

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 Crítica al sistema de hojas de cálculo . . . . .	12
1.2.2 Ontologías . . . . .	16
1.2.3 Unificar conocimiento en un marco único y formal . . . . .	20
1.2.4 Procesos automatizados . . . . .	22
1.3 Objetivos . . . . .	25
<b>2 Ontología de nuestro plan de grado</b>	<b>27</b>
2.1 Herramienta utilizada:Protégé . . . . .	27
2.2 Introducción al documento de trabajo . . . . .	28
2.3 Explicación de la ontología . . . . .	29
2.3.1 Clases de la ontología . . . . .	30
2.3.2 Propiedades de la ontología . . . . .	35

2.3.3	Propiedades sobre tipos de datos . . . . .	39
2.4	Instancia UPM (varios ejemplos?) . . . . .	41
2.4.1	Individuos de la ontología . . . . .	42
<b>3</b>	<b>Generalización</b>	<b>47</b>
3.1	Intro: ¿quién puede usar esta ontología? ¿La UCM? Sí, no, pq, etc. . . . .	47
3.2	Idea: jerarquía (refinamiento desde la ley hasta los planes) . . .	47
3.3	Test: Instancia UCM? . . . . .	47
<b>4</b>	<b>Aplicaciones (automáticas)</b>	<b>49</b>
4.1	Mencionar nuestras ideas sobre cómo sacar partido a esto . . .	50
4.2	Ejemplo de razonamiento (puede que encuentres una inconsis- tencia al ir metiendo la info en la ontología,apúntalo). . . . .	51
4.3	Ejemplo de vis. de la información (html). . . . .	51
<b>5</b>	<b>Conclusiones</b>	<b>53</b>
<b>A</b>	<b>Semántica de Manchester</b>	<b>55</b>
A.1	Vocabulario . . . . .	55
A.2	Interpretación . . . . .	57
A.3	Satisfacción de axiomas . . . . .	58
<b>B</b>	<b>T-Box en sintaxis Mánchester</b>	<b>65</b>
	<b>Bibliografía</b>	<b>79</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 delebrada 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.Guiseppe 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.

### 1.2.1 Crítica al sistema de hojas de cálculo

Con la llegada del nuevo plan de estudios, fue necesario redistribuir las horas docentes de cada asignatura, dividiendo las asignaturas en créditos ECTS donde antes estaban divididas en créditos y pasando a adoptar los criterios de Bolonia. 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.

Cada hoja de cálculo (existen copias de las mismas en el anexo del presente documento) contiene información acerca de una única asignatura, siendo cada una asignatura algo «estanco» pues no contenían información y relaciones con otras asignaturas. Además, no existe el concepto de materia y los conceptos de actividad formativa y método docente aparecen entremezclados y pueden dar lugar a errores. Un profesor que tuviese que planificar su agenda para la docencia de varias asignaturas, estaba obligado a utilizar herramientas auxiliares dado que no es posible conocer a priori las horas que, en total, debe dedicar ese profesor a la docencia. Vamos a verlo en detalle:

- 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 en función del número de alumnos que componen cada grupo (A, B, C ó D) 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. De este modo se intentan

## 1 Introducción

distribuir las horas docentes de la asignatura entre todas las actividades formativas, teniendo presentes las competencias que se espera que el alumno adquiriera cursándola.

- Hoja 6: Es una versión de la hoja anterior donde además aparecen asignados los profesores como recursos, en un intento de lograr que las horas de docencia comprometidas sean cubiertas por los profesores disponibles.
- 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 una tarea excesivamente dificultosa.

Por otra parte, no parece muy útil el conocer que un grupo sea de clase A, B, C o D, al menos de cara al profesor. Los grupos se establecen en función del número de alumnos que cursan cada asignatura, y por tanto, la planificación de ésta es independiente del número de alumnos que la cursen. El nuevo paradigma de la educación superior centra su atención en los alumnos. Los créditos miden las horas de trabajo de los alumnos, en ningún caso el trabajo de los profesores (no por ello despreciable). Dicho de otro modo, los créditos precisos (las horas de trabajo que un alumno precisa dedicar) para superar la asignatura son los mismos, haya pocos alumnos o muchos

alumnos, y el hecho de utilizar diferentes métodos docentes o realizar unas u otras actividades formativas tiene más que ver con el hecho de que sean aplicables a la docencia de esa asignatura que a la oferta de infraestructura del centro docente (aunque en la práctica sea éste una limitación importante a la hora de impartir las asignaturas).

