

# **Ontologías Turísticas Geográficas: Creación de una Ontología sobre Rutas Turísticas (a Pie o en Bicicleta) por Espacios Naturales.**

Ignacio Gutiérrez Losada, Jordi Conesa Caralt y Felipe Geva Urbano

Área de XML y Web Semántica, Ingeniería Informática,  
Universitat Oberta de Catalunya, Av. Tibidabo 39-43, 08035 Barcelona, España  
{igutierrezl, jconesac, fgeva}@uoc.edu

**Resumen.** El turismo es un área en constante crecimiento en la cual, la aparición de las nuevas tecnologías y, fundamentalmente, de Internet, ha tenido un gran impacto en los procedimientos internos de los agentes turísticos y en los métodos de contratación y de búsqueda de información por parte de los usuarios. Por otro lado, la cantidad ingente de información disponible en Internet y el gran desorden existente, provoca la aparición del concepto de Web semántica, una tecnología que dota a las máquinas de un nivel de comprensión de la Web suficiente como para hacer de la búsqueda y el acceso a la información una tarea sencilla y natural. Este artículo trata, en primer lugar, de analizar el estado del arte de la Web semántica relacionada con el ámbito del turismo, presentando las ontologías turísticas disponibles en la actualidad para, a continuación, describir el desarrollo de una ontología específica dentro del dominio de las rutas turísticas. Con esta ontología, a través de un ejemplo, se trata de demostrar la utilidad de esta tecnología a la hora de catalogar información relacionada, disponible y dispersa por páginas Web en Internet.

## **1 Introducción**

El turismo es un área que ha experimentado un auge espectacular en las últimas dos décadas, llegando a convertirse en una fuente fundamental de ingresos para muchas regiones y países. La aparición y desarrollo de Internet ha provocado un gran impacto en la manera en que las personas acceden a la información sobre sus destinos turísticos, contratan sus viajes, o reservan hoteles y/o viajes en avión [1]. Dada la cantidad ingente de información relacionada con esta industria y la descentralización y falta de normalización de la misma, se dificulta cada vez más la labor de los agentes o portales de servicios turísticos a la hora de ofrecer al usuario la información completa y actualizada que demanda.

Las tecnologías de la información basadas en Internet llevan unos años jugando un papel fundamental en el dominio del turismo, proporcionando la capacidad de ofrecer productos de mayor complejidad que satisfagan las demandas de los diferentes viajeros dependiendo de sus preferencias. Para ello, necesitan examinar diversas fuentes de información antes de ofrecer al viajero una propuesta de ruta turística, una lista de

hoteles donde se pueda alojar, o una serie de actividades culturales o de ocio que interesen al usuario cerca del destino turístico elegido [2].

Para gestionar toda la información disponible en ese gran almacén de datos en el que se ha convertido la Web, cuyo crecimiento y descentralización va en aumento, se hace imprescindible afrontar el reto de localizar, procesar e integrar toda la información relevante disponible en este contexto. Puesto que la mayoría de la información en la Web ha sido generada sin ningún tipo de control u organización, es necesario el desarrollo de una tecnología que permita a los ordenadores procesar dicho contenido desde un punto de vista semántico para su clasificación y posterior uso. De este modo, surge el concepto de Web Semántica, un área pujante en el campo de las tecnologías Web, cuyo objetivo es proporcionar un significado bien definido a la información, permitiendo así que los ordenadores tengan un nivel de comprensión de la Web suficiente como para hacer del acceso a la información una tarea sencilla y se pueda realizar de una forma natural. Con esta tecnología se les proporciona la capacidad de integrar datos de fuentes diversas, de obtener resultados de búsqueda más precisos y se les capacita para automatizar tareas más complejas [2].

Con el objetivo de representar la información relacionada (con este u otros dominios), se aplica el concepto de ontología o modelo conceptual, cuya finalidad es la de facilitar la comunicación y el intercambio de información entre diferentes sistemas y entidades. Tras varios años de investigaciones en este campo, tanto en el entorno académico como en el mundo empresarial, se han realizado diversos estudios generando varias ontologías relacionadas con el dominio del turismo, presentándose unas como base para el desarrollo de ontologías más específicas, y otras como solución final a la representación de problemáticas más concretas.

Todos estos antecedentes, motivan la aparición de un proyecto global que pretende desarrollar un marco de trabajo que permita apoyar al usuario en sus rutas turísticas, guiándolo en función de su posición (proporcionada por su dispositivo móvil), sus preferencias y el momento del día en que se encuentre, lo que se denomina como *Location Based Services* (LSB), pudiendo recomendar al usuario información personalizada con respecto a sus preferencias o características como viajero. Este artículo describe una parte de dicho proyecto, presentando el desarrollo de una ontología dentro del dominio específico de las rutas turísticas, a pie o en bicicleta, por espacios naturales. Así pues, los objetivos de este artículo son los siguientes:

- Describir el estado del arte de las ontologías turísticas actuales, necesario debido a la falta de un estudio de estas características actualizado a fecha de este artículo.
- La creación de una ontología con las características definidas anteriormente, dentro de un ámbito muy específico, explicando su desarrollo y características.
- Demostrar el funcionamiento de la ontología mediante un ejemplo que permita comprobar su utilidad a la hora de catalogar información relacionada con este ámbito, que se encuentra dispersa a través de Internet.

Este artículo se estructura de la siguiente manera: el apartado 2, presenta el estado del arte de las principales ontologías turísticas existentes en la actualidad; el apartado 3, describe el desarrollo de la ontología planteada; y el apartado 4 presenta un resumen y las conclusiones del trabajo realizado, junto con otros trabajos futuros.

El trabajo presentado a continuación forma parte del Proyecto de Fin de Carrera “Ontologías Turísticas Geográficas”, correspondiente al área de XML y Web Semántica de los estudios de Ingeniería Informática de la Universitat Oberta de Catalunya.

## 2 Estado del Arte de las Ontologías Turísticas

En el ámbito del turismo, a lo largo de los años, se han desarrollado diferentes catálogos de datos y taxonomías, para facilitar la gestión de la información a los agentes turísticos, pero su uso siempre ha sido interno y sin la implementación de ningún tipo de estándar o normalización. Posteriormente, se han realizado esfuerzos de generación de estándares globales para facilitar la organización y el intercambio de datos entre estos agentes como, por ejemplo, el tesoro de turismo y ocio desarrollado por la Organización Mundial del Turismo [1]. Pero ha sido a partir de la aplicación de las ontologías al dominio del turismo cuando se ha dado un importante impulso al modelado y a la estandarización de dichos datos.

Recientemente, se han ido desarrollando diferentes ontologías turísticas, públicas y privadas, algunas de ellas en un estado de madurez muy avanzado, que están permitiendo representar tanto aspectos genéricos del ámbito turístico, como subdominios más específicos para describir escenarios más concretos (ontologías de ámbito regional, etc.).

A continuación, se hace un repaso de las ontologías existentes de las que se dispone de un mínimo de información. En primer lugar, se presentan las ontologías más importantes desarrolladas hasta hoy. A continuación, los tesauros y especificaciones existentes en el ámbito del turismo, y una breve descripción de otras ontologías turísticas. Por último, se presentan el lenguaje OWL y la aplicación Protégé, utilizados ambos en el desarrollo de la ontología descrita en este artículo.

### 2.1 Harmonise Ontology

Harmonise fue un proyecto de la Unión Europea llevado a cabo con la participación de varios estados y entidades internacionales, para hacer frente a los problemas de interoperabilidad en el ámbito del turismo, centrándose en el intercambio de datos entre entidades. La ontología Harmonise, desarrollada inicialmente dentro de este proyecto, es actualmente el elemento central de HarmonoNET (*Harmonisation Network for the Exchange of Travel and Tourism Information*), cuyo objetivo es la creación de una red internacional para la normalización y el intercambio de datos en la industria turística [3]. HarmonoNET fue fundada en 2006, como sucesora de los proyectos Harmonise y Harmono-TEN. En la actualidad, está formada por más de 20 miembros de la industria del turismo y de entidades dedicadas a la investigación y a las tecnologías de la información, como la Comisión Europea de Turismo (ETC), la Iniciativa Travel Technology (TTI) o la Organización Mundial de Turismo (WTO) [4].

