OG\_Descripción. Dominio: Objetivo\_General. Rango: Literal. Se trata de una relación entre un individuo de la clase Objetivo\_General y un dato de tipo literal. Esta relación funcional (un objetivo sólo puede tener una descripción) es útil para guardar la descripción del objetivo descrito, y poder identificarlo por algo menos formal y más útil que la numeración del objetivo.
2. CO\_Descripción Dominio: Competencia. Rango: Literal. Esta propiedad relaciona una competencia con un literal. También es una propiedad funcional, y al igual que el resto de propiedades dedicadas a almacenar información acerca de descripciones de individuos, es útil para poder identificar los mismos por algo más que el código descriptivo.
3. MA\_Carácter Dominio: Materia. Rango: {"Básica", "Mixta", "obligatoria", "optativa"}. Une un individuo de clase Materia con un dato enumerado de entre los cuatro descritos en rango, lo que permite asignar a la materia un carácter de entre los cuatro descritos.
4. MA\_Créditos Dominio: Materia Rango: decimal[>"0")integer] Se utiliza para saber qué cantidad de créditos otorga al alumno el curso de una materia, o lo que es lo mismo, el coste en créditos ECTS de cursar



una materia. Como todas las propiedades que sólo pueden aparecer asociadas a un mismo individuo una vez, se trata de una propiedad funcional.

5. MA\_Coordinación Dominio: Materia Rango: literal Esta type property se utiliza como un campo libre donde se define de manera informal los agentes que coordinarán la materia, y cuando se defina, las herramientas que utilizarán en su cometido.
6. MA\_Duración\_Y\_Ubicación Dominio: Materia Rango: literal Especifica en qué cuatrimestre se estudiará la materia, ayudando a la coordinación de la materia.
7. MA\_Evaluación Dominio: Materia Rango: Literal Recoge el conjunto de pruebas y técnicas de evaluación que el docente utilizará a la hora de comprobar el nivel de adquisición de competencias por parte de los alumnos. Podría ser posible utilizar una relación por cada prueba, pero dado que las pruebas de evaluación quedan fuera del alcance de la ontología, y no se encuentran modeladas dentro de la misma más allá de esta mención, se utilizará una única entrada por cada materia.
8. MA\_Resultados Dominio: Materia Rango: Literal esta relación sólo enumerará a título informativo, los resultados del aprendizaje obtenidos, o dicho de otro modo, el nivel de adquisición de competencias una vez finalizado el curso de la materia objeto de estudio.
9. ME\_Descripción Dominio: Método\_Docente Rango: Literal Se trata de una relación entre un individuo de la clase Método\_Docente y un dato de tipo literal. Esta relación funcional (un método docente sólo puede tener una descripción) es útil para guardar la descripción del método descrito.
10. AF\_Descripción Dominio: Actividad\_Formativa Rango: Literal Se trata de una relación entre un individuo de la clase Actividad\_Formativa y un dato de tipo literal. Esta relación funcional se utiliza para guardar la descripción de la actividad descrita.
11. AF\_Créditos Dominio: Actividad\_Formativa Rango: decimal[>"0")integer] Es preciso, de cara a la construcción y mantenimiento del título conocer qué tiempo ha de dedicar el alumno a cada actividad formativa, con el fin de asegurar la correcta adquisición de las competencias en el tiempo establecido.

## 2 Ontología de nuestro plan de grado

12. AS\_Carácter Dominio: Asignatura Rango: {"Básica", "Mixta", ".obligatoria", ".optativa"}. Asigna a un individuo de la clase Asignatura un dato enumerado de entre los cuatro descritos, lo que permite asignarle un carácter.
13. AS\_Contenidos Dominio: Asignatura Rango: Literal. La relación AS\_Contenidos, permite relacionar un individuo de la clase asignatura con un dato literal, de modo que nos permite almacenar una descripción algo más extensa, que ayude en su identificación.
14. AS\_Extensión Dominio: Asignatura Rango: decimal[>"0"]integer] Esta propiedad nos permite relacionar cada asignatura con su extensión en créditos ECTS, almacenado en forma de número decimal positivo, haciendo posible almacenar esta característica de las asignaturas.
15. AS\_Ubicación Dominio: Asignatura Rango: {"1er semestre", "2o semestre", "3er semestre", "4o semestre", "5o semestre", "6o semestre", "7o semestre", "Último curso"} Las asignaturas se ubican por trimestres. La propiedad AS\_Ubicación, nos permite asignar a cada asignatura su ubicación temporal correcta, de modo que su distribución sea adecuada.

