

¿Cómo enseñar la Web Semántica?

Belén Díaz Agudo, Guillermo Jiménez Díaz y Juan A. Recio García

Dept. ISIA, Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Informática
belend@sip.ucm.es, gjimenez@fdi.ucm.es, jareciog@fdi.ucm.es

Resumen

Los objetivos, tecnologías y problemas relacionados con la Web Semántica están claramente establecidos a nivel de investigación. Sin embargo, la gran envergadura del proyecto hace difícil su divulgación a nivel docente. Los profesores universitarios encuentran muchas dificultades a la hora de explicar las materias relacionadas con la Web Semántica. Existe un acuerdo en que la enseñanza de estos contenidos debe tener una fuerte componente práctica y de experimentación. Sin embargo, aunque cada tema puede ser explicado de forma independiente, existe una dificultad inherente a la elaboración de trabajos autocontenidos, pero relacionados entre sí, con los que poner en práctica todos los conceptos y comprender sus dificultades y dependencias. En este artículo se presenta la experiencia con una práctica en el dominio del marcado y recuperación de imágenes.

1. Introducción

La Web Semántica forma parte de la gran visión de Tim Berners-Lee de una «única Web de significado, sobre todas las cosas y para todo el mundo». La Web Semántica es una extensión de la Web actual en la que la información tiene un significado preciso y bien definido para facilitar el trabajo y la cooperación de ordenadores y personas. A la idea original de la Web tradicional, la Web Semántica añade etiquetas con significado en las páginas Web y en los enlaces. De esta forma se crearía una enorme base de conocimiento global distribuida y se podrían descubrir datos y asociaciones entre distintas piezas de información de forma automática. La propuesta básica se basa en el uso de una terminología común definida a través de ontologías para obtener servicios más potentes (“inteligentes”, “semánticos”) como búsquedas, agentes software inteligentes y sistemas de gestión de conocimiento. Las ontologías representan “diccionarios” para definir con precisión cada uno de los términos de la Web Semántica y establecer sus propiedades y sus

relaciones con otros conceptos. Por ejemplo, *precio*, *tarifa* y *price* compartirían la misma etiqueta semántica

Los objetivos, tecnologías, problemas y aplicaciones relacionados con el gran proyecto global de la Web Semántica son cubiertos a nivel de investigación por una comunidad científica muy numerosa y muy activa. En España, la red temática en Web Semántica [1] tiene como finalidad facilitar el intercambio y transferencia de conocimientos sobre Ontologías y Web Semántica entre grupos de investigación.

Dejando a un lado la investigación en *Servicios Web Semánticos*, área en la que surgen problemas específicos, agrupamos la investigación en Web Semántica en las siguientes líneas:

- Conceptualización, formalización e integración de ontologías.
- Anotación semi-automática de páginas Web.
- Herramientas de marcado manual y aprendizaje para marcado automático.
- Recuperación semántica vs. Recuperación sintáctica de información.

Sin embargo, el escenario a nivel docente es muy distinto. La Web Semántica plantea contenidos novedosos y cambiantes en los que no existe material de referencia. Existe un acuerdo en que la enseñanza de estos contenidos debe tener una fuerte componente práctica y de experimentación. Sin embargo, aunque cada tema puede ser explicado de forma independiente, existe una dificultad inherente a la elaboración de trabajos autocontenidos, pero relacionados entre sí, con los que poner en práctica todos los conceptos y comprender sus dificultades y dependencias. El objetivo docente principal es que los alumnos entiendan la necesidad real de la Web Semántica y qué aporta respecto a la Web actual, es decir, cuáles son los problemas que resuelve que no se pueden solventar con las tecnologías sintácticas de la Web actual. El dominio elegido para el proyecto que se describe en este artículo ilustra este aspecto: no es posible hacer búsqueda de imágenes a un nivel sintáctico. El buscador de imágenes de Google hace un intento en este

sentido, buscando con el texto de alrededor, pero los resultados son muy pobres. Esta es la principal motivación por la que es necesario etiquetar las fotografías con contenido semántico.

