

Armonización de ISO 25964 y SKOS en software de gestión de tesauros. Propuesta de análisis

Harmonisation of ISO 25964 and SKOS in thesaurus management tools. Proposal analysis

María Luisa Alvite Díez (1), M. Mercedes Martínez González (2)

(1) Área de Biblioteconomía y Documentación. Universidad de León, Campus de Vegazana s/n 24071 León, luisa.alvite@unileon.es.

(2) Departamento de Informática. Edificio T.I.T. Universidad de Valladolid, Campus Miguel Delibes, s/n 47011 Valladolid, mercedes@infor.uva.es

Resumen

La norma ISO 25964 ha visto la luz en un momento en el que SKOS se ha consolidado como estándar para la representación de vocabularios controlados en la web semántica mediante RDF. Si bien la nueva ISO entiende el tesoro desde un punto de vista conceptual, cercano al enfoque de SKOS, y presenta, entre otras novedades, un modelo de datos, existen dificultades para conciliar la aplicación de ISO 25964 con la publicación de tesauros SKOS. Este trabajo revisa la relación de elementos y estructuras ISO 2788 / ISO 25964 y SKOS/SKOS – XL, así como las reglas de integridad definidas por los tres estándares para garantizar la consistencia del vocabulario. A partir de este examen se presenta una propuesta específica de criterios evaluativos ideados para valorar la adecuación de herramientas de gestión de tesauros a los requisitos de SKOS y de ISO 25964. Nos fijamos específicamente en los elementos, estructuras y requerimientos de integridad que estas aplicaciones deben soportar. Finalmente se realiza un análisis de los cambios relevantes introducidos por la nueva ISO que afectan al instrumento evaluativo propuesto previamente bajo el modelo de ISO 2788. Por el momento los software de gestión de tesauros que utilizan tecnologías semánticas y que fueron sometidos a evaluación en trabajos previos no han introducido las especificaciones de la nueva ISO. Estamos expectantes ante la posible finalización de la extensión de SKOS que aborde por completo el modelo de datos de la nueva ISO.

Palabras clave: Herramientas para la gestión de tesauros. ISO 2788. ISO 25964. Metodología de eva-

1. Introducción

La norma *ISO 25964-1:2011 Information and documentation -- Thesauri and interoperability*

luación. SKOS. Tesauros. Web Semántica

Abstract

ISO 25964 has seen the light when SKOS is accepted as a standard for the representation of vocabularies with RDF on the semantic web. While the new ISO understands the thesaurus from a point of view close to the approach of SKOS, it is a conceptual approach, and the standard presents a data model, among other innovations, there are difficulties to settle the application of ISO 25964 with the publication of SKOS thesauri. This paper reviews the relationship of elements and structures ISO 2788 / ISO 25964 and SKOS/SKOS - XL, as well as integrity rules defined by the three standards to ensure consistency of vocabulary. From this examination, a specific proposal of evaluative criteria designed to assess the adequacy of thesaurus management tools to the requirements of SKOS and ISO 25964 is presented. We focus specifically on the elements, structures and requirements of integrity that must be supported by these thesaurus tools. Finally, an analysis of the relevant changes introduced by the new ISO affecting the evaluative instrument previously proposed under the model of ISO 2788 is carried out. By the time the thesaurus tools using semantic technologies and evaluated in previous works have not introduced the new ISO specifications. We are expectant to the possible completion of SKOS extension to cover the features of the new ISO model.

Keywords: Evaluation methodology. ISO 2788. ISO 25964. SKOS. Semantic Web. Thesaurus. Thesaurus tools.

with other vocabularies -- Part 1: Thesauri for information retrieval vio la luz en agosto de 2011. En marzo de 2013 se publicó la segunda parte -- *Part 2: Interoperability with other voca-*

bularies. El estándar, entre otras novedades, como subraya García Marco (2014), retoma el peso del concepto en la organización del conocimiento frente al enfoque léxico previo, incrementa el tratamiento del multilingüismo y persigue la interoperabilidad de los tesauros con otras herramientas conceptuales en el marco de la web semántica y los datos abiertos.

ISO 25964-1 presenta recomendaciones sobre el software de gestión de tesauros, capítulo catorce, define en los capítulos siguientes un modelo de datos que posibilita el desarrollo de aplicaciones de software, los requisitos para la integración de tesauros con otras aplicaciones informáticas así como un esquema XML para la representación de estos vocabularios.

Las aportaciones novedosas de ISO 25964 han aparecido en un momento en el que SKOS (Simple Knowledge Organization Systems) se ha consolidado como estándar de la web semántica, proporcionando un modo de representar vocabularios controlados mediante RDF (Resource Description Framework).

Los tesauros nacieron en la década de los sesenta del pasado siglo como una herramienta de apoyo a la recuperación temática de la información, una herramienta que precisaba evolucionar para adaptarse a las tecnologías semánticas del siglo XXI. SKOS entiende los vocabularios desde un punto de vista conceptual y distingue claramente entre conceptos y etiquetas usadas para representar esos conceptos. En el estándar del W3C las relaciones entre conceptos se asemejan a las relaciones “tradicionales” recomendadas en las normas de tesauros.

Por su parte, los estándares sobre tesauros, se habían centrado fundamentalmente en la construcción de estos vocabularios controlados. ISO 25964 incorpora la definición de un modelo de datos, imprescindible en el entorno actual en el que las máquinas necesitan manipular e interpretar datos y realizar procesos de inferencias. Las aplicaciones precisan un modelo de datos explícito que distinga entre términos y conceptos. La nueva ISO clarifica esta cuestión, señalando con rotundidad que la aplicación principal de un tesoro es la recuperación de información, cuyo objetivo es buscar por conceptos. Por tanto, los conceptos están representados por términos y cada término incluido en un tesoro debería representar a un solo concepto (o unidad de pensamiento). Ahora bien, como subrayan Dextre y Zeng (2012), no debemos olvidar que términos y conceptos se presentan intrínsecamente vinculados.

Señala Pastor Sánchez (2013) cuatro razones fundamentales por las que la nueva ISO 25964 está más cercana a SKOS:

- Define un modelo de datos que facilita el desarrollo de herramientas informáticas y su aplicación en tareas de recuperación de información.
- El modelo establece una distinción clara entre el nivel conceptual y el nivel terminológico.
- La norma define cinco clases de estructuras superiores para representar tesauros: Thesaurus, ThesaurusArray, ThesaurusConcept, ThesaurusTerm y Note.
- Los elementos de anotación son prácticamente idénticos a los de SKOS.