El objetivo de la ontología Harmonise es proporcionar a las organizaciones turísticas la capacidad de intercambiar información sin necesidad de modificar sus estructuras internas ni sus sistemas de información. Debido al gran número de participantes en esta red, no es factible construir un mediador genérico entre dos entidades, por lo que hubo que establecer un conjunto mínimo de conceptos que representasen las ideas más relevantes dentro de la industria del turismo. A partir de estos conceptos, se desarrolla la ontología IMHO (*Interoperable Minimum Harmonization Ontology*), que identifica y define los conceptos más relevantes de la industria del turismo [5].

Así pues, se puede entender Harmonise como una ontología que actúa como mediadora entre diferentes ontologías turísticas, actuando de enlace semántico entre sistemas, permitiendo al receptor interpretar la fuente de datos como una extensión de su propia base de datos sin preocuparse de cómo están esos datos representados. Está implementada en RDF, y contiene alrededor de 200 conceptos y propiedades para describir entidades turísticas, centrados fundamentalmente en el campo del alojamiento (hoteles, *bed & breakfast*, turismo rural, campings), de los eventos y actividades (festivales, conferencias, eventos deportivos), de la gastronomía, y de los monumentos y lugares de interés [6][7].

Parte del proyecto Harmonise consistía en la evaluación de las herramientas facilitadas por parte de los socios participantes para demostrar la viabilidad de la solución propuesta. Tras la realización de diversos tests, los resultados obtenidos parecían reflejar la utilidad del desarrollo efectuado, así como su facilidad de uso. Estos resultados, junto con el creciente interés de la industria turística, parecen confirmar el éxito del proyecto. En la actualidad, la red HarmoNET está compuesta por más de 20 entidades, continúa ofreciendo sus servicios como mediador entre sistemas.

## **2.2 Mondeca Tourism Ontology**

La ontología turística desarrollada por Mondeca introduce conceptos fundamentales en el ámbito del turismo definidos en el tesoro gestionado por la Organización Mundial de Turismo (WTO), los cuales incluyen información y definiciones del dominio turístico y de las actividades de ocio. La cobertura de la ontología de Mondeca abarca entidades turísticas, culturales, paquetes turísticos y contenido multimedia. Está desarrollada en lenguaje OWL y contiene alrededor de 1000 conceptos [1].

La compañía Mondeca, en la actualidad, es líder en tecnologías relacionadas con la Web Semántica, proporcionando soluciones para la creación de taxonomías, gestión de ontologías, etc. Participa en diversos proyectos en el ámbito de la Unión Europea pero, al ser su ontología privada, no se permite su libre utilización.

## **2.3 Hi-Touch Ontology**

La ontología Hi-Touch, se desarrolló dentro del programa europeo IST/CRAFT Hi-Touch, destinado a establecer metodologías de Web Semántica y al desarrollo de herramientas para colaborar en el campo del turismo sostenible europeo. El objetivo de este proyecto era modelar el conocimiento sobre las expectativas de los viajeros, así como ofrecer productos turísticos personalizados.

La primera versión de esta ontología fue desarrollada principalmente para clasificar los objetos turísticos de su base de datos de conocimiento, tratando de reorganizar la información almacenada manejando diferentes tipos de objetos: conceptos turísticos del tesoro de la WTO, objetos turísticos y culturales (lugares, restaurantes, hoteles, transporte, eventos...), contenido multimedia, etc., pero capturando además la riqueza semántica de las relaciones entre esos objetos. A continuación se trató de adaptar esos objetos a las preferencias de los viajeros añadiendo categorías de clases como 'ética' o 'filosofía' a la estructura de la ontología, introduciendo 45 descriptores psico-

sociológicos para permitir realizar una clasificación más orientada a la personalización para el turista.

La ontología, codificada en OWL, fue desarrollada principalmente por Mondeca y el núcleo de la misma está construido a partir del repositorio de datos semánticos de esta compañía. Esta ontología clasifica entidades turísticas y las relaciona a partir de una red de relaciones semánticas proporcionada por un mapa de temas. Las clases de nivel superior de la ontología son Documentos, Objetos y Publicación. Documentos se refiere a cualquier tipo de documentación o anuncio sobre un producto turístico. Objetos se refiere a las propias entidades turísticas. Y Publicación se refiere a un documento generado a partir del resultado de una consulta (por ejemplo, las respuestas a una consulta combinadas en un documento PDF). Los objetos turísticos pueden ser clasificados además por palabras clave utilizando el tesoro de sinónimos de conceptos turísticos y de actividades de ocio de la Organización Mundial de Turismo. Al utilizar este estándar se garantiza la consistencia de la categorización de los recursos turísticos gestionados y permite la realización de consultas de carácter semántico. Esta plataforma ha sido adoptada con éxito por varias regiones francesas [8].

#### **2.4 QALL-ME Ontology**

La ontología QALL-ME surge a partir de un proyecto financiado por la Unión Europea cuyo objetivo es establecer una estructura compartida de resolución de preguntas (QA, *question answering*), multimodal y multilingüe dentro del dominio del turismo. De este modo, se permite a los usuarios formular preguntas en lenguaje natural en diferentes idiomas, utilizando diversos dispositivos de entrada y devolviendo una lista de respuestas en la modalidad seleccionada por el usuario.

Esta ontología fue desarrollada tras la investigación de diversas ontologías existentes tomando conceptos y estructuras de algunas de ellas. Es similar a Harmonise y eTourism en cuanto al tipo de información que abarca, centrándose en entidades estáticas (infraestructura turística, eventos, alojamientos) en lugar de entidades dinámicas (viajes de negocios, rutas turísticas). Sin embargo, tiene una mejor cobertura que éstas en los subdominios relacionados con los lugares turísticos y los eventos.

La ontología QALL-ME proporciona un modelo conceptual que cubre multitud de aspectos del ámbito del turismo, como destinos turísticos (ciudades, pueblos), lugares turísticos (alojamiento, puntos de interés, gastronomía), eventos (representaciones, eventos deportivos) y medios de transporte. Más concretamente, contiene 122 clases categorizadas en 15 apartados y 107 propiedades que describen las relaciones existentes entre las clases. Está escrita utilizando el lenguaje OWL DL [9].

#### **2.5 DERI e-Tourism Ontology**

La ontología DERI e-Tourism fue desarrollada por el instituto STI de la Universidad de Innsbruck como parte del proyecto OnTour, cuyo objetivo es la creación de un portal para la búsqueda en páginas Web relacionadas con el turismo, utilizando tecnologías de Web Semántica. La ontología está centrada en la descripción de alojamientos e infraestructura turísticos, con el objeto de proporcionar toda la información que

pueda ser relevante a la hora de buscar un paquete turístico. Incluye además conceptos para describir actividades de ocio y datos geográficos. Está escrita en lenguaje OWL.

Para su desarrollo se partió del tesoro de la Organización Mundial de Turismo (WTO), añadiendo propiedades y relaciones a los conceptos escogidos. Como se ha comentado anteriormente, la ontología se centra fundamentalmente en los alojamientos e infraestructura turística, con la idea de relacionar ambos conceptos para facilitar la tarea de los viajeros a la hora de escoger el alojamiento más cercano a su destino turístico. Además, incluye categorías para actividades y eventos, con la misma idea de sugerir al viajero actividades adicionales o alternativas cercanas a su destino.

