

MÁSTER EN LENGUAS Y TECNOLOGÍA

Curso Académico: 2020/2021

TÍTULO TRABAJO FIN DE MÁSTER:

Construcción de una ontología para un modelo socioecológico de gestión de playas: un enfoque preliminar

AUTORA: SOFÍA ZAKHIR PUIG

Declaro que he redactado el Trabajo de Fin de Máster “Construcción de una ontología para un modelo socioecológico de gestión de playas: un enfoque preliminar” para obtener el título de Máster en Lenguas y Tecnología en el curso académico 2020-2021 de forma autónoma, y con la ayuda de las fuentes consultadas y citadas en la bibliografía (libros, artículos, tesis, etc.). Además, declaro que he indicado claramente la procedencia de todas las partes tomadas de las fuentes mencionadas.

Firmado: Sofía Zakhir Puig

DIRIGIDO POR: Dr. Carlos Perrián-Pascual

Resumen

Construcción de una ontología para un modelo socioecológico de gestión de playas: un enfoque preliminar

En la literatura sobre el Procesamiento del Lenguaje Natural se propone una variedad de herramientas al respecto de los métodos más adecuados para procesar el uso natural de la lengua con herramientas informáticas. En esta investigación, se inicia un estudio sobre la creación de una ontología con el objetivo de que sea usada para la detección de cuestiones relativas a la gestión de playas. Por este motivo, se realiza una revisión de la bibliografía del uso de ontologías para el Procesamiento del Lenguaje Natural y la detección de problemas medioambientales usando sensores sociales. Además, se recopilan textos de la temática y se analizan diferentes metodologías empleadas con fines diversos. Se opta, de manera preliminar, por la metodología más adecuada a los objetivos de este estudio. Esta investigación surge de la necesidad de elaborar una ontología de estas características específicas en español.

Resum

Construcció d'una ontologia per a un model socioecològic de gestió de platges: un enfocament preliminar

En la literatura sobre el Processament del Llenguatge Natural es proposa diversitat d'eines respecte als mètodes més adequats per a processar l'ús natural de la llengua amb eines informàtiques. En aquesta investigació, s'inicia un estudi sobre la creació d'una ontologia perquè que siga utilitzada per a la detecció de qüestions relatives a la gestió de platges. Per aquest motiu, es realitza una revisió de la bibliografia de l'ús d'ontologies per al Processament del Llenguatge Natural i la detecció de problemes mediambientals utilitzant sensors socials. A més, es recopilen textos de la temàtica i s'analitzen diferents

metodologies emprades amb fins diversos. S'opta, de manera preliminar, per la metodologia més adequada als objectius d'aquest estudi. Aquesta investigació sorgeix de la motivació de pal·liar la necessitat d'una ontologia d'aquestes característiques específiques en llengua espanyola.

Abstract

Construction of an ontology for a socioecological model of beach management: a preliminary approach

In the literature on Natural Language Processing a diversity of tools is proposed regarding the most appropriate methods to process the natural use of language using technology. This research is the beginning of a study on the creation of an ontology in order to be used for the detection of issues related to beach management. For this reason, a review of the bibliography of the use of ontologies for Natural Language Processing and the detection of environmental problems using social sensors is carried out. In addition, different methodologies used for various purposes are analyzed and a preliminary choice of the most appropriate methodology for the objectives of this study is made. This research arises from the need to contribute with an ontology of these specific characteristics in Spanish.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS.....	5
ÍNDICE DE TABLAS.....	6
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. CARACTERIZACIÓN DE LAS ONTOLOGÍAS	4
2.1. Componentes y lenguajes.....	11
2.2. Ontologías y léxico.....	16
2.2.1. Base de datos léxica	18
2.3. Creación de una ontología	22
3. TECNOLOGÍAS PARA LA DETECCIÓN DE PROBLEMAS MEDIOAMBIENTALES	24
3.1. Taxonomía de Mobile Crowd Sensing	24
3.2. Implicaciones éticas y jurídicas.....	32
3.2.1. Participación.....	33
3.2.2. Seguridad y privacidad.....	34
3.3. Sensores sociales en Twitter	35
3.3.1. La detección de problemas medioambientales en Twitter..	40
4. MARCO EMPÍRICO.....	44
5. METODOLOGÍA.....	47
5.1. Estudio 1: recopilación de textos que ayuden en el diseño del modelo ontológico.....	47
5.2. Estudio 2: análisis de metodologías que ayuden al diseño del modelo ontológico.....	48
6. RESULTADOS	50
6.1. Estudio 1: recopilación de textos que ayuden en el diseño del modelo ontológico.....	50
6.1.1. Modelaje del conocimiento	50

6.1.2. Recursos léxicos.....	56
6.2. Estudio 2: análisis de metodologías que ayuden al diseño del modelo ontológico.....	59
6.2.1. Metodología de Uschold y Grüninger (1996).....	60
6.2.2. Metodología de Fernández-López <i>et al.</i> (1997): METHONTOLOGY.....	63
6.2.3. Metodología de Gruninger et al. (2000).....	69
7. CONCLUSIONES	73
8. BIBLIOGRAFÍA.....	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ejemplo de relación entre términos en el ámbito del vino	9
Figura 2 Representación del uso de las ontologías como interlengua	10
Figura 3 Representación de los procesos que componen MSC.....	25
Figura 4 Taxonomía de MCS según la escala, la participación, la frecuencia y la infraestructura	28
Figura 5 Representación de la clasificación de MCS según la información que recopila.....	30
Figura 6 Mapa extraído de la web de NoiseTube.....	31
Figura 7 Ejemplo de la información proporcionada por Waze	32
Figura 8 Resumen de las fases de METHONTOLOGY	68
Figura 9 Resumen de los resultados del Estudio 1 y del Estudio 2.....	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Especificaciones necesarias para que se considere que una ontología es una ontología simple	7
Tabla 2 Especificaciones que no son necesarias pero que son típicas.....	7
Tabla 3 Especificaciones que son deseables, pero no son necesarias ni típicas	7
Tabla 4 Resumen de lenguajes para la construcción de ontologías, sus objetivos y sus utilidades.....	14
Tabla 5 Ejemplos de las relaciones semánticas en WordNet.....	21
Tabla 6 Comparación entre MCS y WSN.....	27
Tabla 7 Resumen de los procesos que forman la aplicación Twitcident	38
Tabla 8 Resumen de los procesos que componen la aplicación Tweedr	39
Tabla 9 Resultados de la recopilación de textos: documentos sobre la gestión de playas.....	51
Tabla 10 Resumen del tipo de corpus para la adquisición del conocimiento de la gestión de playas.....	58
Tabla 11 Comparación entre diferentes metodologías según función y pasos	60
Tabla 12 Comparación de ontologías creadas con la metodología METHONTOLOGY	66
Tabla 13 Dimensiones y aspectos de la gestión de playas (dentro de la playa)	72
Tabla 14 Dimensiones y aspectos de la gestión de playas (fuera de la playa)	72

1. INTRODUCCIÓN

La lingüística, con la implementación de la tecnología, vive el nacimiento de un campo de especialidad que combina los conocimientos lingüísticos con los computacionales. Esta fusión se manifiesta en el Procesamiento del Lenguaje Natural (PLN), entre otros campos de investigación, y supone la necesidad de crear grupos de investigación interdisciplinarios. El PLN surge de la combinación de conocimientos y recursos lingüísticos, de representación del conocimiento, lógicos y estadísticos (Periñán-Pascual, 2012).

En esta investigación no solo tenemos como propósito la ampliación de conocimiento de esta fusión interdisciplinar en la que se ubica, sino que deseamos responder, a medio plazo y empezando con este trabajo preliminar, a una parte de las necesidades de la sociedad y del medio ambiente. Para abordar este punto, que fundamenta la motivación y la relevancia de la investigación en la que participa este trabajo, es necesario referirse brevemente a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente en el relativo a la cuestión medioambiental. La Asamblea General de las Naciones Unidas aprobó en septiembre de 2015 la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, de la cual surgen los ODS. Concretamente, en esta investigación se estudiará cuáles son los pasos previos más acordes a la creación de una ontología para la recogida de datos en redes sociales sobre la gestión de las playas. Es decir, que se corresponde con los objetivos número 11, respectivo a la intención de lograr espacios urbanos más sostenibles, y al 14, que versa sobre la protección de la vida submarina, más concretamente, «Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos». Esta no es una cuestión baladí, ya que una recogida de datos eficiente sobre la situación de las playas llevaría idealmente a una adaptación de su gestión que pueda proteger el recurso esencial que son las playas y los mares, para poder así paliar tanto el deterioro y su consecuente daño a los ecosistemas y a la biodiversidad, como al estado socioeconómico de los municipios costeros.

Este trabajo se enmarca en el proyecto de investigación «Sistema inteligente multimodal basado en crowdsensing para un servicio de predicción de problemas sociales (ALLEGRO)» (PID2020-112827GB-I00 / AEI / 10.13039/501100011033) de la Agencia Estatal de Investigación, cuyos investigadores principales son los profesores Andrés Muñoz-Ortega y Carlos Perrián-Pascual. En concreto, en este proyecto se desarrolla ALLEGRO (Adaptive muLti-domain social-media sEnsinG fRamework), un sistema inteligente multimodal (i.e. texto, audio e imagen) para el análisis y la fusión de la información publicada en redes sociales. En este sistema, se aplican técnicas novedosas de integración semántica y aprendizaje profundo para obtener un modelo de conocimiento que describa los eventos o las situaciones que están teniendo lugar en tiempo real en el entorno del ciudadano. Es precisamente en el modelado del conocimiento donde se integra la investigación realizada en este trabajo. Igualmente, la presente investigación se adscribe al proyecto europeo *Innovative modelling approaches for predicting Socio-environmental evolution in highly anthropized coastal LAGOONS* (SmartLAGOON) (101017861), respondiendo al objetivo número 3, i.e. el diseño de un sensor social para la recogida de datos del comportamiento humano a través de las opiniones de las personas en las redes sociales. Debo destacar que, si bien el proyecto SmartLAGOON se centra en la compleja situación del Mar Menor, el modelo ontológico propuesto serviría para la gestión de cualquier playa.

Este trabajo consiste, a grandes rasgos, en una revisión bibliográfica de conocimiento sobre el campo del procesamiento del lenguaje natural (al cual nos referiremos en este trabajo con sus siglas: PLN) mediante el uso de ontologías y el análisis de diferentes metodologías y documentos para responder a las necesidades socioecológicas que aquí presentaremos.

En este contexto, el objetivo de este trabajo es la exploración de las metodologías existentes para la determinación de una metodología que permita el desarrollo de un modelo ontológico que responda a las necesidades socioecológicas de las playas, con el fin de lograr una gestión más eficiente de estos recursos naturales. Es decir, el objetivo principal es estudiar de forma

preliminar la creación de una ontología para el fin mencionado. Por tanto, el trabajo se estructura de la siguiente forma. En el capítulo 1, caracterizaremos las ontologías. En el capítulo 2, abordaremos las tecnologías para la detección de problemas medioambientales. Si bien revisaremos brevemente aquellas cuestiones necesarias para la construcción de un marco teórico sólido, cabe destacar que el punto de vista de este trabajo, debido al objetivo investigador y al contexto en el que se desarrolla, es el de la lingüística. Así pues, revisaremos aquellas cuestiones técnicas que se requieran para la construcción de una ontología que responda a las necesidades expuestas. A continuación, iniciaremos el marco empírico, donde abordaremos los objetivos e hipótesis según los cuales planteamos el trabajo empírico; es decir, los supuestos que nos permiten definir los estudios que nos llevan a la elaboración de unas instrucciones para la construcción de una ontología de las características descritas. Una vez descrita la metodología, explicaremos los resultados de dos estudios: el Estudio 1, la recopilación de textos relativos a la temática de la gestión de playas para la adquisición del conocimiento; el Estudio 2, el análisis de metodologías que ayuden al diseño del modelo ontológico. Además, justificaremos la elección de METHONTOLOGY como metodología óptima para la construcción de la ontología que nos ocupa. Finalmente, expondremos las conclusiones, propondremos las futuras líneas de investigación y mostraremos en Bibliografía las fuentes consultadas para el desarrollo del trabajo.

2. CARACTERIZACIÓN DE LAS ONTOLOGÍAS

La investigación en PLN en los últimos años ha resultado en sistemas de procesamiento de la lengua muy diversos. Debido a su precisión, se puede considerar que el uso de ontologías para responder a diferentes necesidades puede ser una tecnología óptima. Dependiendo de la cuestión a la que responda la creación de la ontología y del punto de vista del autor, las características y las fases de creación pueden variar. Por este motivo, en primer lugar, caracterizaremos las ontologías, revisando la bibliografía respectiva a algunas de las definiciones propuestas por varios autores, su relación con el léxico y las bases de datos léxicas, las diferentes aplicaciones de uso, los componentes y los lenguajes en el modelado ontológico.

La ubicación de las ontologías puede encontrarse en un punto medio entre la lingüística, la cognición y la informática. Según Hirst (2009) una caracterización precisa de las ontologías, objetivo primero de este capítulo que nos ocupa, se ve dificultada por complejas cuestiones fruto de la relación entre el lenguaje, la cognición y nuestra concepción del mundo. Si bien no profundizaremos en esta cuestión por excederse del propósito y de la extensión de este trabajo, cabe mencionar que, tal y como explica el autor, la complejidad de esta cuestión radica esencialmente en la relación causal que puede existir entre la concepción del entorno y la cultura, el pensamiento, la lengua y los procesos cognitivos. A este respecto, se menciona la hipótesis de Sapir-Whorf, que sienta las bases del determinismo lingüístico, y se plantea la cuestión de si dicha hipótesis se presentaría como un impedimento para la creación de ontologías con cierto grado de independencia de la lengua. Así pues, sigue Hirst, cabría la posibilidad de asumir la hipótesis de Sapir-Whorf, entendiendo el efecto de la lengua en el pensamiento como una influencia y no como una determinación absoluta.

Cabe destacar brevemente que «ontología» es una palabra referida, en general, al conjunto de redes que crean un sistema. Con respecto a la etimología de esta forma, encuentra su origen en el griego clásico: «οντος» (ontos) ser y el sufijo «logía». Surge así la forma usada en metafísica que posteriormente comienza a usarse en el ámbito de la Ingeniería del

Conocimiento, por compartir con los filósofos metafísicos el objetivo de organizar propiedades de un sistema. Es decir, la «ontología» surge en el campo de la metafísica y se extiende a diversos ámbitos, como el que nos ocupa en este trabajo. La caracterización de las ontologías depende, en gran parte, del punto de vista y del uso que le demos a este tipo de sistemas. Uschold y Gruninger (1996) abordan esta cuestión desde un punto de vista práctico: las ontologías se crean para dar respuesta a necesidades y para la solución de problemas. Según explican los autores, la comunicación entre personas, organizaciones y software es fundamental para el buen funcionamiento de sistemas humanos o informáticos, ya que una comunicación pobre puede ir en detrimento de una transmisión de conocimientos efectiva, lo cual puede tener consecuencias negativas para comunidades y sistemas, y supone un esfuerzo evitable. Los autores sugieren, además, que la forma de paliar estos problemas es por medio de un sistema de comunicación con dos características clave: la interoperabilidad y la posibilidad de reutilizar y compartir el conocimiento estructurado. Las características mencionadas son fundamentales para la construcción de una definición sólida de las ontologías. Estos investigadores definen las ontologías, a grandes rasgos, como una forma de compartir conocimiento de un ámbito que sea de interés con el objetivo de solucionar problemas o dar respuesta a necesidades en un marco común a todos los usuarios. Es decir, se incide de nuevo en la importancia de la interoperabilidad de las ontologías.

En esta línea, Noy y McGuinness (2014: 3) definen las ontologías como una descripción explícita de conceptos:

(...) an ontology is a formal explicit description of concepts in a domain of discourse (classes (sometimes called concepts), properties of each concept describing various features and attributes of the concept (slots (sometimes called roles or properties)), and restrictions on slots (facets (sometimes called role restrictions)). An ontology together with a set of individual instances of classes constitutes a knowledge base.

Una definición que podría englobar algunas de las expuestas previamente es la proporcionada por el grupo de investigación SRKB (Shared Reusable Knowledge Bases), según explica Gruber (1993):

Ontologies are agreements about shared conceptualizations. Shared conceptualizations include conceptual frameworks for modeling domain knowledge; content-specific protocols for communication among interoperating agents; and agreements about the representation of particular domain theories. In the knowledge sharing context, ontologies are specified in the form of definitions of representational vocabulary. A very simple case would be type hierarchy, specifying classes and their subsumption relationships. Relational database schemata also serve as ontologies by specifying the relations that can exist in some shared database and the integrity constraints that must hold for them. In general, ontologies are equivalent to logical theories, such as axiomatizations of time.

Asimismo, cabe la posibilidad de que surja la pregunta de cuándo se considera que nos encontramos ante una ontología. McGuinness (2003) propone, de forma que también parece presentarse como una definición de este tipo de recurso, una lista de propiedades que deben tener necesaria o posiblemente las ontologías para ser consideradas como tal. En las siguientes tablas, podemos observar las características que atribuye la autora a las ontologías:

Especificaciones necesarias
Vocabulario controlado finito (se puede aumentar)
Interpretación inequívoca de las clases y las relaciones de los términos

Relaciones jerárquicas estrictas entre las clases

Tabla 1 Especificaciones necesarias para que se considere que una ontología es una ontología simple

Especificaciones no necesarias

Especificación de propiedades por clase

Inclusión individual en la ontología

Especificación de la restricción de valores por clase

Tabla 2 Especificaciones que no son necesarias pero que son típicas

Especificaciones deseables

Especificación de clases disjuntas

Especificación de relaciones lógicas arbitrarias entre términos

Relaciones distinguidas, como la inversa y la parte-entera
--

Tabla 3 Especificaciones que son deseables, pero no son necesarias ni típicas

Como sugiere la definición previamente citada de SRKB, existen diferentes tipos de ontologías para paliar diferentes necesidades. Según lo expresado por Uschold y Gruninger (1996), las ontologías surgen para responder a problemas concretos. En palabras de los autores, el primer paso para crear una ontología es definir las situaciones que podrían justificar la necesidad de crearla. A

continuación, revisamos algunos de los problemas y necesidades que motivan la creación de ontologías. Establecen, a grandes rasgos, dos situaciones comunicativas:

- Comunicación entre personas: se palián los vacíos comunicativos entre personas con diferentes conocimientos y necesidades, p.ej., para la comunicación ordenada dentro de una empresa u organización de todo aquello que concierne a la entidad.
- Comunicación entre sistemas: las ontologías logran la interoperabilidad debido a que pueden servir como traducciones entre diferentes lenguas, paradigmas, métodos y herramientas de *software*, p.ej., para ahorrar tiempo y energía en el cambio de un sistema informático a otro.