Además de los contenidos teóricos, como el estudio de lenguajes de formalización de ontologías basados en lógicas descriptivas, como OWL [14], es muy importante la experimentación para transmitir a los alumnos otros conceptos. Por ejemplo, que la "calidad" y adecuación de la ontología del dominio y del marcado de las páginas determina los resultados de precisión y relevancia de la recuperación semántica.

En este artículo se presenta la experiencia con una práctica en el dominio del marcado y recuperación de imágenes. Los conceptos aprendidos y experimentados son: formalización, integración y razonamiento con ontologías; y anotación y recuperación semántica vs. sintáctica [7]. El problema se corresponde con una de las prácticas que resolvieron los alumnos del curso 2006/2007 de Ingeniería de Sistemas Basados en Conocimiento (ISBC), una asignatura de 5º de la Ingeniería Informática de la *Universidad Complutense de Madrid*, impartida por los autores de este artículo.

En la sección 2 se describe cómo se aborda el problema de la docencia en web semántica en nuestro curso. El problema que se les plantea a los alumnos se describe en las secciones 3, 4 y 5, en los que se detalla el enunciado junto con los objetivos docentes de cada apartado. Cada apartado del proyecto se construye de forma incremental en base a los anteriores. La sección 6 ofrece algunos ejemplos de uso. Antes de presentar las conclusiones finales del artículo, la sección 7 relaciona el proyecto con algunas herramientas existentes.

2. Aproximaciones para Enseñar la Web Semántica

En los últimos años se han incrementado enormemente las capacidades tecnológicas, la importancia y el alcance de proyectos relacionados con la web semántica. Por esta y otras razones, la comunidad ha reconocido la necesidad de incluir enseñanza específica en las universidades españolas.

En la reunión (Octubre 2007) de itinerarios formativos de la red temática de la web semántica

en España [1] se recopilaron descripciones de los cursos que actualmente se están impartiendo sobre Web semántica en las distintas Universidades españolas, y se identificaron los contenidos mínimos (teóricos y prácticos) que se deben dar en un curso de estas características. A nivel internacional numerosos proyectos, como *W3C Semantic Web Education and Outreach* [8] o *Knowledge Web* [2] han creado depósitos de material educativo y programas de cursos para enseñar la Web Semántica. Estos depósitos contienen material teórico sobre los temas principales y casos de estudio que muestran cómo se utilizan las tecnologías relacionadas en estas organizaciones. El trabajo descrito en [11] también promueve la integración de conceptos de la Web Semántica en los currículos de Sistemas de Información. Aunque se incluyen descripciones de los resultados y comentarios sobre las experiencias en distintos cursos que imparten estos contenidos, ninguno de estos trabajos incluye una descripción de posibles prácticas asociadas a los contenidos teóricos. Sin embargo, la inclusión de estas prácticas en los cursos facilitaría la labor de enseñanza/ aprendizaje. Por ejemplo, la mayoría de los estudiantes de la escuela de verano de ingeniería ontológica y Web Semántica evaluaron positivamente la inclusión de sesiones prácticas y el trabajo en un mini-proyecto durante los cursos (informes D3.2.6, D3.2.10 y D3.2.12 en [2]).

Los autores de este artículo han impartido, durante los últimos tres cursos académicos, una asignatura que introduce, desde un punto de vista práctico, diferentes conceptos de la Inteligencia Artificial en general y de los sistemas basados en conocimiento en particular. La asignatura tiene una duración total de 90 horas (3 horas semanales durante todo el curso académico, 30 semanas) e incluye sesiones sobre sistemas basados en reglas y en casos, ontologías y web semántica, recuperación de información textual, procesamiento del lenguaje natural y arquitecturas de agentes.

Nuestra aproximación pedagógica para cada tema consiste en plantear a los alumnos la resolución de un problema real con el que estén familiarizados. Después de explicar las dificultades e implicaciones concretas del problema, se discuten distintas posibilidades para

resolverlo junto con los conceptos y tecnologías requeridos.