Como puede apreciarse, esta ontología tiene en cuenta aspectos geográficos, como la dirección postal, o como las coordenadas GPS para facilitar el cálculo de distancias entre objetos turísticos. Además, incluye otros conceptos como fecha y hora, datos de contacto, etc. [10].

## 2.6 cDott Ontology

La ontología cDOTT (*The Core Domain Ontology for Travel and Tourism*), desarrollada recientemente (2009), está basada en las ontologías Harmonise y EON (mencionada posteriormente en este documento). Su idea central es la de obtener una ontología común para el sector turístico con el objetivo de apoyar la interoperabilidad de sus actores en operaciones a bajo nivel. Puesto que, como se ha comentado con anterioridad, el hecho de mantener una única ontología turística para todos los propósitos (por ejemplo, que describa información geográfica, temporal y específica para cada usuario) no es factible, se propone una estructura modular de varias ontologías de propósito más específico, interconectadas entre sí.

Como nodo central de la estructura se encuentra la propia ontología cDOTT, que contiene datos genéricos sobre el sector turístico, definiendo objetos, eventos y destinos turísticos. En este aspecto, puede ser comparada a la ontología IMHO de Harmonise. Alrededor del nodo central cDOTT, se conectarían diferentes ontologías de propósito más específico y otras independientes del dominio turístico para extender su alcance y funcionalidad como, por ejemplo, ontologías relacionadas con el alojamiento o gastronomía, u ontologías relacionadas con datos temporales, climatológicos, monetarios, de perfil de usuario, etc.

Según los creadores de cDOTT, la estructura modular descrita permite una mejor personalización de los datos proporcionados al usuario permitiendo escoger diferentes modelos turísticos según el tipo y las preferencias del viajero. Facilita también el uso de modelos estándar como la ontología W3C Time para la representación de conceptos temporales. Además, permite conectar diversos modelos geográficos a la hora de clasificar diferentes tipologías geográficas, como regiones turísticas, geopolíticas o regiones naturales, permitiendo escoger el viajero la que mejor se ajuste a sus necesidades [3].

Esta ontología presenta un gran avance dentro del ámbito turístico asumiendo, por ejemplo, que hace una correcta representación de conceptos temporales o geográficos como parte de una ontología turística. Pero la falta de ejemplos o aplicaciones reales, parece manifestar que se encuentra en un estado de desarrollo bastante experimental.

## 2.7 Tesoros y Especificaciones

Existen una serie de especificaciones que, pese a no considerarse como ontologías en el sentido estricto de la palabra, han servido de base para el desarrollo de la mayoría de las ontologías anteriores. Las dos más importantes son las siguientes:

**Tesoro de la Organización Mundial de Turismo (WTO).** La Organización Mundial de Turismo (*World Tourism Organization*) ofrece un tesoro de conceptos turísticos y actividades de ocio para ayudar a la clasificación de la información relacionada con las actividades turísticas. Este diccionario puede ser utilizado como una guía de terminología relacionada con el turismo y trata de normalizar estos términos para lograr una clasificación estándar de cualquier documento de tipo turístico. Contiene conceptos en los idiomas inglés, francés y español, con 1.800 descriptores en cada lenguaje, siendo la primera aproximación multilingüe en este área, pero al mismo tiempo tratando de evitar la simple traducción de conceptos y expresiones, para obtener un verdadero diccionario turístico en cada uno de estos idiomas [11].

Como puede apreciarse en este artículo, este tesoro ha servido de base para el desarrollo de las principales ontologías existentes en la actualidad, como es en caso de Harmonise, Mondeca, Hi-Touch, DERI e-Tourism, etc.

**La Especificación OTA.** La *OpenTravel Alliance* (OTA) es una organización sin ánimo de lucro formada por organizaciones que representan a todos los segmentos de la industria del turismo (aerolíneas, empresas hoteleras y de alquiler de coches, etc.), junto a proveedores de tecnología y servicios. Su actividad principal es el desarrollo y mantenimiento de una biblioteca de esquemas XML para su uso en la industria del turismo, que conforman la especificación OpenTravel XML. Su función es la de facilitar la interoperabilidad en el desarrollo de software con sistemas de otras compañías del ámbito turístico.

La especificación OpenTravel contiene más de 200 documentos XML agrupados en paquetes que definen conceptos y entidades del sector turístico, y permiten normalizar el formato de los mensajes utilizados para facilitar la comunicación entre sistemas de diferentes compañías [12].

## 2.8 Otras Ontologías Turísticas

**EON Travelling Ontology.** La ontología *EON Travelling Ontology* fue desarrollada por el *Institut National de l'Audiovisuel* en Francia. Describe conceptos turísticos clasificados en varias categorías, como reservas de vuelos y hoteles, medios de transporte, lugares de interés turístico y alojamientos [3]. Fue una de las primeras ontologías turísticas en desarrollarse, pero en la actualidad parece haber caído en desuso dada la poca información existente sobre la misma.

**TAGA Travel Ontology.** La ontología TAGA (*Travel Agent Game in Agentcities*) es otra ontología centrada en el ámbito de los viajes, escrita en RDF y OWL, que proporciona conceptos como itinerarios de viajes, servicios de reservas, etc. Esta desarrollada dentro del marco TAGA, un agente experimental para la simulación de un mercado mundial de viajes en Internet. TAGA trata de ser una plataforma para la investigación en sistemas distribuidos utilizando conceptos de Web Semántica aplicados al comercio electrónico y a los servicios de subastas por Internet, dentro del ámbito del turismo, ofreciéndose como una plataforma para la experimentación con estas tecnologías [13].

**GETESS Ontology.** La ontología GETESS fue desarrollada hace más de 10 años dentro del proyecto GETESS (*German Text Exploitation and Search System*), centrado el desarrollo de una herramienta para la recuperación de información relevante en páginas Web turísticas y su posterior clasificación e interpretación semántica, para permitir al usuario su consulta mediante preguntas realizadas en lenguaje natural. La ontología GETESS contiene más de 1000 conceptos y 200 relaciones, proporcionando términos bilingües (en inglés y alemán) para cada uno de esos conceptos [14].

**Ontología Cruzar.** La ontología Cruzar se ha desarrollado dentro del proyecto “Un visitante, una ruta”, financiado por el Ayuntamiento de Zaragoza, cuyo objetivo es la construcción de una aplicación para el cálculo de rutas turísticas en la ciudad de Zaragoza en base al perfil y contexto del usuario. Para su desarrollo se utilizó la ontología de alto nivel DOLCE (*Descriptive Ontology for Linguistic and Cognitive Engineering*), desarrollada y mantenida por el Laboratorio de Ontología Aplicada del Instituto de Ciencias Cognitivas y Tecnología (ISTC, Italia), para modelar la organización general del dominio turístico y garantizar su interoperabilidad con otros sistemas similares, y asegurar también la compatibilidad semántica futura con otras extensiones, en caso de que sea necesario añadir información sobre nuevos recursos relacionados con el turismo.

La ontología Cruzar captura la semántica de tres tipos de entidades: recursos turísticos de la ciudad de Zaragoza (monumentos, restaurantes, parques, alojamientos, actividades de ocio, etc.), perfiles de usuario (atributos de situación y de preferencias de usuario) y rutas turísticas, describiendo las características de una visita turística (puntos de interés o los eventos relacionados) [15].

**Ontología ANOTA.** La ontología ANOTA se desarrolla bajo el proyecto ANOTA, cofinanciado por la Unión Europea y el Ministerio de Educación de España, cuyo objetivo principal es evolucionar la tecnología que permite el uso de las anotaciones semánticas y las anotaciones externas en Internet, para facilitar su uso entre las PYMES.

La ontología ANOTA reutiliza partes de ontologías turísticas existentes, así como los esquemas XML de la especificación de la *OpenTravel Alliance* (OTA), para definir conceptos en el campo del alojamiento, de las actividades, de los vuelos, etc. Desde el año 2005 no se tienen noticias de una posterior evolución o implantación de esta ontología [16].