Ya se ha visto como los conceptos de método docente y el de actividad formativa quedan difuminados y se entremezclan. Una actividad formativa es la actividad que profesor y alumno han de realizar a lo largo de un curso, que busca un propósito concreto. Por tanto es válido decir que para una misma materia concurren a lo largo del curso docente varias actividades formativas, ponderadas en función de los objetivos propuestos en el plan de estudios. Por el contrario, un método docente es un conjunto de formas, procedimientos, técnicas, etc, de enseñanza y aprendizaje. Por tanto, y a pesar de que existen actividades formativas y métodos docentes que son mutuamente excluyentes, se puede afirmar que por regla general pueden combinarse entre sí a criterio del docente, siendo totalmente compatibles el uso de diversos métodos docentes con las diferentes actividades formativas. Por ello, tiene sentido de hablar de horas dedicadas a una determinada actividad formativa, pero no a hablar de horas dedicadas a un método docente.

Al hablar del nivel de adquisición de competencias, en las hojas de cálculo se habla de horas dedicadas a esa competencia, en lugar de hablar de niveles, tal y como parece en el documento remitido al ANECA. Salvo que se establezca de forma explícita la correspondencia entre los tres niveles (Alto, medio y bajo) de adquisición de competencias indicados en el documento y las horas de dedicación correspondientes a cada nivel, no tiene sentido establecer escalas que luego no podrán ser utilizadas en el documento final del grado, si no que su única utilización es una medida interna de cada departamento (con el riesgo de que además cada departamento pueda utilizar diferentes gradaciones).

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.

## 1 Introducción

- 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 el cambio de alguna especificación del plan utilizando las hojas de cálculo. Tienen una cohesión muy pequeña entre ellas por lo que cualquier modificación del plan de estudios o del marco normativo resulta muy difícil de trasladar correctamente a las hojas de cálculo. Es preciso construir la plicación de manera que en la ampliación o modificación del sistema resulta una tarea accesible.

Además, la automatización de tareas resulta casi imposible utilizando hojas de cálculo. Resulta incongruente pensar que, hoy en día, dependamos del tratamiento manual de datos para la correcta definición de cualquier sistema o metodología, habiendo como hay herramientas que nos facilitan su diseño y desarrollo.

### 1.2.2 Ontologías

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.

### Definición

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:

- Intercambiar datos entre diferentes sistemas.
- Crear servicios de consulta.

## 1 Introducción

- 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 pueden 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.

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.

## 1 Introducción

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.

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

El World Wide Web Consortium es una organización internacional, en la que participan organizaciones miembro, personal a tiempo completo y público en general con el fin de desarrollar estándares web que permitan sacar el máximo potencial de la web.

#### ¿Porqué desarrollar OWL?

La Web Semántica permite dotar de significado a la información, permitiendo que las computadoras puedan más fácilmente procesar e integrar la información presente en la web. Se hizo necesario entonces diseñar un lenguaje para la web ontológica que pudiese cumplir con los objetivos arriba mencionados fijados por el W3C. Existen varios lenguajes relacionados con la web semántica:

- XML proporciona una sintaxis para documentos estructurados, pero no aporta ninguna semántica a esos documentos.
- XML Schema restringe la estructura de los documentos XML y añade la posibilidad de definir tipos de datos.

- RDF es un lenguaje para el modelado de datos con objetos (llamados recursos en el lenguaje) y relaciones entre ellos, creando una semántica para esos modelos y facilitando su representación en sintaxis XML.
- RDF Schema es un vocabulario para la descripción de propiedades y clases de recursos RDF que incorpora una semántica para la definición de jerarquías de propiedades y clases.
- OWL añade vocabulario para la descripción de clases y propiedades como pueden ser relaciones entre clases, cardinalidad, igualdad, más tipos de relaciones, propiedades de esas relaciones y clases enumeradas.

### Sublenguajes de OWL

Existen tres sublenguajes de OWL, cada uno más expresivo que el anterior, diseñados para ser utilizados de manera específica por implementadores y usuarios, de modo que éstos puedan disponer de un lenguaje adaptado a sus necesidades.

1. *OWL Lite* está diseñado para usuarios que principalmente precisen una jerarquía de clases y constantes muy simples. Por poner un ejemplo, *OWL Lite* permite el uso de cardinalidad pero sólo con valor 0 ó 1. *OWL Lite* precisa de herramientas más sencillas que otros sublenguajes de OWL más expresivos y es además una manera rápida de implementar y compartir tesauros y otras taxonomías.
2. *OWL DL* permite obtener la máxima expresividad del lenguaje a la par que completitud y decidibilidad sobre ese lenguaje. Incluye todos los constructores de OWL pero sólo permite que sean utilizados bajo ciertas condiciones,
3. *OWL Full* está pensado para aquellos usuarios que desean trabajar con la máxima expresividad y libertad sintáctica, pero sin ninguna garantía de completitud ni de decidibilidad.