A este respecto, consideran fundamental tener en cuenta las ventajas del uso de ontologías para los diferentes tipos de comunicación y destacan las siguientes (Uschold y Gruninger, 1996):

- Integración de un modelo normativo para mejorar el conocimiento compartido: el modelo creado puede ser modificado para adaptarse a las necesidades de los usuarios según unos principios comunes.
- Creación de una red relacional para la construcción de un sistema de conocimiento: como apuntan los autores, las ontologías explicitan la relación lógica que existe entre los diferentes conceptos, por lo que invitan a explorar la red que se va creando y que se puede modificar.
- Consistencia y precisión, ya que las ontologías evitan la ambigüedad por medio de la representación relacional de los conceptos de forma coherente.
- Inclusión de diferentes puntos de vista cuando se trata de diferentes usuarios que configuran la ontología: dentro de una entidad en la cual se requiere de comunicación a gran escala, cabe la posibilidad de que la consideración de las relaciones entre conceptos pueda ser distinta. Lejos de ser un problema, integrar

diferentes puntos de vista puede ser enriquecedor para la ontología.

Destacan, además, con respecto a la comunicación en entidades por medio de ontologías, la facilidad proporcionada por la herramienta para la comunicación efectiva en proyectos con muchos participantes o extendidos en el tiempo.

A continuación, habiendo propuesto algunas definiciones de ontología, ilustramos este modelo ontológico por medio de la explicación gráfica de Noy y McGuinness (2014: 4), en la cual presentan las relaciones de un grupo de conceptos del ámbito de la enología:

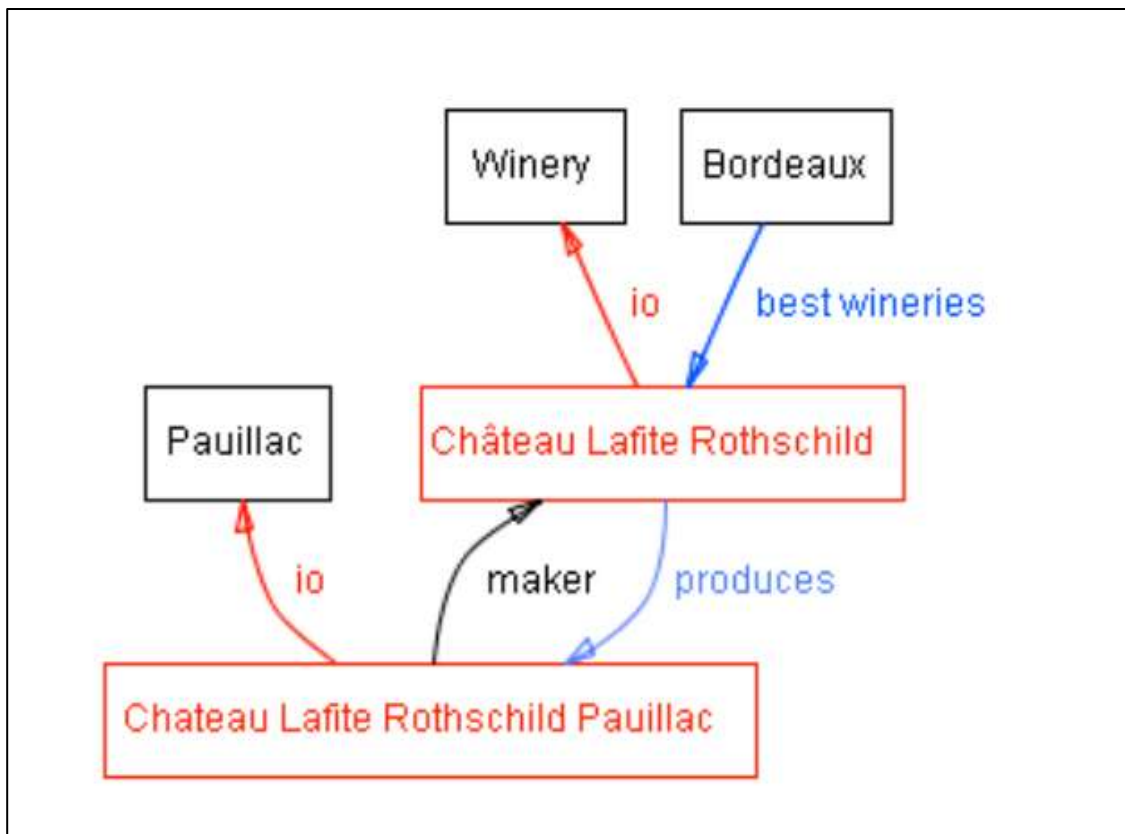


Figura 1 Ejemplo de relación entre términos en el ámbito del vino

Como se puede observar en la Figura 1, las ontologías pueden representar relaciones entre conceptos como, por ejemplo, productor y producto, así como clases (como *Chateau Lafite Rothschild Pauillac*) y subclasses (como *Pauillac*).

Además, se presenta la posibilidad de concebir las ontologías como una interlengua, lo cual resulta de interés, no para los objetivos estrictos de este

estudio, sino para la caracterización de las posibilidades ofrecidas por la herramienta que nos ocupa. Uschold y Gruninger (1996: 10), a este respecto, ilustran esta posible función de las ontologías por medio de la siguiente imagen:

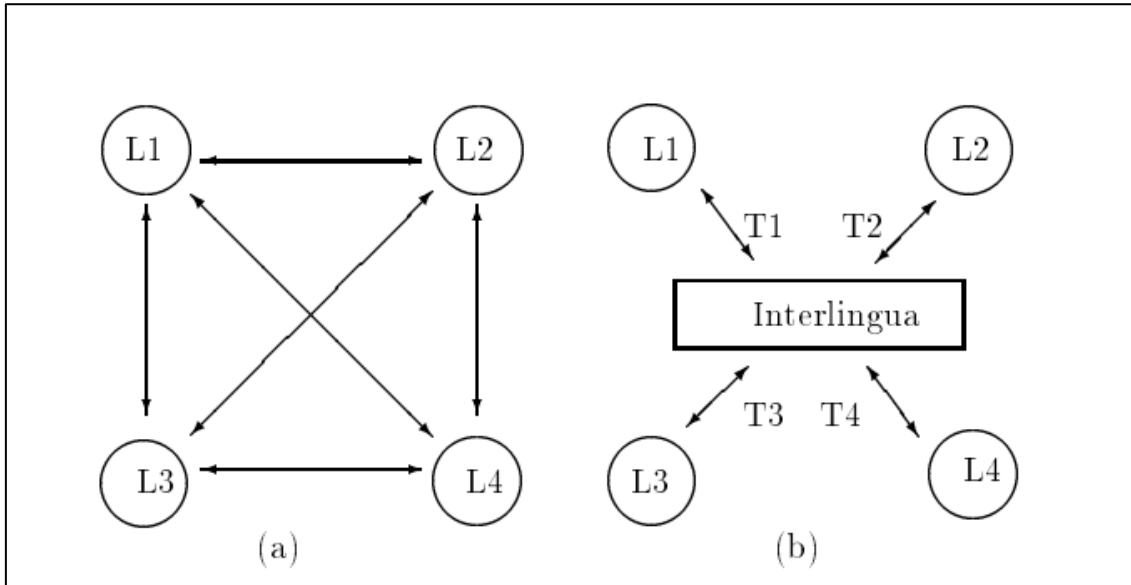


Figura 2 Representación del uso de las ontologías como interlengua

Así pues, como explican los autores, las ontologías podrían ser utilizadas como una interlengua que facilitará la interoperabilidad. Como se puede observar en la representación de la Figura 2, el modelo de traducción (a) requiere de un motor de traducción que integre las combinaciones entre las cuatro lenguas implicadas o el uso de diferentes motores de traducción, mientras que (b) solamente requiere de la traducción entre las cuatro lenguas implicadas y la interlingua que es la ontología para lograr la interoperabilidad entre todas las lenguas implicadas. No obstante, cabe destacar, en relación con la situación actual de los motores de traducción que los sistemas de redes neuronales han revolucionado el sector de la traducción automática y de la traducción asistida por ordenador.

Además, es necesario diseñar la ontología según su aplicación, es decir, la elección de una metodología y un enfoque adecuados a la situación para la que se requiere la ontología. Como hemos mencionado, este es, a grandes rasgos, el objetivo de este trabajo. Por lo tanto, se profundizará en esta

cuestión en el apartado 6. En definitiva, no abordaremos con excesiva profundidad aquellos aspectos técnicos que competan especialmente a los ingenieros informáticos. No obstante, por medio de las definiciones proporcionadas, se ha tratado de introducir la necesidad del conocimiento informático para la creación de una ontología, ya que sustenta la base de la construcción de este tipo de sistemas y se presenta como imprescindible para la aplicación de ontologías en otros sistemas informáticos.

Por otro lado, con respecto a la importancia de la ciencia cognitiva en el diseño y desarrollo de una ontología, destacamos especialmente lo propuesto por Uschold y Gruninger (1996), que, en la línea de lo abordado brevemente en el principio de esta parte, explican que una ontología representa siempre un punto de vista y una concepción del mundo concreta sobre una materia específica, sugiriendo además que la concepción del entorno que se suele tener se basa en un conjunto de conceptos. Es decir, que la relación establecida entre los conceptos representados en una ontología puede estar sujeta a un cierto grado de subjetividad.

2.1. Componentes y lenguajes

Los componentes de una ontología pueden variar, del mismo modo que varían el tipo de ontología y las posibles definiciones proporcionadas en la literatura (Noy y McGuinness, 2014). Corcho *et al.* (2014) abordan esta cuestión y presentan la siguiente lista de componentes:

- **Conceptos:** se trata de los objetos o entidades. Los autores proponen como ejemplo de conceptos del dominio legal los siguientes: persona física, tribunal, menor de edad, etc. En esta línea, «persona física» sería una subclase de «persona».
- **Relaciones:** se trata de cómo están asociados los conceptos del ámbito representado. Los autores explican las relaciones por medio del siguiente ejemplo: «se celebra en» + «juzgado» + «juicio».
- **Instancias:** se trata de la representación de individuos como, por ejemplo, «Tribunal Constitucional» es una instancia de «tribunal».

- Constantes: se trata de los números que se mantienen estables a lo largo del tiempo; por ejemplo, «18» siempre hace referencia a la mayoría de edad en España.
- Atributos: se trata de las propiedades que tienen algunos elementos representados en la ontología. Se dividen en las siguientes clases:
 - Atributos de instancia: añade las propiedades de las instancias de los conceptos y de ellos reciben sus valores.
 - Atributos de clase: añade las propiedades de los conceptos y de ellos reciben sus valores.
- Axiomas formales: se trata de expresiones basadas en la lógica que no pueden ser contradichas. Por ejemplo, los autores explican que, según un axioma formal de una ontología del dominio del derecho, una persona no puede ser al mismo tiempo acusada y demandante. Es decir, los axiomas formales determinan las restricciones de la ontología.
- Reglas: se trata de expresiones que permiten que se infiera información de la ontología. Como ejemplifican los autores, de nuevo, en el dominio del derecho, un menor de edad de más de 14 años, si es acusado y se celebra un juicio, tendrá lugar en un tribunal de menores.

En el resto de este subapartado, describimos algunos de los lenguajes informáticos más empleados para la creación de ontologías. Al respecto de la representación formal de las ontologías, Uschold y Gruninger (1996) manifiestan que el grado de formalidad que se requiere para cada ontología debe ser determinado por la finalidad de dicha ontología. Es decir, según explican, si el objetivo de la creación de la ontología es la organización de información para la comunicación entre personas, la representación de los conceptos y sus relaciones puede ser informal. No obstante, si el objetivo es que se use por un *software*, la representación debe ser formal y debe buscar la mayor precisión posible.

Gruber (1993: 199), en su definición de las ontologías, incluye la importancia de la definición formal de la relación entre los conceptos que constituyen la herramienta que nos ocupa:

[...] an ontology is a specification used for making ontological commitments. The formal definition of ontological commitment is given below. For pragmatic reasons, we choose to write an ontology as a set of definitions of formal vocabulary. Although this isn't the only way to specify a conceptualization, it has some nice properties for knowledge sharing among AI software (e.g., semantics independent of reader and context).

En esta línea, Uschold y Gruninger (1996) aclaran que, sin hacer referencia al objetivo de la ontología en cuestión, la expresión formal de la relación entre conceptos presenta la ventaja de ser una oportunidad para representar y reflexionar sobre las relaciones establecidas.

Teniendo en cuenta estos motivos, presentamos a continuación en la Tabla 4 un resumen de los lenguajes más utilizados para la construcción de ontologías según Pereira y Aular (2007):

Lenguaje	Objetivos	Utilidad
DAMAL+OIL Darpa Agent Markup Language	Presentar la ontología de forma expresiva por medio de la muestra visible de la inferencia y la especificación de la semántica.	La sintaxis de este lenguaje está compuesta por las siguientes categorías: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Propiedades ➤ Restricciones ➤ Notación ➤ Tipos definidos ➤ Definición de objetos
OWL DAML+OIL (Web	Representar, basándose en la lógica, información de forma descriptiva, dar	La sintaxis de este lenguaje está compuesta por las siguientes

Ontology Language)	expresividad a las sentencias por medio de la representación del significado y las relaciones de los conceptos.	categorías: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Clases ➤ Relaciones ➤ Propiedades ➤ Individuos
XML (Extensible Markup Language)	Mejorar el lenguaje HTML y promover la interoperabilidad.	Se emplean los símbolos < " y "> y se establecen jerarquías de árbol mostrando así una estructura lógica: declaraciones, elementos, comentarios.
RDF (Resource Description Framework)	Describir la relación semántica entre diferentes URLs en base a la sintaxis del lenguaje explicado previamente: XML. El objetivo principal es la interoperabilidad entre aplicaciones.	Las instrucciones de RDF están definidas en XML y, por tanto, está inspirado la programación que se orienta a objetos.

Tabla 4 Resumen de lenguajes para la construcción de ontologías, sus objetivos y sus utilidades

Como se puede observar en la Tabla 4, los lenguajes ofrecen posibilidades diferentes. A continuación, podemos observar los diferentes beneficios que presenta cada uno de ellos, según Pereira y Aular (2007):

- DAMAL+OIL: los autores señalan como beneficio principal la transmisión de la información y el razonamiento que se produce automáticamente.
- OWL: según consideran los autores, es «eficiente y productivo». Además, cabe destacar que se permite usar la sintaxis RDF.

- XML: facilidad en el intercambio de datos (por ejemplo, puede ser especialmente útil para entidades que necesitan publicar la información sin que importe el medio final).
- RDF: presenta diferentes beneficios, como que fomenta la utilización de vocabularios ya empleados y su intercambio, o que el conocimiento representado se puede procesar fácilmente por un ordenador.

Con respecto a su modo de empleo, cabe destacar que Pereira y Aular (2007) explican lo siguiente:

- DAMAL+OIL: presenta un sistema creado por capas. Como explican los autores (*ibid.*), se trata de evitar que haya objetos en el núcleo del lenguaje.
- OWL: se describen clases y propiedades por medio de un vocabulario y una semántica formal.
- XML: se presenta en forma de árbol (visualmente, sus hojas contienen la información) que presentan las etiquetas y organizan la información de forma jerárquica.
- RDF: presenta la facilidad de intercambiar conocimiento en la Web debido a que se construye por medio de grafos etiquetados que especifican las siguientes categorías: recursos, propiedades, expresión.

Hemos considerado oportuno explicar las propiedades de cada uno de los lenguajes según beneficios y modo de empleo para facilitar la comparación entre ellos. Como se ha podido observar, los diferentes lenguajes presentan diferentes objetivos, utilidades, beneficios y modos de empleo para la creación de ontologías. Por este motivo, la decisión respectiva al lenguaje empleado dependerá ampliamente de las necesidades de la herramienta que deseemos crear.

Por otro lado, existen diversas herramientas para desarrollar ontologías. Dos de las más destacadas son Protégé-2000 y WebODE (Corcho *et al.*, 2005: 1). A continuación, las describiremos brevemente:

- Protégé-2000: herramienta para desarrollar ontologías. A grandes rasgos, permite modelar las ontologías, de forma que resulta fácil editarlas. (Noy *et al.*, 2000). Los autores, además, señalan, tras demostrarlo empíricamente, que Protégé-2000 se puede adaptar para editar en RDF.
- WebODE: plataforma de trabajo para el diseño, construcción y mantenimiento de ontologías. Presenta facilidades para la integración de varias ontologías y permite una gestión completa (edición, traducción, fusión, evaluación y documentación). Además, la representación del conocimiento es muy expresiva (Arpírez *et al.*, 2003).

Así pues, una vez revisada la cuestión informática, cabe preguntarse cuál es la posición de los lingüistas en este punto de encuentro interdisciplinar. Como se ha podido observar, nos hemos referido a la relación entre las ontologías y la representación de conceptos, no a la representación de formas léxicas. A continuación, revisaremos la bibliografía respectiva a la relación entre las ontologías y el léxico.

2.2. Ontologías y léxico

En este apartado, indagaremos brevemente en la relación entre las ontologías y los recursos léxicos y explicaremos qué es una base de datos léxica.

Tal y como manifiesta Hirst (2009), un recurso léxico no es exactamente lo mismo que una ontología, ya que, como hemos explicado en la caracterización de la herramienta que nos ocupa, las ontologías establecen relaciones entre conceptos. No obstante, según el autor, existe una relación entre el significado de las palabras y los conceptos y, por lo tanto, existe una relación entre las palabras y los conceptos. Por este motivo, las ontologías pueden crearse aprovechando recursos lingüísticos. Si bien, como hemos explicado, las ontologías suelen crearse con un fin específico o en relación con un ámbito concreto, los recursos léxicos pueden ser tanto de temática general como de temática especializada y se proporciona información de diferente tipo con respecto a cada forma dependiendo del recurso en cuestión.