## 2.6 Instancia UPM (varios ejemplos?)

A continuación vamos clasificar el título de grado en informática utilizando la ontología antes descrita, mediante la inclusión en la misma de los individuos que la componen. De este modo comprobaremos cómo la ontología es capaz de clasificar a todos los individuos que componen el título, además de comprobar la decidibilidad del conjunto. Este modelo del plan de estudios, nos permitirá más adelante (si está correctamente construido), la utilización de herramientas automáticas para profundizar en el análisis del plan de estudios que permitan encontrar inconsistencias en su diseño. Los individuos de la ontología representan objetos reales del dominio que estamos estudiando. Protegé no hace uso del Unique Name Assumption, es decir, para protegé dos individuos pueden referirse al mismo objeto del mundo real, salvo que se especifique lo contrario. Esta es una consecuencia de las ontologías OWL: todo lo que no sea dicho de forma explícita puede ser cierto. El hecho de que no especifiquemos si dos individuos son o no los mismos, significa que pueden o no serlo, para ese dominio. En nuestra

ontología todos los individuos que componen la ontología son distintos, lo que se especificara correctamente en la definición de cada individuo.

### 2.6.1 Individuos de la ontología

Los individuos representan objetos de la ontología en el dominio que estamos estudiando. Protegé no hace uso del Unique Name Assumption, es decir, para protegé dos individuos pueden referirse al mismo objeto del mundo real, salvo que se especifique lo contrario. Esta es una consecuencia de las ontologías OWL: todo lo que no sea dicho de forma explícita puede ser cierto. El hecho de que no especifiquemos si dos individuos son o no los mismos, significa que pueden o no serlo, para ese dominio. En nuestra ontología todos los individuos que componen la ontología son distintos, lo que se especificara correctamente en la definición de cada individuo.

OBJ01. Es un individuo perteneciente a la clase Objetivo\_General, que representa el objetivo general número 01 definido en la memoria del título: "Aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas adecuados para la concepción, el desarrollo o la explotación de sistemas informáticos."

El cumplimiento del objetivo OBJ01 está sujeto a la adquisición de las competencias CG-24/25/26/27, CE-12/16, CG-1/21, CE-43, CG-2/CE-45, CG-14/15/18/23, CE-14/15, CE-2 y CE-1 y es un individuo distinto de todos los demás que componen la ontología.

Su descripción formal sería la siguiente:

OBJ01  $\in$  Objetivo\_General

OBJ01 OG\_seCumpleMedianteLaAdquisicionDe\_CO CG-24/25/26/27

OBJ01 OG\_seCumpleMedianteLaAdquisicionDe\_CO CE-12/16

OBJ01 OG\_seCumpleMedianteLaAdquisicionDe\_CO CG-1/21

OBJ01 OG\_seCumpleMedianteLaAdquisicionDe\_CO CE-43

OBJ01 OG\_seCumpleMedianteLaAdquisicionDe\_CO CG-2/CE-45

OBJ01 OG\_seCumpleMedianteLaAdquisicionDe\_CO CG-14/15/18/23

OBJ01 OG\_seCumpleMedianteLaAdquisicionDe\_CO CE-14/15

OBJ01 OG\_seCumpleMedianteLaAdquisicionDe\_CO CE-2

OBJ01 OG\_seCumpleMedianteLaAdquisicionDe\_CO CE-1

## 2 Ontología de nuestro plan de grado

$\{CG-24/25/26/27, CG-1/21, CG-2/CE-45, CG-14/15/18/23\} \in Competencia\_General$   
 $\{CE-12/16, CE-43, CE-14/15, CE-2, CE-1\} \in Competencia\_Especificas$

$$\mathbb{C}\{OBJ01\} \cap \{OBJ01\} = \emptyset$$

OBJ02. Es un individuo perteneciente a la clase Objetivo\_General, que representa el objetivo general número 02, según se puede ver en su descripción OG\_Descripción: Comunicar de forma efectiva, tanto por escrito como oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas relacionadas con las TIC y, concretamente con la Informática, conociendo su impacto socioeconómico..<sup>Está</sup> relacionada con las competencias CE-53/54, CG-24/25/26/27, CG-13/CE-55, CG-7/8/9/10/16/17 y CE-56 mediante la relación OG\_seCumpleMedianteLaAdquisicionDe\_CO. Es distinto de todos los demás individuos de la ontología.