Afortunadamente, la buena comunicación entre los equipos responsables de los desarrollos de SKOS e ISO 25964 han buscado la compatibilidad de ambos modelos y se han desarrollado extensiones de SKOS que resuelven funcionalidades previstas en ISO. Así, con el objetivo de buscar la interoperabilidad entre SKOS e ISO 25964, a lo largo de 2012 y 2013 se completó por parte de Grupo de Trabajo de ISO 25964 y A. Isaac, coeditor de SKOS, un documento en el que se establecen las correspondencias entre los dos estándares (ISO TC46/SC9/WG8 e Isaac, 2013).

Esta extensión ISO-THES se ha actualizado en marzo de 2015 con nuevas notas de aplicación (Isaac y De Smedt, 2015) sobre las correspondencias de ambos estándares y propuestas para extender SKOS de modo que sea capaz de dar cobijo a las posibilidades de modelado de ISO 25964. Entre estos aspectos, destacan los mecanismos para definir relaciones de equivalencia compuesta entre conceptos procedentes de distintos tesauros, los grupos de conceptos, arrays, o las Notas que ISO permite asociar a términos. La propuesta se orienta a reforzar SKOS como estándar en la web semántica.

Teniendo en cuenta este escenario, nuestro trabajo se propone revisar la relación de elementos y estructuras ISO 2788/ISO 25964 y SKOS y presentar una propuesta específica para valorar el grado de adaptación a SKOS y a ISO 25964 por parte de aplicaciones de gestión de tesauros que utilizan tecnologías semánticas. La metodología evaluativa del estudio se asienta en trabajos previos (Martínez González y Alvite Díez, 2014a, 2014b) en los que se formularon criterios evaluativos aplicados a gestores de tesauros atendiendo a los requisitos de ISO 2788 y

SKOS. En el presente estudio se revisa y adapta esta propuesta metodológica a la luz de ISO 25964.

2. Objetivos y metodología

El objetivo principal de este trabajo se dirige a indagar en el rango de adecuación a ISO 25964 de herramientas de gestión de tesauros ideadas para el tratamiento de vocabularios y estándares surgidos en el contexto de la Web semántica. Nos fijamos específicamente en dos parámetros, la gestión de la integridad que proporcionan las aplicaciones y la correspondencia de las estructuras conceptuales y terminológicas soportadas por estas herramientas y su adecuación a SKOS y a ISO 25964.

Pretendemos verificar la propuesta metodológica de partida, que tomaba en consideración la norma ISO 2788, y adaptarla a la norma ISO 25964.

Para abordar el análisis se ha tenido en cuenta el trabajo realizado sobre SKOS e ISO 25964 de Pastor Sánchez (2013). Las estructuras conceptuales y terminológicas se revisan en función del mapping establecido en Will (2012) y las correspondencias entre el modelo de datos ISO 25964 y el esquema de SKOS (ISO TC46/SC9/WG8 e Isaac, 2013) así como en el documento anexo a este último (Isaac y De Smedt (2015). Como se ha señalado, la metodología evaluativa del estudio se asienta en estudios anteriores (Martínez González y Alvite Díez, 2014a, 2014b) en los que se consideraban los requisitos de ISO 2788.

Los tesauros orientados a conceptos introducen dos niveles, uno conceptual y otro terminológico o léxico (Pastor, 2013) frente al único nivel, terminológico, de los tesauros orientados a términos, de modo que los primeros se acercan al modelo de datos de RDF y adoptado por SKOS, donde la estructura fundamental de un tesoro se define atendiendo a conceptos. Las diferencias relevantes para el tipo de evaluación que nos ocupa afectan a la forma de modelar determinados elementos de un tesoro y a las restricciones de integridad. Hay que tener en cuenta que algunos de estos requisitos varían su formulación según se trate de tesauros léxicos o conceptuales. Pero también es cierto que tanto las relaciones semánticas (TG, TE, TR) como la estructura básica de un tesoro sigue siendo la misma, de modo que es posible plantear la adaptación de un tesoro terminológico en un tesoro de conceptos.

2.1. Acotaciones metodológicas

La metodología ha consistido en la revisión de la propuesta evaluativa realizada en los estudios previos tomando ahora como referencia la nueva norma de tesauros, ISO 25964. Así pues, los pasos llevados a cabo siguen el orden en que se presentaba el marco evaluativo en Martínez González y Alvite Díez (2014).

Se podrían haber adoptado alternativas que partiesen del examen de los software de gestión de tesauros a los que se pretende poder aplicar este conjunto de criterios evaluativos. Sin embargo, la juventud de la norma ISO 25964 y el hecho de disponer de un marco sistemático de valoración previo, que nos proporcionaba un guion de ítems objeto de revisión, nos llevó a considerar que el trabajo con la propia norma era la única garantía para obtener un resultado fiable, es decir, una revisión que realmente tenga en cuenta los cambios introducidos en la norma, se hayan estos trasladado o no a los software de tesauros en el momento actual.

Proponemos centrar el análisis en dos parámetros fundamentales: estructuras conceptuales y terminológicas soportadas y gestión de la integridad.

Los pasos seguidos en este trabajo han sido los siguientes:

- 1) Revisión de la norma ISO 25964, así como de las publicaciones en las que se recogen las principales novedades de la misma con respecto a la ISO 2788.
- 2) Identificación de la lista de estructuras y elementos de un tesoro que se introducen con la nueva ISO o que adquieren una relevancia mayor en esta nueva norma:
 - Conceptos.
 - Términos.
 - Arrays.
 - Tipos de relaciones TG: TGG, Término genérico genérico; TGE, Término genérico enumerativo; TGP, Término genérico partitivo.
 - Grupos de conceptos, para modelar microtesauros o dominios.
 - Equivalencias compuestas, representadas por relaciones USE+.
- 3) Comparación de esta lista con el conjunto de elementos que conformaba la propuesta anterior basada en ISO 2788 y SKOS. Co-

mo resultado obtuvimos un listado de elementos actualizado, con las modificaciones pertinentes.

- 4) Revisión de la relación de elementos ISO-SKOS confeccionada con el listado de las correspondencias definidas en ISO TC46/SC9/WG8 e Isaac (2013) y las recientes notas a este documento publicadas en marzo de 2015 (Isaac y De Smedt, 2015). Estos cambios aparecen recogidos en los Test de las Tablas I y II. Los cambios más relevantes competen a celdas cuyo valor es nulo en la columna ISO 2788 y presentan nuevos elementos en la columna ISO 25964.
- 5) Identificación de las reglas de integridad en la nueva ISO. Se revisan las condiciones de integridad recopiladas en el marco evaluativo de la versión anterior atendiendo a estas nuevas reglas, teniendo en cuenta, asimismo, los elementos y estructuras detectadas en los pasos previos.
- 6) Adaptación de las condiciones de integridad ISO 2788 e identificación de las nuevas restricciones que deben considerarse en ISO 25964.
- 7) Revisión paralela de las reglas de integridad en ISO 25964 y en SKOS.
- 8) Examen de los test de integridad y elaboración de los nuevos test recogidos en la Tabla III.
- 9) Análisis de las principales novedades que afectan a la propuesta evaluativa adaptada a ISO 25964.