**Otros Proyectos.** Por último, cabe mencionar otras ontologías de las que apenas existe información:

- *OnTourism ontology*, centrada en el sector turístico de Austria, cuyo objetivo es colaborar en la búsqueda semántica sobre un repositorio de documentos clasificados semánticamente, para generar resultados de búsquedas más precisos [11].
- *A Tourism ontology*, desarrollada por la Universidad de Karlsruhe. Contiene cuatro ontologías diferentes dentro del dominio turístico que definen alrededor de 300 conceptos y más de 100 relaciones [1].
- *Reisewissen Project*, define un marco de trabajo que utiliza tecnologías de Web Semántica para mejorar la clasificación y valoración de hoteles para usuarios de viajes de negocios con el objeto de reducir el tiempo de búsqueda por parte del viajero. Se basa en dos ontologías principales, que describen los conceptos de alojamiento y de perfil de usuario, y otras secundarias para describir puntos de interés y medios de transporte [2].
- *e-Tourism ontology*, desarrollada por la Universidad de Madeira, está centrada en el turismo de estas islas [17].

Para finalizar, se presenta la siguiente tabla (Tabla 1) a modo de resumen describiendo las características más importantes, ventajas, inconvenientes y utilización de las seis principales ontologías descritas en este apartado.

**Tabla 1.** resumen de las ventajas e inconvenientes de las diferentes ontologías analizadas.

	<b>Leng.</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Inconvenientes</b>	<b>Utilización</b>
<b>Harmonise</b>	RDF	Madurez de la ontología, probada con éxito en varios proyectos.	Demasiado genérica para su uso directo. Es necesario extender alguno de sus subdominios para que sea de utilidad.	Multitud de proyectos: Tiscover, Tirol Werbung, Eurotours, Turespaña, etc...
<b>Mondeca</b>	OWL	Ontología muy extensa, permite contenido multimedia. Cuenta con el respaldo de la compañía Mondeca, líder en Web Semántica.	Ontología privada, no se permite su libre uso.	Ontología Hi-Touch, proyecto "Nièvre en Bourgogne", proyecto "Fédération des Parcs Naturels Régionaux", etc.
<b>Hi-Touch</b>	OWL	Introduce descriptores para personalización de contenidos según las preferencias del usuario. Soporta contenido multimedia.	Ontología privada, no se permite su libre uso.	Según sus datos, esta plataforma fue implantada con éxito en varias regiones francesas.
<b>QALL-ME</b>	OWL DL	Cubre una gran cantidad de ámbitos del dominio turístico. Incluye datos geográficos. Su uso combinado con el <i>framework</i> QALL-ME le dota de capacidad multilingüe.	Muy genérica para representar dominios concretos. Poco probada.	Diversos prototipos, ningún proyecto en producción.

<b>DERI</b>	OWL	Buena descripción de los subdominios relacionados con el alojamiento y las infraestructuras turísticas. Soporta información geográfica para el cálculo de distancias.	Muy centrada en el ámbito comercial.	Según sus datos, se espera su utilización en Webs relacionadas con el turismo austriaco.
<b>eDOTT</b>	?	Diseño modular, posibilidad de acoplar otras ontologías estándar (W3C Time, W3C Geo).	Se desconoce el estado de desarrollo de la ontología, la existencia de prototipos o su aplicación en entornos reales.	-

## 2.9 Lenguajes y Herramientas para el Desarrollo de Ontologías

Para finalizar el estado del arte, se describen brevemente los lenguajes y herramientas existentes para el desarrollo de ontologías, tomando como referencia OWL y Protégé.

**OWL (Web Ontology Language).** El desarrollo de una ontología se puede realizar utilizando diferentes lenguajes, como RDF, DAML u OWL. Este último es el más utilizado en la actualidad, por tener una mayor capacidad de expresión semántica. Es capaz de representar propiedades simétricas, inversas, transitivas y restricciones de cardinalidad en tipos de datos.

Así pues, OWL [18] es una familia de lenguajes de representación del conocimiento para la creación de ontologías, aprobado por el World Wide Web Consortium. Tiene como objetivo proporcionar un modelo de marcado construido sobre RDF y codificado en XML. OWL es utilizado en la actualidad en entornos académicos, comerciales y en el campo de la medicina.

Actualmente, OWL tiene tres variantes, que incorporan diferentes funcionalidades. OWL Lite, la más sencilla de las tres, se basa en una lógica menos expresiva y está construida de tal forma que toda sentencia pueda ser resuelta en tiempo computacional finito. OWL DL, la siguiente en complejidad, está basada en la lógica descriptiva (DL) [19], puede contener bucles infinitos. Finalmente, OWL Full, utiliza las mismas estructuras del lenguaje OWL que la versión DL, pero se diferencian en las restricciones de uso, al permitir la mezcla de estructuras OWL y RDF.

En la actualidad, la aparición de OWL 2 ha añadido nueva funcionalidad a la versión anterior, facilitando nuevas características, como la asimetría, la reflexividad y la disyunción de propiedades, y una mayor variedad en la definición de tipos de datos, que permiten incrementar aún más la expresividad en la definición de dominios.

**Protégé.** Existen diversas herramientas dotadas de entornos gráficos para visualizar y construir ontologías de manera sencilla, como WebOnto, Ontolingua, Kaon o WebODE.

Pero la herramienta para la construcción de ontologías más utilizada en la actualidad es Protégé, desarrollada por el *Stanford Medical Informatics* de la Universidad de

Stanford. Con ella, se pueden crear clases y jerarquías, declarar propiedades sobre las clases, crear instancias e introducir valores, todo ello en un entorno de menús, botones, cuadros de diálogo y representaciones gráficas fáciles de usar, posibilitando el desarrollo en RDF y OWL de modo transparente. Protégé es un entorno abierto y fácil de extender, que ha generado en torno suyo toda una comunidad que contribuye activamente a ampliar el entorno con todo tipo de contribuciones en forma de *plug-ins*, haciendo de esta herramienta un entorno sumamente potente [20]. Entre estos *plug-ins*, se encuentran OWLViz [21] y OntoGraf [22], utilizados para representar diagramas de la ontología mostrados en este artículo.

### 3 La Ontología: Desarrollo, Descripción y Ejemplos.

El desarrollo de la ontología propuesta en este artículo, como se comenta en la introducción, se enmarca en un proyecto global más ambicioso, cuyo objetivo es el desarrollo de un marco de trabajo que permita aconsejar y apoyar al usuario en sus rutas turísticas, conduciéndolo a través de la ruta en función de sus preferencias, la posición y el momento del día en el que se encuentre. Dentro de este proyecto, uno de los aspectos a desarrollar es la implementación de una ontología que permita el etiquetado de ficheros de diversas fuentes, que contengan información sobre puntos de interés turístico, definiendo la posición geográfica (latitud y longitud) de cada uno de ellos.

Así pues, este artículo presenta una ontología sobre rutas turísticas (a pie o en bicicleta) por espacios naturales, un subconjunto de la ontología mencionada anteriormente, que trata de describir con un alto nivel de detalle los aspectos más importantes relacionados con las rutas de senderismo, cicloturismo, bicicleta de montaña, etc., centrándose en aquellas que discurren, de forma parcial o total, por espacios naturales protegidos.

La ontología tiene como objetivo definir con detalle las características de una ruta, centrándose en las realizadas a pie o en bicicleta. Describe aspectos generales de una ruta, como la duración, su longitud, si el recorrido es circular o lineal, las condiciones climáticas por estación del año, si se dispone de sombra o de agua potable durante el recorrido, el desnivel acumulado o la dificultad del terreno. También describe las características de cada sendero, como la clase de firme sobre el que discurre o el tipo de señalización. Además, cubre aspectos relacionados con el usuario, como la condición física previa recomendada para la realización de la ruta o los conocimientos necesarios en orientación.