OBJ03. Es un individuo perteneciente a la clase Objetivo\_General, que representa el objetivo general número 03, según se puede ver en su descripción OG\_Descripción: Comprender la responsabilidad social, ética y profesional, y civil en su caso, de la actividad del Ingeniero en Informática y su papel en el ámbito de las TIC y de la Sociedad de la Información y del Conocimiento..<sup>Está</sup> relacionada con las competencias CG-22, CG-19, CG-2/CE-45, CE-52, CG-7/8/9/10/16/17, CG-14/15/18/23 y CE-12/16 mediante la relación OG\_seCumpleMedianteLaAdquisicionDe\_CO. Es distinto de todos los demás individuos de la ontología.

OBJ04. Es un individuo perteneciente a la clase Objetivo\_General, que representa el objetivo general número 04, según se puede ver en su descripción OG\_Descripción: Concebir y llevar a cabo proyectos informáticos utilizando los principios y metodologías propios de la ingeniería..<sup>Está</sup> relacionada con las competencias CE-53/54, CG-11/12/20, CG-1/21, CE-22, CE-11, CG-5, CE-19/20, CG-7/8/9/10/16/17 y CG-24/25/16/27 mediante la relación OG\_seCumpleMedianteLaAdquisicionDe\_CO. Es distinto de todos los demás individuos de la ontología.

OBJ05. Es un individuo perteneciente a la clase Objetivo\_General, que representa el objetivo general número 05, según se puede ver en su descripción OG\_Descripción: "Diseñar, desarrollar, evaluar y asegurar la accesibilidad, ergonomía, usabilidad y seguridad de los sistemas, aplicaciones y servicios informáticos, así como de la información que proporcionan, conforme a la legislación y normativa vigentes..<sup>Está</sup> relacionada con las competencias CG-1/21, CE-34, CE-23, CE-28, CE-29 y

## 2.6 Instancia UPM (varios ejemplos?)

CE-32 mediante la relación OG\_seCumpleMedianteLaAdquisicionDe\_CO. Es distinto de todos los demás individuos de la ontología.

OBJ06. Es un individuo perteneciente a la clase Objetivo\_General, que representa el objetivo general número 06, según se puede ver en su descripción OG\_Descripción: "Definir, evaluar y seleccionar plataformas hardware y software para el desarrollo y la ejecución de aplicaciones y servicios informáticos de diversa complejidad..<sup>Está</sup> relacionada con las competencias CG-1/21, CE-34, CE-26/27, CE-19/20 y CE-41 mediante la relación OG\_seCumpleMedianteLaAdquisicionDe\_CO. Es distinto de todos los demás individuos de la ontología.

OBJ07. Es un individuo perteneciente a la clase Objetivo\_General, que representa el objetivo general número 07, según se puede ver en su descripción OG\_Descripción: "Disponer de los fundamentos matemáticos, físicos, económicos y sociológicos necesarios para interpretar, seleccionar, valorar, y crear nuevos conceptos, teorías, usos y desarrollos tecnológicos relacionados con la informática, y su aplicación..<sup>Está</sup> relacionada con las competencias CE-1, CE-19/20, CE-3/4, CG-6, CE-56, CE-5, CG-3/4, CE-42, CG-1/21, CG-14/15/18/23 y CE-12/16 mediante la relación OG\_seCumpleMedianteLaAdquisicionDe\_CO. Es distinto de todos los demás individuos de la ontología.