Los contenidos relativos al tema de Ontologías y Web Semántica se cubren en 6 semanas; 6 horas para los contenidos teóricos y 12 horas para la experimentación práctica. Nuestra experiencia en la docencia de Web Semántica justifica el uso de una aproximación de aprendizaje práctico o aprender haciendo – *learning by doing*– para presentar los contenidos teóricos. Hay diferentes razones. En primer lugar la gran variedad tecnológica, la existencia de distintos estándares de lenguajes, herramientas y aplicaciones relacionados con la Web Semántica. En segundo lugar, los estudiantes ya están familiarizados con algunas de estas tecnologías, principalmente con las relacionadas con la web sintáctica (por ejemplo lenguajes como HTML, o XML...). Por tanto, nuestro objetivo pedagógico más importante es que los estudiantes comprendan las diferencias entre la recuperación sintáctica y semántica de recursos y contenidos (textos, datos, multimedia), y la importancia e implicaciones de usar Ontologías como vocabulario de anotación para recursos Web. En tercer lugar, las restricciones temporales de un curso de estas características hacen que sea muy conveniente tener un proyecto para ejemplificar y relacionar los contenidos de los aspectos teóricos más relevantes del curso. En concreto, el proyecto que se describe en las secciones siguientes permite relacionar conceptos sobre formalización, integración y uso de ontologías y recuperación sintáctica vs. semántica de contenidos.

Inicialmente se dedican dos sesiones teóricas a la introducción y motivación del uso de ontologías como un medio para permitir que los agentes software puedan compartir información con otros agentes o personas. Desde un punto de vista docente, en la asignatura se trata de motivar el uso de las ontologías como herramienta que permite el entendimiento sin ambigüedad entre personas/agentes y la reutilización del conocimiento. En estas sesiones también se explican brevemente los conceptos generales sobre adquisición, conceptualización y formalización de ontologías. Tras esto, los alumnos realizan un complemento práctico en el laboratorio utilizando la herramienta Protégé [10] para editar ontologías usando la expresividad del lenguaje OWL-DL [14].

El resto de las sesiones teóricas se emplean para explicar los siguientes conceptos:

- Integración de ontologías en aplicaciones semánticas.
- Anotación semántica basada en ontologías, y recuperación basada en marcas semánticas con un motor de razonamiento basado en lógicas descriptivas (DLs).
- Anotación textual y recuperación sintáctica basada en el modelo del espacio vectorial.

En la práctica global que se les plantea y que se describe en los apartados siguientes, los alumnos deberán utilizar las ontologías como mecanismo de anotación semántica y recuperación de varios tipos de información. Además, como objetivo docente fundamental se plantea que los alumnos sean capaces de comprender las implicaciones y las diferencias entre recuperación sintáctica/semántica para información textual.

Como objetivo tecnológico, los alumnos aprenden a cargar y manejar ontologías desde Java usando el puente OntoBridge [9]. OntoBridge es una utilidad desarrollada en el grupo GAIA de la UCM, para facilitar la conexión con ontologías OWL, basándose en JENA/ DIG, y el uso de razonadores de DLs, como Pellet [4].

El proyecto incluye un trabajo bibliográfico en el que los alumnos deben relacionar la herramienta desarrollada por ellos mismos con algunos recursos existentes como la ontología FOAF [3], herramientas de anotación semántica como AKTive Media [5], otros recursos de recuperación de fotografías, como Flickr [15], y otras herramientas de marcado, como por ejemplo el juego The ESP Game [13].

Los siguientes apartados resumen el enunciado proporcionado a los alumnos para la realización de la práctica, junto con los objetivos docentes de cada uno.