3. Estructuras conceptuales y terminológicas soportadas

Nos fijamos en este epígrafe en los puntos destacables relacionados con los elementos y estructuras soportadas en ISO 25964 y SKOS.

- Tesauros y conceptos. La norma ISO 25964 abandona la idea de base de los descriptores como elemento estructural esencial en un tesauro para alinearse en la visión de tesauros orientados a conceptos, siendo estos últimos los elementos básicos de un tesauro. Los Términos pasan a comportarse como etiquetas ('Labels') de los conceptos.

En SKOS un tesauro se corresponde con un `skos:ConceptScheme` (estructura que recopila y organiza un conjunto de conceptos), y un concepto con un recurso de la clase `"skos:Concept"` que se identifica con un URI.

Las etiquetas pueden representar términos preferentes (`skos:prefLabel`), alternativos (`skos:altLabel`) u ocultos (`skos:hiddenLabel`).

- Grupos de conceptos. La nueva ISO introduce la idea de "Grupos de conceptos", en los cuales se engloban los dominios o microtesauros. Tanto ellos como los arrays (`ThesaurusArray`) son una subclase de `skos:Collection`. Esto es, cualquier array de tesauros o cualquier microtesauro es una `skos:Collection`. Las colecciones SKOS (`skos:Collection`) son grupos de conceptos, que no necesitan estar vinculados por relaciones jerárquicas (TG o TE) (Isaac y Summers, 2009). Los miembros de una colección pueden proceder de diferentes `ConceptSchemes`, lo que significa que una colección puede agrupar conceptos de diferentes tesauros.

En la reciente revisión de la extensión ISO-THES de SKOS se propone la relación "micro-thesaurus of" para indicar que un microtesauro pertenece a un tesauro dado. De modo similar, aunque el anidamiento entre los microtesauros o dominios ha recibido una relación específica para representarlo (`tieneGrupoSuper/tieneGrupoSub`) en ISO 25964, estas relaciones no tienen equivalente en SKOS (ISO TC46/SC9/WG8 e Isaac, 2013), si bien en la reciente revisión de la extensión ISO-THES de SKOS se proponen las relaciones "sub group/super group" para extender SKOS con relaciones equivalentes a las definidas en la ISO 25964.

Arrays (Lista de tesauro). Como ya hemos indicado, al igual que los grupos de conceptos, en (ISO TC46/SC9/WG8 e Isaac, 2013) se propone su representación en SKOS con `skos:Collection`.

- Relaciones de equivalencia. Al pasar a la orientación basada en conceptos, las relaciones semánticas de Descriptores y No Descriptores dejan paso a la idea de un concepto (idea), identificado por una URI unívoca, que tiene asociadas un conjunto de etiquetas (labels), entre las cuales una de ellas es `PreferredLabel`, equivalente a `skos:prefLabel`, y el resto son `NonPreferredLabels`, las cuales tienen su equivalencia SKOS en `skos:altLabel`. En SKOS es posible optar por dos soluciones. Con SKOS-XL, los términos se relacionan con los conceptos a través de las relaciones `PreferredLabel`, `NonPreferredLabel`. Con

SKOS Core se asigna directamente un literal, que es la opción básica y más sencilla.

Además, en la nueva ISO, se introduce la equivalencia compleja (compound equivalence), relaciones de equivalencia entre términos USE/USE+ y UP/UP+ que pueden definirse entre conceptos de tesauros diferentes. En ciertos casos el nuevo concepto es la "unión" de los subconceptos, en cuyo caso se recomienda modelarlo con relaciones NT, e incluir el concepto compuesto como un concepto más del tesoro (Will, 2012). La solución para representar esto con SKOS está pendiente, aunque en el anexo a la Extensión SKOS-XL (Isaac y De Smedt, 2015) se aborda una posible extensión de SKOS con este fin. Pastor Sánchez (2013) subraya la especial complejidad de la norma ISO en este sentido al definir relaciones que complementan las que se establecen entre términos y conceptos ("isNonPreferredLabelFor", "isPreferredLabelFor").

Asimismo, conviene advertir que la noción de Término en ISO 25964 viene a encontrar su equivalencia en SKOS-XL, la extensión de SKOS donde los términos o palabras son elevados a la categoría de objetos y tratados en consecuencia como ítems que pueden tener sus propias relaciones, algo que una 'label' no puede tener.

Todo lo señalado nos sitúa en una cierta 'flexibilidad' de modelado que previsiblemente será abordada por los diseñadores de tesauros de modos variados. Si añadimos a esto que este tipo de relaciones no son frecuentes en los tesauros, es de prever que las herramientas de tesauros no proporcionen soporte para este tipo de relaciones, del mismo modo que venía ocurriendo con las jerarquías de microtesauros (ver la evaluación realizada en Martínez y Alvite, 2014b).

- Relaciones jerárquicas y transitividad: expresan la subordinación entre conceptos: TG (Término Genérico) y TE (Término específico).

Se mantienen en la nueva norma, y se mantienen los símbolos tradicionales por coherencia con la práctica habitual, aunque ahora deben leerse como "concepto genérico/concepto específico" en lugar de "término genérico/término específico". Cabe destacar la introducción de un 'rol' para distinguir tres posibles tipos de relaciones jerárquicas: genérica (kind of), partitiva (part of) y enumera-

tiva o instanciativa (instance of). El efecto de esta distinción sobre la posible aplicación de la transitividad en los razonadores vinculados a las ontologías y que utilizan la subsumpción como eje de la clasificación es crucial: de hecho, resulta imposible aplicar subsumpción en casos de relaciones partitivas (por ejemplo, inferir a partir de "rueda de bicicleta", que está relacionada con "bicicleta" por una relación 'NT part of' que "rueda de bicicleta" es a su vez una "bicicleta" resultaría en realidad una inconsistencia). Esta distinción entre relaciones genéricas (TGG), partitivas (TGP) y enumerativas (TGE) ha planteado la cuestión de una posible extensión de SKOS para representar estos subtipos y nos provoca algunas consideraciones sobre el razonamiento basado en la transitividad que se abordan en la sección de Análisis.

- Relaciones asociativas, entre dos términos o conceptos que no pertenecen a la misma estructura jerárquica aunque sean semántica o contextualmente similares. TR (Término relacionado).

Se mantiene, pero vincula conceptos. Su equivalente en SKOS es directo: skos:related. Ahora se permite especificar la naturaleza (esto es, semántica) de la relación, para aproximarlos a las ontologías donde las relaciones tienen semántica.

Notas: notas de alcance, de definición, notas de historia, notas del editor del tesoro, notas de uso (nota de cualquier otra clase en relación a un concepto).

La nueva ISO aclara que cuando en una nota de alcance se hace referencia a otros conceptos, se debería proporcionar una nota de alcance recíproca para cada uno de los conceptos mencionados.