Cada uno de estos sublenguajes es una extensión de su predecesor, y por tanto:

- Todas las ontologías OWL Lite válidas son ontologías OWL DL válidas.

## 1 Introducción

- Todas las ontologías OWL DL válidas son ontologías OWL Full válidas.
- Todas las conclusiones válidas sobre una ontología OWL Lite son conclusiones OWL DL válidas.
- Todas las conclusiones válidas sobre una ontología OWL DL son conclusiones OWL Full válidas.

### Elección de un sublenguaje OWL

A la hora de escoger uno u otro sublenguaje OWL, se ha de tener en cuenta las necesidades que va a tener que satisfacer. La elección entre OWL Lite y OWL DL dependerá de si OWL Lite es capaz de satisfacer la expresividad requerida o no. La elección entre OWL DL y OWL Full dependerá de que el usuario requiera hacer uso de los meta-modelos (posible con la sintaxis de RDF Schema) o no, y de la necesidad de utilizar razonadores sobre la ontología, dado que por el momento no existen razonadores para ontologías OWL Full.

EL sublenguaje OWL Full puede ser considerado como una extensión de RDF, mientras que OWL Lite y OWL DL pueden ser considerados como extensiones de un RDF restringido. Cualquier documento OWL (ya sea OWL Lite, OWL DL o OWL Full) es un documento RDF y cada documento RDF es un documento OWL Full, pero sólo algunos documentos RDF serán documentos OWL Lite o OWL DL válidos, debido a las restricciones de sintaxis que cada uno lleva aparejado.

Por ello, es preciso tomar precauciones cuando se desea convertir un documento RDF en uno OWL Lite o OWL DL, ya que el nuevo documento RDF debe cumplir con las restricciones propias de cada sublenguaje OWL. Para obtener más información acerca de las diferentes restricciones que cada sublenguaje impone, se recomienda ver el apéndice E de la referencia de OWL.

#### 1.2.4 Procesos automatizados

El hecho de que, como ya se ha comentado, las ontologías OWL DL y OWL Lite sean lenguajes completos y decidibles permite la utilización de herramientas automáticas, abriendo una amplio abanico de posibilidades en la utilización de dichas ontologías.

Algunas herramientas automáticas proporcionan un interfaz de programación para el diseño e implementación de ontologías, exploradores de ontologías, conversores, razonadores, motores de búsqueda, etiquetadores, validadores, visores... Existen diversas páginas como xxxxxx donde hay repositorios y se pueden encontrar las herramientas agrupadas por categorías, lenguajes de programación... A modo enunciativo, y para que el lector pueda tener una primera impresión de las capacidades del lenguaje, se enumeran algunas de las herramientas.

Daniel,  
nombra aquí  
las páginas  
que has en-  
contrado

- *iQvoc* es una herramienta web de código abierto para manejar vocabularios, jerarquías, tesauros.
- *ONKI* es un catálogo de ontologías, vocabularios y tesauros, fineses e internacionales, muy útil para poder construir y mantener contenido de la web semántica a un coste aceptable.
- *SMAD* es un catalizador para aplicaciones web para dispositivos móviles, que intenta integrar datos de la web semántica con servicios basados en la localización de esos dispositivos móviles.
- *SKOS API* es un interfaz java, que incluye un parser y un editor con soporte para SKOS y en el que se pueden integrar razonadores como Pellet o FaCT++.
- *TopBraid EVN* es una solución para el desarrollo y mantenimiento de vocabularios interconectados, de modo que todas las partes interesadas en un negocio o empresa pueden colaborar en definir e interrelacionar vocabularios, taxonomías, tesauros y ontologías.
- *Graphity* es una plataforma para la construcción de aplicaciones web, y permite explorar fuentes de datos externas, analizarlas e importar información proveniente de otras fuentes privadas de datos.
- *Callicamchus* permite a los creadores de páginas web crear aplicaciones para la web semántica de manera rápida y sencilla.
- *OntoVCS* es un conjunto de herramientas para la línea de comandos que permite obtener las diferencias de varias ontologías, así como unir las y pueden integrarse en Mercurial o Git para el control de versiones.
- *Pellint* es una herramienta para *Pellet* que indica e incluso puede reparar diversas construcciones que se sabe que ocasionan problemas, ha nivel de ontologías y axiomas.