Además de la descripción de las rutas, se definen las relaciones necesarias con otras entidades de la ontología, como son las áreas naturales sobre las que discurren las deferentes rutas, los documentos *online* de apoyo, o los puntos de interés y servicios cercanos a la ruta.

Para la obtención de gran parte de las clasificaciones mencionadas anteriormente, se ha tomado como base el libro "Manual de Senderismo" de Domingo Pliego [23], así como categorías utilizadas en el portal WikiLoc [24], aprovechando así el conocimiento existente aplicado con éxito por expertos en estas dos fuentes de datos.

### 3.1 Desarrollo de la Ontología

En el desarrollo de ontologías, el primer paso a realizar es identificar la información que se quiere representar. Lo más adecuado es tomar como base el conocimiento de expertos en el dominio en cuestión, aprovechando posibles categorizaciones o clasificaciones ya existentes. Como se ha comentado en el punto anterior, para la descripción de los aspectos relacionados con las rutas, se ha optado por utilizar las clasificaciones definidas en el libro “Manual de Senderismo”, de Domingo Pliego, así como páginas Web relacionadas con la materia, como WikiLoc. Para la definición de otros aspectos más genéricos de la ontología, han servido como base entidades de la ontología QALL-ME.

La ontología, desarrollada en OWL 2, es de tamaño pequeño y es específica dentro del dominio que intenta representar. Puede tener utilidad por sí misma, o bien, podría integrarse en otras ontologías más genéricas, como es la intención final del proyecto global en el cual se enmarca. Posteriormente, se detalla cómo enlazar esta ontología con otras más genéricas dentro del ámbito turístico, tomando como ejemplo la ontología QALL-ME.

En cuanto a la métrica de la ontología, ésta cuenta con 68 clases repartidas a partir de una jerarquía de 6 clases de alto nivel, 14 propiedades de objeto (*Object Property*) y 43 propiedades de datos (*Data Property*). Cuenta con propiedades inversas, transitivas, simétricas y funcionales, por lo que entra en la categoría SHOIQ de los niveles DL de expresividad [19].

**Jerarquía de Clases.** La ontología se desarrolla a partir de la jerarquía de clases que muestra la Fig. 1. En ella, se pueden distinguir seis clases de alto nivel:

- *AreaNatural*: representa la clasificación más habitual de áreas o espacios naturales que cuentan con un mínimo nivel de protección. Cuenta con seis subclases: *MonumentoNatural*, *PaisajeProtegido*, *ReservaNatural*, *ParqueRegional*, *ParqueNatural* y *ParqueNacional* [25].
- *Ruta*: representa los diferentes tipos de ruta, según sean rutas para realizar a pie (*RutaAPie*), en bicicleta (*RutaEnBicicleta*), o en vehículos de motor (*RutaEnVehiculoDeMotor*). Estas clases, a su vez, se subdividen en clases más específicas para identificar de manera más clara el tipo de ruta como, por ejemplo, *RutaEnMountainBike*, *RutaDeSenderismo* o *RutaDeCicloturismo*.
- *Localización*: representa tres maneras de definir la localización de un lugar: con una guía de instrucciones para llegar al punto indicado (*GuiaDeAcceso*), mediante una dirección postal (*DireccionPostal*), o mediante unas coordenadas GPS (*CoordenadasGPS*).
- *Documento*: representa una clasificación de diferentes tipos de documento. En esta ontología, solo se ha desarrollado la subcategoría de documentos *online*, representada por la clase *DocumentoOnline*, necesaria para relacionar los diferentes tipos de documentos relacionados con una ruta, disponibles en Internet. Para detallar mejor el tipo de documento, se divide esta clase en cinco subclases: *PaginaHTML*, *Fotografia*, *Video*, *Mapa* y *DocumentoPDF*.
- *PuntoDeInteres*: representa una clasificación de puntos de interés, divididos en cinco subclases: *Cultural*, *Historico*, *Natural*, *Social* y *Ocio*. No es el objetivo de esta

ontología describir en mayor profundidad cada una de estas categorías, ya disponibles en otras ontologías turísticas genéricas más desarrolladas.

– *Servicio*: representa una clasificación de servicios turísticos, divididos en cinco categorías representadas por las siguientes subclases: *Actividades*, *Alojamiento*, *ComidaYBebida*, *InformacionTuristica* y *Transporte*. Del mismo modo que en el caso anterior, no es el objetivo de esta ontología describir más a fondo esta jerarquía.



Fig. 1. Jerarquía de clases de la ontología.

**Propiedades de Objeto (Object Properties).** A partir de la jerarquía de clases descrita, se define una serie de propiedades de objeto para, principalmente, relacionar todas las clases de la ontología con la entidad *Ruta*. En la Fig. 2 se pueden apreciar estas relaciones.

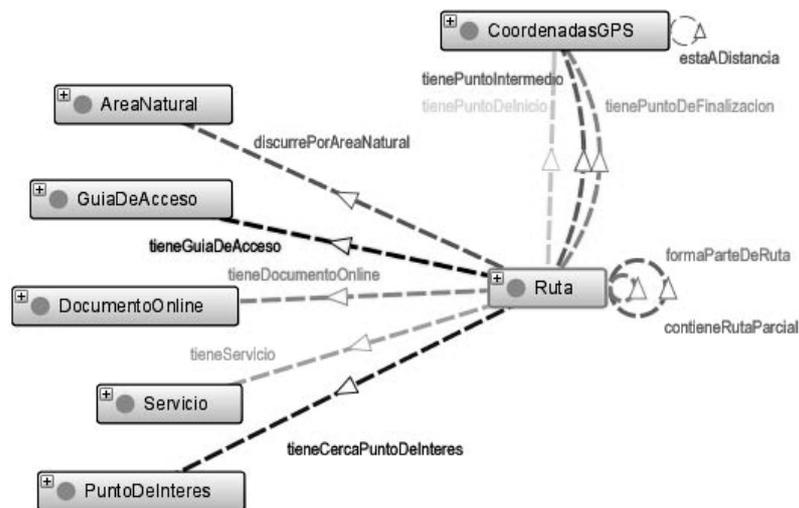


Fig. 2. Relaciones de la entidad Ruta con otras entidades.

A partir de estas relaciones, es posible definir todos los aspectos que se pretenden relacionar con una ruta concreta. Se puede especificar el área natural por el cual discurre, los puntos de interés o servicios cercanos, las coordenadas GPS que definen los puntos de inicio, intermedios y de finalización de la ruta, o los documentos enlazados en Internet relacionados con la misma.

A continuación se detallan estas relaciones, descritas en las propiedades de objeto (*Object Property*) incluidas en la ontología:

- *contieneRutaParcial*: propiedad que relaciona dos rutas para indicar que una ruta puede contener a otra de longitud más reducida. Es una propiedad transitiva, puesto que si la ruta A contiene a la ruta B y la ruta B contiene a la ruta C, la ruta A contendrá a la ruta C. Es la propiedad inversa de *formaParteDeRuta*.
- *formaParteDeRuta*: propiedad que relaciona dos rutas para indicar que una ruta puede formar parte de otra de mayor longitud. Es una propiedad transitiva, puesto que si la ruta A forma parte de la ruta B y ésta forma parte de la ruta C, la ruta A formará parte de la ruta C. Es la propiedad inversa de *contieneRutaParcial*. Además, esta propiedad contiene tres subpropiedades que describen los diferentes puntos definidos en una ruta:
  - *tienePuntoDeInicio*: propiedad que relaciona una ruta con su coordenada GPS de inicio. Es una propiedad definida como funcional, con lo cual, una ruta sólo podrá tener un punto de inicio.