3.1. Test comparativo ISO 2788 /ISO 25964

Para redefinir los test ha sido necesario prestar atención a los cambios que se comentan en el análisis de las modificaciones en la comprobación de los elementos estructurales soportados que se detalla en la Sección 5.

En las tablas siguientes se indica cómo se definía el test en virtud de la norma ISO 2788 y cómo se redefine en virtud de la norma ISO 25964. Se ha distinguido entre los test que permiten crear los constructores básicos de un tesoro y aquellos que suponen la inclusión de relaciones.

Test	Def. ISO 2788	Def. ISO 25964
1	Crear tesaurus	Ídem
2	Crear dominio	Crear grupo de conceptos
3	Crear Término Preferido	3.1 Crear un concepto 3.2 Asociar una PreferredLabel al concepto creado
4	Crear Término No Preferido	Asociar NonPreferredLabel a un concepto
5	Crear nota	Ídem
6	Crear array	Crear array
7		Crear un Término

Tabla I. Test para constructores

Test	Def. ISO 2788	Def. ISO 25964
8	Crear relación de inclusión entre dominios (subdominios)	Crear una relación tieneGrupoSuper/tieneGrupoSub
9	Incluir un concepto en un dominio	Incluir un concepto en un grupo de conceptos (crear relación ConceptoTesauro)
10	Crear relación TG entre dos Términos Preferentes no relacionados previamente	Crear relación TG entre dos conceptos no relacionados previamente: a) de tipo genérico b) de tipo enumerativo c) de tipo partitivo
11	Crear relación TE entre dos Términos Preferentes no relacionados previamente	Crear relación TE entre dos conceptos no relacionados previamente: a) de tipo genérico b) de tipo enumerativo c) de tipo partitivo
12	Crear dos relaciones TE entre un Término Preferente y dos de sus antecesores (polijerarquía)	Crear dos relaciones TE entre un concepto y dos de sus antecesores
13	Crear relación TR entre dos Términos Preferentes no relacionados previamente	Crear relación TR entre dos conceptos no relacionados previamente
14	Crear un Término Cabecera	Crear un Concepto Cabecera (Top Concept)
15		Incluir un concepto en un array

Tabla II. Test para inclusión de relaciones

Se comentan a continuación algunas de las modificaciones más significativas respecto a la propuesta presentada en (Martínez González, Alvite Díez, 2014a, 2014b). En línea con la introducción de los dos niveles, conceptos y tesaurus, que supone la evolución de la ISO 2788 a la ISO 25964, se hace necesario introducir un nuevo test, número 7, para crear Términos en el tesaurus, estos Términos serán asociados a los

conceptos a través de las relaciones hasPreferredLabelFor, etc. Es relevante resaltar que esto no ocurría así en la versión evaluativa anterior, dado que, aunque se había considerado la correspondencia con SKOS (Martínez González, Alvite Díez, 2014a, 2014b), en SKOS Core las etiquetas asociadas a los conceptos no pueden relacionarse entre sí, con lo cual se establecía una relativa equivalencia entre un Término Preferente y un Concepto SKOS en cuanto a su importancia en el tesaurus (eran estos constructores respectivamente los que podían participar en las relaciones básicas de un tesaurus). Ahora las relaciones básicas se establecen tanto en ISO 25964 como en SKOS entre conceptos.

Dado el énfasis mostrado en la ISO 25964 en la distinción entre los tres tipos de relaciones TG/TE TG/TE -TGG, TGE, TGP- se plantea redefinir el test (10/11) que previamente se había planteado, de modo que se pueda comprobar si las aplicaciones soportan la creación de las relaciones jerárquicas, pero también si se permite distinguir el rol de la relación jerárquica.

Por razones similares, se han integrado nuevos test, para comprobar el soporte de arrays. En concreto los test que se ocupan de crear un array (número 6), y el que comprueba la inclusión de conceptos en los arrays (número 15).

Sin embargo, queremos resaltar que el soporte de microtesaurus o dominios ya estaba contemplado en la versión anterior de este entorno de evaluación.

4. Gestión de la integridad

ISO 25964 dedica un capítulo específico a las recomendaciones sobre el software de gestión de tesaurus y epígrafes concretos sobre los requisitos de las aplicaciones para gestionar las relaciones entre términos y conceptos, las notas y los códigos y notaciones, entre otros. Del análisis de estas recomendaciones extraemos las condiciones de integridad que se presentan en este apartado y se obtienen a partir de ellas las reglas que permiten la definición de los test correspondientes.

La nueva norma conserva la esencia de las relaciones de integridad establecidas en ISO 2788. Esto significa que el grueso de las cuestiones planteadas con respecto a la consistencia de un tesaurus se mantiene, si bien deben adaptarse en algunos casos a los cambios que supone introducir la idea de concepto como elemento fundamental de un tesaurus. Así pues, es necesario asegurar las siguientes condiciones:

- 1) Unicidad. No puede haber elementos duplicados en un tesauro. Los conceptos, grupos de conceptos, o arrays no pueden estar duplicados. Asimismo, los términos, ThesaurusTerm, tampoco deben estar duplicados (según se refleja en la cláusula 14.3.a de la norma). A esto debe añadirse que un elemento de un tesauro no puede pertenecer simultáneamente a más de una de estas dos clases. Esto es, no puede haber conceptos que sean simultáneamente grupos de conceptos o términos, etc. Este tipo de restricciones son equivalentes a las que anteriormente venían expresadas como que un Término Preferente sólo podía aparecer una vez, que los Términos Preferentes no podían ser simultáneamente Dominios o Términos no Preferentes.
- 2) Adicionalmente, se mantiene la exigencia de que un concepto tenga un único Término Preferente en cada lengua del tesauro. En la nueva norma esto significa que sólo puede haber una relación hasPreferredLabel para cada concepto. Ahora son los conceptos quienes pueden participar en las relaciones semánticas (antes eran los Términos Preferentes). Esto se aproxima al modelo de SKOS y significa que debe controlarse que no se establecen relaciones básicas entre Términos. Los términos no preferentes (con una relación USE o USE+ con otro término) no puede tener relaciones TG, TE, TR o UP.
- 3) Las relaciones básicas son incompatibles, tal y como establecía ISO 2788. Se debe seguir previniendo la introducción de relaciones inconsistentes. Si dos conceptos ya tienen una de las relaciones básicas, no es admisible otra relación básica entre los mismos conceptos. Esto significa que dos conceptos no pueden estar relacionados simultáneamente por una relación TE/TG y TR.
- 4) Los ciclos siguen estando prohibidos. Si un concepto A es TG de otro concepto B, B no puede ser a su vez TG de A. Esto es extensible a la jerarquía de modo transitivo. Tampoco puede darse que un Top Concept sea TE de otro concepto. No es admisible la relación de un término o un concepto consigo mismo, es decir, todas las relaciones básicas son irreflexivas. Estas restricciones ya se habían contemplado en la propuesta anterior.
- 5) Las relaciones inversas deben introducirse automáticamente, como ya se venía haciendo, esto es, la aplicación debe soportar los requisitos de reciprocidad en las relaciones TE/TG, TR y USE/UP. La nueva norma recomienda que el software se encargue de hacer disponibles automáticamente las relaciones recíprocas en respuesta a la inserción por el editor de cualquiera de ellas, pero como mínimo el software debería advertirle si se produce cualquier relación no recíproca. Además, debería ser posible establecer relaciones recíprocas definidas por el usuario, por ejemplo para distinguir entre diferentes tipos de TG/TE o diferentes tipos de relaciones asociativas.
- 6) La eliminación o enmienda de un concepto o término debe conllevar la eliminación de todas las relaciones en las que aparece. También estaba contemplado este requisito en la versión previa de este entorno de evaluación.
Añade ahora la ISO 25964 que, sin embargo, si la eliminación de un término, concepto o relación dejara a cualquier concepto sin por lo menos un término/concepto genérico, o a cualquier término no preferente sin un término preferente, la aplicación debería advertirlo.
Sin embargo, con la introducción de los dos niveles, conceptos y términos (Pastor, 2013), aparecen nuevas restricciones que deben incorporarse a las ya contempladas:
 - 7) Debe soportarse la posibilidad de asignar el tipo de una relación TG/TE. Cada una de las relaciones debe ser de un único rol.
 - 8) En caso de que se utilice la relación USE+, el software debe comprobar que la relación es por lo menos ternaria.