## 1 Introducción

- *babel* es un servicio del proyecto SIMILE del MIT para la conversión desde/hacia diferentes formatos.
- *Morph*, otro conversor entre varios formatos RDF.
- *RDF On The Go* permite almacenar de manera persistente estructuras RDF, así como procesar consultas, todo ello desde un sistema Android.
- *TONES Ontology Repository* es un servicio web diseñado para hacer las funciones de almacén de ontologías de prueba para que los desarrolladores de aplicaciones puedan probar sus aplicaciones contra esas ontologías.
- *Protégé* es un entorno de desarrollo de ontologías, del que se hablará más detenidamente en próximos capítulos.
- *OWL Verbalizer* es una herramienta on-line que verbaliza las ontoloías OWL en Attempto Controlled English.
- *eXperiment Design Automation* es una plataforma de desarrollo que posibilita a los científicos gestionar la información dentro y entre los laboratorios de investigación.
- *Semantic Turkey* es una extensión para Firefox que permite a los usuarios construir ontologías con la información contenida en las páginas web visitadas.
- *FaCT++* es un razonador OWL DL, soporte para OWL y OWL 2. Es uno de los razonadores incluidos por defecto en Protégé.
- *HermiT* es otro razonador, muy potente y útil para clasificar ontologías muy complejas y encontrar inconsistencias en ellas.
- *RacerPro* es un razonador para la web semantica.
- *Pellet* otro razonador que incluye como novedad la capacidad de realizar razonamiento incremental.

Como ya se ha dicho anteriormente, el listado anterior es meramente informativo. Muchas de esas aplicaciones están en forma de plugins para entornos de desarrollo, o herramientas para la linea de comandos, o bien como aplicaciones java.

Mención aparte merecen Protégé y el resto de herramientas utilizadas para la realización del TFC, de los que se hablará más detenidamente en el siguiente capítulo.

### 1.3 Objetivos

Habiendo visto las carencias que presenta el sistema de las hojas de cálculo utilizado hasta el momento, es momento de crear un sistema de conocimiento que permita manejar de manera más fluida toda la información relativa a los planes de estudio.

Es por tanto la meta principal de este documento elaborar un marco único y formal que unifique el conocimiento, de modo que todos los conceptos sean inequívocos y cualquier persona, aún a pesar de 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. Además, ello permitirá mejorar la presentación de la información, por lo que las relaciones entre asignaturas, materias y planes de estudios, de modo que el usuario puede ubicar en todo momento el lugar que ocupa en el universo modelado y la información que maneja, comprendiendo de manera más amplia cómo encaja su labor y la información que maneja en el universo que estamos modelando. Así, crearemos un sistema mucho más flexible que permita, ante cambios normativos o cambios funcionales, adaptar más fácilmente el sistema de estudios a las nuevas situaciones cambiantes que se presenten.

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.





# 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, Manchester 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 amplia 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 adquisición 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 las ontologías, su propósito es lograr una descripción única del mundo que se está modelando. ESTO HAY QUE PONERLO MEJOR, ASI NO VALE. 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

Como ya se ha explicado, las ontologías están compuestas por clases, propiedades e individuos. Las ontologías OWL incluyen además operadores, como

## 2 Ontología de nuestro plan de grado

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.

Antes de continuar con la definición de cada clase y propiedad, vamos a definir la sintaxis utilizada y la semántica asociada. De entre todas las sintaxis definidas en el estándar W3C, se ha optado por utilizar la sintaxis Manchester, por ser de más fácil comprensión que el resto de las sintaxis definidas en el estándar. Para facilitar la comprensión del lector, se incluye en el apéndice una tabla con la semántica de la sintaxis utilizada.

### 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.

```
476 Class: Objetivo_General
```

```
477
```

```
478 SubClassOf:
```

**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`:

```

1 Class: Competencia
2
3   EquivalentTo:
4     (CO_seAdquiereParaCumplir_OG some Objetivo_General)
5     and (CO_seAdquiereParaCumplir_OG only Objetivo_General)
6
7   SubClassOf:
8     owl:Thing

```

Dentro de esta clase, podemos 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.