3. Ontologías para Recuperación

El principal objetivo de este apartado es la toma de contacto del alumno con el desarrollo de ontologías y bases de conocimiento. También se desea que los alumnos aprendan a realizar la lectura/escritura de las mismas utilizando puentes de comunicación entre Java y OWL y hacer consultas basadas en relaciones y conceptos

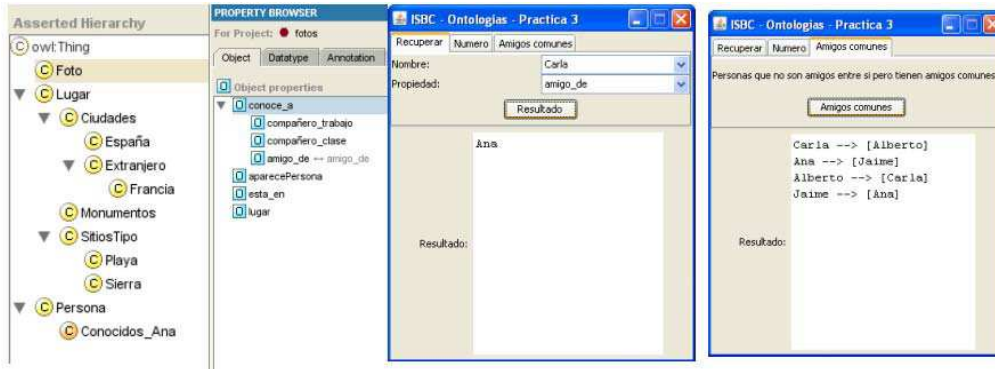


Figura 1. Ontología inicial en Protégé e interfaz de recuperación. (Apartado A)

existentes. Los alumnos reciben una ontología con conceptos *primitivos* [12] (ver Figura 1) para representar conocimiento sobre personas y sus conocidos y amigos. Esta ontología debe ser modificada añadiendo conceptos e individuos nuevos, y será integrada con la que realicen otros compañeros. La ontología será la misma en los distintos apartados de la práctica. Basándonos en esta ontología, se pidió a los alumnos:

- Introducir algunas instancias de prueba en la ontología, que representen personas, lugares, ciudades, monumentos, etc.
- Incluir conceptos *definidos* [12] en la ontología. Se incluye como ejemplo el concepto *Conocidos_Ana* (Individuos del concepto *Persona* para los que se definen la relación *conoce_a* con el individuo *Ana*).
- Crear una interfaz en java y conectar con el razonador Pellet (usando OntoBridge) para hacer recuperaciones interesantes. Por ejemplo, dado un nombre de persona recuperar todos sus amigos, las personas que no son amigos entre sí pero tienen amigos comunes o los conocidos de una persona. Los criterios se pueden seleccionar a través de una interfaz basada en formularios o reconociendo patrones en lenguaje natural. Por ejemplo, el patrón “amigos de #Persona” permitirá recuperar los amigos de cualquier instancia del concepto *Persona* usando consultas en lenguaje natural.

Los alumnos tienen total libertad a la hora de elaborar estas consultas ya que dependerán, en gran medida, de los conceptos y relaciones incluidos en la ontología.

4. Anotación y Recuperación Semántica

El objetivo del segundo apartado de la práctica es tener una herramienta que permita *organizar y recuperar contenidos*, en concreto fotografías, a partir de consultas sobre su contenido –por ejemplo, “fotos en los que aparezcan los amigos de Ana”, “fotos de la Torre Eiffel”, “fotos en las que salga Ana”. Un ejemplo de dicha herramienta, creada por los alumnos del curso, puede verse en la Figura 2.

Entre los objetivos docentes está la experimentación con conceptos definidos para comprender que las definiciones complejas pueden permitir recuperaciones más “inteligentes” y el aprovechamiento del motor de razonamiento basado en lógicas descriptivas. Por ejemplo, una foto marcada con *Paco* y *Torre Eiffel* permite un razonamiento complejo ya que como Paco es de la familia y la torre Eiffel es un monumento, la foto puede clasificarse como foto de vacaciones familiares (si así se define tal concepto).