Restricciones de integridad en SKOS

Por su parte SKOS define sus propias restricciones de integridad (W3C, 2009), expresadas a través de un conjunto de axiomas:

S9 - skos:ConceptScheme is disjoint with skos:Concept.

S13 - skos:prefLabel, skos:altLabel and skos:hiddenLabel are pairwise disjoint properties.

S14 - A resource has no more than one value of skos:prefLabel per language tag.

S19 - The rdfs:domain of skos:semanticRelation is the class skos:Concept.

S20 - The rdfs:range of skos:semanticRelation

is the class `skos:Concept`.

S27 - `skos:related` is disjoint with the property `skos:broaderTransitive`.

S37 - `skos:Collection` is disjoint with each of `skos:Concept` and `skos:ConceptScheme`.

Comparación ISO - SKOS

En este apartado se plantea una comparación de las restricciones de integridad entre la norma ISO y SKOS que no figura en los documentos de trabajo utilizados por el grupo de trabajo del W3C, pero que ayuda a prever qué restricciones de integridad de un tesoro pueden estar previsiblemente soportadas por una herramienta diseñada para trabajar con SKOS y cuáles no.

Algunas de estas restricciones se corresponden con las reglas de integridad para los tesauros. Esto supone que una herramienta SKOS, esté o no específicamente diseñada para tesauros, debería aportar la garantía de esas restricciones. Sin embargo, en los casos en que una restricción presente en tesauros no esté incluida en SKOS sí será importante prestar atención al hecho de que la herramienta esté creada para manipular tesauros, puesto que recae sobre la responsabilidad de sus creadores aportar ese plus de comprobación.

- Los axiomas S9 y S37 garantizan que un concepto no puede ser simultáneamente un grupo de conceptos. Esto es así tanto en los casos, como el del tesoro UKAT, donde los microtesauros se han representado con `skos:ConceptScheme`, como en aquellos donde se ha seguido la propuesta hecha en ISO TC46/SC9/WG8 e Isaac (2013) de utilizar `skos:Collections` para representar este tipo de estructura.
- El axioma S14 garantiza que no hay más de un Término Preferente (`hasPreferredLabel`) para un tesoro.
- El axioma S13 asegura que los términos elegidos con Preferred Labels no son utilizados simultáneamente como Non Preferred Labels.
- Los axiomas S19 y S20 garantizan que son los conceptos quienes participan en las relaciones semánticas.
- El axioma S27 asegura la incompatibilidad de relaciones básicas, esto es, que dos conceptos no pueden estar relacionados simultáneamente por una relación TG/TE y TR.

No obstante, es interesante poner atención en

las restricciones de la norma ISO que no están cubiertas por SKOS, ya que son las que con mayor probabilidad van a condicionar las diferencias entre una aplicación SKOS y una aplicación de tesauros. Además, con la introducción en la nueva ISO de las relaciones entre términos para representar conceptos complejos (relación USE+), cuya equivalencia en SKOS aún no está resuelta (ISO TC46/SC9/WG8 e Isaac, 2013) se añade un reto adicional para estas herramientas. Se resumen a continuación las restricciones ISO que no encuentran su equivalencia en restricciones SKOS:

- En SKOS, la duplicidad de etiquetas, aunque no está recomendada, no está estrictamente prohibida (ver en la Recomendación SKOS, Sección 2.2.1, Appendix). Esto significa que dos `skos:Concept` pueden compartir la misma Preferred Label sin que el grafo sea inconsistente. Sin embargo, no debería ser así en un tesoro. Cada concepto del tesoro está representado por un término preferente por lengua. Aunque esto se aborda en algunas herramientas y también en la validación de SKOS, no está incluido en la recomendación y, por tanto, no debería asumirse que cualquier herramienta SKOS detectará un caso semejante como un conflicto que necesariamente deba resolverse.
- En SKOS, los ciclos sí están permitidos, a diferencia de lo que ocurre en los tesauros. Por ejemplo, es consistente en SKOS que A `skos:broader` B y B `skos:broader` A (ver sección 8.6.8 de la Recomendación SKOS).
- SKOS no establece ninguna restricción de integridad en relación con el hecho de que `skos:broader` y `skos:narrower` son relaciones inversas. Aunque se pueden establecer dependencias que permitan inferir la una a partir de la otra, es consistente que sólo aparezca una de ellas. Así pues, nuevamente estamos ante una restricción más fuerte en los tesauros que en SKOS.
- En SKOS Core solamente los conceptos participan en relaciones. En SKOS-XL sí se pueden relacionar las 'labels'. De hecho, es esta versión extendida de SKOS la que mejor acoge la posibilidad de modelar los términos y las relaciones entre ellos, si bien tiene limitaciones para ofrecer toda la potencialidad que requiere la norma ISO 25964 (Pastor, 2013) y actualmente se sigue trabajando en las extensiones o modificaciones a SKOS que permitan hacerlo

(Isaac y Smedt, 2015).

4.1. Test comparativo ISO 2788/ISO 25964

Para comprobar las condiciones de consistencia del vocabulario se ha definido un conjunto de test para las restricciones de integridad.