## 2 Ontología de nuestro plan de grado

```
451 Class: Competencia_General
452
453   EquivalentTo:
454     Competencia
455     and ((CG_esOtorgadaPor_MA some Materia)
456     and (CG_esOtorgadaPor_MA only Materia))
457
458   SubClassOf:
459     owl:Thing,
460     Competencia
461
462   DisjointWith:
463     Competencia_Especifica
```

**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:

```
416 Class: Competencia_Especifica
417
418   EquivalentTo:
419     Competencia
420     and ((CE_esOtorgadaPor_MA some Materia)
421     and (CE_esOtorgadaPor_MA only Materia))
422
423   SubClassOf:
424     owl:Thing,
425     Competencia
426
427   DisjointWith:
428     Competencia_General
```

Como hemos visto, competencias generales y específicas son disjuntas entre sí, pero para la especificación de una Competencia dentro de

## 2.3 Explicación de la ontología

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/protege 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 las 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.

```
482 Class: Materia
483
484   EquivalentTo:
485     (MA_otorgaCompetenciasGenerales_CG some Competencia)
486     and (MA_otorgaCompetenciasGenerales_CG only Competencia)
487
488   SubClassOf:
489     owl:Thing
```

**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 integrante de

## 2 Ontología de nuestro plan de grado

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 definen 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.

```
466 Class: Asignatura
467
468 EquivalentTo:
469     (AS_formaParteDe_MA some Materia)
470     and (AS_formaParteDe_MA only Materia)
471
472 SubClassOf:
473     owl:Thing
```

**Actividad Formativa.** La clase Actividad\_FV mativa 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.

```
492 Class: Actividad_Formativa
493
494 EquivalentTo:
495     (AF_utilizadaParaImpartir_MA some Materia)
496     and (AF_utilizadaParaImpartir_MA only Materia)
497
498 SubClassOf:
499     owl:Thing
```



**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 comatible 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 la clase `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.

```
431 Class: Metodo_Docente
432
433   EquivalentTo:
434     (ME_utilizadoParaImpartir_MA some Materia)
435     and (ME_utilizadoParaImpartir_MA only Materia)
436
437   SubClassOf:
438     owl:Thing
```

### 2.3.2 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 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 y CO\_seAdquiereParaCumplir\_OG.**

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.

## 2 Ontología de nuestro plan de grado

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:

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

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

$O = \text{Objetivo\_General}$

$C = \text{Competencia}$

```
143 ObjectProperty: OG_seCumpleMedianteLaAdquisicionDe_CO
```

```
144
```

```
145   Domain:
```

```
146     Objetivo_General
```

```
147
```

```
148   Range:
```

```
149     Competencia
```

```
150
```

```
151   InverseOf:
```

```
152     CO_seAdquiereParaCumplir_OG
```

```
224 ObjectProperty: CO_seAdquiereParaCumplir_OG
```

```
225
```

```
226   Domain:
```

```
227     Competencia
```

```
228
```

```
229   Range:
```

## 2.3 Explicación de la ontología

```
230     Objetivo_General
231
232     InverseOf:
233         OG_seCumpleMedianteLaAdquisicionDe_CO
```

**CG\_esOtorgadaPor\_MA y MA\_otorgaCompetenciasGenerales\_CG.** Los alumnos adquieren las competencias conforme van superando con éxito las materias del plan de estudio, lo que les permite, una vez superadas todas las materias, cumplir con los objetivos generales del título.

```
170 ObjectProperty: CG_esOtorgadaPor_MA
171
172     Domain:
173         Competencia_General
174
175     Range:
176         Materia
177
178     InverseOf:
179         MA_otorgaCompetenciasGenerales_CG
```

```
104 ObjectProperty: MA_otorgaCompetenciasGenerales_CG
105
106     Domain:
107         Materia
108
109     Range:
110         Competencia_General
111
112     InverseOf:
113         CG_esOtorgadaPor_MA
```

**CE\_esOtorgadaPor\_MA.** Dominio: Competencia\_Especifica. Rango: Materia. Inversa: MA\_otorgaCompetenciasEspecíficas\_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\_otorgaCompetenciasEspecíficas\_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.

## 2 Ontología de nuestro plan de grado

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 según 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\_seImparteSegún\_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.

## 2.3 Explicación de la ontología

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\_seImparteMediante\_ME. Los métodos docentes se siguen 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.

### 2.3.3 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

## 2 Ontología de nuestro plan de grado

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")nteger] 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 la 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.

## 2.4 Instancia UPM (varios ejemplos?)

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.
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.

## 2.4 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),

## 2 Ontología de nuestro plan de grado

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.

### 2.4.1 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



## 2.4 Instancia UPM (varios ejemplos?)

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

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

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

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

## 2 Ontología de nuestro plan de grado

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 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.

## 2.4 Instancia UPM (varios ejemplos?)

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, CG7/8/9/10/16/17, 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.

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>Está</sup> 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>Está</sup> 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

## 2 Ontología de nuestro plan de grado

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 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.

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 Standford[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.
- Outline and Existential Tree Views[17]. Herramienta que nos permite

## 4 Aplicaciones (automáticas)

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.

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

Hablar los puntos mencionados por

- 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).