OBJ08. Es un individuo perteneciente a la clase Objetivo\_General, que representa el objetivo general número 08, según se puede ver en su descripción OG\_Descripción: "Concebir, desarrollar y mantener sistemas y aplicaciones software empleando diversos métodos de ingeniería del software y lenguajes de programación adecuados al tipo de aplicación a desarrollar manteniendo los niveles de calidad exigidos..<sup>Está</sup> relacionada con las competencias CE-33, CE-39, CE-41, CE-47, CE-37, CE-38, CE-25, CG-14/15/18/23, CE-6, CE-8, CG-7/8/9/10/16/17, CE-24, CG-1/21, CE-9, CE-32 y CE-21 mediante la relación OG\_seCumpleMedianteLaAdquisicionDe\_CO. Es distinto de todos los demás individuos de la ontología.

OBJ09. Es un individuo perteneciente a la clase Objetivo\_General, que representa el objetivo general número 09, según se puede ver en su descripción OG\_Descripción: "Concebir y desarrollar sistemas o arquitecturas informáticas, centralizadas o distribuidas, integrando hardware, software y redes..<sup>Está</sup> relacionada con las competencias CE-29, CE-10, CE-26/27, CE-40, CE-19/20, CE-14/15, CG-1/21, CG-7/8/9/10/16/17, CE-32, CE-30, CE-28, CE-7, CE-22, CE-25, y CE-44 mediante la relación OG\_seCumpleMedianteLaAdquisicionDe\_CO. Es distinto de todos los demás individuos de la ontología.

## 2 Ontología de nuestro plan de grado

los demás individuos de la ontología.

OBJ10. Es un individuo perteneciente a la clase `Objetivo_General`, que representa el objetivo general número 10, según se puede ver en su descripción `OG_Descripción`: "Proponer, analizar, validar, interpretar, instalar y mantener soluciones informáticas en situaciones reales en diversas áreas de aplicación dentro de una organización..<sup>Est</sup>á relacionada con las competencias CE-34, CE-2, CE-49, CE-14/15, CG-11/12/20, CE-42, CG-1/21, CE-36, CE-35, CG-7/8/9/10/16/17, CG-13/CE-55, CG-19 y CE-50 mediante la relación `OG_seCumpleMedianteLaAdquisicionDe_CO`. Es distinto de todos los demás individuos de la ontología.

OBJ11. Es un individuo perteneciente a la clase `Objetivo_General`, que representa el objetivo general número 11, según se puede ver en su descripción `OG_Descripción`: "Concebir, desplegar, organizar y gestionar sistemas y servicios informáticos en contextos empresariales o institucionales para mejorar sus procesos de negocio, responsabilizándose y liderando su puesta en marcha y mejora continua, así como valorar su impacto económico y social..<sup>Est</sup>á relacionada con las competencias CG-1/21, CE-46, CE-50, CG-14/15/18/23, CG-11/12/20, CE-31, CE-38, CG-7/8/9/10/16/17, CE-48, CE-51 y CE-47 mediante la relación `OG_seCumpleMedianteLaAdquisicionDe_CO`. Es distinto de todos los demás individuos de la ontología.

MA-Empresa. Este individuo representa a la materia Empresa. Está definido por las propiedades:

- `MA_Resultados`: - Identificar y describir las áreas funcionales de una empresa y sus responsabilidades. - Aplicar técnicas de presupuestos en el marco de un plan de negocio. - Utilizar técnicas de análisis de mercados, identificar necesidades de productos y servicios dentro de un marco de innovación tecnológica y generación de ideas que permitan la innovación. - Identificar, planificar, seguir y evaluar las acciones necesarias para definir y alcanzar un objetivo dentro de una estrategia empresarial. - Capacidad para la identificación, análisis y diseño de procesos de negocio en una organización. - Conocimiento y aplicación de los principales marcos de procesos aplicables a las TI (Tecnologías de la Información). - Definir indicadores y métricas en los procesos de negocio y de TI que permitan la mejora continua de los mismos. - Conocimiento de las técnicas que permiten la mejora de procesos en los

## 2.6 Instancia UPM (varios ejemplos?)

entornos de desarrollo, adquisición y servicios de TI. - Capacitarse para la realización de certificaciones básicas relacionadas con procesos de negocio y TI.