Test	Def. ISO 2788	Def. ISO 25964
1	Relacionar un Término No Preferente con más de un Término Preferente	Asignar más de un Término Preferente a un Concepto
2	Crear un dominio igual a otro existente	Crear un grupo de conceptos equivalente a otro existente (usar el mismo Término Preferente para dos grupos de conceptos)
3	Crear un Término Preferente igual a otro ya existente	Crear un concepto equivalente a otro existente (usar el mismo Término Preferente para dos conceptos)
4	Crear un Término Preferente igual a un dominio	Usar el mismo Término Preferente para un concepto y para un grupo de conceptos
5	Crear un Término Preferente igual a un Término no Preferente	Usar el mismo Término Preferente como PreferredLabel y como Non-PreferredLabel
6a	Crear una relación básica (TR, TG, TE) entre dos Términos no Preferentes	Crear una relación básica en la que participe un Término
6b	Crear una relación básica entre un Término Preferente y un Término no Preferente	Crear una relación básica en la que participe un Término
7	Crear una relación TE entre dos términos que ya están relacionados por una relación TG	Crear una relación TE entre dos conceptos que ya están relacionados por una relación TG
8	Crear una relación RT entre dos términos que ya están relacionados por una relación TE/TG	Crear una relación TR entre dos conceptos que ya están relacionados por una relación TE/TG
9	Hacer un Término Cabecera TE de otro término	Relacionar un TopConcept con otro concepto por una relación jerárquica
10	Crear una relación TG/TE que cierra un ciclo de tipo (TG/TE, TR) (ej.: A TG B, B TG C, C TR A)	Ídem

11	Crear una relación TG/TE que cierra un ciclo TG/TE (ej.: A TE B, B TE C, C TE A)	Ídem
12	Eliminar una relación TG/TE	Ídem
13	Eliminar una relación TR	Ídem
14	Eliminar un Término Preferente	Eliminar un concepto
15		Eliminar un término
16	Eliminar un dominio	Eliminar un grupo de conceptos
17	Eliminar un Término Cabecera	Eliminar un concepto cabecera
18		Eliminar un array
19		Eliminar una relación de equivalencia de Término compuesto
20	Eliminar una relación de 'subdominio'	Eliminar una relación Sub-GroupOf/SuperGroupOf entre dos grupos de conceptos

Tabla III. Test de restricciones de integridad

Para definir los test se han examinado en cada una de las condiciones de integridad los posibles casos de quiebra de la restricción. Por ejemplo, la Unicidad puede romperse por varias vías, lo cual se traduce en los test 1 a 5.

En el conjunto de test relacionados con la integridad son relevantes los siguientes cambios:

- Se introducen test para comprobar la eliminación de los constructores cuya creación deviene relevante en la nueva ISO: arrays, equivalencias compuestas y términos.
- Se adaptan los test que comprueban la unicidad (esto es, que no se duplican ítems en el tesoro) de modo que ya no se comprueba si se trata del mismo Término Preferente sino que no se asigne el mismo Término como 'label' de dos conceptos diferentes.
- Se ha hecho necesario adaptar los test que verificaban el tipo de estructuras que pueden participar en las relaciones básicas. Ahora son conceptos, en los test, donde antes se preveía la participación de Términos No Preferentes, ahora debe prevenirse la participación de Términos. Los test afectados son los 6.a y 6.b, que se fusionan ahora en un único test (fijarse en que la redacción dada actualmente es la misma en ambos casos).
- Asimismo, aunque no esté expresada como

tal en la norma ISO 25964, se ha determinado, por considerarla lógica desde un punto de vista de la semántica subyacente, que dos conceptos, *A* y *B*, no pueden estar relacionados por dos relaciones TG/TE, aunque tengan roles diferentes. Esto es, no aceptamos situaciones como *A TGG B* y *A TGP B*. En consecuencia se han mantenido los test 7 y 8, e incluso se está considerando la conveniencia de un test adicional expresado como *‘Crear una relación básica, TG/TE/TR, entre dos conceptos que ya están vinculados por una relación del mismo tipo’*.

5. Análisis

En este epígrafe se proyectaba recoger los resultados de la aplicación de los nuevos test sobre las dos herramientas de gestión de tesauros que utilizan tecnologías semánticas y que fueron empleadas en los trabajos evaluativos previos sustentados en ISO 2788: PoolParty (1) y SKOSEd (2).

Para contrastar la metodología, en las pruebas proponíamos emplear los cuatro tesauros utilizados en los estudios anteriores:

- EuroVoc (3), versión del Tesauro EuroVoc representada con SKOS.
- NAL -National Agricultural Library thesaurus- (4). Representación en SKOS/RDF.
- UKAT Thesaurus (4), representación en SKOS/RDF. Cabe destacar que en la fecha de redacción de este trabajo (junio de 2015) la versión disponible para descarga sigue siendo de 2009. En la web de UKAT se incluye como aspecto novedoso la posibilidad de acceso a una versión UKAT 'Linked Data', pero cuando se ha intentado este acceso ha sido imposible conseguir conexión con el servidor, con lo cual no se ha podido comprobar si se mantiene la representación de microtesauros como `skos:ConceptScheme` o se ha modificado a tenor de lo expresado en las correspondencias ISO - SKOS (ISO TC46/SC9/WG8 e Isaac, 2013).
- Tesauro ad-hoc, un mini-tesauro construido a partir de EuroVoc con 70 términos, 42 descriptores, 24 no descriptores y 2 notas de alcance.

Queremos advertir que la ejecución de las pruebas que planteábamos incluir en el trabajo actual no ha podido llevarse a efecto debido a las especificidades que presentan estos software en el momento actual.

PoolParty es un sistema de gestión de tesauros dirigido a la Web Semántica (Nagy et al., 2011). Se trata de un software comercial que cuenta con una versión de evaluación en la que algunas de las utilidades del programa no están incluidas. PoolParty utiliza SKOS y trabaja con las especificaciones de este estándar. Cuenta con una interfaz de usuario sencilla y permite crear y mantener tesauros multilingües. Desde que se realizaron los pruebas presentadas en (Martínez González, Alvite Díez, 2014a, 2014b), PoolParty ha seguido evolucionando (actualmente en la versión 5.1) incluyendo más funcionalidades, destacando, entre otras, la extracción automática de conceptos a partir de textos. Sin embargo, en lo que nos afecta (elementos estructurales soportados en los tesauros y restricciones de integridad) el cambio más relevante es que, según expresan en su propia web, esta herramienta es ahora un "editor de ontologías", lo cual nos genera ciertas dudas sobre la intención o urgencia de sus desarrolladores por incorporar las modificaciones introducidas en la nueva ISO para tesauros.