El autor destaca, en esta línea, la existencia de los recursos léxicos computacionales. Los diccionarios, según explica, son recursos que tienen como objetivo ser usados por humanos y no suelen estar preparados para ser procesados por un ordenador. En esta línea, Guthrie *et al.* (1996) explican que la creciente necesidad de procesar texto ha resultado en el uso de diccionarios legibles para humanos en la investigación en PLN. Como señalan, los proyectos de PLN necesitan, en general, una base de recursos léxicos, incluso aquellos más cercanos a los modelos estadísticos. Por este motivo, surgen los léxicos con formatos creados para poder ser procesados de forma computacional por medio de una representación más formal del significado de las palabras, que pueden basarse total o parcialmente en diccionarios no computacionales (Hirst, 2009). Así pues, menciona el autor que las aplicaciones lingüísticas no necesitan generalmente la cantidad de información que se suele incluir en los diccionarios que tienen como finalidad ser usados por humanos. El ejemplo más reconocido y que menciona el autor a continuación es el recurso WordNet (Fellbaum, 1998) al cual nos referiremos más adelante con brevedad.

Como reflexiona Hirst (2009), la explicitación de los hiperónimos en un léxico y la relación establecida en las ontologías plantea la cuestión de si los recursos léxicos son realmente diferentes a las ontologías o si pueden aprovecharse conjuntamente para ciertas tareas. Así pues, tal y como explica el autor, los recursos léxicos no pueden funcionar exactamente igual que las ontologías, especialmente aquellos que no pertenecen a ámbitos técnicos. Reitera, para incidir en la diferencia entre recurso léxico y ontología, que las ontologías no son recursos lingüísticos, mientras que los léxicos se basan generalmente en palabras; por lo tanto, considera que, si se desea usar un recurso léxico como una ontología, el resultado será probablemente mejorable. Finalmente, concluye que la relación entre ontologías y recursos léxicos puede ser beneficiosa, especialmente en campos técnicos (Hirst, 2009: 283):

It is possible that a lexicon with a semantic hierarchy might serve as the basis for a useful ontology, and an ontology may serve as a grounding for a lexicon. This may be so in particular

in technical domains, in which vocabulary and ontology are more closely tied than in more-general domains.

Aclara, además, que el motivo por el cual el uso de recursos léxicos para la creación de ontologías y viceversa se produce con mayor facilidad cuando se trata de campos técnicos radica en la precisión del lenguaje científico-técnico, si bien aclara que la univocidad y la ausencia de ambigüedad no caracterizan siempre a la comunicación en estos ámbitos especializados.

En general, consideramos de especial importancia las reflexiones de Hirst sobre la relación entre los recursos léxicos y las ontologías como punto de partida para la consecución de los objetivos de este trabajo.

2.2.1. BASE DE DATOS LÉXICA

Uno de los recursos léxicos más empleados en PLN es WordNet (Fellbaum, 1998), una base de datos léxica que, a grandes rasgos, agrupa palabras en inglés. Cabe destacar que, si bien WordNet está originalmente en inglés, se han creado proyectos en diferentes lenguas siguiendo el mismo modelo. Miller (1995: 39) define WordNet del siguiente modo:

This database links English nouns, verbs, adjectives, and adverbs to sets of synonyms that are in turn linked through semantic relations that determine word definitions.

Es decir, WordNet consiste en lo siguiente: los nombres, verbos, adjetivos y adverbios del inglés se organizan en grupos de sinónimos [synsets], cada uno representando un concepto lexicalizado. Por tanto, las relaciones semánticas vinculan a las unidades léxicas (simples o complejas) a través de los synsets. A continuación, podemos observar un ejemplo la información proporcionada por el recurso, extraído de WordNet¹ con *aesthetic* como sustantivo:

¹ URL del recurso: <http://wordnetweb.princeton.edu/perl/webwn>

Noun

S: (n) aesthetic, esthetic ((philosophy) a philosophical theory as to what is beautiful) "he despised the esthetic of minimalism"

- domain category

S: (n) philosophy (the rational investigation of questions about existence and knowledge and ethics)

- direct hypernym

S: (n) philosophical doctrine, philosophical theory (a doctrine accepted by adherents to a philosophy)

- inherited hypernym

S: (n) philosophical doctrine, philosophical theory (a doctrine accepted by adherents to a philosophy)

S: (n) doctrine, philosophy, philosophical system, school of thought, ism (a belief (or system of beliefs) accepted as authoritative by some group or school)

- derivationally related form

W: (adj) aesthetic [Related to: aesthetic] (relating to or dealing with the subject of aesthetics) "aesthetic values"

W: (adj) aesthetic [Related to: aesthetic] (concerning or characterized by an appreciation of beauty or good taste) "the aesthetic faculties"; "an aesthetic person"; "aesthetic feeling"; "the illustrations made the book an aesthetic success"

- sister term

S: (n) philosophical doctrine, philosophical theory (a doctrine accepted by adherents to a philosophy)

S: (n) aesthetic, esthetic ((philosophy) a philosophical theory as to what is beautiful) "he despised the esthetic of minimalism"

S: (n) Aristotelianism, peripateticism ((philosophy) the philosophy of Aristotle that deals with logic and metaphysics and ethics and poetics and politics and natural science) "Aristotelianism profoundly influenced Western thought"

Además, relaciona formas de diferentes categorías (i.e. nombre, adverbio, verbo, adjetivo) según el tipo de vínculo.

- Sinónimos
- Antónimos
- Hipónimos
- Hiperónimos
- Merónimos
- Holónimos
- Tropónimos
- Vínculos entre formas que no se pueden agrupar en las categorías anteriores

A continuación, en la Tabla 5, se puede observar ejemplos del tipo de las relaciones semánticas que recoge WordNet (Miller, 1995):

Relación semántica	Categoría sintáctica	Ejemplos
Sinónimos	N, V, Aj, Av	pipe, tube rise, ascend sad, unhappy

		rapidly, speedily
Antónimos	Aj, Av, (N, V)	wet, dry powerful, powerless friendly, unfriendly rapidly, slowly
Hipónimos	N	sugar maple, maple maple, tree tree, plant
Merónimos	N	brim, hat gin, martini ship, fleet
Tropónimos	V	march, walk whisper, speak
Vínculos	V	drive, ride divorce, marry

Tabla 5 Ejemplos de las relaciones semánticas en WordNet

Como se puede observar en este ejemplo, las relaciones que se establecen entre palabras de forma explícita están relacionadas con algunas de las relaciones que se establecen en las ontologías, por lo que ilustra la relación entre estos dos tipos de herramientas, en la línea de la reflexión de Hirst (2009).

Hirst (2009) ilustra el uso de una base de datos léxica para la creación de una ontología por medio del ejemplo proporcionado por Omega (Philpot *et al.*, 2005), ontología que fue creada a partir de la fusión entre el recurso previamente explicado, WordNet, y Mikrokosmos (Mahesh y Nirenburg, 1995), una ontología de corte más formal. Explica, en relación con el resultado de esta fusión, que Omega puede diferenciar entre los conceptos y los significados. Además, explica, en esta línea, que los conceptos arrojan mayor precisión que los significados. Así pues, parece ser que la utilidad de este proyecto apoya la idea de que, aunque reconociendo las diferencias entre un recurso léxico y una ontología, el uso de uno de los recursos para la creación del otro es una posibilidad.

2.3. Creación de una ontología

En este subapartado, nos referiremos brevemente al diseño y creación de una ontología. Hacemos hincapié en aquellas cuestiones relacionadas con los pasos previos al diseño del sistema y profundizaremos con mayor detalle en el proceso de creación de una ontología en el apartado 6.

Noy y McGuinness (2014) proponen que la primera parte previa a la consideración de la metodología para crear una ontología es establecer el alcance deseado. Las autoras sugieren que una forma adecuada de abordar esta tarea es estableciendo una serie de preguntas que se desea que la ontología tenga la suficiente información para poder responder. Plantean esta propuesta, además de como paso previo al diseño de una ontología, como una prueba para saber si una ontología ya creada puede responder realmente a las necesidades para la cual se construye. Como se ha observado antes, por medio del ejemplo de la construcción visual de la ontología de las autoras, ejemplifican el proceso de creación ilustrándolo con la temática del vino. A continuación, podemos observar, a modo de ejemplo, las preguntas que consideran adecuadas para la creación de una ontología de este ámbito (Noy y McGuinness, 2014: 5):

- Which wine characteristics should I consider when choosing a wine?

- Is Bordeaux a red or white wine?
- Does Cabernet Sauvignon go well with seafood?
- What is the best choice of wine for grilled meat?
- Which characteristics of a wine affect its appropriateness for a dish?
- Does a bouquet or body of a specific wine change with vintage year?
- What were good vintages for Napa Zinfandel?

Uschold y Gruninger (1996), consideran que la forma ideal de plantearse el diseño de una ontología es por medio de la consideración de diferentes situaciones, problemas o ejemplos para los cuales no existen ontologías creadas. Los autores manifiestan que las ontologías deberían responder a una o más situaciones de necesidad de su creación, de modo que se construyan para responder a necesidades específicas, si bien las ontologías se pueden reutilizar en el futuro.

Una de las cuestiones fundamentales para la creación de una ontología es la metodología más acertada dependiendo de las necesidades o del problema que se trate de solucionar. Esta cuestión será tratada en detalle en el apartado 6.

3. TECNOLOGÍAS PARA LA DETECCIÓN DE PROBLEMAS MEDIOAMBIENTALES

En el capítulo anterior, se ha abordado la caracterización de las ontologías, así como de algunos tipos concretos de ontologías, junto con ciertas posibles reflexiones al respecto del tema que nos ocupa. En este capítulo, abordaremos el estado de la cuestión de las tecnologías para la detección de problemas medioambientales. Cabe tener en cuenta que el objetivo de este estudio preliminar es, como hemos mencionado en la introducción, analizar la metodología de elaboración de modelos ontológicos con el fin de incluir la ontología resultante en un sistema de sensores sociales para la gestión de playas. Por este motivo, caracterizaremos, a continuación, la situación de las tecnologías de sensores sociales.

3.1. Taxonomía de Mobile Crowd Sensing

La tecnología ha sufrido cambios sustanciales durante los últimos años, lo cual ha motivado el crecimiento exponencial de su uso para fines como los sensores sociales, concepto que desarrollamos en el subapartado 3.3. Tal y como afirman Boubiche *et al.* (2019), la extendida comunicación inalámbrica resultante del uso de móviles con acceso, en algunos casos, a 4G o 5G ha creado un sistema formado por millones de móviles conectados. Gracias al acceso a estas redes, explican los autores, la detección de problemas o fenómenos mejora sustancialmente y supone un cambio de paradigma que se materializa, entre otras cosas, en el surgimiento del Mobile Crowd Sensing (MCS). Boubiche *et al.* (2019: 353) definen MCS del siguiente modo:

MCS is an emerging sensing and geo-crowd sourcing paradigm, based on the mobile device's sensor, that enables acquiring local geospatial information and knowledge and giving the possibility to share this information/knowledge with other users and wider community.

Si bien, el objetivo de esta investigación no es abordar la labor de los ingenieros informáticos, presentamos en la Figura 3 una representación gráfica del funcionamiento de MCS a modo de resumen:



Figura 3 Representación de los procesos que componen MSC

Como se puede observar en la Figura 3, la información se capta por medio de los dispositivos móviles y se transmite gracias a los datos o redes WiFi a los servidores del sistema de MCS en cuestión, para que posteriormente se presente el conocimiento adquirido o se utilice para los fines para los cuales ha sido recopilado. Ganti *et al.* (2011) resumen la arquitectura de los sistemas de MCS en dos partes: una fase tiene lugar en el dispositivo (se recoge y se comparte la información) y otra fase tiene lugar en la nube (se analizan los datos).

Boubiche *et al.* (2019), que estudian este paradigma en relación con el surgimiento y expansión de las ciudades inteligentes, explican que MCS sirve para la detección de cuestiones relacionadas con el buen funcionamiento de la ciudad inteligente, ya que permite la extracción de datos como el ruido o el tráfico. Este tipo de información se puede obtener por medio de sistemas o aplicaciones de los dispositivos móviles como el GPS o el micrófono.

Asimismo, Ganti *et al.* (2011) proponen la siguiente definición de MCS:

[MCS is] the data sharing and information extraction process, based on the collaboration of individuals with sensing and computing devices, to measure and enumerate mutual interest phenomena.

Boubiche *et al.* (2019: 353), sobre la cuestión de la participación humana en MCS, manifiestan que se trata de un paradigma basado en un modelo híbrido entre el ordenador y la intervención humana. En esta línea, para delimitar las funciones y posibilidades de MCS, lo comparan con Wireless Sensor Networks (WSN). Explican, para contextualizar el surgimiento de MCS, que se puede considerar como una evolución de WSN. En esta línea, Guo *et al.* (2015: 4) proponen la siguiente tabla para establecer una comparación entre MCS y WSN:

	Operadores	Coste	Movilidad	Calidad de la información
WSN	Instituciones públicas	Alto: las infraestructuras tienen un precio elevado	La cobertura alcanza lo que alcanzan los sensores estáticos; es decir, está limitada	Alta
MSC	Podría acceder cualquier persona interesada	Bajo: se aprovecha la infraestructura existente, es decir, no es necesario adquirir nuevos elementos	La movilidad proporcionada por las compañías móviles. Es decir, una cobertura sin precedentes	Más bajo (calidad de los sensores de los dispositivos, fiabilidad de los datos que proporcionan activamente)

				algunos usuarios voluntarios, etc.)
--	--	--	--	-------------------------------------

Tabla 6 Comparación entre MCS y WSN.

Como se puede observar en la Tabla 6, cada una de las opciones, tanto WSN como MCS, presentan diferentes ventajas. Cabe destacar la facilidad de acceso que presenta MCS, el bajo coste en comparación con WSN y la posibilidad de gran alcance de los dispositivos móviles. Es precisamente esta diferencia entre WSN y MCS el motivo de la diferencia entre sensores físicos y sensores sociales, respectivamente.

Boubiche *et al.* (2019), por su parte, presentan una propuesta de taxonomía de MCS que se basa en el tipo de escala de los sensores:

- Detección separada: se recogen los datos de forma individual y sin colaboración entre usuarios, debido a que el uso final de la información es personal.
- Detección en clúster: diferentes usuarios colaboran compartiendo datos que recogen por motivos relacionados con sus intereses en común.
- Detección en comunidad: se recogen datos de usuarios pertenecientes a comunidades con el objetivo de visualizar información a gran escala y poder establecer patrones o tendencias.

Además, explican que se recoge en la literatura al respecto de la cuestión una taxonomía alternativa que se basa en el tipo de participación de los usuarios:

- Detección oportunista: la participación de los usuarios es mínima y la recopilación de datos se produce de forma automática.
- Detección participativa: la participación de los usuarios es activa y la información recopilada surge de aquello que comparten voluntariamente.
- Detección híbrida: los datos se recogen tanto de la participación de los usuarios como del procesamiento automático de cada dispositivo.

Además, en esta línea, aclaran los autores que la participación de los usuarios se puede dividir también en explícita e implícita, dependiendo del grado de conocimiento que tengan de su participación.

Por otro lado, con respecto a la frecuencia de la obtención de la muestra, se diferencia entre una detección continua o una detección que se realiza cuando se desea obtener datos de un contexto específico; es decir, esta clasificación se basa en la diferencia entre los sistemas que siempre recogen datos y aquellos que recogen datos en un lugar y tiempo específicos.

Finalmente, explican la taxonomía según si el sistema hace uso de infraestructuras que existen o si se utiliza una infraestructura ad hoc para la recopilación de datos en la que se trabaje. Además, según explican, se pueden utilizar tanto infraestructuras existentes como ad hoc.

A modo de resumen, la Figura 4 refleja la taxonomía de MCS según los diferentes tipos de clasificación:

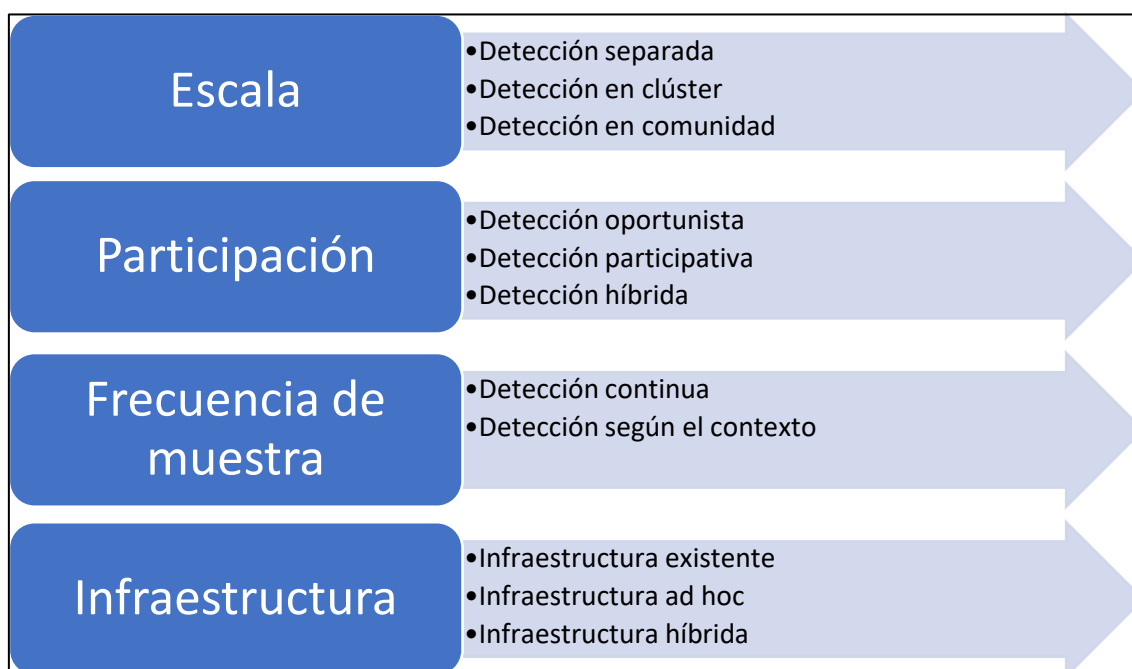


Figura 4 Taxonomía de MCS según la escala, la participación, la frecuencia y la infraestructura

Asimismo, Boubiche *et al.* (2019) concluyen que la intervención humana en la que necesariamente se basa MCS supone una ventaja con respecto a WSN, ya que aprovecha la inteligencia humana junto con el avance tecnológico. Así

pues, explican que los usuarios pueden decidir qué aspectos se van a detectar e incluso se puede indagar en sus opiniones con respecto al propio sensor. Concluyen, por tanto, que MCS permite la posibilidad de recoger información sin la necesidad de dispositivos sofisticados y aprovechando la inteligencia y movilidad humanas.