- MA\_Evaluación: - Pruebas objetivas (verdadero/falso, elección múltiple, emparejamiento de elementos...), de respuesta corta. - Pruebas de respuesta larga, de desarrollo. - Pruebas orales (individual, en grupo, presentación de temas-trabajos...). - Pruebas de ejecución de tareas reales y/o simuladas.
- MA\_Coordinación: La coordinación en esta materia se va llevar a cabo por medio de la Comisión de Coordinación Vertical establecida para la misma, tal y como se describe en la sección 5. Planificación de las enseñanzas.
- MA\_Créditos: "12.0"
- MA\_Duración\_Y\_Ubicación: "Materia compuesta por 2 asignaturas programadas en el 4º y 7º semestre, tal y como se recoge a continuación en la tabla de asignaturas"
- MA\_Carácter: "Mixta"

Está relacionado con los individuos





# 3

## Generalización

hablar de las posibilidades de "portabilidad" que tiene la herramienta

### **3.1 Intro: ¿quién puede usar esta ontología? ¿La UCM? Sí, no, pq, etc.**

hablar de a quién le sería útil la ontología y porqué.

### **3.2 Idea: jerarquía (refinamiento desde la ley hasta los planes)**

refinar el modelo hasta la ley, o explicarlo a la inversa, desde la ley.

### **3.3 Test: Instancia UCM?**

hacer pruebas con otras instancias.



# 4

## Aplicaciones (automáticas)

Aquí hablaremos de las distintas aplicaciones, automáticas o no, que hemos encontrado y cómo pensamos que le podemos sacar partido a todo esto.

### 4.1 Mencionar nuestras ideas sobre cómo sacar partido a esto

- 
- Se supone que la *Description Logic* permite el razonamiento sobre la ontología para así descubrir errores en su concepción (TBox) o en sus datos (ABox).
  - Presentación de la información contenida en la ontología para diferentes perfiles: profesores, alumnos, secretaría, legos, etc. Vía exportación a html o a herramientas visuales (grafos, etc.).
  - La ontología es en sí misma un modelo de datos por lo que se puede generar a partir de ella diferentes modelos de datos: UML, relacional, no-sql, etc. (Daniel tiene algunas cosas apuntadas de un antiguo org).

Hablar los puntos mencionados por

#### **4 Aplicaciones (automáticas)**

**4.2 Ejemplo de razonamiento (puede que encuentres una inconsistencia al ir metiendo la info en la ontología,apúntalo).**

**4.3 Ejemplo de vis. de la información (html).**

# 5

## Conclusiones



# A

## T-Box en sintaxis Manchester

```
1 Prefix: : <http://www.semanticweb.org/ontologies/2011/10/Ontology1322242361907.  
   owl#>  
2 Prefix: owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>  
3 Prefix: rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>  
4 Prefix: xml: <http://www.w3.org/XML/1998/namespace>  
5 Prefix: xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>  
6 Prefix: rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>  
7 Prefix: Seminarios: <http://www.semanticweb.org/ontologies/2011/10/  
   Ontology1322242361907.owl#Seminarios/>  
8  
9  
10  
11 Ontology: <http://www.semanticweb.org/ontologies/2011/10/Ontology1322242361907.  
   owl>  
12  
13  
14 Datatype: xsd:decimal  
15  
16  
17 Datatype: rdf:PlainLiteral  
18  
19  
20 Datatype: xsd:integer
```