SKOSEd es un plugin del editor de ontologías OWL, Protégé. Esta aplicación permite crear y editar vocabularios representados en SKOS. Introduce ciertas variaciones con respecto a las notaciones comunes en estos lenguajes normalizados, así aparece la relación "Narrower Transitive" y "Broader Transitive". En cierto sentido, el usuario puede sentirse desbordado por la aplicación si no está familiarizado con las funcionalidades de Protégé o con editores de ontologías. En la propuesta que ahora revisamos se había evaluado la versión 1.0, siendo la última disponible la versión 2.0, de agosto de 2012. Si bien en esa fecha la Parte 1 de la norma ISO 25964 ya se había publicado, no es de esperar que SKOSEd soporte los cambios introducidos en ella puesto que, como ya se indicaba en su momento y se insiste en este trabajo, esta herramienta es un editor SKOS y no un editor de tesauros, razón por la cual, no habiendo sido, entre tanto, modificada la recomendación SKOS, no existe exigencia alguna para soportar las nuevas estructuras y capacidades incorporadas en ISO 25964.

A la espera de que las extensiones de SKOS que buscan la compatibilidad con ISO 25964 puedan incorporarse a las aplicaciones de gestión de tesauros y sea viable el correspondiente testeo de los criterios evaluativos propuestos en este estudio, procedemos a analizar a continuación las principales modificaciones introducidas en la propuesta evaluativa.

Análisis de las modificaciones en la comprobación de elementos y estructuras soportadas

En lo que respecta a los cambios relevantes introducidos por la nueva ISO que afectan al instrumento evaluativo propuesto previamente bajo el modelo de ISO 2788, destacamos los puntos siguientes:

- En lugar de términos preferentes o descriptores como estructuras básicas de un tesoro, se pasa ahora a usar Conceptos, tanto en ISO 25964 como en SKOS, como estructura básica de un tesoro. Los tesauros (en ISO 2788 e ISO 25964) se corresponden en SKOS con esquemas de conceptos (skos:ConceptScheme).
- Los descriptores de ISO 2788 deben corresponderse con las PreferredLabels de ISO 25964, y los No-descriptores con las NonPreferredLabels.
- Si bien no es recomendable, es posible en ISO 25964 y en SKOS que dos PreferredLabels coincidan (en rigor, los conceptos se identifican por su URI y no por sus Labels). Sin embargo, en ISO 2788 no podía haber dos Descriptores iguales, ya que originaba un problema de identificación.
- Aunque la relación hasTopConcept/isTopConceptOf de ISO 2788 o Top Concepts de ISO 25964 no tienen una equivalencia directa en SKOS según se indica en ISO TC46/SC9/WG8 e Isaac (2013), es posible indicar que un concepto es Top Concept de un esquema de conceptos usando la propiedad skos:topConceptOf, con lo cual es posible representar los Top Terms o Top Concepts de las respectivas normas ISO en SKOS.
- Las relaciones TG, TE y TR se corresponden con relaciones equivalentes, que ahora relacionan conceptos en lugar de términos.

ISO 25964 introduce un 'rol' con tres valores posibles en las relaciones TG/TE: genérica (kind of), partitiva (part of) y enumerativa o instanciativa (instance of). Esto afecta a las posibilidades de inferencia en base a la transitividad de estas relaciones (Will, 2012), que pueden no ser cierta cuando se trata de un rol 'partitivo'. En este sentido, nos gustaría llamar la atención sobre un aspecto de SKOS que resulta especialmente útil ante esta nueva posibilidad: contra lo que en principio se podría pensar sin hacer una lectura detallada de la recomendación,

en SKOS las relaciones skos:broader/skos:narrower no son transitivas. Esto es, un razonador no debería inferir nunca ante la presencia de las aserciones 'A skos:broader B' y 'B skos:broader C' que es cierto 'A skos:broader C'. Este es exactamente el caso que ocurriría en la situación de una relación de esta naturaleza con un rol 'partitivo'. Pero es posible representar y utilizar la transitividad en SKOS para razonar en consecuencia, utilizando para ello las relaciones expresamente creadas al efecto: skos:broaderTransitive/skos:narrowerTransitive. Estas son, pues, las que deberían utilizarse en caso de que el rol permita razonar en base a la transitividad a la hora de hacer la equivalencia de las normas ISO a la representación con SKOS. Igualmente, relacionado con esta puntualización, conviene señalar que la propiedad skos:related no es transitiva en SKOS, ni tiene ninguna alternativa similar a las que hemos indicado para la relación jerárquica que permita razonar en base a la transitividad. No obstante, dado que las extensiones de SKOS para soportar esta distinción -a través de subpropiedades de skos:broader y skos:narrower según se plantea en ISO TC46/SC9/WG8 e Isaac, (2013)- aún no están disponibles, nuestra previsión es que la mayoría de las herramientas den resultado negativo en estos tres nuevos test específicos introducidos.

- Las notas se corresponden con notas equivalentes en ISO 25964 y/o SKOS.
- Los microtesauros o dominios se representan con Grupos de conceptos (ISO 25964), los cuales se corresponden a su vez con colecciones en SKOS (skos:collection). Esto supone un cambio respecto a la situación anterior, donde quedaba sin determinar esta equivalencia, de modo que en algunos tesauros utilizados en nuestra evaluación anterior, por ejemplo el tesoro UKAT, los microtesauros se habían representado como skos:ConceptSchemes. Otra alternativa había sido recurrir a las colecciones (Pastor, 2013). Ahora, sin embargo, parece más claro que la nueva norma ha optado por recurrir a skos:Collection para representar este tipo de estructura en SKOS.
- Los anidamientos entre microtesauros o dominios se representan en ISO 25964 por la relación hasSuperGroup/hasSubGroup, si bien en SKOS no está resuelto cómo representar estas relaciones, lo cual mantiene

una incertidumbre que, en nuestra opinión, difícilmente animará por el momento a los desarrolladores de software de tesauros a incorporar esta potencialidad que hasta ahora venían descartando.

Análisis de las modificaciones con respecto a los requerimientos de integridad

Con respecto a las restricciones de integridad subrayamos los puntos siguientes:

- A la luz de ISO 25964 es necesario comprobar la eliminación de los constructores cuya creación deviene relevante en la nueva norma: arrays, equivalencias compuestas y términos.
- En lo que se refiere a la unicidad (esto es, que no se dupliquen ítems en el tesauro) ya no se requiere verificar si se trata del mismo Término Preferente sino comprobar automáticamente que no se asigne el mismo Término como 'label' de dos conceptos diferentes.
- Ni los conceptos ni los términos pueden estar duplicados. Las URI son siempre únicas, lo cual garantiza la unicidad en sentido estricto. En consecuencia, lo que debe garantizarse es que el mismo término no puede usarse como etiqueta preferente para dos conceptos distintos, que sería el error que previsiblemente podría cometer un editor de tesauros durante su creación.
- La especificación de dos niveles, conceptos y términos, introduce la posibilidad de que un término quede flotante en el tesauro, sin relación con ningún concepto. Esto afecta a los resultados esperados de los test de integridad relacionados con la eliminación de elementos del tesauro, que ahora son más exigentes.
- La comprobación de los ciclos sigue siendo necesaria, independientemente de la introducción de roles en las relaciones TG/TE. Las consideraciones sobre la comparación con SKOS apuntan a que este es un conjunto de test en los que se debe prestar especial atención a los resultados que se obtengan con las herramientas.
- Algo similar ocurre con los test que comprueban la inserción automática de relaciones inversas en un tesauro.
- Donde en ISO 2788 se preveía la participación de Términos No Preferentes, ahora debe prevenirse la participación de Términos. Los test afectados son los 6a y 6b, que se

fusionan ahora en un único test en el instrumento evaluativo que hemos diseñado (Tabla III).