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

**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

## Semántica de Manchester

### A.1 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  $DT$ .

## A Semántica de Manchester

- 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  $(LV, DT)^{LS} \in (DT)^{DT}$ .
- 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>1</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:

---

<sup>1</sup><http://www.w3.org/TR/owl2-direct-semantics/#ref-owl-2-specification>

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

## A.2 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 propiedades de datos* que asigna a cada propiedad  $DP \in V_{DP}$  un subconjunto  $(DP)^{DP} \subseteq \Delta_I \times \Delta_D$  tal que  $(owl : topDataProperty)^{DP} = \Delta_I \times \Delta_D \wedge (owl : bottomDataProperty)^{DP} = \emptyset$ .

## A Semántica de Manchester

- $\cdot^I$  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  $(F, lt) \in V_{FA}$ .

### A.3 Satisfacción de axiomas

Satisfacción de axiomas sobre clases:	
Axioma	Condición
<b>Class:</b> $CE$ <b>SubClassOf:</b> $CE_1, \dots, CE_n$	$(CE)^c \subseteq (CE_1)^c \cap \dots \cap (CE)^c \subseteq (CE_n)^c$
<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 $j \neq k$



### A.3 Satisfacción de axiomas

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

## A Semántica de Manchester

Satisfacción de axiomas sobre propiedades de objetos:	
Axioma	Condición
ObjectProperty: $OPE$ Characteristics: Asymmetric	$\forall x, y : (x, y) \in (OPE)^{op} \Rightarrow (y, x) \notin (OPE)^{op}$
ObjectProperty: $OPE$ Characteristics: Transitive	$\forall x, y, z : (x, y) \in (OPE)^{op}$ $\wedge$ $y, z) \in (OPE)^{op} \Rightarrow (x, z) \in (OPE)^{op}$
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: $OPE_2$	$(OPE_1)^{op} = \{(x, y)   (y, x) \in (OPE_2)^{op}\}$

### A.3 Satisfacción de axiomas

Satisfacción de axiomas sobre datos:	
Axioma	Condición
<b>DataProperty:</b> $DPE$ <b>Domain:</b> $CE$	$\forall x, y : (x, y) \in (DPE)^{dp} \Rightarrow x \in (CE)^c$
<b>DataProperty:</b> $DPE_1$ <b>Range:</b> $DR$	$\forall x, y (x, y) \in (DPE)^{dp} \Rightarrow y \in (DR)^{dt}$
<b>DataProperty:</b> $DPE$ <b>Characteristics:</b> <b>Functional</b>	$\forall x, y_1, y_2 : (x, y_1) \in (DPE)^{dp}$ $\wedge$ $(x, y_2) \in (DPE)^{dp} \Rightarrow y_1 = y_2$
<b>DataProperty:</b> $DPE_1$ <b>SubPropertyOf:</b> $DPE_2$	$(DPE_1)^{dp} \subseteq (DPE_2)^{dp}$
<b>DataProperty:</b> $DPE_1$ <b>EquivalentTo:</b> $DPE_2, \dots, DPE_n$	$(DPE_j)^{dp} = (DPE_k)^{dp}$ para cada $1 \leq j \leq n$ y cada $1 \leq k \leq n$
<b>DataProperty:</b> $DPE_1$ <b>DisjointWith:</b> $DPE_2, \dots, DPE_n$	$(DPE_j)^{dp} \cap (DPE_k)^{dp} = \emptyset$ 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> $CE_n$	$(CE_1)^c \cap \dots \cap (CE_n)^c$

## A Semántica de Manchester

Expresiones:	
Expresión	Interpretación
$CE_1$ or ... or $CE_n$	$(CE_1)^c \cup \dots \cup (CE_n)^c$
not $CE$	$\Delta_I \setminus (CE)^c$
$\{a_1, \dots, a_n\}$	$\{(a_1)^I, \dots, (a_n)^I\}$
$OPE$ some $CE$	$\{x   \exists y : (x, y) \in (OPE)^{op} \wedge y \in (CE)^c\}$
$OPE$ only $CE$	$\{x   \forall y : (x, y) \in (OPE)^{op} \implies y \in (CE)^c\}$
$OPE$ value $a$	$\{x   (x, (a)^I) \in (OPE)^{op}\}$
$OPE$ self	$\{x   (x, x) \in (OPE)^{op}\}$
$OPE$ min $n$	$\{x   \# \{y   (x, y) \in (OPE)^{op}\} \geq n\}$
$OPE$ max $n$	$\{x   \# \{y   (x, y) \in (OPE)^{op}\} \leq n\}$