## A T-Box en sintaxis Mánchester

```
21
22
23 Datatype: rdfs:Literal
24
25
26 Property: CE_esOtorgadaPor_MA
27
28   Domain:
29     Competencia_Especifica
30
31   Range:
32     Materia
33
34   InverseOf:
35     MA_otorgaCompetenciasEspecificas_CE
36
37
38 ObjectProperty: MA_seImparteMediante_ME
39
40   Domain:
41     Materia
42
43   Range:
44     Metodo_Docente
45
46   InverseOf:
47     ME_utilizadoParaImpartir_MA
48
49
50 ObjectProperty: MA_seImparteSegun_AF
51
52   Domain:
53     Materia
54
55   Range:
56     Actividad_Formativa
57
58   InverseOf:
59     AF_utilizadaParaImpartir_MA
60
61
62 ObjectProperty: AS_tieneComoRequisito_AS
63
```



```

64   Characteristics:
65       Transitive
66
67   Domain:
68       Asignatura
69
70   Range:
71       Asignatura
72
73   InverseOf:
74       AS_esRequisitoPara_AS
75
76
77   ObjectProperty: MA_otorgaCompetenciasGenerales_CG
78
79   Domain:
80       Materia
81
82   Range:
83       Competencia_General
84
85   InverseOf:
86       CG_esOtorgadaPor_MA
87
88
89   ObjectProperty: AS_formaParteDe_MA
90
91   Characteristics:
92       Functional
93
94   Domain:
95       Asignatura
96
97   Range:
98       Materia
99
100  InverseOf:
101      MA_constaDe_AS
102
103
104  ObjectProperty: ME_utilizadoParaImpartir_MA
105
106  Domain:

```

## A T-Box en sintaxis Mánchester

```
107     Metodo_Docente
108
109     Range:
110         Materia
111
112     InverseOf:
113         MA_seImparteMediante_ME
114
115
116 ObjectProperty: OG_seCumpleMedianteLaAdquisicionDe_CO
117
118     Domain:
119         Objetivo_General
120
121     Range:
122         Competencia
123
124     InverseOf:
125         CO_seAdquiereParaCumplir_OG
126
127
128 ObjectProperty: AS_esRequisitoPara_AS
129
130     Characteristics:
131         Transitive
132
133     Domain:
134         Asignatura
135
136     Range:
137         Asignatura
138
139     InverseOf:
140         AS_tieneComoRequisito_AS
141
142
143 ObjectProperty: CG_esOtorgadaPor_MA
144
145     Domain:
146         Competencia_General
147
148     Range:
149         Materia
```

```

150
151 InverseOf:
152     MA_otorgaCompetenciasGenerales_CG
153
154
155 ObjectProperty: MA_otorgaCompetenciasEspecificas_CE
156
157 Domain:
158     Materia
159
160 Range:
161     Competencia_Especifica
162
163 InverseOf:
164     CE_esOtorgadaPor_MA
165
166
167 ObjectProperty: MA_constaDe_AS
168
169 Characteristics:
170     InverseFunctional
171
172 Domain:
173     Materia
174
175 Range:
176     Asignatura
177
178 InverseOf:
179     AS_formaParteDe_MA
180
181
182 ObjectProperty: AF_utilizadaParaImpartir_MA
183
184 Domain:
185     Actividad_Formativa
186
187 Range:
188     Materia
189
190 InverseOf:
191     MA_seImparteSegun_AF
192

```

## A T-Box en sintaxis Manchester

```
193
194 ObjectProperty: C0_seAdquiereParaCumplir_OG
195
196   Domain:
197     Competencia
198
199   Range:
200     Objetivo_General
201
202   InverseOf:
203     OG_seCumpleMedianteLaAdquisicionDe_C0
204
205
206 DataProperty: MA_Evaluacion
207
208   Characteristics:
209     Functional
210
211   Domain:
212     Materia
213
214   Range:
215     rdfs:Literal
216
217
218 DataProperty: MA_Resultados
219
220   Characteristics:
221     Functional
222
223   Domain:
224     Materia
225
226   Range:
227     rdfs:Literal
228
229
230 DataProperty: MA_Caracter
231
232   Characteristics:
233     Functional
234
235   Domain:
```

```

236     Materia
237
238     Range:
239         {"Basica" , "Mixta" , "Obligatoria" , "Optativa"}
240
241
242     DataProperty: MA_Coordinacion
243
244     Characteristics:
245         Functional
246
247     Domain:
248         Materia
249
250     Range:
251         rdfs:Literal
252
253
254     DataProperty: AS_Contenidos
255
256     Domain:
257         Asignatura
258
259     Range:
260         rdfs:Literal
261
262
263     DataProperty: AS_Caracter
264
265     Characteristics:
266         Functional
267
268     Domain:
269         Asignatura
270
271     Range:
272         {"Basica" , "Obligatoria" , "Optativa"}
273
274
275     DataProperty: AS_Extension
276
277     Characteristics:
278         Functional