- *tienePuntoIntermedio*: propiedad que relaciona una ruta con las coordenadas GPS que localicen diferentes puntos intermedios de la ruta.
- *tienePuntoDeFinalización*: propiedad que relaciona una ruta con la coordenada GPS del punto de finalización. Es una propiedad definida como funcional, con lo que una ruta sólo podrá tener un punto de finalización.
- *discurrePorAreaNatural*: propiedad que relaciona una ruta por el área natural por el que se desarrolla.
- *estaADistancia*: propiedad que relaciona dos coordenadas GPS para el cálculo de la distancia existente entre ellas. Es una propiedad simétrica, puesto que la distancia entre el punto A y el B, es la misma que la distancia entre el punto B y el A.
- *tieneCercaPuntoDeInteres*: propiedad que relaciona una ruta con los puntos de interés cercanos a ella.
- *tieneCoordenadasGPS*: propiedad que relaciona una ruta, un punto de interés o un servicio determinado, con las coordenadas GPS que lo sitúan. Es una propiedad definida como funcional, puesto que tanto los puntos relacionados con una ruta, como la localización de un punto de interés o un servicio, es única.
- *tieneDireccionPostal*: propiedad funcional que relaciona un punto de interés o un determinado servicio con su dirección postal.
- *tieneDocumentoOnline*: propiedad que relaciona una ruta, un servicio o un punto de interés con un documento online (página HTML, vídeo, documento PDF, etc.) que contenga información relacionada.
- *tieneGuiaDeAcceso*: propiedad que relaciona una ruta o un punto de interés con su posible guía de acceso que explique cómo llegar al mismo.
- *tieneServicio*: propiedad que relaciona un punto de interés o una ruta con sus servicios asociados.

**Propiedades de Datos (*Data Properties*).** Además de las propiedades que relacionan las diferentes entidades de la ontología, es necesario crear propiedades de datos (*Data Property*) que describan dichas entidades. Las principales en esta ontología son las que describen la entidad Ruta, en concreto, las relacionadas con *RutaAPie* y *RutaEnBicicleta*, objetivo principal de esta ontología. Son las siguientes:

- *disponibilidadDeAguaPotable*: propiedad funcional que indica la disponibilidad de agua durante la ruta, a escoger entre uno de estos valores: “nula”, “escasa” o “abundante”
- *altitudMaxima* y *altitudMinima*: propiedades funcionales que indican las altitudes máxima y mínima, en metros, alcanzadas en la ruta.
- *claseDeCamino*: propiedad funcional que describe el tipo de sendero por el que discurre la ruta, seleccionando uno de estos valores: “Camino peatonal”, “Carretera asfaltada”, “Carretera forestal”, “Cañada de ganado”, “Senda”, “Sendero”, “Sin Camino” o “Trocha de montaña”.
- *condicionClimatica*: propiedad funcional que describe la condición climática habitual de la ruta, a escoger entre uno de estos valores: “buena”, “regular”, “mala” o “extrema”. Esta propiedad contiene cuatro subpropiedades, para ofrecer la posibilidad de describir la condición climática en cada una de las estaciones del año: *climaEnInvierno*, *climaEnPrimavera*, *climaEnVerano* y *climaEnOtoño*.

- *condicionFisicaPrevia*: propiedad funcional que describe la condición física de la persona que se dispone a realizar la ruta. Debe seleccionar entre uno de estos valores: “ninguna”, “mínimo de entrenamiento”, “entrenamiento medio”, “buena condición física” o “deportistas”.
- *desnivel*: propiedad funcional que indica el desnivel en metros acumulado en el desarrollo de una ruta. Cuenta con tres subpropiedades: *desnivelBajada*, para indicar el desnivel de bajada, *desnivelSubida*, para el desnivel de subida, y *desnivelTotal*, para indicar la suma de los anteriores.
- *dificultadDeOrientacion*: propiedad funcional que indica la dificultad que supone orientarse en la ruta indicada. Se debe escoger entre uno de los siguientes valores: “sin problemas”, “ruta fácil de seguir”, “el camino se pierde a veces”, “es necesario poner atención”, “ruta confusa”, “imprescindibles brújula y planos”, “itinerario de montaña o alta montaña sin camino” o “imprescindible GPS”.
- *dificultadDelTerreno*: propiedad funcional que describe la dificultad del terreno por el que discurre la ruta, a escoger entre los siguientes valores: “sin dificultad”, “zonas sin arbolado”, “zonas boscosas o matorral denso”, “camino en cornisa o en laderas a gran altura”, “cruce problemático de ríos o torrentes” o “dificultad extrema”.
- *disponibilidadClimatica*: propiedad funcional booleana que indica la posibilidad de realizar la ruta con respecto a las condiciones climáticas. Se divide en cinco subpropiedades para indicar la disponibilidad en cada una de las cuatro estaciones o bien, si está disponible durante todo el año: *disponibilidadEnInvierno*, *disponibilidadEnPrimavera*, *disponibilidadEnVerano*, *disponibilidadEnOtoño* y *disponibilidadTodoElAño*, siendo esta última propiedad disjunta con respecto a las anteriores.
- *duracionEnTiempo*: propiedad funcional que indica el tiempo empleado en realizar la ruta en condiciones físicas del usuario y climatológicas normales.
- *experienciaOrientacionPrevia*: propiedad funcional para indicar la experiencia previa en técnicas de orientación que debe tener la persona que vaya a realizar la ruta. Debe contener uno de estos valores: “ninguna”, “excursionista”, “conocimientos medios”, “con experiencia y conocimientos avanzados” o “expertos”.
- *longitudEnKm*: propiedad funcional que indica la longitud de la ruta, expresada en kilómetros.
- *posibilidadDeAcampada*: propiedad funcional, de valor booleano, para indicar la posibilidad de acampar en las cercanías de la ruta.
- *señalización*: propiedad funcional que indica el tipo de señalización disponible en la ruta, a elegir entre uno de los siguientes valores: “Innecesaria”, “itinerario sin problemas”, “clara en rocas y árboles”, “hitos de piedras”, “antigua, semiborrosa” o “inexistente”.
- *disponibilidadDeSombra*: propiedad funcional que indica la cantidad de sombra disponible a lo largo de la ruta, a elegir entre uno de los siguientes valores: “nula”, “escasa” o “frecuente”.
- *tipoDeFirme*: propiedad que describe el tipo de firme del camino sobre el que discurre la ruta. Las opciones son las siguientes: “Arenoso o tierra suelta”, “Asfalto”, “De cascajo o materiales sueltos”, “De hierba”, “De tierra o gravilla apisonada”, “Nevado, hielo, glaciár” o “Rocoso, piedras sueltas, pedreras de montaña”.
- *tipoDeRecorrido*: propiedad funcional que define el tipo de recorrido de la ruta entre los siguientes valores: “circular”, “en línea” o “por etapas”.

– *cercaniaDeZonasHabitadas*: propiedad funcional que define la cercanía de poblaciones a la ruta, entre los siguientes valores: “atravesada población”, “próximamente”, “alejadas”.

Adicionalmente, se describen las siguientes propiedades que definen aspectos de otras entidades de la ontología:

- *URI*: propiedad funcional que define la URL de un documento *online*.
- *calle*, *numero*, *localidad*, *provincia* y *codigoPostal*: propiedades funcionales que describen la clase *DireccionPostal*.
- *latitud* y *longitud*: propiedades funcionales que describen los valores de una coordenada GPS.

### 3.2 Instancias de la Ontología

Para comprobar la utilidad de la ontología, se incluyen seis instancias de rutas como prueba de concepto: *RutaHugRogerIII*, *RutaSenderoLagunaDelJaraal\_Senderismo*, *RutaSenderoLagunaDelJaraal\_EnBicicleta* (equivalente a la anterior), *RutaTomboloDeTrafalgarSenderismo*, *RutaAlcocebreIrtaMedieval\_EnMountainBike*, *RutaBrotoOrdesaTorla\_EnMountainBike*.