### A.3 Satisfacción de axiomas

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



# B

## T-Box en sintaxis Mánchester

```
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: tipoCaracterMateria
15
16   EquivalentTo:
17     {"Basica" , "Mixta" , "Obligatoria" , "Optativa"}
18
19
20 Datatype: xsd:decimal
```

## B T-Box en sintaxis Mánchester

```
21
22
23 Datatype: tipoCredito
24
25   EquivalentTo:
26     xsd:decimal[> 0]
27
28
29 Datatype: rdf:PlainLiteral
30
31
32 Datatype: tipoCaracterAsignatura
33
34   EquivalentTo:
35     {"Basica" , "Obligatoria" , "Optativa"}
36
37
38 Datatype: tipoUbicacion
39
40   EquivalentTo:
41     {"1er semestre" , "2o semestre" , "3er semestre" , "4o semestre" , "5o
42       semestre" , "6o semestre" , "7o semestre" , "Ultimo curso"}
43
44 Datatype: xsd:integer
45
46
47 Datatype: rdfs:Literal
48
49
50 ObjectProperty: CE_esOtorgadaPor_MA
51
52   Domain:
53     Competencia_Especifica
54
55   Range:
56     Materia
57
58   InverseOf:
59     MA_otorgaCompetenciasEspecificas_CE
60
61
62 ObjectProperty: MA_seImparteMediante_ME
```



```

63
64 Domain:
65     Materia
66
67 Range:
68     Metodo_Docente
69
70 InverseOf:
71     ME_utilizadoParaImpartir_MA
72
73
74 ObjectProperty: MA_seImparteSegun_AF
75
76 Characteristics:
77     InverseFunctional
78
79 Domain:
80     Materia
81
82 Range:
83     Actividad_Formativa
84
85 InverseOf:
86     AF_utilizadaParaImpartir_MA
87
88
89 ObjectProperty: AS_tieneComoRequisito_AS
90
91 Characteristics:
92     Transitive
93
94 Domain:
95     Asignatura
96
97 Range:
98     Asignatura
99
100 InverseOf:
101     AS_esRequisitoPara_AS
102
103
104 ObjectProperty: MA_otorgaCompetenciasGenerales_CG
105

```

## B T-Box en sintaxis Mánchester

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

```

149     Competencia
150
151     InverseOf:
152         CO_seAdquiereParaCumplir_OG
153
154
155     ObjectProperty: AS_esRequisitoPara_AS
156
157     Characteristics:
158         Transitive
159
160     Domain:
161         Asignatura
162
163     Range:
164         Asignatura
165
166     InverseOf:
167         AS_tieneComoRequisito_AS
168
169
170     ObjectProperty: CG_esOtorgadaPor_MA
171
172     Domain:
173         Competencia_General
174
175     Range:
176         Materia
177
178     InverseOf:
179         MA_otorgaCompetenciasGenerales_CG
180
181
182     ObjectProperty: MA_otorgaCompetenciasEspecificas_CE
183
184     Domain:
185         Materia
186
187     Range:
188         Competencia_Especifica
189
190     InverseOf:
191         CE_esOtorgadaPor_MA

```

## B T-Box en sintaxis Mánchester

```
192
193
194 ObjectProperty: MA_constaDe_AS
195
196     Characteristics:
197         InverseFunctional
198
199     Domain:
200         Materia
201
202     Range:
203         Asignatura
204
205     InverseOf:
206         AS_formaParteDe_MA
207
208
209 ObjectProperty: AF_utilizadaParaImpartir_MA
210
211     Characteristics:
212         Functional
213
214     Domain:
215         Actividad_Formativa
216
217     Range:
218         Materia
219
220     InverseOf:
221         MA_seImparteSegun_AF
222
223
224 ObjectProperty: CO_seAdquiereParaCumplir_OG
225
226     Domain:
227         Competencia
228
229     Range:
230         Objetivo_General
231
232     InverseOf:
233         OG_seCumpleMedianteLaAdquisicionDe_CO
234
```

```
235
236 DataProperty: MA_Evaluacion
237
238     Characteristics:
239         Functional
240
241     Domain:
242         Materia
243
244     Range:
245         rdfs:Literal
246
247
248 DataProperty: MA_Resultados
249
250     Characteristics:
251         Functional
252
253     Domain:
254         Materia
255
256     Range:
257         rdfs:Literal
258
259
260 DataProperty: AS_Creditos
261
262     Characteristics:
263         Functional
264
265     Domain:
266         Asignatura
267
268     Range:
269         tipoCredito
270
271
272 DataProperty: MA_Caracter
273
274     Characteristics:
275         Functional
276
277     Domain:
```