Para el desarrollo de este apartado los alumnos han seguido los siguientes pasos:

1. Recopilar un conjunto de fotos de distintos tipos en los que aparezcan personas (amigos, compañeros de trabajo, de clase...), lugares de interés, monumentos,...
2. Crear la herramienta de marcado. Se pide hacer una herramienta que muestre simultáneamente la ontología y la foto y que permita marcar esta última semánticamente.



Figura 2. Herramienta de anotación (izquierda) y recuperación (derecha) semántica de fotografías (Apartado B).

3. Marcar las fotografías. Cada foto se representa en la ontología con un individuo f_i (instancia de *Foto*). El vocabulario de marcado será fijo. La herramienta permitirá elegir individuos/conceptos existentes o crear nuevos (por ejemplo, para marcar la primera foto de Ana, habrá que crear el individuo *Ana* desde nuestra herramienta).

Una foto f_i se puede marcar con:

- Relación-individuo: f_i *aparece* *Persona* p_j
 - Concepto Primitivo: f_i *esun* *FotosPreferidas*
- La pertenencia de f_i a conceptos definidos no se aserta sino que se infiere (por ejemplo, los conceptos: fotos recientes, o fotos de Ana son conceptos *definidos* y *no primitivos*).

4. Recuperación semántica. Las consultas se realizan a través de un formulario, en el que se seleccionan términos de la ontología o en el que se detallan consultas en lenguaje natural. Para éstas, los alumnos han de identificar patrones de consultas en lenguaje natural y buscar su traducción a consultas sobre la ontología (a través de OntoBridge) para conseguir la recuperación. A continuación se detalla un ejemplo del lenguaje de consultas propuesto a los alumnos:

- “Fotos de #Lugar”, “Fotos en la/el #Lugar”.
- “Fotos de #Persona en #Lugar”.

- “Fotos de los amigos de #Persona en #Lugar”, “Foto/s de #Relación de #Persona”.
- “Fotos en las que aparezca #Persona”, “Fotos en las que salga #Persona”.

Usando este lenguaje, la herramienta debería poder resolver adecuadamente, entre otras, las siguientes consultas:

- “Fotos de Ana”. Encaja con el patrón “Fotos de #Persona” y permite recuperar las f_i tal que f_i *esun* *Fotos* y f_i *aparece* *Persona* *Ana*
- “Fotos de Ana en la TorreEiffel”. Encaja con el patrón “Fotos de #Persona en #Lugar” y recupera las f_i tal que f_i *esun* *Fotos* y f_i *aparece* *Persona* *Ana* y f_i *lugar* *TorreEiffel*

Como mejoras opcionales para este apartado se propone trabajar con vocabulario no cerrado, es decir, permitir marcas que no existan previamente en la ontología. Otras extensiones propuestas son permitir marcar partes de una foto (como hace AKTive Media) y usar lenguajes de recuperación generales sobre ontologías como SPARQL.

5. Anotación y Recuperación Textual

En el último apartado del proyecto se añade la capacidad de recuperar fotos basándonos en una descripción textual asociada a cada una de ellas. Un ejemplo de interfaz de una herramienta desarrollada por los alumnos para este apartado se muestra en la Figura 3.