En esta línea, y teniendo en cuenta la definición propuesta por Ganti *et al.* (2011), previamente citada, que sugiere que el foco de MCS se encuentra en la colaboración en la que participan los usuarios cuyos datos conforman la red de información, cabe profundizar brevemente en cuál es el nivel de implicación de las personas participantes y de los investigadores que utilizan el conocimiento de MCS.

A este respecto, Guo *et al.* (2015) sugiere que, para motivar la participación de usuarios, es preferible que los sistemas de MCS se diseñen de forma que mejoren la experiencia de los usuarios, es decir, tal y como manifiestan los autores: que sean desarrollados teniendo en cuenta que el foco debería encontrarse en el usuario. A este respecto, los autores destacan que las implicaciones de la participación voluntaria en sistemas de MCS, como la privacidad de los datos que se incluyen, necesita de incentivos que mejoren la interacción entre los usuarios y los sistemas. Así pues, sugiere como futuras líneas de investigación la necesidad de optimizar los sistemas híbridos entre personas y sistemas.

MCS, como hemos explicado, surge de un cambio de paradigma y supone en sí mismo un cambio en la forma de detectar fenómenos o problemas sociales. Cabe preguntarse cuáles son algunos de los datos posibles que se pueden extraer con MCS y, por tanto, las diferentes aplicaciones para las que se puede utilizar este paradigma. Boubiche *et al.* (2019: 357) proponen una clasificación a modo de ejemplo, que representamos en la Figura 4:

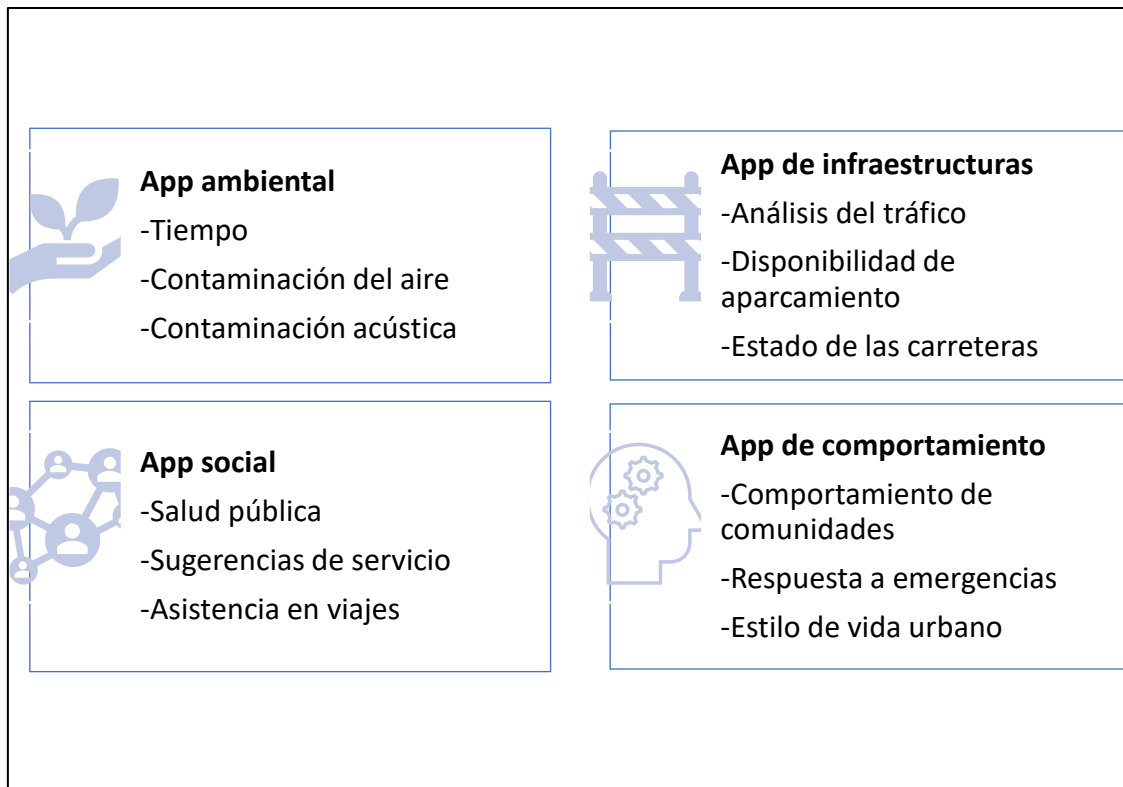


Figura 5 Representación de la clasificación de MCS según la información que recopila

Asimismo, Xu *et al.* (2018) abordan esta cuestión, desde el punto de vista de la creación de un sistema de MCS para la detección de problemas urbanos; es decir, de todas aquellas cuestiones relevantes para la ciudad inteligente. Menciona, por ejemplo, NoiseTube, una aplicación de Maisonneuve *et al.* (2010) que realiza un seguimiento de la contaminación acústica utilizando los dispositivos móviles como sensores de ruido y permite, además, la participación de los usuarios de forma activa por medio de la creación de mapas de la ciudad que informan sobre la contaminación acústica en cada zona. A continuación, se puede observar una imagen extraída de la propia página web de la aplicación en la que se observan las ciudades sobre las cuales se registra información sobre la contaminación acústica:



Figura 6 Mapa extraído de la web de NoiseTube²

En esta línea, Lendak (2016) presenta un listado de aspectos relacionados con la ciudad inteligente y algunas aplicaciones con sistemas de MCS que palian las necesidades de cada uno de los aspectos que conciernen al espacio urbano. Una de las aplicaciones que menciona, según explica, por tratarse en el momento de realización del estudio de la aplicación de tráfico con mayor éxito, es Waze: una aplicación que tiene como principal objetivo guiar de un punto a otro de la ciudad a través del GPS. En concreto, incluye información a tiempo real sobre las diferentes rutas posibles, ya que los usuarios pueden comentar incidencias (p.ej. atascos, obras, accidentes, etc.); es decir, que se permite la colaboración y la participación de forma activa de los usuarios para recopilar información. A continuación, se puede observar un ejemplo del tipo de datos recogidos por la aplicación en la ciudad de València:

² Imagen extraída de <http://www.noisetube.net/>

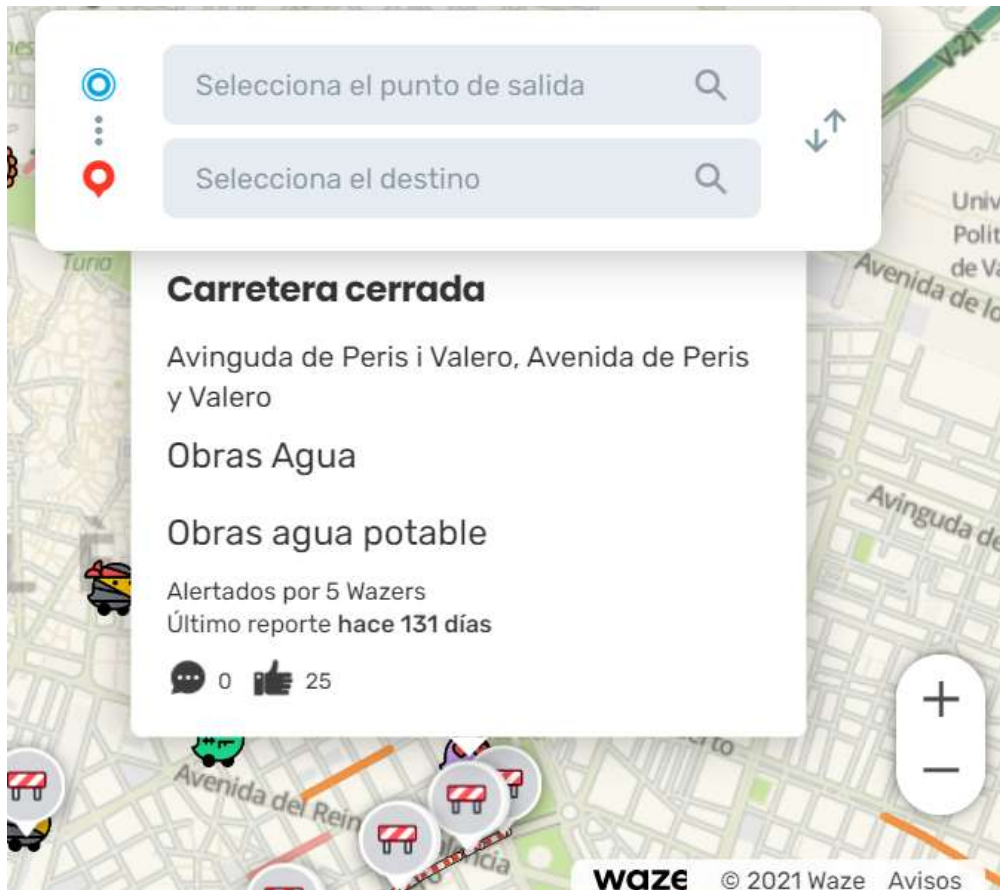


Figura 7 Ejemplo de la información proporcionada por Waze³

En definitiva, como se ha observado, las diferentes aplicaciones de MCS y el grado de participación de los usuarios son diversos. Por este motivo, cabe preguntarse por una cuestión fundamental en el diseño de un trabajo de investigación: la validez ética y legal del estudio. A continuación, abordaremos las implicaciones éticas y jurídicas, así como la seguridad y privacidad de los usuarios, imprescindibles para el correcto diseño de un trabajo de investigación.

3.2. Implicaciones éticas y jurídicas

Cuando un estudio pretende utilizar como sujetos de la investigación a personas, se presenta una serie de cuestiones éticas y jurídicas a las cuales se debe dar respuesta. En términos generales, se recomienda la consulta con el

³ Imagen extraída de <https://www.waze.com/es/>

comité ético y legal de la institución a la que se adscriban los investigadores. Además, las instituciones en las cuales estas prácticas son habituales suelen proporcionar manuales o guías para la correcta ejecución de la investigación con personas implicadas. A continuación, reflexionaremos brevemente sobre esta cuestión tan relevante para este estudio y, en general, para los estudios en los que se necesita de la participación humana, especialmente si no es explícitamente voluntaria.

3.2.1. PARTICIPACIÓN

La participación de personas en estudios puede tener un nivel de implicación mayor o menor, ser voluntario o involuntario, explícitamente consentido o implícitamente consentido, etc. Al respecto de esta cuestión, Ignatow y Mihalcea (2018: 37), ante las polémicas y los experimentos llevados a cabo de forma cuestionable, proponen adherirse al lema derivado del informe de Belmont, que transmite con brevedad cuáles deberían ser los principios de cualquier experimento o estudio en el cual participen personas: «respeto a las personas, beneficencia y justicia». Con respecto al primer principio mencionado en el lema, consiste en respetar la autonomía de cada individuo. Sobre el de beneficencia, explican los autores que consiste en minimizar los posibles riesgos que pueda tener el estudio para los participantes y para la sociedad. Finalmente, sobre el principio de justicia, se debe respetar un equilibrio entre los riesgos y los beneficios que aporta el estudio a la sociedad; es decir, el estudio no puede beneficiar a un grupo social en detrimento de otro. Así, por tratarse, como se ha visto, de una cuestión compleja, muchas entidades proponen guías para la participación ética y legal de las personas implicadas, al mismo tiempo que se recomienda consultar con los comités cuando surjan dudas o se planteen estudios con un tipo de participación no contemplado explícitamente. Por tanto, la participación de informantes no siempre es explícita para ellos, sino que en ocasiones se acepta la cesión de datos por medio de un consentimiento informado cuya aceptación consiste simplemente en marcar una casilla, como es el caso de la mayoría de las redes sociales.

De hecho, Ganti *et al.* (2011: 32) explican, en la línea de lo introducido previamente sobre la participación de personas en MCS, que los sensores

participativos se basan en una participación activa de los usuarios en la detección (p.ej. informar sobre un problema, aportar una fotografía, etc.), mientras que los sensores oportunistas, que no requieren de una participación activa de los usuarios, funcionan de una forma más autónoma (p.ej. seguimiento de la ubicación, análisis del entorno de forma automática, etc.). Así pues, cabría preguntarse cuáles son las normas éticas y jurídicas que se contemplan para este tipo de participación pasiva en estudios. A continuación, abordamos la cuestión de la seguridad y la privacidad de los usuarios que participan de forma voluntaria o involuntaria, teniendo en cuenta la situación actual del tratamiento de datos.

3.2.2. SEGURIDAD Y PRIVACIDAD

Ignatow y Mihalcea (2018) reflexionan sobre el cambio de paradigma que supone la inclusión de datos obtenidos a partir las redes sociales en la investigación. Sugieren que, si bien los usuarios de internet suelen ser conscientes de que están compartiendo públicamente cierta información, podrían no estar al tanto del uso que se puede hacer de esa información por terceras partes. Esta cuestión plantea la necesidad de actualizar las reflexiones al respecto del uso de datos sin consentimiento explícito. Así pues, teniendo en cuenta la dificultad de establecer normas éticas que se adapten a cada estudio, se sugiere tanto la consulta con los comités éticos y jurídicos para asegurar los derechos de los usuarios, como la priorización en mantener la seguridad y la privacidad de las personas implicadas por medio de soluciones como el anonimato.

Asimismo, Boubiche *et al.* (2019) considera que, para aquellos estudios en los que se haga uso de MCS, la seguridad debe ser tratada como una prioridad. Manifiesta que, frente a la posibilidad de que atacantes externos puedan intentar robar información privada de usuarios como, por ejemplo, la ubicación o datos personales, se debe prever la solución a estos tipos de ataques para evitar problemas éticos y legales y garantizar la privacidad de los usuarios. El autor propone soluciones como, de nuevo, el anonimato de los participantes, las soluciones criptográficas (aunque, según aclara, no parece

ser la opción más adecuada) y los estudios exhaustivos sobre cómo mejorar la protección de los datos.

En definitiva, a pesar de que los datos empleados en algunos estudios basados en redes sociales u otros sitios de internet suelen extraerse de información compartida públicamente, es responsabilidad de los investigadores la protección ética y jurídica tanto de su trabajo como de los usuarios participantes.

3.3. Sensores sociales en Twitter

Las redes sociales suponen una fuente de información para la investigación de diferentes disciplinas, tanto en el mercado privado como en el sector público. En redes sociales como Facebook o Twitter, ambas ampliamente utilizadas para la búsqueda de información por parte de investigadores, los usuarios comparten información de diversa índole, por lo que un uso adecuado de estas redes para la investigación arroja una cantidad de información sin precedentes. A continuación, abordaremos la red social Twitter y su explotación para la recopilación de información para sensores sociales.

Periñán-Pascual y Arcas-Túnez (2019) ilustran los sensores sociales por medio de un ejemplo que exponemos a continuación. Del mismo modo que el sensor óptico de una puerta detecta que un objeto se aproxima, envía una señal y abre la puerta, un usuario de Twitter puede publicar que se encuentra en un atasco, y aquellos usuarios que lo lean pueden evitar la ruta seguida por el primer usuario. Según explican los autores, ambas situaciones se dan gracias a los sensores (en el primer caso, un sensor electrónico; en el segundo caso, un sensor social) y ambos procesos constan de la detección de un cambio, el envío de una señal, el análisis y la acción como consecuencia del cambio.

En primer lugar, cabe destacar que cuando nos referimos a redes sociales, el procesamiento de la lengua es útil para ámbitos diversos; por ejemplo, tanto para la investigación académica en disciplinas humanas y sociales como para el análisis de tendencias relativas al mercado o reacciones

a acontecimientos políticos (Ignatow y Mihalcea, 2018). En esta línea, Xu *et al.* (2018), ejemplificando la utilidad por medio de la necesidad de conocer las tendencias en redes sociales en casos como un proceso electoral, aclaran que los datos semánticos pueden suponer una forma sustancial de recoger información sobre acontecimientos cuando están ocurriendo.

Un uso popular en diferentes sectores es el análisis de sentimientos en redes sociales. De nuevo, Xu *et al.* (2018) manifiestan que el análisis de sentimientos ha sido de especial importancia para los estudios de informática, lingüística y psicología, entre otros. En esta línea, Ignatow y Mihalcea (2018) explican que se trata de un ejercicio de minería de opinión; es decir, se identifican las opiniones y, posteriormente, se analiza el sentimiento por medio de la clasificación según la polaridad (i.e. positiva, negativa o neutra).