Estas instancias describen con un buen nivel de detalle, rutas a pie o en bicicleta, por diferentes espacios naturales de la geografía española. Todas ellas cuentan con diferentes documentos *online* de apoyo que provienen de diversos sitios Web, con lo que se demuestra la utilidad de una ontología de estas características a la hora de clasificar información de múltiples orígenes.

De todas estas instancias, a continuación se describe con detalle una de ellas, para comprobar cómo se desarrollan las relaciones entre las distintas entidades a través de las instancias y, en general, para verificar el correcto funcionamiento de la ontología.

**La Instancia *RutaAlcocebreIrtaMedieval\_EnMountainBike***. Esta instancia, de la clase *RutaEnMountainBike*, describe una ruta en bicicleta de montaña que discurre por el Parque Natural Sierra de Irta, en la provincia de Castellón. En la Fig. 3, se muestra un diagrama donde se pueden apreciar dos ejemplos de relaciones entre esta instancia y otras de la ontología, pertenecientes a las clases *ParqueNatural* y a las diferentes subclases de *DocumentoOnline*.

Así pues, la instancia *RutaAlcocebreIrtaMedieval\_EnMountainBike* se relaciona con otras instancias de la ontología utilizando las siguientes propiedades:

- *discurrePorAreaNatural*: describe la relación de la ruta con la instancia de la clase *ParqueNatural* denominada *ParqueNaturalSierraDeIrta*, lugar por el cual discurre la ruta.
- *tieneDocumentoOnline*: describe la relación de la ruta con las diferentes instancias de la clase *DocumentoOnline*:
  - *PaginaHTML\_RutaAlcocebreIrtaMedieval\_EnMountainBike*, de la clase *PaginaHTML*, indica la página Web donde ampliar información sobre la ruta.
  - *Foto1\_RutaAlcocebreIrtaMedieval\_EnMountainBike*, *Foto2\_RutaAlcocebreIrtaMedieval\_EnMountainBike* y *Foto3\_RutaAlcocebreIrtaMedieval\_EnMountainBike*, de la clase *Fotografia*, indican las URIs de diferentes fotografías de la ruta.

- *Mapa1\_RutaAlcocebreIrtaMedieval\_EnMountainBike* y *Mapa2\_RutaAlcocebreIrtaMedieval\_EnMountainBike*, de la clase *Mapa*, indican las URIs de los mapas disponibles para la ruta.
- *Video1\_RutaAlcocebreIrtaMedieval\_EnMountainBike*, de la clase *Video*, indica la URI de un vídeo relacionado con la ruta.

Cada una de estas instancias cuenta con su propiedad de datos denominada URI, que contiene el enlace al recurso *online*.

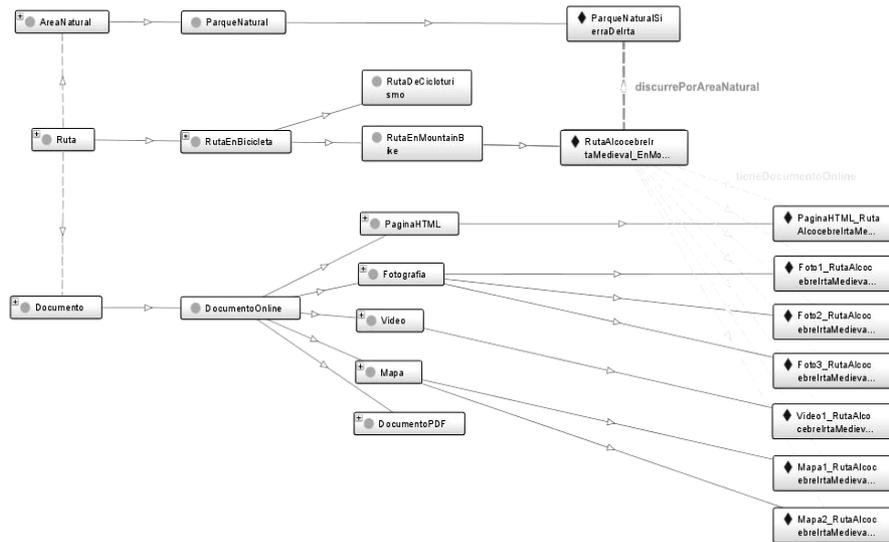


Fig. 3. Relaciones de la instancia *RutaAlcocebreIrtaMedieval\_EnMountainBike*.

Además, esta instancia de *RutaEnMountainBike* se detalla con las siguientes propiedades de datos: *altitudMaxima*, *altitudMinima*, *condicionFisicaPrevia*, *desnivelBajada*, *desnivelSubida*, *disponibilidadEnInvierno*, *disponibilidadEnPrimavera*, *disponibilidadEnVerano*, *disponibilidadEnOtoño*, *duracionEnTiempo*, *longitudEnKm* y *tipoDeRecorrido*.

## 4 Enlace con Otras Ontologías

En el punto anterior se ha comprobado el funcionamiento y la utilidad de la ontología presentada, por sí misma, dentro del dominio que representa. Pero, como se ha comentado anteriormente, el objetivo principal es su integración con otra ontología de carácter más general. Dado que la jerarquía de clases utilizada como primer nivel es bastante genérica, la tarea de adaptación a otras ontologías no resulta compleja.

Para tener una idea de cómo podría realizarse este proceso, a continuación se describe un ejemplo de adaptación de esta ontología a otra de propósito más general en el ámbito del turismo: la ontología QALL-ME. Esta ontología, descrita en el apartado de estado del arte, proporciona un modelo conceptual que cubre multitud de aspectos del

ámbito del turismo, como destinos turísticos (ciudades, pueblos), lugares turísticos (alojamiento, puntos de interés, gastronomía), eventos (representaciones, eventos deportivos) y medios de transporte [9].

El proceso de adaptación contaría con los siguientes pasos:

**Paso 1: Traducción de la Ontología a Otros Idiomas.** Un aspecto fundamental para la integración de la ontología es su traducción a otros idiomas, fundamentalmente al inglés. Este proceso no debería ser muy costoso puesto que el número de clases y propiedades de la ontología es reducido.

**Paso 2: Adaptación de Clases y Propiedades.**

– *AreaNatural*: esta entidad, junto con sus subclases, podrían encajar perfectamente en la jerarquía de QALL-ME bajo la entidad *Destination*, si se considera este tipo de espacios naturales como fundamentalmente turísticos.

– *Documento*: esta entidad no encaja directamente bajo ninguna de las entidades de QALL-ME. Así pues, podría constituir una nueva entidad de primer nivel junto con sus propiedades y relaciones, y podría desarrollarse con otras subclases al mismo nivel que *DocumentoOnline*, que representen documentos en papel (*DocumentoEnPapel*), documentos electrónicos (*DocumentoElectronico*), etc.

– *Localización*: esta clase puede mezclarse con la clase *Location* de QALL-ME, con lo que sólo habría que añadir la clase *GuiaDeAcceso* a esta jerarquía. En cuanto a las propiedades relacionadas, podría añadirse la propiedad *estaADistancia*, muy útil para el cálculo de distancias entre dos coordenadas GPS.

– *PuntoDeInteres*: esta clase se encuentra ya bien definida dentro de la ontología QALL-ME, bajo la subclase *Attraction* de la clase *Site*. Así pues, podría eliminarse esta clase al realizarse la integración con QALL-ME. Esta modificación implicaría también la eliminación de la propiedad *tieneCercaPuntoDeInteres*, pasando la clase *Ruta* a utilizar *hasAttraction*.