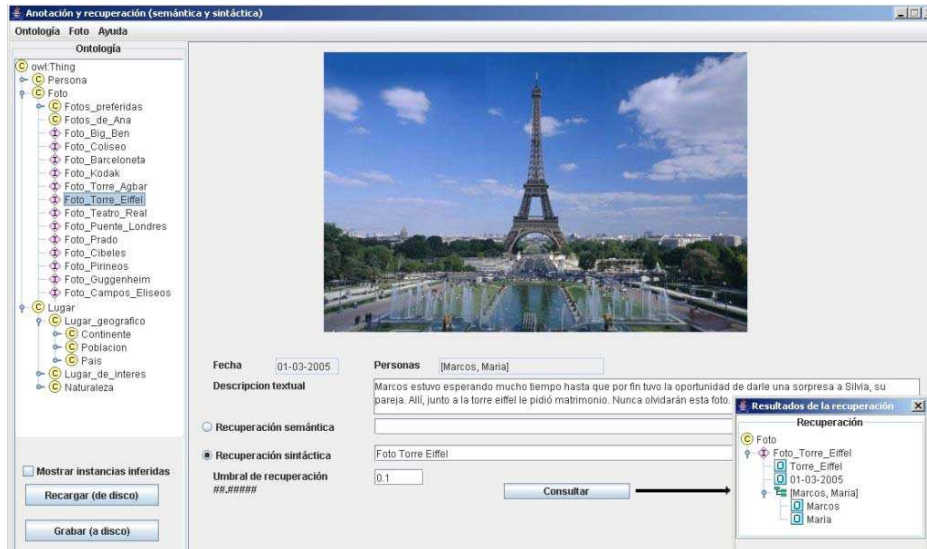


Figura 3. Herramienta de anotación y recuperación textual de fotografías (Apartado C).

El principal objetivo docente de este apartado es el aprendizaje y experimentación de la recuperación sintáctica usando el modelo del espacio vectorial [6]. Además, para comprender y asimilar las diferencias entre la recuperación sintáctica y semántica se incluirá una comparativa detallada sobre los resultados obtenidos por ambos tipos de recuperación: sintáctica y semántica (descrita en la sección 4).

En primer lugar, los alumnos han de incluir una breve descripción textual de cada una de las fotos utilizadas en el apartado anterior. Por ejemplo: *“En esta foto aparece Ana con todos sus amigos de la facultad cuando fueron a París. Se hicieron la típica foto en la torre Eiffel”*. Las descripciones de las fotografías serán procesadas para quitar palabras vacías y aplicar el algoritmo de extracción de raíces de Porter. Por último, se recuperarán las fotografías cuya descripción textual se parezca más *sintácticamente* a la consulta realizada por el usuario de acuerdo con el modelo del espacio vectorial.

6. Ejemplos de uso: Marcado y Recuperación

Supongamos que planteamos al sistema de recuperación las consultas *“Fotos de la torre*

Eiffel” y *“Fotos de Francia”*. Tanto la recuperación semántica como la sintáctica recuperan la foto de la torre Eiffel con el texto descrito en la sección anterior. Sin embargo, en la consulta *“Fotos de Francia”*, la recuperación sintáctica (con los textos de ejemplo) no recupera la foto de la torre Eiffel, mientras que el razonamiento semántico permite inferir que la foto de París es una foto de Francia usando las relaciones en la ontología.

Suponiendo que Luís es un amigo de la facultad de Ana, la recuperación sintáctica de la consulta *“Fotos de Luís”* no devolverá la foto de la torre Eiffel (aunque aparecen todos los amigos de Ana de la facultad, y en particular Luís) mientras que la recuperación semántica sí permite recuperar la foto de la torre Eiffel.

6.1. Resultados comparativos

El objetivo docente de la comparación de los resultados es determinar la importancia de la calidad de los textos y las etiquetas de anotación, así como de las capacidades de razonamiento de la ontología. La calidad del marcado influye en gran medida en la evaluación, y una mejora de las marcas, basada en los resultados de las consultas, mejora en gran medida los resultados. Para determinar el comportamiento de los dos tipos de

recuperación, los alumnos deben describir el estudio de efectividad en términos de dos parámetros: *recall* (exhaustividad) y *precisión*. *Recall* es el porcentaje de documentos relevantes que se han recuperado, y la *precisión* mide cuántos de los documentos recuperados son relevantes. Para ello, realizan consultas y recolección manual de resultados. Estos últimos se toman como resultados relevantes que servirán de base para compararlos con los resultados de las recuperaciones semánticas y sintácticas.