En el resto de este subapartado, abordamos la cuestión del procesamiento de texto para sensores sociales por medio de ejemplos prácticos de sistemas basados en las tecnologías explicadas previamente. Para abordar esta cuestión, cabe tener en cuenta que las publicaciones en Twitter (es decir, los tuits) están formados por 280 caracteres. Esta limitación resulta en una gran cantidad de publicaciones cuya información no se obtiene fácilmente por medio de la búsqueda tradicional que ofrece la red social. Por este motivo, en respuesta a diferentes necesidades, surgen las estrategias de procesamiento de tuits que podemos observar en los siguientes sistemas:

- Twitcident: Abel *et al.* (2012) explican que el sistema nace de la necesidad de obtener información compartida durante incidentes (p.ej. incendios, tormentas, etc.) para que pueda ser accesible tanto para los servicios de emergencias como para el público. Según explican los autores, en primer lugar, se detecta el incidente y Twitcident procede a perfilar el tipo de incidente y a relacionarlo con publicaciones en la red social y en la web. A continuación, se filtran los tuits para obtener aquellos que son relevantes para la situación del siguiente modo: el procesamiento del texto con el reconocimiento de las entidades nombradas, la clasificación de los mensajes, el seguimiento de los

enlaces y la relación con información externa de la web. De esta forma, se puede obtener una información general del incidente en cuestión y un análisis actualizado. A continuación, podemos observar una tabla que resume en qué consiste cada uno de los pasos para el filtrado de los tuits a modo de resumen de lo explicado por los autores:

<p>Reconocimiento de entidades nombradas</p>	<p>Detecta en los tuits entidades como personas, organizaciones o lugares relacionando la información contenida en las publicaciones de Twitter con la información de la web (por ejemplo, en Wikipedia).</p>
<p>Clasificación</p>	<p>La aplicación divide el tipo de información según los siguientes parámetros: víctimas, daños o riesgos. Además, detecta si el usuario que publica el tuit está viendo, sintiendo, oyendo u oliendo algo. Según explican, se trata de unos parámetros preparados a mano (estableciendo una serie de reglas).</p>
<p>Enlaces</p>	<p>El objetivo de seguir los enlaces incluidos en los tuits es obtener un contexto más amplio de la información que se está proporcionando por el usuario. Dentro del sitio enlazado, se extrae información.</p>
<p>Extracción de metadatos</p>	<p>Twitcident, para añadir más contexto y para poder comprobar la fiabilidad de la información proporcionada por el tuit, puede recoger datos como la foto de perfil del usuario que ha publicado el tuit, las imágenes incluidas en el</p>

	mismo, etc.
--	-------------

Tabla 7 Resumen de los procesos que forman la aplicación Twitcident

Además, aclaran los autores que la aplicación procesa tuits en lengua inglesa y que no incluye retuits, tuits cuyo número de caracteres sea menor que 100 o tuits que solo incluyen una secuencia o palabra repetida (ej.: aaaaaaaaaah). Es decir, se procesan aquellos tuits cuya lengua se corresponda con la del sistema y que puedan aportar información relevante del incidente en cuestión en tiempo real.

- Tweedr: Ashktorab *et al.* (2014) proponen una herramienta para la minería textual en publicaciones de Twitter. El objetivo de esta aplicación es, en la línea de Twitcident, extraer los datos relevantes que se comparten en la red social cuando ocurren catástrofes naturales. La forma en la que Tweedr procesa los tuits es similar a lo explicado previamente con respecto a Twitcident, ya que consiste en dos pasos: clasificación y extracción. En la siguiente tabla, podemos observar un resumen de en qué consiste el proceso:

Clasificación	La aplicación clasifica los tuits dependiendo de si hacen referencia a un daño en la infraestructura o a un daño humano concreto. Es decir, establece dos únicas posibilidades: positivo (daño concreto) y negativo (daño no concreto). En palabras de sus autores, se clasifica la cuestión en términos binarios para facilitar la tarea.
Extracción	Una vez se ha clasificado un tuit como positivo (es decir, que se refiere a un daño concreto) se detectan los tokens relativos a tipos concretos de daños típicos en catástrofes naturales (tanto

	en relación con daños en infraestructuras como a daños humanos).
--	--

Tabla 8 Resumen de los procesos que componen la aplicación Tweedr

Según manifiestan los autores, el objetivo de esta aplicación es demostrar la utilidad de los sensores sociales para obtener información relevante sobre catástrofes naturales en tiempo real.

- Twitris v3: Purohit y Sheth (2013) proponen una plataforma para analizar acontecimientos y tendencias con la posibilidad de profundizar en la narración proporcionada por los usuarios de Twitter y con la información de la web. En términos generales, los autores definen la plataforma como un sistema para monitorizar un acontecimiento a pequeña y a gran escala; es decir, tanto analizando frases concretas de tuits como la evolución, tendencias o patrones en el comportamiento de grandes comunidades. Los tres análisis principales que componen la aplicación son los siguientes:
 - Se crean agrupaciones espacio-temporales de datos, para luego utilizar estrategias de análisis del contenido recopilado con el fin de identificar la información relevante.
 - Detectan aquellos usuarios de especial importancia para el contexto para analizar el desarrollo de la situación en cuestión.
 - Se analizan los sentimientos de las entidades que son objetivo (p.ej. personas, organizaciones y lugares) para establecer tendencias.

Como hemos podido observar, son diversas las aplicaciones con el objetivo de monitorizar acontecimientos concretos por medio de la implementación de diversas técnicas. A continuación, profundizaremos en el uso de sensores sociales para la detección de problemas medioambientales.

3.3.1. LA DETECCIÓN DE PROBLEMAS MEDIOAMBIENTALES EN TWITTER

A lo largo del apartado anterior, hemos revisado algunas aplicaciones que emplean estrategias de sensores sociales para poder dar respuesta a incidentes urbanos o medioambientales. A continuación, abordamos la detección de problemas medioambientales por medio de la recopilación y análisis de publicaciones en la red social a la que nos hemos referido en varias ocasiones a lo largo de este capítulo: Twitter.

Las necesidades que surgen en el contexto medioambiental son muy diversas, desde, catástrofes medioambientales hasta, en relación con los objetivos de este trabajo, la gestión eficaz de playas. Una de las aplicaciones propuestas con el fin de paliar estas necesidades es CASPER (Category and Sentiment-based Problem Finder), un sistema de conocimiento que analiza tuits en lengua española, capaz de realizar dos tareas: categorización de temas y análisis de sentimientos (Periñán-Pascual y Arcas-Túnez, 2017, 2018, 2019). El sistema se crea para detectar problemas multidominio. Concretamente, tiene como objetivo detectar de forma automática los tuits para poder dar una respuesta a las necesidades surgidas del problema en cuestión; es decir, poder elaborar un protocolo de actuación para incidentes como el desbordamiento de un río o un incendio forestal, por ejemplo. Por este motivo, es fundamental que el sistema detecte aquellos tuits que sean relevantes para conocer la situación del incidente y evitar aquellos mensajes que no mejoren el conocimiento de la situación concreta. Los autores ejemplifican esta dicotomía por medio de los siguientes ejemplos, siendo el primer tuit relevante para el sistema y el segundo tuit irrelevante:

1. Derrame de melaza llegó al río Las Canas en Apopa.
2. ¿Qué proyectos de prevención de mantos acuíferos tiene el Salvador para los próximos 30 años?

Tal y como explican los autores, CASPER pretende detectar y procesar problemas diversos relacionados con el medio ambiente, tanto aquellos que afectan a un gran número de personas, como pequeños incidentes. Además, el sistema aborda la labor de detección y procesamiento de los tuits con un

enfoque basado en el léxico, en lugar del enfoque del aprendizaje automático (en inglés, machine learning). Esta decisión metodológica se debe a que las técnicas de aprendizaje automático (y en particular los métodos supervisados, p.ej. Naïve Bayes, SVM, entre otros muchos) precisan de una gran cantidad de tuits que actúe como base para su correcto funcionamiento en las tareas de clasificación, lo cual no es fácil teniendo en cuenta que el objetivo es actuar rápido frente a problemas medioambientales que pueden dar pocos tuits como resultado (siendo, como es el caso, un sistema multidominio).

Cabe destacar, además, la necesidad de crear un sistema para dar respuesta a problemas de esta índole en lengua española, ya que la mayoría de los trabajos previos con objetivos similares se han realizado para procesar tuits en lengua inglesa, además de estar basados en modelos de aprendizaje automático, siendo el español la segunda lengua más usada en las redes sociales Facebook y Twitter (Periñán-Pascual y Arcas-Túnez, 2019). A continuación, explicamos brevemente el método empleado para la recopilación y el análisis de tuits por CASPER (Periñán-Pascual y Arcas-Túnez, 2019: 36):

- Recopilación de datos: se prepara un archivo CSV⁴ que contenga los tuits que queremos procesar.
- Configuración de parámetros: se aplican técnicas de PLN en CASPER para configurar cómo se desea procesar los tuits que se han recopilado (por ejemplo, si deseamos revisar la ortografía).
- Descripción de las categorías temáticas: el usuario debe registrar una o varias categorías para realizar las búsquedas.
- Preprocesamiento de los datos: los tuits se deben preprocesar debido a que el lenguaje utilizado en Twitter en español no se corresponde con la norma. Así pues, surge la necesidad de generar textos limpios para que puedan ser procesados. A continuación, se pasa al procesamiento del lenguaje natural, etapa en la que se dividen los tuits en frases que son

⁴ Los archivos CSV (del inglés, *Comma Separated Values*) son archivos que presentan valores separados por comas. Este tipo de archivos organiza los textos separando cada valor por comas y cada columna por punto y coma, por lo que la vista del archivo es como la de una tabla.

automáticamente tokenizadas y donde las palabras son etiquetadas según la categoría gramatical.

- Detección de n-gramas⁵: en primer lugar, se identifican n-gramas relacionados con la categoría o con el acontecimiento que el usuario desee conocer; en segundo lugar, se identifican los n-gramas de sentimiento: CASPER asigna valores positivos (+1) o negativos (-1), dependiendo de la polaridad del sentimiento expresado en el n-grama (además, se identifican las formas de neutralización o modificación).
- Determinación de la puntuación de tema y de sentimiento: en primer lugar, se puntúa cuál es el nivel de relación entre un tuit y la situación que se desea analizar; en segundo lugar, se puntúa según el sentimiento detectado en cada tuit según la polaridad.
- Detección del problema y visualización de resultados: se determina si un tuit debería ser clasificado como un problema y se calcula la fiabilidad a través de un indicador numérico, el cual denominan PPI (Problem Perception Index). Finalmente, el usuario de CASPER puede visualizar los parámetros de los tuits y las puntuaciones de sentimiento y tema de cada uno de ellos.

Se considera, una vez observado el funcionamiento de CASPER, que reduce el trabajo humano, se aplica a diferentes ámbitos y presenta resultados de gran precisión, siendo estos tres aspectos fundamentales para un sistema que pretende detectar y dar respuesta a problemas medioambientales de diversa índole.

Como hemos podido observar en este segundo capítulo, los sensores sociales se pueden utilizar con objetivos muy distintos. En esta investigación, en la línea de lo estudiado por Periñán-Pascual y Arcas-Túnez (2019), nos centraremos, desde un punto de vista preliminar, en la creación de una ontología para la detección de problemas medioambientales (concretamente, sobre la gestión de playas) por medio del uso de CASPER. Por tanto, una vez

⁵ Un n-grama es una subsecuencia de elementos que se encuentran en una secuencia. En el caso de la lingüística computacional, por ejemplo, un n-grama podría ser una sílaba en una cadena de texto.

definidos los conceptos básicos para la comprensión de este trabajo e investigado el estado de la cuestión, exploraremos en el siguiente apartado la metodología y textos más adecuados para la creación de una ontología de las características mencionadas a lo largo de este trabajo.

4. MARCO EMPÍRICO

A continuación, planteamos un trabajo de investigación que toma como base la revisión bibliográfica de los capítulos 1 y 2, y complementa esta revisión por medio de la profundización en la metodología y los textos sobre la cuestión socioecológica de las playas. A lo largo del marco teórico, hemos caracterizado las ontologías y los sensores sociales y hemos descrito brevemente el estado de la cuestión, con la finalidad de abordar el trabajo empírico desde un punto de vista preliminar, partiendo de una revisión de los antecedentes. Así pues, habiendo revisado la bibliografía de la cuestión que nos ocupa y habiendo transmitido la importancia de paliar la necesidad de una ontología en español para la gestión de playas, abordaremos a continuación las bases del trabajo empírico de esta investigación con respecto a los objetivos, hipótesis y estudios a realizar.

A grandes rasgos, podemos decir que el objetivo principal de este trabajo es contestar a la siguiente pregunta de investigación: ¿cuál es la forma óptima de construir una ontología para la detección de problemas relevantes para la gestión de playas con estrategias para una aplicación de sensor social? Si bien este es el objetivo central de la investigación, de esta pregunta surgen una serie de objetivos que pretendemos abordar en este trabajo:

- Conocer los procesos de construcción de diferentes ontologías.
- Explorar si existe una metodología concreta que facilite el trabajo de construcción de una ontología.
- Contrastar la información recopilada y determinar futuras líneas de investigación con respecto a la metodología en la construcción de ontologías.
- Recopilar textos que sirvan como base para identificar los conceptos (y sus correspondientes unidades léxicas) que formarán parte de la ontología objeto de este estudio.

En definitiva, como se puede observar en el listado de objetivos y como hemos mencionado a lo largo del trabajo, debido a que se trata de un enfoque preliminar, pretendemos con esta investigación crear unas instrucciones para la

construcción de la ontología en cuestión, la cual se elaborará en el desarrollo de una futura tesis doctoral.

Una vez establecida la pregunta de investigación y una vez desengranados los objetivos sobre los que confeccionamos el desarrollo de este trabajo, nos planteamos las hipótesis sobre las cuales partimos abordamos el trabajo empírico de investigación:

- Algunas de las ontologías revisadas basan su construcción en METHONTOLOGY.
- La metodología METHONTOLOGY se presenta como la más adecuada para la ontología que planteamos.
- La construcción de una ontología requiere de una revisión de las diferentes metodologías y la determinación de la metodología más adecuada a los objetivos del estudio.
- La revisión de bibliografía con respecto a los textos en los cuales se basa la adquisición de conocimiento es una parte fundamental de la construcción de la ontología.

Para la verificación de las hipótesis anteriores, se realizaron dos estudios: la recopilación de textos que ayuden en el diseño del modelo ontológico (Estudio 1) y el análisis de metodologías que ayuden en el desarrollo ontológico (Estudio 2). En primer lugar, se procedió a la realización de una búsqueda de bibliografía relativa a la gestión de playas con el objetivo de conocer los términos que se emplean para referirse al estado de las playas. En segundo lugar, realizamos una revisión extensa de los pasos para la creación de una ontología: diferentes enfoques y diferentes metodologías. Esta parte se realizó por medio de la revisión bibliográfica de trabajos de investigación que describen la construcción de una ontología, tanto aquellos en los que se propone una serie de instrucciones con cada paso explicado, aquellos en los que se aborda la cuestión de la metodología y, finalmente, aquellos en los que se describe el proceso de construcción de una ontología concreta. En esta línea, en los apartados 5 y 6 abordamos el Estudio 1 y 2 y, determinamos, por una parte, los textos para la adquisición de conocimiento del dominio sobre el

que pretendemos construir la ontología y, por otra parte, la metodología más adecuada para nuestro modelo ontológico.

5. METODOLOGÍA

A continuación, abordaremos la metodología para los estudios planteados en el apartado 4.

5.1. Estudio 1: recopilación de textos que ayuden en el diseño del modelo ontológico

Sobre la recopilación de textos, cabe destacar que Uschold y Gruninger (1996) abordan la cuestión como un paso previo a la construcción de una ontología que se presenta como una opción en aquellos casos en los que se considere necesario. Según explican los autores, antes de empezar a organizar los conceptos que van a formar parte de la ontología, se debe hacer una lluvia de ideas para extraer los términos finales. El objetivo de la lluvia de ideas, según explican, es abordar las ambigüedades y, en el caso de tratarse de una ontología construida por un equipo, discutir las opiniones diferentes sobre los conceptos. Además, explican los autores que la lluvia de ideas es una posibilidad cuando el campo sobre el cual se construye la ontología se conoce ampliamente. No obstante, en el caso de que el conocimiento sea insuficiente para este fin, se sugiere la posibilidad de ampliar el conocimiento sobre la materia, por ejemplo, con la recopilación de textos cuyos conceptos puedan ser útiles para la ontología.

Por lo tanto, teniendo en cuenta que abordamos la gestión de playas, que forma parte de un ámbito de conocimiento que no es el propio, consideramos la recopilación de textos que sirvan como base para la extracción de conceptos necesaria para la construcción de la ontología que nos ocupa en este trabajo. La estrategia llevada a cabo para la revisión de bibliografía respectiva a la gestión de playas tiene en cuenta los siguientes puntos:

- La importancia de recurrir a documentos partiendo de la inclusión de todos los aspectos que puedan ser necesarios para la detección de problemas en las playas (p.ej. limpieza, servicios, estado del agua, estado de la arena, etc.).

- La necesidad de consultar fuentes que aborden la cuestión de la opinión pública con respecto a las playas con el fin de conocer las quejas y necesidades del público general sobre la gestión de playas.
- La importancia de contar con fuentes de diversa índole para la inclusión de un vocabulario variado y que no conste únicamente de terminología especializada del ámbito del turismo.
- El valor añadido de consultar fuentes especializadas en las necesidades de la gestión de playas para conocer el dominio.

En definitiva, se pretende con este estudio encontrar textos que aborden la cuestión que nos ocupa y que puedan servir como base para la creación de una ontología para la gestión de playas. Para esto, debido a la falta de formación específica en la materia de las playas, se presenta como necesario, buscar fuentes que permitan conocer el campo, las necesidades de las instituciones para mejorar las playas y las opiniones de los usuarios sobre las playas que visitan. Para realizar esta búsqueda, recurrimos a buscadores especializados como Google Scholar y Dialnet, entre otros, además del repositorio documental de las universidades. Como hemos explicado, tanto el Estudio 1 como el Estudio 2 se desarrollaron por medio de la puesta en práctica de nociones de búsqueda de información y revisión de bibliografía para responder a las necesidades específicas que planteamos en este trabajo de investigación.

5.2. Estudio 2: análisis de metodologías que ayuden al diseño del modelo ontológico

Para determinar la metodología más adecuada para la creación de la ontología que proponemos, se realizó una revisión de las siguientes cuestiones:

- Aproximación previa a la creación de una ontología.
- Recomendaciones para decidir el tipo de metodología que se emplea.
- Antecedentes al estudio de la metodología para la construcción de ontologías.

- Ontologías creadas a partir de diferentes modelos.

A lo largo del Capítulo 1, hemos abordado las ontologías y hemos mencionado brevemente algunas cuestiones que se deben tener en cuenta antes de empezar a construir una ontología. La metodología que ponemos en práctica en esta investigación pretende profundizar en esta cuestión. En resumen, la metodología para abordar la investigación que nos ocupa consiste en la revisión de antecedentes específicos y la elaboración de una comparación entre los diferentes modelos de métodos para la construcción de una ontología. Es decir, estudiar el estado de la cuestión y proponer una serie de directrices para la creación de una ontología para la gestión de playas. De este modo, por medio del Estudio 1 y del Estudio 2, cimentamos la base para la creación de la ontología descrita.