```

## A T-Box en sintaxis Mánchester

```
279
280   Domain:
281     Asignatura
282
283   Range:
284     xsd:decimal[> 0]
285
286
287   DataProperty: ME_Descripcion
288
289   Characteristics:
290     Functional
291
292   Domain:
293     Metodo_Docente
294
295   Range:
296     rdfs:Literal
297
298
299   DataProperty: AS_Ubicacion
300
301   Characteristics:
302     Functional
303
304   Domain:
305     Asignatura
306
307   Range:
308     {"1er semestre" , "2o semestre" , "3er semestre" , "4o semestre" , "5o
309       semestre" , "6o semestre" , "7o semestre" , "Ultimo curso"}
310
311   DataProperty: OG_Descripcion
312
313   Characteristics:
314     Functional
315
316   Domain:
317     Objetivo_General
318
319   Range:
320     rdfs:Literal
```

```

321
322
323 DataProperty: CO_Descripcion
324
325     Characteristics:
326         Functional
327
328     Domain:
329         Competencia
330
331     Range:
332         rdfs:Literal
333
334
335 DataProperty: AF_Creditos
336
337     Characteristics:
338         Functional
339
340     Domain:
341         Actividad_Formativa
342
343     Range:
344         xsd:decimal[> 0]
345
346
347 DataProperty: MA_Creditos
348
349     Characteristics:
350         Functional
351
352     Domain:
353         Materia
354
355     Range:
356         xsd:decimal[> 0]
357
358
359 DataProperty: MA_Duracion_Y_Ubicacion
360
361     Characteristics:
362         Functional
363

```

## A T-Box en sintaxis Mánchester

```
364   Domain:
365     Materia
366
367   Range:
368     rdfs:Literal
369
370
371   Class: Competencia_Especifica
372
373   EquivalentTo:
374     Competencia
375     and ((CE_esOtorgadaPor_MA some Materia)
376     and (CE_esOtorgadaPor_MA only Materia))
377
378   SubClassOf:
379     Competencia
380
381   DisjointWith:
382     Competencia_General
383
384
385   Class: owl:Thing
386
387
388   Class: Metodo_Docente
389
390   EquivalentTo:
391     (ME_utilizadoParaImpartir_MA some Materia)
392     and (ME_utilizadoParaImpartir_MA only Materia)
393
394
395   Class: Competencia
396
397   EquivalentTo:
398     (CO_seAdquiereParaCumplir_OG some Objetivo_General)
399     and (CO_seAdquiereParaCumplir_OG only Objetivo_General)
400
401   SubClassOf:
402     owl:Thing
403
404
405   Class: Competencia_General
406
```



```

407   EquivalentTo:
408       Competencia
409       and ((CG_esOtorgadaPor_MA some Materia)
410           and (CG_esOtorgadaPor_MA only Materia))
411
412   SubClassOf:
413       Competencia
414
415   DisjointWith:
416       Competencia_Especifica
417
418
419 Class: Asignatura
420
421   EquivalentTo:
422       (AS_formaParteDe_MA some Materia)
423       and (AS_formaParteDe_MA only Materia)
424
425
426 Class: Objetivo_General
427
428   SubClassOf:
429       owl:Thing
430
431
432 Class: Materia
433
434   EquivalentTo:
435       (MA_otorgaCompetenciasGenerales_CG some Competencia)
436       and (MA_otorgaCompetenciasGenerales_CG only Competencia)
437
438
439 Class: Actividad_Formativa
440
441   EquivalentTo:
442       (AF_utilizadaParaImpartir_MA some Materia)
443       and (AF_utilizadaParaImpartir_MA only Materia)