Por ejemplo, suponiendo la consulta “*Fotos de los amigos de Ana*”, y suponiendo que en la ontología entregada, los amigos de Ana son Belén, Beatriz y Antonio; se considera como conjunto de fotos relevantes aquellas en las que aparece alguna de estas 3 personas. Para esta consulta hay 9 fotos relevantes.

Suponiendo que la ontología incluye el conocimiento sobre los amigos de Ana, para la consulta anterior, el *recall* de la recuperación semántica es del 100% mientras que el *recall* de la recuperación sintáctica depende directamente de los textos de anotación, aunque en general se obtienen valores bajos, en torno al 40%. Ejemplo:

- Fotografía F1: “En esta foto aparece Beatriz en la playa” – no se recupera.
- Fotografía F2: “En esta foto aparecen los amigos de Ana en la fiesta de Nochevieja” – sí se recupera.

En cuanto a la precisión, también se han observado valores mucho más elevados en la recuperación semántica.

7. Trabajo Relacionado

El último de los objetivos docentes de este proyecto es el de relacionar la herramienta desarrollada con otros recursos existentes. En concreto, se plantea la realización de un trabajo documental en el que se pretende evaluar varias capacidades de los alumnos:

- Investigar, conocer y comparar herramientas.
- Ser capaz de identificar en otras herramientas los conceptos aprendidos en la asignatura
- Obtener ideas para extender la herramienta desarrollada en la práctica.

Por ejemplo, la herramienta AKTive Media [5] es un sistema para el *enriquecimiento* de documentos multimedia. Ofrece una funcionalidad muy completa en cuanto al marcado semántico y

recuperación de documentos textuales (por ejemplo, páginas Web) y de imágenes. Incluye un sistema de extracción de información que sugiere etiquetas a partir del corpus. También se pueden ver etiquetas de otros usuarios para entender cómo funciona el sistema de conocimiento compartido. Su interfaz de marcado y recuperación de imágenes es muy similar (aunque más completa) a la realizada por los alumnos en el proyecto. En concreto la interfaz que facilita la anotación y la recuperación que se basa en una ontología para anotar y recuperar imágenes.

Flickr [15] es una aplicación para compartir y gestionar fotografías. Flickr permite etiquetar las fotografías con textos identificativos y palabras. La búsqueda de imágenes mediante Flickr es mejor que la de otros buscadores ya que realiza una mezcla entre búsqueda sintáctica y semántica con vocabulario libre. Entre las diferencias con el proyecto desarrollado en la asignatura destacamos que Flickr no ofrece capacidad de anotación y búsqueda semántica basada en ontologías. En lo que a búsqueda sintáctica respecta, los resultados son similares a los obtenidos por Flickr.

Para facilitar el etiquetado manual de imágenes The ESP Game [13] proporciona un novedoso método. Es un juego para dos jugadores que ven la misma imagen y cuyo objetivo es adivinar los descriptores que el otro jugador usa para dicha imagen. Cada vez que ambos coinciden en las etiquetas (palabras) se consiguen puntos y aparecen imágenes nuevas. Existen otras iniciativas en esta línea, como *Google’s Image Labeler*. Este tipo de herramientas permite que los alumnos reflexionen sobre la dificultad real del proceso de etiquetado de fotografías, que se aliviaría si se realizara de forma colaborativa.

Por último, los alumnos comparan su proyecto con el proyecto FOAF [3] que pretende crear páginas legibles en la Web que describan personas, relaciones entre ellas y qué cosas hacen. FOAF es una ontología para compartir fácilmente información sobre personas y sus actividades. La capacidad de añadir información y de búsqueda es similar a la funcionalidad desarrollada en el primer apartado de la práctica.

8. Conclusiones

En este artículo hemos descrito la aproximación docente basada en el desarrollo de un proyecto de

forma simultánea a la explicación de los contenidos básicos relacionados con la Web Semántica. También se han descrito los detalles del proyecto que se les propone a los alumnos Ingeniería de Sistemas Basados en Conocimiento de 5º curso de la Ingeniería Informática de la *Universidad Complutense de Madrid*. Hemos descrito los objetivos docentes de la práctica y nuestra experiencia para enseñar los conceptos asociados a la Web Semántica, de difícil divulgación a nivel docente.