6. RESULTADOS

Por medio de la revisión de la bibliografía previamente explicada, hemos observado que la construcción de una ontología consta de un proceso con diferentes fases, las cuales dependen del enfoque y de las necesidades del modelo en cuestión. A continuación, presentamos, por un lado, los resultados de la recopilación de textos para la creación de una ontología y, por otro lado, el análisis de la metodología más adecuada para la creación de la ontología que nos ocupa.

6.1. Estudio 1: recopilación de textos que ayuden en el diseño del modelo ontológico

En esta primera parte, analizamos los resultados relativos a la recopilación de textos para la creación de una ontología, que, siguiendo la metodología anunciada en el apartado anterior, ha resultado en la recopilación de siete textos especializados que abordan la cuestión.

Exponemos los resultados respectivos a dos recursos propios del proceso de modelado ontológico:

a) Clasificaciones realizadas por expertos: revisión del conjunto de textos de carácter especializado que modelan el conocimiento y establecen las categorías, es decir, las clases de problemas.

b) Un corpus formado por textos cuya temática pertenece al objeto de estudio: revisión del tipo de mensajes que incluimos como recurso léxico para la descripción de los problemas.

6.1.1. MODELAJE DEL CONOCIMIENTO

A continuación, podemos observar en la Tabla 9 los resultados de la búsqueda de textos para la creación de la ontología que nos ocupa:

Trabajo	Tipo de texto	Comentarios
---------	---------------	-------------

Yepes (1999)	Artículo especializado	El artículo aborda la situación de las playas desde el punto de vista de una gestión integrada; es decir, aborda cuestiones diversas, desde la vigilancia hasta la animación turística.
Yepes <i>et al.</i> (2000)	Artículo especializado	El estudio se centra en la gestión de playas desde el punto de vista de la accesibilidad.
Yepes y Cardona (2000)	Artículo especializado	El estudio presenta una contextualización de antecedentes y explicación de servicios e infraestructuras de forma integral.
Sardá <i>et al.</i> (2013)	Capítulo de libro especializado	El estudio presenta un análisis de calidad de las playas.
Tinoco (2015)	Estudio especializado	El estudio presenta un amplio contexto sobre la gestión de playas y análisis de calidad de las playas.
Márquez <i>et al.</i> (2017)	Artículo especializado	El estudio se basa en la opinión pública de los ciudadanos sobre la situación del agua de las playas de México.

Tabla 9 Resultados de la recopilación de textos: documentos sobre la gestión de playas

Como se puede observar en la Tabla 9, los textos son especializados y en español. Cabe destacar que todos ellos se realizan para ser publicados en revistas académicas, repositorios de universidad o en publicaciones institucionales. Así pues, algunos de ellos abordan la cuestión de la gestión de

playas desde un punto de vista más teórico, mientras que otros realizan un trabajo empírico. Por otro lado, algunos de ellos se centran en cuestiones específicas, mientras que otros adoptan una visión integral y general del ámbito de la gestión de playas. A continuación, revisaremos brevemente los aspectos principales y definitorios de cada uno de los textos que forman el corpus.

Con respecto al texto de Yepes (1999), nos encontramos ante un artículo especializado que consta de 22 páginas, en las cuales se realiza un análisis que sigue el punto de vista de la gestión integral y, de nuevo, aborda aspectos diversos relacionados con la gestión de playas. El artículo, con *Las playas en la gestión sostenible del litoral* como título, aborda la gestión de playas haciendo hincapié en que constituyen la base del turismo de muchas zonas costeras y que, teniendo esto en cuenta, se debe plantear una gestión integrada de las playas y del litoral que resulte en un modelo de desarrollo sostenible. Este artículo puede ser útil para la construcción de la ontología por el conocimiento que proporciona sobre las playas y el litoral desde el punto de vista del turismo y la sostenibilidad.

Sobre el texto de Yepes *et al.* (2000), cabe destacar que, como sugiere su nombre, *Diseño y gestión de playas turísticas accesibles*, se trata de un artículo que se centra en la accesibilidad de las playas, especialmente en las zonas de costa de la Comunidad Valenciana. Consideramos que la cuestión de proporcionar un entorno accesible es fundamental, no solo en lo que se refiere a la cuestión del turismo, sino también por la responsabilidad ética de la sociedad y de las instituciones de ofrecer igualdad de oportunidades a todas las personas. Así pues, Yepes y Cardona (*ibid.*) abordan en este artículo la situación del acceso a las zonas de playa, los itinerarios adaptados sobre la arena y las ayudas técnicas y de personal que faciliten el acceso a la playa para personas con movilidad reducida. Debido a la importancia de esta cuestión, parece necesario tener en cuenta lo expuesto en este artículo para que la ontología pueda incluir conceptos relacionados con la accesibilidad.

El texto de Yepes y Cardona (2000) tiene como título *Mantenimiento y explotación de las playas como soporte de la actividad turística*. El plan de

turismo litoral 1991-99 de la Comunidad Valenciana. En este informe especializado de 20 páginas, los autores presentan los antecedentes de la gestión litoral en la Comunidad Valenciana desde el año 1991 hasta el año 1999 y se aborda la situación de los servicios e infraestructuras. En este informe, se explica la evolución de la gestión de playas a lo largo de la década mencionada y se revisan algunos de los problemas surgidos, así como las soluciones propuestas desde las instituciones para solventarlos. Algunas de las cuestiones que se tratan podrían resultar de interés para la construcción de la ontología, ya que cada apartado surge de una necesidad real que ha tenido lugar en playas de la Comunidad Valenciana. A grandes rasgos, los aspectos que se abordan de la playa son las siguientes:

- Infraestructuras higiénicas
- Los equipamientos lúdicos y deportivos
- Las instalaciones
- Servicios de limpieza y de mantenimiento de la playa
- Las pasarelas
- Los servicios de información y señalización
- Los puntos de asistencia sanitaria
- Las actuaciones de embellecimiento para la mejora del paisaje.

Como se puede observar, se trata de aspectos diversos que se deben tener en cuenta para la creación de la ontología que nos ocupa.

El texto de Sardá *et al.* (2013) se presenta como un capítulo de libro especializado de 18 páginas con el título *El índice de calidad de playas (BQI)*. En este capítulo se crea un índice de calidad integral de playas (*Beach Quality Index*, BQI) que presenta trece indicadores para evaluar las playas y para servir como marco para su gestión y seguimiento, teniendo en cuenta las tres funciones principales que reconocen los autores: recreativa, natural y de protección. Es decir, tal y como explican, reconocen que las playas son sistemas socioecológicos y abordan la cuestión de la calidad de las playas teniendo en cuenta tanto el ocio y turismo como el desarrollo sostenible en la costa. Este trabajo se presenta como una buena base para la construcción de

la ontología debido a que, además de proporcionar un análisis y contexto al respecto de la gestión de playas, presenta un listado de los aspectos que se deben considerar para determinar la calidad de una playa (vigilancia, duchas, sombrillas y hamacas, papeleras, acceso, aparcamiento, transporte, pasarelas, obstáculos, estado del agua, limpieza, instalaciones para niños, instalaciones sanitarias, etc.). Es decir, que parece recomendable recurrir a la lista de aspectos importantes para determinar los posibles problemas de una playa.

El texto de Tinoco (2015) *Estudio detallado de la calidad y gestión de las playas de la provincia de Alicante*, contextualiza ampliamente la gestión de playas y aborda tanto el estado de la cuestión como la explicación de aspectos fundamentales del ámbito que nos ocupa: sedimentos e ingeniería costera, procesos litorales, situación legal, limpieza de las playas, competencias de la gestión de playas, encuestas a entidades que trabajan en la gestión de playas y análisis de calidad. Es decir, proporciona a lo largo de sus 124 páginas un contexto óptimo para la toma de contacto con el ámbito de las playas que permite el conocimiento tanto de cuestiones técnicas, jurídicas y de la opinión pública. En general, si bien las encuestas de este trabajo no están enfocadas en el público general, presenta un contexto para el conocimiento del ámbito que se presenta como necesario para la construcción de una ontología de las características que hemos descrito en este trabajo.

El texto de Márquez *et al.* (2017) *Calidad del agua de mar y su conocimiento por turistas nacionales: el caso de tres municipios costeros del estado de Nayarit, México* se trata de un artículo especializado de 34 páginas. El estudio aborda la opinión pública de la ciudadanía sobre la situación del agua de tres playas de México: San Blas, Compostela y Bahía de Banderas. La investigación se realizó por medio de encuestas llevadas a cabo en 2013 en las playas de Nayarit y tuvo como resultado la obtención de 283 respuestas. Las preguntas son de respuesta múltiple y buscan conocer tanto la relación de los turistas con las playas (por qué las visitan, cómo descubrieron el destino, qué atractivos han encontrado, etc.), como los problemas que pueden detectar (señalamientos sobre la calidad del agua, contaminación del agua, descarga de residuos, etc.). Cabe destacar que, ante la pregunta de qué problemas

detectan los informantes en el lugar, las respuestas registradas se agruparon en los siguientes grupos:

- Malos olores
- Contaminación
- Falta de papeleras
- Saturación de servicios
- Otros

Además de tratarse de un estudio al público usuario de las playas mencionadas (concretamente, como menciona el título, a turistas del propio México), este estudio presenta la particularidad de centrarse específicamente en la calidad del agua del mar, un aspecto relevante, que puede presentar problemas diversos y que se debe tener en cuenta en la gestión de playas.

En definitiva, los textos que constituyen esta recopilación son siete y tienen un total de 273 páginas. La cantidad de textos, si bien podría considerarse insuficiente para otros fines, parece presentarse como adecuada para conocer el campo de la gestión de playas y poder establecer la categorización del ámbito que nos ocupa. Además, siendo el enfoque de este trabajo de investigación preliminar, se concibe la posibilidad de una consulta posterior si en el momento de construcción de la ontología se considerara que el conocimiento del dominio no es suficiente. No obstante, consideramos que el detalle con el que abordan algunos de los trabajos citados la cuestión de la gestión de playas, así como el contexto general proporcionado por otros, presenta una base sólida para el conocimiento de las categorías de la gestión de playas. Como hemos explicado al inicio de este apartado, si bien el establecimiento de la relación entre los conceptos de una ontología se puede hacer de forma intuitiva, es preferible basarse en documentos que puedan servir como fuente de conocimiento, especialmente cuando la familiarización con el ámbito es insuficiente.

6.1.2. RECURSOS LÉXICOS

El documento que conforma el corpus del que partimos es resultado de un estudio de la Oficina de la Transparencia y la Participación Ciudadana (OTPC, 2016) de la Región de Murcia, cuyo título es *Informe de aportaciones ciudadanas: Elaboración del Plan Estratégico de la Manga del Mar Menor*, está compuesto por 48 páginas y se trata de un informe de resultados de consulta pública. Este informe se presenta como una base fundamental para el desarrollo de la ontología que nos ocupa, ya que el estudio parte de una encuesta a la ciudadanía con respecto al estado del Mar Menor de Murcia. Se trata de una encuesta de respuesta abierta a una sola pregunta sobre las posibilidades de mejora del Mar Menor; es decir, debido a que el modelo empleado no es de respuesta múltiple, se puede consultar la opinión pública en las propias palabras del público usuario de las playas. Teniendo en cuenta que esta ontología pretende recopilar la opinión pública con el objetivo de detectar problemas en la gestión de playas, la inclusión de un texto que presenta la respuesta literal de los informantes es beneficiosa. Este estudio tuvo lugar tanto en línea como a pie de playa, en agosto de 2016, con el objetivo de facilitar la participación a todos los usuarios y a la ciudadanía. A continuación, se pueden leer algunas de las propuestas de los informantes, en las cuales se podemos observar algunas de las necesidades de los informantes, las quejas y sugerencias y las diferentes formas de expresarlo.

En primer lugar, presentamos algunas de las propuestas en línea:

Mejora de accesos a las playas. Poner más accesos para personas con movilidad reducida.

¡¡¡Madre mía!!! ¿Cómo un gobierno da como opción de ejecución a un proyecto que las universidades murcianas han declarado como altamente impactante sobre la laguna del Mar Menor?

Abandonar proyectos paralizados por orden judicial y contrarios al mantenimiento del patrimonio natural del Mar Menor.

Considero que cualquier tipo de medida que se tome debe respetar ante todo los ESPACIOS NATURALES que tenemos, tan debilitados hoy en día por la actuación humana de las últimas décadas.

En segundo lugar, presentamos algunas de las respuestas de los informantes entrevistados a pie de playa:

El servicio de autobuses es demasiado lento y escaso. Ampliar autobuses. Mejora del transporte público. Incrementar el servicio de autobuses urbanos en julio y agosto.

Más aceras e iluminación en muchas de las zonas de La Manga ya que conllevan un gran riesgo para los peatones.

Más vigilancia policial en la zona del Zoco.

Acceso para personas con movilidad reducida en la Playa del Oasis.

En definitiva, este texto se debe tener en cuenta a la hora de construir la ontología, ya que aborda la cuestión de los problemas en la gestión de playas en palabras de los usuarios. Como se observa en los ejemplos, las cuestiones que señalan los informantes son diversas y requieren de una visión general de todos los problemas que pueden surgir en una playa. Por este motivo, incluimos en este corpus algunos textos que abordan la cuestión con un enfoque integral de la gestión de playas.

Cabe destacar que el corpus en el que se basa nuestro modelo ontológico es monitor, es decir, que, si bien partimos del texto de OTPC (2016), cuyo contenido describimos a continuación en la Tabla 10, crecerá a medida que se incluyan tuits.

Cantidad de lenguas	Monolingüe
Lengua	Español
Canal	Escrito y oral
Tamaño	24.117 palabras
Dominio	Gestión de playas
Finalidad	Construcción de una ontología
Acceso	Público
Observaciones	Se trata de un corpus que responde a las necesidades específicas de servir de base para la creación de una ontología para la detección de problemas socioecológicos en las playas

Tabla 10 Resumen del tipo de corpus para la adquisición del conocimiento de la gestión de playas

Como podemos observar en la Tabla 10, uno de los trabajos realizados en el marco del Estudio 1 resulta en un corpus monolingüe en español, ya que, como se ha mencionado, el objetivo final del trabajo de investigación que abordamos de forma preliminar es construir una ontología en lengua española. Además, el documento que lo compone presenta texto en canal escrito y oral, debido a que el estudio de OTPC (2016) está compuesto por mensajes escritos por los ciudadanos y por la transcripción de las respuestas a una encuesta a pie de playa. Por otro lado, la finalidad del corpus es, como hemos explicado, la construcción de una ontología que aborde el ámbito de la gestión de playas para la detección de problemas. Por este motivo, el acceso al corpus sería abierto.

6.2. Estudio 2: análisis de metodologías que ayuden al diseño del modelo ontológico

Durante la revisión de aproximaciones y metodologías, hemos observado que algunos autores proponen una serie de pasos que no se engloban en metodologías concretas, pero que se presentan como un punto de partida para la construcción de una ontología. Pérez y Velásquez (2011) manifiestan que las herramientas tradicionales para construir ontologías están más centradas en la implementación que en lo relativo al diseño. Por este motivo, en este apartado abordaremos la cuestión de la metodología para la creación de ontologías a lo largo de todo el proceso.

En primer lugar, Noy y McGuinness (2014) consideran que es importante que se plantee la posibilidad de reutilizar una ontología que ya exista. Según explican, la reutilización de una ontología existente puede ser incluso un requisito en aquellos casos en los que el sistema para el cual se va a utilizar la ontología interactúe con otros sistemas que utilizan otras ontologías. Además, aclaran que la representación formal de las ontologías no se presenta necesariamente como un problema para la reutilización, ya que muchos sistemas permiten importar y exportar ontologías sin mayor dificultad.

Cuando se aborda la cuestión de la metodología, no existe una metodología estándar para todas las ontologías, sino que se debe elegir la que se considere más oportuna para la representación del conocimiento en cuestión (Pérez y Velásquez, 2011). Para determinar la metodología más adecuada para la creación de la ontología que nos ocupa, hemos estudiado el proceso de construcción de ontologías que han utilizado diferentes metodologías. A continuación, presentamos los resultados de comparación entre diferentes metodologías en la Tabla 11:

Metodología	Función	Pasos
Metodología de Uschold y Grüninger (1996)	Enterprise Ontology	1. Identificación de los objetivos 2. Construcción de la

		<p>ontología</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Evaluación de la ontología 4. Documentación
<p>Metodología de Fernández-López et al. (1997): METHONTOLOGY</p>	<p>Ontology Group</p>	<ol style="list-style-type: none"> 5. Especificación. 6. Adquisición de conocimiento. 7. Conceptualización. 8. Formalización. 9. Implementación. 10. Evaluación. 11. Documentación.
<p>Metodología de Gruninger et al. (2000)</p>	<p>TOVE</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Formulación de situaciones y preguntas de competencia informales. 2. Especificar la terminología en un lenguaje formal. 3. Establecimiento de las condiciones que determinan el final de la construcción de la ontología.

Tabla 11 Comparación entre diferentes metodologías según función y pasos

A continuación, explicaremos las metodologías citadas en la Tabla 11.