– *Servicio*: esta clase, al igual que la anterior, se encuentra muy bien definida en la jerarquía de QALL-ME, en las clases *Event*, *Accommodation*, *Gastro* y *Transportation*. Así pues, sería conveniente eliminar esta clase para utilizar directamente las ofrecidas por QALL-ME. Este cambio implicaría la eliminación de la propiedad *tieneServicio*, pasando la clase *Ruta* a utilizar las correspondientes *hasEvent*, *hasAccommodation*, *hasGastro*, etc.

– *Ruta*: esta entidad tampoco cuenta con un destino claramente definido dentro de la jerarquía de clases de QALL-ME. Podría situarse bajo la clase *Destination* pero, dada su entidad propia y características muy concretas, sería más conveniente situarla como una nueva entidad de primer nivel en esta ontología.

## 5 Conclusiones

En este artículo se ha presentado el desarrollo de una ontología dentro del dominio específico de las rutas turísticas, a pie o en bicicleta, por espacios naturales, desde la fase de identificación de la información a representar, hasta la prueba de concepto

realizada con las instancias incluidas en la ontología. A través de este desarrollo, se ha demostrado la utilidad de las tecnologías relacionadas con la Web Semántica a la hora de facilitar la integración de información en diferentes formatos, proveniente de diversas fuentes, utilizando ontologías para modelar las entidades fundamentales dentro de un ámbito concreto (en este caso, de las rutas turísticas) e identificar las relaciones existentes entre ellas, facilitando al usuario la tarea de búsqueda de información.

Adicionalmente, el apartado dedicado al estado del arte, presenta un completo estudio de las ontologías turísticas existentes a fecha de este artículo, con el que se consigue una idea clara del estado de madurez de las mismas, actualizando de este modo estudios realizados con anterioridad con datos más completos y recientes. Es destacable la gran cantidad de información existente, reflejada en el número elevado de ontologías descritas en este apartado, demostrando así el buen estado de desarrollo de este campo, impulsado en muchos casos desde organismos de relevancia como la Unión Europea o gobiernos regionales. También es reseñable, que muchas de estas ontologías están orientadas a agentes turísticos, estando muy poco desarrollado el ámbito relacionado con la búsqueda de información turística y con las preferencias del viajero.

A través del desarrollo de la ontología se aprecia la madurez de las tecnologías relacionadas con la Web Semántica y, en concreto, con la potencia del lenguaje OWL 2, que permiten dotar a los datos de un mayor contenido semántico a través de diferentes tipos de propiedades como la simetría, la transitividad o la reflexividad, difícilmente representables con herramientas anteriores como puede apreciarse en el tesoro de la Organización Mundial de Turismo y en la especificación de la *OpenTravel Alliance*.

Mediante el ejemplo de instancia, se demuestra la utilidad de la ontología por sí misma en el dominio que describe facilitando, por ejemplo, la posibilidad de crear una Web para la búsqueda de información sobre rutas de senderismo, mostrando al viajero recursos localizados en muy diversas fuentes. Además, la posibilidad de enlazar la ontología con otras de ámbito genérico como QALL-ME, le da la capacidad de adaptarse a otros modelos más estándar para su uso en aplicaciones de más amplia cobertura.

Como conclusión, a lo largo del trabajo realizado, se puede apreciar que el uso de ontologías permite mejorar la búsqueda dentro de la ingente cantidad de información disponible en Internet, ayudando a su categorización dentro del desorden existente. Aplicando la ontología presentada, se facilita la tarea de desarrollar aplicaciones de búsqueda en el ámbito de las rutas, utilizando las preferencias y condiciones generales del usuario, además de su posición geográfica a partir de sus coordenadas GPS, pudiéndole aconsejar en función de estos parámetros y mostrarle toda la información relacionada que se encuentre disponible.

Como trabajo futuro, sería conveniente comprobar la utilidad de la ontología fuera del espacio teórico que representa este artículo. Por ello, en primer lugar, sería interesante continuar con su integración en el proyecto global del cual forma parte, para demostrar su utilidad real ayudando al viajero en la búsqueda de rutas turísticas basándose en sus características o preferencias.

Del mismo modo, sería interesante demostrar su utilidad como ontología independiente mediante su implantación en un modelo real, pudiendo formar parte de un portal relacionado con la temática de las rutas de senderismo y bicicleta, colaborando en el modelado de la información relacionada con el tema y facilitando el proceso de búsqueda de rutas, presentando los resultados al usuario a través de una herramienta que actúe sobre las instancias relacionadas con las categorías de la ontología.

Por último, sería interesante seguir avanzando en el desarrollo de ontologías turísticas orientadas al viajero y a sus preferencias, que cubran desde ámbitos genéricos, a dominios más específicos como el descrito en este artículo. Este aspecto, como se ha comentado anteriormente, se encuentra en un estado de desarrollo menos avanzado que el relacionado con el ámbito más comercial del turismo.

## Bibliografía

1. Prantner, P.; Ding, Y., y otros: Tourism Ontology and Semantic Management System: State-of-the-arts Analysis (2007)
2. Niemann, M.; Mochol, M., y otros: Enhancing Hotel Search with Semantic Web Technologies (2008)
3. Barta, R.; Feilmayr, C., y otros: Covering the Semantic Space of Tourism - An Approach based on Modularized Ontologies (2009)
4. Höpken, W.; Clissmann, C.: Harmo-TEN - Tourism Harmonisation Trans-European Network - Final Ontology Report (2006)
5. HarmoNET – The HarmoNET Ontology, <http://www.ecca.at/harmonet/index.php?task=view&id=58&Itemid=56>
6. HarmoNET – Technical Approach, <http://www.ecca.at/harmonet/index.php?task=view&id=63&Itemid=57>
7. HarmoNET – Background of HarmoNET, <http://www.ecca.at/harmonet/index.php?task=view&id=64&Itemid=58>
8. Legrand, B.: Semantic Web Methodologies and Tools for Intra-European Sustainable Tourism (2004)
9. Ou, S.; Pekar, V., y otros: Development and Alignment of a Domain-Specific Ontology for Question Answering (2008)
10. Siorpaes, K.: OnTour - System Design (2005)
11. Ding, Y.; Herzog, C., y otros: OnTourism: Semantic eTourism Portal (2008)
12. VV.AA.: OpenTravel Implementation Guide - Executive Summary VERSION 1.1 (2009)
13. Zou, Y.; Finin, T., y otros: Using Semantic Web Technology in Multi-Agent Systems: a Case Study in the TAGA Trading Agent Environment (2003)
14. Staab, S.; Braun, C., y otros: GETESS-Searching the Web Exploiting German Texts (1999)
15. Ontología Cruzar: Proyecto "Un Visitante, Una ruta" <http://idi.fundacionctic.org/cruzar/turismo.html>
16. Murua, I.; Lladó, E., y otros: The Semantic Web for Improving Dynamic Tourist Packages Commercialisation (2006)
17. Cardoso, J.: E-Tourism: Creating Dynamic Packages using Semantic Web Processes (2005)
18. Hitzler, P.; Krötzsch, M., y otros: OWL 2 Web Ontology Language Primer, <http://www.w3.org/TR/2009/REC-owl2-primer-20091027/>
19. Description Logic, [http://en.wikipedia.org/wiki/Description\\_logic](http://en.wikipedia.org/wiki/Description_logic)
20. Castells, P.: La Web Semántica (2003)
21. Horridge, M.: OWLViz, <http://www.co-ode.org/downloads/owlviz/>
22. Falconer, S.: OntoGraf, <http://protegewiki.stanford.edu/wiki/OntoGraf>
23. Pliego, D.: Manual de Senderismo. Ediciones La Librería, Madrid (1993)
24. WikiLoc – Rutas y Puntos de Interés GPS del Mundo, <http://es.wikiloc.com/>
25. Espacio Natural, [http://es.wikipedia.org/wiki/Espacio\\_natural](http://es.wikipedia.org/wiki/Espacio_natural)