- Se decide, aunque no esté expresada como tal en la norma ISO 25964, incluir una restricción que prevenga que dos conceptos *A* y *B*, no pueden estar relacionados por dos relaciones TG/TE, aunque tengan roles diferentes.

6. Consideraciones finales

El trabajo nos ha permitido identificar los cambios introducidos por ISO 25964 que afectan al marco evaluativo previo propuesto para la valoración de herramientas de gestión de tesauros con ISO 2788.

Aplazamos para una segunda fase el estudio de las relaciones entre Términos para expresar equivalencias de términos compuestos y otras relaciones terminológicas complejas ("USE/USE+", "UF/UF+"), así como los Arrays.

Estamos expectantes ante las conclusiones finales del trabajo que se está realizando para establecer las correspondencias entre SKOS y la norma ISO 25964. Resultará crucial que este trabajo derive finalmente en una extensión de la recomendación SKOS, como parece que se está apuntando desde el grupo de trabajo encargado de esta revisión. En ese momento será necesario examinar las consideraciones realizadas en nuestra comparación de SKOS y el modelo de datos de la nueva norma, en particular las que afectan a las restricciones de integridad, para verificar si estos dos estándares se acercan más en este aspecto o, por el contrario, se mantienen las diferencias más significativas detectadas en la actualidad.

Por ahora parece que las aplicaciones que vienen trabajando con SKOS para la gestión de tesauros todavía no han implementado las funcionalidades derivadas del modelo de datos de ISO 25964. Con todo, consideramos relevante conocer en qué medida se está llevando a cabo la armonización de estos estándares dentro de las aplicaciones ya ideadas para la gestión de vocabularios en la web semántica y nos planteamos ampliar el análisis a herramientas de gestión de tesauros "tradicionales" que adecúen sus aplicaciones a las exigencias de la nueva normativa y, en consecuencia, al entorno de interoperabilidad entre vocabularios que abandera SKOS.

Notas

- (1) <http://www.poolparty.biz/>
- (2) <https://code.google.com/p/skoseditor/>
- (3) <http://eurovoc.europa.eu/>
- (4) <http://agclass.nal.usda.gov/>
- (5) <http://www.ukat.org.uk/thesaurus/>

Referencias

- Dextre Clarke, S.G.; Zeng, M.L. (2012). From ISO 2788 to ISO 25964: The evolution of thesaurus Standards towards interoperability and data modeling. *Information Standards Quarterly (ISQ)*. 24(1), 20-26. Recuperado 27-05-2015 de http://www.niso.org/apps/group_public/download.php/8285/isqv24no1.pdf
- García Marco, F. J. (2014). La nueva norma de tesauros UNE ISO 25964-1. *Anuario ThinkEPI*. 8, 159-163.
- Isaac, A.; De Smedt, J. (2015). Notes apply to the published mapping between the ISO 25964 data model and the SKOS schema. Recuperado 27-05-2015 de <http://pub.tenforce.com/schemas/iso25964/skos-thes/>
- Isaac, A.; Summers, E. (2009). *SKOS Simple Knowledge Organization System Primer*. W3C Working Group, Note 18 August 2009. Recuperado 29-05-2015 de <http://www.w3.org/TR/skos-primer>
- ISO (2011). *ISO 25964-1:2011 Information and documentation -- Thesauri and interoperability with other vocabularies -- Part 1: Thesauri for information retrieval*. Geneva: International Organization for Standardization.
- ISO (2013). *ISO 25964-1:2011 Information and documentation -- Thesauri and interoperability with other vocabularies -- Part 2: Interoperability with other vocabularies*. Geneva: International Organization for Standardization.
- ISO TC46/SC9/WG8 ; Isaac, A. (2013). *Correspondence between ISO 25964 and SKOS/SKOS-XL models*. Recuperado 27-05-2015 de http://www.niso.org/apps/group_public/download.php/12351/Correspondence%20ISO25964-SKOSXL-MADS-2013-12-11.pdf
- Martínez González, M. M.; Alvite Díez, M. L. (2014a). On the evaluation of thesaurus tools compatible with the Semantic Web. *Journal of Information Science*. 40(6), 711-722. doi: 10.1177/0165551514545603
- Martínez González, M. M.; Alvite Díez, M. L. (2014b). Propuesta metodológica de evaluación de gestores de tesauros compatibles con la web semántica. *Anales de Documentación*. 17(1). Recuperado 27-05-2015 de <http://revistas.um.es/analesdoc/article/view/analesdoc.17.1.186271>
- Nagy, H.; Pellegrini, T.; Schandl, T.; Blumauer, A.; Mader, C. (2011). La realización de los casos de uso basados en tesauros con el paquete PoolParty. *BiD: textos universitarios de biblioteconomía i documentació*. (27). Recuperado 27-05-2015 de <http://bid.ub.edu/27/nagy2.htm>
- Pastor Sánchez, J. A. (2013). ISO-THES: ampliando Skos a partir de la norma de tesauros ISO 25964. *Anuario ThinkEPI*. 7, 189-193.
- Pastor Sánchez, J. A.; Martínez Méndez, F. J.; Rodríguez Muñoz, J. V. (2012). Aplicación de SKOS para la interoperabilidad de vocabularios controlados en el entorno de linked open data. *El profesional de la información*. 21(3), 245-253.
- Sánchez Cuadrado, S.; Colmenero Ruiz, M. J.; Moreiro, J. A. (2012). Tesauros: estándares y recomendaciones. *El profesional de la información*. 21(3), 229-235.
- Will, L. (2012). The ISO 25964 data model for the structure of an information retrieval thesaurus. *Bulletin of the American Society for Information Science and Technology*. 38(4), 48-51. Recuperado 27-05-2015 de https://www.asis.org/Bulletin/Apr-12/AprMay12_Will.pdf
- World Wide Web Consortium (W3C). (2009). *SKOS Simple Knowledge Organization System Reference*. W3C Recommendation 18 August 2009. W3C. Recuperado 27-05-2015 de <http://www.w3.org/TR/2009/REC-skos-reference-20090818/>