6.2.1. METODOLOGÍA DE USCHOLD Y GRÜNINGER (1996)

Estos autores proponen la siguiente lista de cinco pasos para el diseño y la construcción de una ontología:

1. Identificación de los objetivos: los autores explican que el desarrollo de ontologías parte situaciones que requieren de una ontología; es decir, se plantean los problemas o necesidades que aún no se abordan por medio de las ontologías existentes en la lengua en la cual se necesita que estén desarrolladas.
 - Formulación de preguntas de competencia informales:
Una vez se analice el problema que se quiere paliar por medio de la ontología, surge una serie de preguntas relativas al dominio sobre el que se desarrolla la ontología. Estas preguntas no se formulan con un lenguaje formal, sino que sirven como base, junto con el primer paso, para entender las necesidades y el ámbito en el que surgen y poder empezar a construir la ontología. Según los autores, este paso es fundamental para caracterizar la ontología que se procede a construir y, por tanto, para concebir y diseñar su alcance.
2. Construcción de la ontología: este paso consiste en la especificación de la terminología de la ontología en un lenguaje formal. En este paso, según explican los autores, se representan los objetos, propiedades y relaciones de los objetos que forman la ontología.
3. Evaluación: se formulan preguntas lógicas para poner a prueba la coherencia de los axiomas en los cuales se ha basado en la ontología.
4. Documentación: esta fase consiste en la especificación de axiomas y definiciones para los términos de la ontología. Al respecto de este paso, los autores consideran que la especificación de los axiomas se presenta como uno de los aspectos más difíciles de la lista. Además, se trata de un aspecto importante, ya que ofrece la posibilidad de razonar sobre las relaciones establecidas en la ontología, lo cual, como manifiestan, parece especialmente conveniente en los casos en los que todo un equipo trabaja con una misma ontología.

Así pues, cabe destacar que el desarrollo de esta metodología surge para crear Enterprise Ontology, una ontología semi-formal que aborda la organización y

estructura de las empresas, desarrollada entre Edinburgh University, IB, Lloyds y Unilever.

Además, Uschold y Gruninger (1996), por su parte, proponen como ejemplo la creación de una serie de ontologías de diferentes características y con diferentes fines para mostrar cómo es el proceso de construcción del tipo de herramienta que nos ocupa. A partir de esto, elaboran las siguientes recomendaciones, similares a las que se emplean en el campo de la lexicografía:

- Generar definiciones de los conceptos que sean lo más precisos posible.
- Ser coherentes a lo largo de la ontología.
- Indicar la relación entre conceptos que sean similares al concepto que se esté definiendo.
- Evitar las relaciones circulares entre conceptos.

Además, consideran que es de especial importancia abordar la ambigüedad de algunos términos y lograr la mayor precisión posible. Al respecto de la ambigüedad, manifiestan que en el caso de que nos encontremos ante un término muy ambiguo, podemos optar por una de las siguientes opciones:

- Suprimir el término en el caso de que sea excesivamente ambiguo y prescindible.
- Aclarar el significado por medio de la definición de cada concepto.
- Referirse al término en cuestión por medio de etiquetas neutrales que no proporcionan conocimiento concreto.
- Elegir un término para el concepto que se representará posteriormente que no sea el término ambiguo del cual surge el problema.

En general, parece oportuno recurrir al listado proporcionado arriba para solucionar los posibles problemas de ambigüedades o de diferencias en la determinación de términos empleados en un ámbito concreto.

6.2.2. METODOLOGÍA DE FERNÁNDEZ-LÓPEZ *ET AL.* (1997): METHONTOLOGY

Se trata de una metodología desarrollada por la Universidad Politécnica de Madrid, concretamente, por el grupo de investigación Ontology Group. Además, presenta la particularidad de proponer la construcción de ontologías por medio de representaciones intermedias. Este tipo de representación facilita el acceso, comprensión y evaluación por parte de usuarios e ingenieros. Las fases que componen el proceso de construcción de ontologías por medio de esta metodología son las siguientes (Fernández-López *et al.* 1997):

1. Especificación: esta fase consiste en la escritura en lenguaje natural de la ontología que nos ocupe, ya sea de forma informal, semi-formal o formal. Según explican los autores, para la representación del dominio en este paso se puede utilizar las representaciones intermedias a las cuales hemos hecho alusión previamente o las preguntas de competencia. METHONTOLOGY sugiere que se incluyan los siguientes puntos en esta fase:
 - Los objetivos, futuros usuarios y usos de la ontología.
 - El nivel de formalidad que se prevé para la ontología.
 - El alcance (i.e. qué términos se incluyen, características y granularidad).

En esta línea, consideran que el uso de representaciones intermedias permite comprobar la relevancia de los términos y la irrelevancia de aquellos que puedan ser suprimidos. Esta fase es especialmente importante para lograr, en la ontología que se plantee, la confección y la integridad de la herramienta final.

2. Adquisición de conocimiento: esta fase no forma parte exactamente del proceso de construcción de la ontología y se puede realizar a la vez que el proceso de especificación. Así pues, manifiestan que, según se avanza en el proceso de construcción, el trabajo de adquisición del conocimiento relativo al dominio sobre el cual se construye la ontología se reduce notablemente. A modo de ejemplo, proponen la consulta de libros, manuales, entrevistas a expertos, etc.

3. **Conceptualización:** esta fase tiene como objetivo estructurar y organizar el conocimiento del ámbito sobre el cual se construye la ontología. Los pasos que se proponen son los siguientes. En primer lugar, se crea un glosario de términos; aclaran que no se trata de un glosario definitivo y que, a medida que se construya la ontología, pueden surgir nuevos términos. En segundo lugar, se agrupan los términos como conceptos y verbos que estén estrechamente relacionados con otros conjuntos de conceptos y verbos. A continuación, se crea un árbol de clasificación de conceptos y un diagrama de verbos. Una vez se han organizado los términos, los conceptos se describen usando el *Data Dictionary*, que propone conceptos, definiciones, atributos, etc. Los verbos, por su parte, se describen usando un diccionario de verbos. Finalmente, las tablas de fórmulas y reglas presentan la información respectiva, como sus nombres indican, a las fórmulas y a las reglas que rigen la ontología.
4. **Integración:** sugieren la recomendable posibilidad de integrar definiciones propuestas por ontologías existentes. Para esta fase, se debe investigar qué ontología puede ser útil para integrar parte de su conocimiento en la que se esté construyendo. En el caso de encontrar una ontología apropiada que no esté en la lengua de la ontología que se pretende construir, los autores plantean la posibilidad de traducir las definiciones a la lengua meta.
5. **Implementación:** para poder llevar a cabo esta fase, según explican los autores, se necesita un entorno que soporte la ontología que se va a crear y las ontologías cuyas definiciones se van a integrar en la ontología final para la construcción de la ontología, es decir, para la codificación en un lenguaje formal del conocimiento conceptualizado en la fase previa.
6. **Evaluación:** este paso consiste en la aplicación de un juicio técnico de la ontología, el entorno en el que se desarrolla y el marco de referencia en el que se crea.
7. **Documentación:** no existe una forma estandarizada de documentar las ontologías. METHONTOLOGY propone la documentación de todo el proceso de la ontología (es decir, un documento de especificación, un

documento de adquisición de conocimientos, un documento de conceptualización, etc.).

METHONTOLOGY, además, es la metodología recomendada por la Fundación para los Agentes Físicos Inteligentes (FIPA), que fomenta la interoperabilidad entre aplicaciones.

Así pues, cabe destacar que López *et al.* (2000: 78) consideran, al respecto de las fases de integración e implementación, lo siguiente:

(...) neither integration at the implementation level nor at the knowledge level is sufficient. There is also a need to unify ontology development management policies and to integrate products output throughout the development of ontologies whose development processes are interrelated. Therefore, the life cycle of an ontology should always be documented and accessible.

Es decir, proponen que es necesario concebir la construcción de ontologías como un proceso interrelacionado y fomentar la accesibilidad y la documentación para facilitar las fases de integración e implementación.

A continuación, revisamos cuatro ontologías que se han creado siguiendo el modelo METHONTOLOGY. Si bien la metodología que siguen estas ontologías para su creación es, en todos los casos, la misma, comentamos algunos aspectos relevantes con el objetivo de transmitir la diversidad de dominios y usos para los cuales se utiliza la metodología que nos ocupa. A este respecto, cabe destacar que METHONTOLOGY es una metodología ampliamente usada en la construcción de ontologías y que estos ejemplos, si bien son representativos de la implementación de este modelo, se han elegido por la diversidad de dominios y de usos, pero destacamos el hecho de que, aunque solo incluyamos la explicación de cuatro ontologías, la metodología que nos ocupa se emplea en la creación de multitud de ontologías. Podemos observar un resumen preliminar en la siguiente Tabla 12:

Trabajo	Dominio	Uso
Corcho <i>et al.</i> (2005)	Derecho	Servir como ejemplo para los profesionales del derecho que necesiten crear ontologías.
López <i>et al.</i> (1999)	Química	Demostrar la aplicación de METHONTOLOGY.
Zeshan y Mohamad (2012)	Medicina	Contribuir a paliar las necesidades de los servicios de emergencias.
Raven <i>et al.</i> (2020)	Cerámica	Proteger el patrimonio cultural y suplir una necesidad respectiva a las ontologías de artistas individuales

Tabla 12 Comparación de ontologías creadas con la metodología METHONTOLOGY

A continuación, comentamos brevemente aquellos aspectos relevantes de las ontologías representadas en la Tabla 12.

En primer lugar, Corcho *et al.* (2005) presentan una ontología que aborda el dominio del derecho español con la herramienta introducida en el capítulo primero WebODE. Como explican los autores, esta herramienta se creó para dar respuesta a las necesidades de METHONTOLOGY, ambas desarrolladas por el Grupo de Ingeniería Ontológica de la Universidad Politécnica de Madrid. Tal y como explican, el objetivo de la creación de esta ontología es servir como ejemplo para los profesionales del derecho que deseen crear ontologías sobre su dominio utilizando METHONTOLOGY y WebODE.

En segundo lugar, López *et al.* (1999) explican que, para abordar los retos que surgen de la construcción de ontologías, crean METHONTOLOGY, la metodología que nos ocupa en este trabajo. Con el objetivo de demostrar su utilidad, se plantea la creación de una ontología del dominio de la química. Esta ontología se creó con el objetivo de ser usada en varias aplicaciones, en las cuales demostró su utilidad.

En tercer lugar, Zeshan y Mohamad (2012) presentan una ontología de ámbito médico con el objetivo de mejorar el entorno de los servicios de emergencia. Según explican los autores, tecnologías como la inteligencia artificial o la ingeniería de sistemas se han empezado a implementar en el funcionamiento interno de los servicios de emergencia. Los autores (*ibid.*: 342) justifican el uso de la metodología que nos ocupa del siguiente modo:

We used METHONTOLOGY for the development of our ontology because it is based on the ideas of software engineering and defines a set of tasks to be performed for developing a consistent and complete conceptual model. These tasks increase the complexity of the conceptual model step by step. The stepwise refinement of ontology components makes the ontology dynamic, and open to change and growth. Moreover, METHONTOLOGY helps in building ontologies from scratch and can be applied for the reuse of existing ontologies.

Así pues, según explican los autores en la fase de evaluación utilizaron Protégé para comprobar si había alguna incoherencia. Los resultados muestran, tras esta fase, que la ontología es consistente y viable para responder al avance en la contribución tecnológica de los servicios de emergencia.

Finalmente, Raven *et al.* (2020) presentan una ontología creada sobre el ámbito de la cerámica y, concretamente, enfocada en las necesidades de un artista concreto. Esta ontología surge, según explican los autores, de la necesidad de fomentar la consulta de información que forma parte del patrimonio cultural. Así pues, manifiestan que la existencia de ontologías creadas al respecto del trabajo de artistas individuales es considerablemente

reducida. Por este motivo, con el objetivo de paliar el vacío de ontologías de estas características y en la línea de la protección del patrimonio cultural, construyen la ontología que nos ocupa siguiendo la metodología METHONTOLOGY. Tras la construcción de la ontología, se evaluó y se pudo validar que era coherente con las preguntas de competencia y que suplía las necesidades que motivaban su creación. Además, el hecho de que se trate de una ontología creada recientemente de muestra que METHONTOLOGY es una metodología actual que se presenta como la mejor opción para multitud de desarrolladores de ontologías

La metodología METHONTOLOGY se ha presentado como aquella que posee un mayor grado de adaptación a las necesidades y objetivos de la ontología que describimos en el presente trabajo. A continuación, podemos observar, a modo de resumen de los pasos que componen METHONTOLOGY, la Figura 8:



Figura 8 Resumen de las fases de METHONTOLOGY

En general, esta metodología se utiliza ampliamente y las ontologías creadas a partir de ella demuestran que se presenta como una opción óptima para la construcción de ontologías. Como hemos podido observar, las ontologías creadas a partir del modelo de METHONTOLOGY demuestran su validez y su persistencia a través del tiempo, ya que hemos comentado ontologías desde 1999 (cuando se crea la metodología en la Universidad Politécnica de Madrid) hasta 2020, con el último ejemplo de la creación de una ontología para la protección del patrimonio cultural que forman los artistas individuales.

6.2.3. METODOLOGÍA DE GRUNINGER ET AL. (2000)

Grüninger *et al.* (2000) explican que este modelo para abordar la construcción de ontologías tiene como objetivo central, en la línea de la ontología anteriormente explicada, la creación de ontologías para el ámbito de la empresa. De este modo, el proyecto TOVE surge de la integración de diferentes ontologías, algunas de ellas creadas también sobre el dominio de la empresa.

Con respecto a las fases que se contemplan para la construcción de ontologías similares, cabe destacar que este modelo no presenta novedades con respecto a la metodología de Uschold y Grüninger (1996), salvo la determinación de condiciones para considerar que una ontología está finalizada.

En definitiva, cabe destacar que la metodología más documentada de entre las consultadas es METHONTOLOGY y que, si bien hemos encontrado información al respecto de las otras metodologías, la revisión de METHONTOLOGY en la literatura y la construcción de ontologías basadas en su propuesta es considerablemente amplia. Además, cabe destacar que la ontología que planteamos en este trabajo no tiene como objetivo ser empleada por una empresa para la organización, comunicación interna o uso en un software de ámbito empresarial, sino ser empleada para la función descrita con

anterioridad sobre sensores sociales y detección de problemas en la gestión de playas.

Los resultados que hemos obtenido a lo largo de la búsqueda, análisis y comparación de textos y de información respectiva a la gestión de playas y a la construcción de ontologías nos ha llevado a la elaboración de unas directrices que hemos presentado a lo largo del apartado Resultados. Así pues, proponemos a modo de recapitulación la siguiente imagen que resume, a grandes rasgos, los pasos que hemos llevado a cabo, entre los cuales se incluyen la extracción de información del corpus que resulta del Estudio 1, así como la revisión de la metodología. A continuación, en la Figura 9 podemos observar el desarrollo de los estudios preliminares para la construcción de una ontología para la detección de problemas en la gestión de playas:

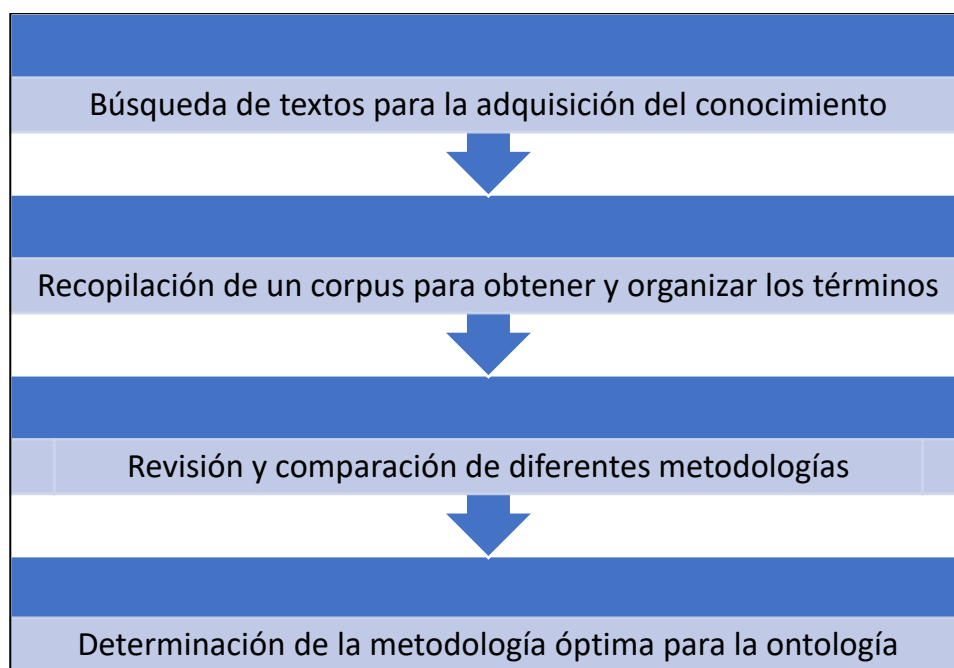


Figura 9 Resumen de los resultados del Estudio 1 y del Estudio 2

Tal y como representa la figura, ambos estudios se presentan como necesarios para la elaboración de unas directrices para la construcción de una ontología. En esta línea, cabe destacar que consideramos que la recopilación de textos para el conocimiento del dominio que se aborda en la ontología se presenta como necesario. Una vez consultados los estudios de los expertos y los

mensajes de opinión de los ciudadanos, la tarea de conceptualización de la gestión de playas es un proceso más sencillo.

El trabajo del marco empírico que hemos descrito nos ha llevado, por un lado, a conocer la importancia de establecer categorías y descriptores y, por otro lado, a las categorías y descriptores para el modelo ontológico que planteamos. En primer lugar, clasificamos las categorías según una diferenciación básica: las categorías relacionadas con el interior de la playa y las categorías relacionadas con el exterior. A grandes rasgos, podemos decir que las categorías surgen de los textos de modelaje del conocimiento, mientras que los aspectos surgen del corpus de mensajes de informantes. A continuación, presentamos estos resultados:

-Interior de la playa

Categoría	Aspectos
Calidad medioambiental de la playa (calidad del agua y de la arena)	Color del agua Transparencia del agua Olor del agua Temperatura del agua Lodo en el fondo Espuma Alquitrán/aceites Residuos sólidos Peces muertos Algas Medusas
Instalaciones	Duchas Sombrillas, hamacas y tumbonas Papeleras Retretes Instalaciones deportivas Instalaciones para niños Accesibilidad para personas con movilidad reducida
Seguridad	Socorrista Policía

	Atención sanitaria
Densidad de usuarios	Masificación
Actividad molesta o comportamiento indeseable	Presencia de animales (perros) Embarcaciones en zona de baño

Tabla 13 Dimensiones y aspectos de la gestión de playas (dentro de la playa)

-Exterior de la playa

Categoría	Aspectos
Servicios	Restaurantes/bares Tiendas/mercados Alojamiento (hoteles/apartamentos) Atracciones turísticas
Varios	Problemas urbanísticos Transporte a las playas Estado del paseo marítimo Iluminación por la noche

Tabla 14 Dimensiones y aspectos de la gestión de playas (fuera de la playa)

En general, como se puede observar, si bien el modelo ontológico que proponemos aborda la cuestión desde la perspectiva de la satisfacción del ciudadano en contacto con el recurso, algunos de las categorías que proponemos están relacionadas con la sostenibilidad de las playas, como, por ejemplo, la calidad medioambiental de la playa o la densidad de usuarios. Como hemos mencionado anteriormente, este trabajo se ha abordado teniendo en cuenta la visión integral soci ecológica de la gestión de playas. La clasificación de categorías y aspectos relacionados con cada una de ellas se presenta como el diseño del modelo ontológico que nos ocupa, fruto del trabajo de los Estudios 1 y 2.