Podemos evaluar esta experiencia de manera informal basándonos en la opinión de los alumnos sobre este curso, y en nuestra visión sobre el interés y la velocidad en asimilar los contenidos del tema mientras los alumnos resuelven el problema. La asimilación de contenidos y la motivación de los alumnos en la realización de esta práctica ha sido muy alta, medida según el porcentaje de seguimiento y entrega del proyecto por el 90% de los alumnos matriculados frente a un 75% en el total del resto de las prácticas. De los alumnos que entregan este proyecto hay un 80% de aprobados lo que indica la comprensión y asimilación de contenidos. También cabe destacar un nivel de asistencia a las clases superior a la media de la asignatura.

Con la digitalización de las fotografías, cada persona cada vez tiene más imágenes guardadas, con lo que organizarlas y compartirlas se convierte muchas veces en una tarea abrumadora. La motivación de los alumnos se debe principalmente al conocimiento de este problema real. La experimentación con sus propias fotografías les ha parecido muy interesante, sobre todo para la definición del vocabulario de etiquetado de las fotografías. Al integrar las ontologías de los distintos grupos se apreciaban las diferencias de vocabulario entre los distintos grupos. En el curso actual estamos repitiendo la experiencia con un proyecto relacionado de marcado y recuperación de escenas y videos de películas y series.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por la Dirección General de Universidades e Investigación de la Consejería de Educación de la Comunidad de Madrid y por la Universidad Complutense de Madrid (Grupo de investigación consolidado 910494), y por el Ministerio de

Ciencia y Tecnología (TIN2006-15140-C03-02 y TIN2006-15202-C03-03). Gracias también a los alumnos de ISBC. Las capturas de las figuras pertenecen a sus prácticas.

Referencias

- [1] Red temática en Web Semántica. <http://www.redwebsemantica.es/>, (último acceso: 21/04/2008).
- [2] KnowledgeWeb Project. <http://kw.dia.fi.upm.es/>, (último acceso: 21/04/2008).
- [3] D. Brickley y L. Miller: FOAF. <http://www.foaf-project.org/>, (último acceso: 21/04/2008).
- [4] Clark&Parsia: Pellet. <http://pellet.owlid.com/>, (último acceso: 21/04/2008).
- [5] A. Chakravarthy: AKTive Media. <http://www.dcs.shef.ac.uk/~ajay/html/cresearch.html>, (último acceso: 21/04/2008).
- [6] D. Grossman, O. Frieder, D. Holmes y D. Roberts.: "Integrating structured data and text: A relational approach". *Journal of the American Society for Information Science*, vol. 48, no. 2, 122-132, 1997.
- [7] K. S. Jones y P. Willet: "Readings in Information Retrieval". Morgan Kaufmann, 1997.
- [8] E. Miller y R. Swick: "An overview of W3C Semantic Web Activity". *Bulletin of the American Society for Information Science and Technology*, vol. 29, no. 4, 8-11, 2003.
- [9] J. A. Recio García: OntoBridge. <http://gaia.fdi.ucm.es/grupo/projects/ontobridge/>, (último acceso: 21/04/2008).
- [10] Stanford Center for Biomedical Informatics Research: Protégé. <http://protege.stanford.edu/>, (último acceso: 21/04/2008).
- [11] M. A. Sicilia y M. Lytras: "Milestones and Requirements for introducing Semantic Web concepts in Information Systems Programs". *International Journal Information and Operations Management Education*, vol. 1, no. 3, 281-294, 2006.
- [12] S. Staab: "Handbook on Ontologies". Springer, 2004.
- [13] Carnegie Mellon University: The ESP Game. <http://www.espgame.org/>, (último acceso: 21/04/2008).
- [14] W3C: OWL. <http://www.w3.org/2004/OWL/>, (último acceso: 21/04/2008).