## B T-Box en sintaxis Mánchester

```
278      Materia
279
280      Range:
281      tipoCaracterMateria
282
283
284      DataProperty: MA_Coordinacion
285
286      Characteristics:
287      Functional
288
289      Domain:
290      Materia
291
292      Range:
293      rdfs:Literal
294
295
296      DataProperty: AS_Contenidos
297
298      Domain:
299      Asignatura
300
301      Range:
302      rdfs:Literal
303
304
305      DataProperty: AS_Caracter
306
307      Characteristics:
308      Functional
309
310      Domain:
311      Asignatura
312
313      Range:
314      tipoCaracterAsignatura
315
316
317      DataProperty: AS_Extension
318
319      Characteristics:
320      Functional
```

```
321
322   Domain:
323     Asignatura
324
325   Range:
326     xsd:decimal[> 0]
327
328
329 DataProperty: ME_Descripcion
330
331   Characteristics:
332     Functional
333
334   Domain:
335     Metodo_Docente
336
337   Range:
338     rdfs:Literal
339
340
341 DataProperty: AS_Ubicacion
342
343   Characteristics:
344     Functional
345
346   Domain:
347     Asignatura
348
349   Range:
350     tipoUbicacion
351
352
353 DataProperty: OG_Descripcion
354
355   Characteristics:
356     Functional
357
358   Domain:
359     Objetivo_General
360
361   Range:
362     rdfs:Literal
363
```

## B T-Box en sintaxis Manchester

```
364
365 DataType: CO_Descripcion
366
367   Characteristics:
368     Functional
369
370   Domain:
371     Competencia
372
373   Range:
374     rdfs:Literal
375
376
377 DataType: AF_Creditos
378
379   Characteristics:
380     Functional
381
382   Domain:
383     Actividad_Formativa
384
385   Range:
386     tipoCredito
387
388
389 DataType: MA_Creditos
390
391   Characteristics:
392     Functional
393
394   Domain:
395     Materia
396
397   Range:
398     tipoCredito
399
400
401 DataType: MA_Duracion_Y_Ubicacion
402
403   Characteristics:
404     Functional
405
406   Domain:
```



```

407     Materia
408
409     Range:
410         rdfs:Literal
411
412
413     Class: owl:Thing
414
415
416     Class: Competencia_Especifica
417
418     EquivalentTo:
419         Competencia
420         and ((CE_esOtorgadaPor_MA some Materia)
421             and (CE_esOtorgadaPor_MA only Materia))
422
423     SubClassOf:
424         owl:Thing,
425         Competencia
426
427     DisjointWith:
428         Competencia_General
429
430
431     Class: Metodo_Docente
432
433     EquivalentTo:
434         (ME_utilizadoParaImpartir_MA some Materia)
435         and (ME_utilizadoParaImpartir_MA only Materia)
436
437     SubClassOf:
438         owl:Thing
439
440
441     Class: Competencia
442
443     EquivalentTo:
444         (CO_seAdquiereParaCumplir_OG some Objetivo_General)
445         and (CO_seAdquiereParaCumplir_OG only Objetivo_General)
446
447     SubClassOf:
448         owl:Thing
449

```

## B T-Box en sintaxis Mánchester

```
450
451 Class: Competencia_General
452
453   EquivalentTo:
454     Competencia
455     and ((CG_esOtorgadaPor_MA some Materia)
456         and (CG_esOtorgadaPor_MA only Materia))
457
458   SubClassOf:
459     owl:Thing,
460     Competencia
461
462   DisjointWith:
463     Competencia_Especifica
464
465
466 Class: Asignatura
467
468   EquivalentTo:
469     (AS_formaParteDe_MA some Materia)
470     and (AS_formaParteDe_MA only Materia)
471
472   SubClassOf:
473     owl:Thing
474
475
476 Class: Objetivo_General
477
478   SubClassOf:
479     owl:Thing
480
481
482 Class: Materia
483
484   EquivalentTo:
485     (MA_otorgaCompetenciasGenerales_CG some Competencia)
486     and (MA_otorgaCompetenciasGenerales_CG only Competencia)
487
488   SubClassOf:
489     owl:Thing
490
491
492 Class: Actividad_Formativa
```

```
493
494   EquivalentTo:
495       (AF_utilizadaParaImpartir_MA some Materia)
496       and (AF_utilizadaParaImpartir_MA only Materia)
497
498   SubClassOf:
499       owl:Thing
500
501
502   DisjointClasses:
503       Actividad_Formativa,Asignatura,Competencia,Materia,Metodo_Docente,
       Objetivo_General
```



# 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.