7. CONCLUSIONES

En este apartado, realizamos la evaluación de los resultados obtenidos, las conclusiones que surgen de ellos y su relación con los objetivos e hipótesis de este trabajo.

Durante esta investigación, hemos analizado los pasos previos para la creación de una ontología, así como las diferentes metodologías por medio de las cuales se puede abordar su construcción. Para ello, hemos realizado dos estudios: en primer lugar, en el Estudio 1, la recopilación de textos relativos a la temática de la gestión de playas para la adquisición del conocimiento; en segundo lugar, en el Estudio 2, el análisis de metodologías que ayuden al diseño del modelo ontológico. El método empleado para estas investigaciones ha sido, como hemos explicado, la búsqueda y revisión, por un lado, de textos que abordaran la cuestión de la gestión de playas y, por otro lado, el análisis de las metodologías propuestas por algunos autores y la implementación de METHONTOLOGY para la creación de ontologías. Esta investigación se ha realizado con el objetivo de contestar a la siguiente pregunta: ¿Cómo se construye una ontología para la detección de problemas relacionados con la gestión de playas en el marco de los sensores sociales?

Por un lado, hemos confeccionado este trabajo para poder abordar todos los objetivos que surgen de la pregunta de investigación planteada. En general, como hemos explicado previamente, los objetivos de este trabajo eran explorar los procesos de construcción de diferentes ontologías y encontrar, si era posible, una metodología que facilitara el trabajo descrito. Además, se presentaba como un objetivo la recopilación de textos sobre la gestión de playas en los cuales se pueda basar el conocimiento para la construcción de la ontología. Es decir, la búsqueda, revisión y elección de los textos que permitan establecer los conceptos pertenecientes al dominio que nos ocupa y las relaciones entre ellos. Finalmente, pretendíamos contrastar la información recopilada y plantear las futuras líneas de investigación, tanto en lo que respecta a la construcción de esta ontología en concreto, como en lo que

respecta a otras cuestiones relacionadas con los sensores sociales y las ontologías.

En primer lugar, hemos analizado y comparado los procesos de construcción de varias ontologías pertenecientes a dominios diversos. Además, hemos proporcionado información tanto sobre las ontologías creadas siguiendo la metodología de METHONTOLOGY como aquellas creadas siguiendo otros modelos. Como consecuencia, hemos determinado la adecuación de METHONTOLOGY para la construcción de la ontología que nos ocupa en este trabajo por los motivos expuestos en el apartado 6.

En segundo lugar, hemos recopilado textos (p.ej. artículos de especialidad, informes, entrevistas al público general, etc.) que sirven para abordar la fase de adquisición del conocimiento fundamental para la conceptualización del dominio en el que se desarrolla la ontología, además de la determinación del corpus inicial del que partimos. En este caso, contamos, tras la búsqueda y revisión de textos, con siete documentos determinantes sobre la gestión de playas.

Finalmente, hemos reflexionado sobre las diferentes necesidades y problemas que surgen al respecto de la construcción de una ontología y hemos definido las futuras líneas de investigación para este trabajo que, como hemos explicado, se presenta como un estudio preliminar.

Por otro lado, cuando planteamos este trabajo, surgieron las hipótesis explicadas en la introducción al trabajo empírico. A grandes rasgos, considerábamos, por un lado, que para la confección de este trabajo de investigación era necesario revisar diferentes metodologías y determinar el punto de vista adecuado para la creación de una ontología en respuesta a las necesidades específicas que se pretende abordar. Por otro lado, considerábamos que existía la posibilidad de que la revisión de documentos pertenecientes al dominio de la ontología podría presentarse como una necesidad, especialmente en aquellos casos en los que la cuestión que se aborda no pertenece a nuestro ámbito de especialidad. Además, partíamos del hecho de que una de las metodologías más empleadas es METHONTOLOGY,

lo cual terminó por confirmar que se trata de la metodología más adecuada para la construcción de una ontología con las características descritas en este trabajo.

Igualmente, el trabajo de búsqueda, revisión y comparación de documentos que hemos llevado a cabo en esta parte del trabajo nos ha permitido confirmar, con respecto a las hipótesis planteadas en un inicio, una serie de cuestiones.

En primer lugar, hemos comprobado que muchas ontologías basan su construcción en METHONTOLOGY y que no existe un perfil concreto de ontologías que se construyen a partir de dicha metodología, sino que se utiliza para abordar dominios diversos y con finalidades también diversas.

En segundo lugar, hemos confirmado que, efectivamente, METHONTOLOGY se presenta como la metodología más apropiada para la construcción de la ontología que hemos descrito en este trabajo.

En tercer lugar, hemos confirmado que la construcción de una ontología requiere de la revisión de las diferentes metodologías existentes, ya que, como hemos explicado, las metodologías y los modelos a seguir son múltiples. Además, hemos visto, a raíz de la comparación entre diferentes metodologías, que algunas de ellas se aplican especialmente al ámbito de la empresa y se construyen para responder a las necesidades propias del dominio, mientras que otras, como METHONTOLOGY, pueden ser la base de la construcción de ontologías de diversos ámbitos.

Finalmente, hemos comprobado que el proceso de adquisición del conocimiento se presenta como una fase imprescindible para la construcción de una ontología, especialmente en aquellos casos en los que una lluvia de ideas no sea suficiente.

En general, consideramos que la aportación principal de este trabajo es la determinación de los pasos necesarios para la construcción de una ontología en lengua española para la detección de problemas relacionados con las

experiencias de los ciudadanos en las playas. Como mencionamos en la introducción, no existe una ontología de tales características en español, por lo que se presenta como una necesidad el establecimiento de los pasos necesarios para su creación.

Asimismo, este trabajo presenta unas directrices claras para la creación de una ontología de las características descritas desde un punto de vista preliminar y en relación con una metodología concreta, fruto del análisis del Estudio 2 en el apartado 6. Por estos motivos, la presente investigación propone paliar una necesidad práctica por medio de una revisión teórica y relativa al estado de la cuestión.

Respecto a las limitaciones que hemos encontrado para el diseño y desarrollo del trabajo, cabe destacar que la extensión de un Trabajo de Fin de Máster permite, en general, abordar la investigación de una cuestión específica desde un punto de vista preliminar. Por este motivo, hemos planteado los estudios con este enfoque desde un principio, como hemos ido mencionando a lo largo del trabajo. Es decir, reconocemos las limitaciones de extensión y tiempo que presenta el desarrollo de un trabajo de esta naturaleza y lo hemos abordado con el objetivo de continuarlo en forma de una tesis doctoral.

Así pues, sugerimos la posibilidad de continuar con futuras líneas de investigación que aborden la cuestión de la metodología para la construcción de ontologías.

En primer lugar, parece presentarse como el siguiente paso natural la construcción de la ontología para la cual este trabajo sirve como punto de inicio. Además, la ontología debería evaluarse y ponerse a prueba haciendo su función prevista de herramienta para la detección de problemas relacionados con la gestión de las playas.

Cabe destacar que el uso de esta ontología se llevará a cabo mediante el sistema CASPER, explicado en el segundo capítulo de este trabajo, dentro del marco de los proyectos de investigación que se indicaron en la introducción. Así pues, si bien los resultados han surgido del objetivo principal de crear unas

directrices para la construcción de una ontología para los fines descritos previamente, en relación con las futuras líneas de investigación, podría abordarse la creación de ontologías de diferentes dominios con los resultados de este trabajo como base.

Por otro lado, en la línea de lo explicado en el capítulo segundo sobre los sensores sociales y el aprendizaje automático, los textos que forman el corpus, i.e. las respuestas literales de los informantes de la consulta pública, podrían utilizarse para la construcción de un corpus más grande que pudiera aprovechar la tecnología del aprendizaje automático para la detección de problemas en la gestión de playas, con el objetivo de complementar la detección con la ontología propuesta.

En definitiva, este trabajo ha abordado, teniendo en cuenta las limitaciones explicadas, los objetivos planteados inicialmente, ha confirmado las hipótesis de las que se partía y ha dibujado futuras líneas de investigación. Asimismo, destacamos que se ha mantenido como objetivo primordial a lo largo de la investigación el mantenimiento de las playas y el desarrollo sostenible, en respuesta a los ODS y a los retos a los que se enfrentan las instituciones con competencias en la gestión de playas en aquellos territorios en los que el turismo es una base de la economía local. Por este motivo, consideramos que la investigación en sensores sociales aplicada al medio ambiente se presenta como una necesidad tanto para la ampliación de conocimiento interdisciplinar entre la lingüística y la tecnología como para la solución de problemas medioambientales y la creación de espacios naturales y urbanos inteligentes.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Abel, F., Hauff, C., Houben, G. J., Stronkman, R., & Tao, K. (2012). Semantics+ filtering+ search= twitcident, exploring information in social web streams. En *Proceedings of the 23rd ACM conference on Hypertext and social media* (pp. 285-294). Association for Computing Machinery.
- Arpírez J. C, Corcho O., Fernández-López M. & Gómez-Pérez A. (2003). WebODE in a nutshell. *AI Magazine*, 24(3),37-47.
- Ashktorab, Z., Brown, C., Nandi, M., & Culotta, A. (2014). Tweedr: Mining twitter to inform disaster response. En *ISCRAM* (pp. 269-272).
- Berlingerio, M., Calabrese, F., Di Lorenzo, G., Dong, X., Gkoufas, Y., & Mavroeidis, D. (2013). SaferCity: a system for detecting and analyzing incidents from social media. En *2013 IEEE 13th International Conference on Data Mining Workshops* (pp. 1077-1080). IEEE.
- Boubiche, D. E., Imran, M., Maqsood, A., & Shoaib, M. (2019). Mobile crowd sensing– Taxonomy, applications, challenges, and solutions. *Computers in Human Behavior* 101, 352-370.
- Corcho, O., Fernández-López, M., Gómez-Pérez, A., & López-Cima, A. (2005). Construcción de ontologías legales con la metodología Methontology y la herramienta WebODE. *Law and the Semantic Web. Legal Ontologies, Methodologies, Legal Information Retrieval, and Applications*, 142-157.
- Fellbaum, C. (1998). WordNet: An electronic lexical database. MIT Press.
- Fernández, M., Gómez-Pérez, A. & Juristo, N. (1997). Methontology: From Ontological Art to Ontological Engineering. Workshop on Ontological Engineering. Spring Symposium Series de la AAAI (American Association for Artificial Intelligence), 33-40. Stanford, EEUU.
- Ganti, R. K., Ye, F., & Lei, H. (2011). Mobile crowdsensing: current state and future challenges. *IEEE communications Magazine*, 49(11), 32-39.
- Grüninger, M., Atefi, K., & Fox, M. S. (2000). Ontologies to support process integration in enterprise engineering. *Computational and Mathematical Organization Theory*, 6(4), 381-394.
- Guber, T. (1993). A translational approach to portable ontologies. *Knowledge Acquisition*, 5(2), 199-229.
- Guo, B., Wang, Z., Yu, Z., Wang, Y., Yen, N. Y., Huang, R., & Zhou, X. (2015). Mobile crowd sensing and computing: The review of an emerging human-powered sensing paradigm. *ACM computing surveys (CSUR)*, 48(1), 1-31.
- Guthrie, L., Pustejovsky, J., Wilks, Y. & Slator, B. M. (1996). The role of lexicons in natural language processing. En *Communications of the ACM*, 39(1), 63-72.
- Hirst, G. (2004). Ontology and the lexicon. En Staab, S. & Studer, R. (eds.), *Handbook on ontologies* (pp. 269-292). Springer.

- Lendák, I. (2016). Mobile crowd-sensing in the Smart City. *European handbook of crowdsourced geographic information*, (26), 230-370.
- Lopez, M. F., Gomez-Perez, A. Sierra, J. & Sierra, A. (1999). Building a chemical ontology using Methontology and the Ontology Design Environment. *IEEE Intelligent Systems and their Applications*, 14(1), 37-46.
- López, M. F., Pérez, A. G., & Amaya, M. D. R. (2000). Ontology's crossed life cycles. En *International Conference on Knowledge Engineering and Knowledge Management* (pp. 65-79). Springer.
- Mahesh, K. & Nirenburg, S. (1995). A situated ontology for practical NLP. En *Proceedings of the Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing*, International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-95).
- Márquez González, A. R., Tovar Hernández, S. R., & Mondragón Jaimes, V. A. (2017). Calidad del agua de mar y su conocimiento por turistas nacionales: el caso de tres municipios costeros del estado de Nayarit, México. *El periplo sustentable*, (33), 330-362.
- Miller, G. A. (1995). WordNet: a lexical database for English. *Communications of the ACM*, 38(11), 39-41.
- McGuinness, D. L. (2003). Ontologies Come of Age. En Fensel, D., Hendler, J., Lieberman & Wahlster, W. (eds.). *Spinning the Semantic Web: Bringing the World Wide Web to Its Full Potential*. (pp. 171–194). MIT Press.
- Noy N. F., Ferguson R. W. & Musen M. A. (2000). The knowledge model of Protege-2000: Combining interoperability and flexibility. En: Dieng R. & Corby O. (eds.). *12th International Conference in Knowledge Engineering and Knowledge Management*. Juan-les-Pins, France. Springer-Verlag. (pp. 17–32).
- Noy, N. F., & McGuinness, D. L. (2001). *Ontology development 101: A guide to creating your first ontology*. Stanford University.
- Naciones Unidas. (2019). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe: objetivos, metas e indicadores mundiales*. CEPAL.
- OTPC- Oficina de la Transparencia y la Participación Ciudadana de la Región de Murcia. (2016). Informe de aportaciones ciudadanas. Elaboración del Plan Estratégico de la Manga del Mar Menor. Fase I. Zona Norte. (Región de Murcia, España). Recuperado de: https://participa.carm.es/documents/5690123/6505106/InformeAportacionesCiudadanasProceso_2016-05-CP.pdf
- Pereira, R. T., & Aular, Y. J. M. (2007). Los lenguajes de representación semántica y su uso en la construcción de ontologías. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, 13(1), 59-71.
- Pérez, T. V., Velásquez, A. M. P., & Luna, J. A. G. (2011). Ontologías: una técnica de representación de conocimiento. *Avances en Sistemas e Informática*, 8(2), 211-216.

- Periñán-Pascual, C. (2012). En defensa del procesamiento del lenguaje natural fundamentado en la lingüística teórica. *Onomázein* 26, 13-48.
- Periñán-Pascual, C. & Arcas-Túnez, F. (2017). A knowledge-based approach to social sensors for environmentally-related problems, 1st International Workshop on Intelligent Systems for Agriculture Production and Environment Protection, Seoul, August 2017. En Analide, C. & Kim, P. (eds.). *Intelligent Environments 2017. Workshop Proceedings of the 13th International Conference on Intelligent Environments*, IOS Press, (pp. 49-58).
- Periñán-Pascual, C. & Arcas-Túnez, F. (2018) The analysis of tweets to detect natural hazards, 2nd International Workshop on Intelligent Systems for Agriculture Production and Environment Protection, Rome, June 2018. En Chatzigiannakis, I., Tobe, Y., Novais, P. & Amft, O. (eds.). *Intelligent Environments 2018. Workshop Proceedings of the 14th International Conference on Intelligent Environments*, IOS Press, Amsterdam, (pp. 87-96).
- Periñán-Pascual, C., & Arcas-Túnez, F. (2019). Detecting environmentally-related problems on Twitter. *Biosystems Engineering*, 177, 31-48.
- Philpot, A., Hovy, E. & Pantel, P. (2005). The Omega ontology. En *Proceedings, IJCNLP workshop on Ontologies and Lexical Resources OntoLex-05*. Jeju Island, South Korea. (pp. 59-65).
- Purohit, H., & Sheth, A. (2013). Twitris v3: From citizen sensing to analysis, coordination and action. En *Seventh International AAAI Conference on Weblogs and Social Media*.
- Raven, D., de Boer, V., Esmeijer, E., & Oomen, J. (2020). Modeling Ontologies for Individual Artists. Vrije Universiteit Amsterdam.
- Sardá, R., Ariza, E., Jiménez, J. A., Valdemoro, H., & Villares, M. (2013). El índice de calidad de playas (BQI). *El índice de calidad de playas (BQI)*, 105-122.
- Tinoco, H. (2015). Estudio detallado de la calidad y gestión de las playas de la provincia de Alicante. Universitat d'Alacant.
- Uschold, M., & Gruninger, M. (1996). Ontologies: Principles, methods and applications. *The knowledge engineering review*, 11(2), 93-136.
- Xu, Z., Mei, L., Choo, K. K. R., Lv, Z., Hu, C., Luo, X., & Liu, Y. (2018). Mobile crowd sensing of human-like intelligence using social sensors: A survey. *Neurocomputing*, 279, 3-10.
- Yepes, V. (1999). Las playas en la gestión sostenible del litoral. *Cuadernos de turismo*, (4), 89-110.
- Yepes, V., & Cardona, A. (2000). Mantenimiento y explotación de las playas como soporte de la actividad turística. El Plan de Turismo Litoral 1991-99 de la Comunidad Valenciana. *V Jornadas Españolas de Ingeniería de Costas y Puertos*, 2, 857-876.
- Yepes, V., Cardona, A., & Vallés, A. (2000). Diseño y gestión de playas turísticas accesibles. *Equipamiento y servicios municipales*, 88, 9-14.

Zeshan, F., & Mohamad, R. (2012). Medical ontology in the dynamic healthcare environment. *Procedia Computer Science*, 10, 340-348.