```



# Bibliografía

- [1] Declaración de bolonia. <http://www.educacion.es/dctm/mepsyd/educacion/universidades/educacion-superior-universitaria/espacio-europeo-educacion-superior-eees/proceso-bolonia/declaracionbolonia.pdf?documentId=0901e72b800486ef>, Junio 1999.
- [2] Declaración de budapest-vienna. [http://www.ond.vlaanderen.be/hogeronderwijs/bologna/2010\\_conference/documents/Budapest-Vienna\\_Declaration.pdf](http://www.ond.vlaanderen.be/hogeronderwijs/bologna/2010_conference/documents/Budapest-Vienna_Declaration.pdf), Marzo 2010.
- [3] Claude Allègre, Luigi Berlinguer, Tessa Blackstone, and Jürgen Ruetters. Declaración de la sorbona. [http://www.unef.fr/delia-CMS/index/article\\_id-1773/topic\\_id-132,159,163/declaration-de-la-sorbonne-25-051998.html](http://www.unef.fr/delia-CMS/index/article_id-1773/topic_id-132,159,163/declaration-de-la-sorbonne-25-051998.html), Mayo 1998.
- [4] European Commission. Ects key features. [http://ec.europa.eu/education/lifelong-learning-policy/doc/ects/key\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/education/lifelong-learning-policy/doc/ects/key_en.pdf).
- [5] European Commission. European credit transfer and accumulation system (ects). [http://ec.europa.eu/education/lifelong-learning-policy/ects\\_en.htm](http://ec.europa.eu/education/lifelong-learning-policy/ects_en.htm).
- [6] European Commission. *ECTS Users' Guide*. Office for Official Publications of the European Communities, 2009.
- [7] Universidad de Bolonia. Magna charta universitatum. [http://www.magna-charta.org/pdf/mc\\_pdf/mc\\_spanish.pdf](http://www.magna-charta.org/pdf/mc_pdf/mc_spanish.pdf), Septiembre 1988.
- [8] Ministerio de Educación. <http://www.educacion.es/espacio-europeo-educacion-superior.html>.
- [9] Ministerio de Educación. <http://www.educacion.es/boloniaeees/inicio.html>.

## BIBLIOGRAFÍA

- [10] Ministerio de Educación. <http://www.queesbolonia.es/queesbolonia/inicio.html>.
- [11] Facultad de Informática. Graduado/a en ingeniería informática por la universidad politécnica de madrid.
- [12] EEES. <http://www.eees.es/>.
- [13] Comisión Europea. *Sistema europeo de transferencia y acumulación de créditos (ECTS). Características esenciales*. Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas, 2004.
- [14] Stanford Center for Biomedical Informatics Research. <http://protege.stanford.edu/>.
- [15] Stanford Center for Biomedical Informatics Research. <http://bmir.stanford.edu/>.
- [16] Stanford Center for Biomedical Informatics Research. [http://protegewiki.stanford.edu/index.php/OWL\\_Lint](http://protegewiki.stanford.edu/index.php/OWL_Lint).
- [17] Stanford Center for Biomedical Informatics Research. [http://protegewiki.stanford.edu/index.php/Outline\\_and\\_Existential\\_Tree\\_Views](http://protegewiki.stanford.edu/index.php/Outline_and_Existential_Tree_Views).
- [18] Stanford Center for Biomedical Informatics Research. [http://protegewiki.stanford.edu/index.php/Cloud\\_Views](http://protegewiki.stanford.edu/index.php/Cloud_Views).
- [19] Stanford Center for Biomedical Informatics Research. <http://protegewiki.stanford.edu/index.php/OWLDoc>.
- [20] Stanford Center for Biomedical Informatics Research. <http://protegewiki.stanford.edu/index.php/OWL2UML>.
- [21] Tom Gruber. <http://www-ksl.stanford.edu/kst/what-is-an-ontology.html>.
- [22] T.R. Gruber. A translation approach to portable ontologies. 1993.
- [23] M. Chantal Pérez Hernández. *Explotación de los corpórea textuales informatizados para la creación de bases de datos terminológicas basadas en el conocimiento*, chapter 5.3.1.
- [24] The Magna Charta Observatory of Fundamental University Values and Rights. <http://www.magna-charta.org/home.html>.

## BIBLIOGRAFÍA

- [25] The University of Manchester. <http://code.google.com/p/ontology-browser/>.
- [26] Stanford School of Medicine. <http://med.stanford.edu/>.
- [27] W3C. <http://www.w3.org/TR/owl-guide/>.
- [28] H. Weigand. *Multilingual Ontology-Based Lexicon for News Filtering - The TREVI Project*, pages 138–159. 1997.