

# **REPRESENTACIÓN DE CONOCIMIENTO BASADA EN ONTOLOGÍAS PARA LA DESCRIPCIÓN DE RELACIONES ENTRE CONTENIDOS DE VOD Y COMPETENCIAS EDUCATIVAS**



Universidad  
del Cauca

Johnny Andres Chinchajoa Taimal

David Mauricio Guzmán Delgado

Director: PhD(C) Diego Fabian Duran Dorado

Co-Director. PhD Jose Luis Arciniegas Herrera

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

**INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

**Popayán, Junio de 2015**



# **REPRESENTACIÓN DE CONOCIMIENTO BASADA EN ONTOLOGÍAS PARA LA DESCRIPCIÓN DE RELACIONES ENTRE CONTENIDOS DE VOD Y COMPETENCIAS EDUCATIVAS**

Monografía presentada como requisito para optar al título de Ingeniero en Electrónica y  
Telecomunicaciones

Johnny Andrés Chinchajoa Taimal

David Mauricio Guzmán Delgado

Director: PhD(C) Diego Fabián Duran Dorado

Co-Director. PhD José Luis Arciniegas Herrera

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

**INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

**Popayán, Junio de 2015**



# Contenido

<b>Capítulo 1: Introducción</b> .....	<b>1</b>
1.1. Problema y motivación.....	1
1.2. Objetivos.....	3
1.3. Hipótesis.....	4
1.4. Aportes investigativos.....	4
1.4.1 <i>Brechas encontradas</i> .....	4
1.4.2 <i>Aportes</i> .....	4
1.5. Metodología de trabajo.....	5
1.6. Estructura del documento.....	6
<b>Capítulo 2: Base conceptual y trabajos relacionados</b> .....	<b>9</b>
2.1 Competencias educativas.....	9
2.2 Esquema de metadatos.....	9
2.3 Representación de conocimiento.....	10
2.4 Trabajos relacionados.....	10
2.4.1 <i>Esquemas de metadatos</i> .....	11
2.4.2 <i>Representación de conocimiento</i> .....	14
2.4.3 <i>Resumen de los trabajos relacionados</i> .....	16
2.5 Resumen.....	16
<b>Capítulo 3: Adaptación de metadatos</b> .....	<b>19</b>
3.1 Estudio de esquemas de metadatos.....	20
3.1.1 <i>Selección de un esquema de metadatos educativo</i> .....	20
3.1.2 <i>Selección de un esquema de metadatos audiovisual</i> .....	21
3.1.3 <i>Selección de esquema de metadatos de competencias</i> .....	22
3.2 Integración de metadatos.....	22
3.3 Inclusión de nuevos metadatos de acuerdo con la caracterización de competencias.....	26
3.3.1 <i>Competencias generales</i> .....	32
3.3.2 <i>Competencias específicas</i> .....	33
3.4 Restructuración y redefinición de metadatos.....	33
3.5 Resumen.....	40
<b>Capítulo 4: Diseño de la representación de conocimiento basado en ontologías</b> .....	<b>43</b>
4.1 Justificación.....	43
4.2 Especificación de requisitos.....	45
4.3 Adquisición de conocimiento.....	45
4.4 Etapa de diseño.....	46

4.4.1	<i>Paso 1: Dominio y alcance de la representación de conocimiento</i> .....	46
4.4.2	<i>Paso 2. Considerar la reutilización de ontologías existentes</i> .....	47
4.4.3	<i>Paso 3. Enumerar términos importantes para la representación de conocimiento</i> ...	48
4.4.4	<i>Paso 4. Definir las clases y la jerarquía de clases</i> .....	48
4.4.5	<i>Paso 5. Definir las propiedades de las clases</i> .....	52
4.5	Características adicionales .....	57
4.5.1	<i>Propiedad inversa</i> .....	57
4.5.2	<i>Propiedades transitivas</i> .....	58
4.6	Resultado final de la representación de conocimiento .....	59
4.7	Resumen.....	61
<b>Capítulo 5: Prototipo parcial de la representación de conocimiento basada en ontologías ..</b>		<b>63</b>
5.1	Fase 1: descripción de contenidos de VoD .....	63
5.1.1	<i>Objetivo de la fase</i> .....	64
5.1.2	<i>Selección de los participantes</i> .....	64
5.1.3	<i>Definición de los Recursos informáticos</i> .....	64
5.1.4	<i>Selección de contenidos de VoD</i> .....	65
5.1.5	<i>Selección del lugar</i> .....	65
5.1.6	<i>Ejecución de la Fase 1: descripción de contenidos y competencias</i> .....	65
5.2	Fase 2: adaptación de las descripciones de los contenidos a la representación de conocimiento basada en ontología .....	70
5.3	Resumen.....	76
<b>Capítulo 6: Evaluación de la representación de conocimiento basada en ontologías .....</b>		<b>77</b>
6.1	Evaluación de metadatos .....	77
6.1.1	<i>Objetivo de la evaluación</i> .....	77
6.1.2	<i>Selección de evaluadores</i> .....	78
6.1.3	<i>Descripción del lugar</i> .....	78
6.1.4	<i>Definición de los recursos</i> .....	78
6.1.5	<i>Tipo de verificación</i> .....	78
6.1.6	<i>Ejecución de la evaluación</i> .....	78
6.1.7	<i>Análisis de resultados</i> .....	79
6.2	Evaluación cualitativa de la representación de conocimiento .....	83
6.3	Evaluación cuantitativa de la representación de conocimiento.....	86
6.3.1	<i>Objetivo de la evaluación</i> .....	87
6.3.2	<i>Consideraciones</i> .....	87
6.3.3	<i>Selección de los participantes</i> .....	90
6.3.4	<i>Descripción del lugar</i> .....	90

6.3.5	<i>Definición de los recursos</i> .....	90
6.3.6	<i>Definición de métricas</i> .....	91
6.3.7	<i>Ejecución de la evaluación</i> .....	91
6.3.8	<i>Análisis de resultados</i> .....	92
6.4	Resumen .....	99
<b>Capítulo 7: Conclusiones y trabajos futuros</b> .....		<b>101</b>
7.1	Conclusiones .....	101
7.2	Contribuciones .....	103
7.3	Trabajos futuros .....	104
<b>Bibliografía</b> .....		<b>105</b>



# Lista de Figuras

<i>Figura 1.5.5.1 Metodología y modelos seguidos en el proyecto. Fuente propia</i> .....	5
<i>Figura 3.1 Metodología para la adaptación de metadatos. Fuente propia</i> .....	19
<i>Figura 3.2.1 Comparación entre elementos de los esquemas seleccionados. Fuente propia</i> .....	23
<i>Figura 3.3.1 Estándares de competencias por materias. Fuente propia</i> .....	28
<i>Figura 3.3.2 Estándares de competencias por niveles. Fuente propia</i> .....	29
<i>Figura 3.3.3 Estructura de estándares de competencia para comunicación lingüística. Tomada de [41]</i> .....	30
<i>Figura 3.3.4 Estándares de competencia por dimensión. Fuente propia</i> .....	30
<i>Figura 3.3.5 Estándares de competencias del MEN. Fuente propia</i> .....	32
<i>Figura 3.3.6 Características de competencias específicas. Fuente propia</i> .....	33
<i>Figura 3.4.1. Modelo para describir contenidos educativos de VoD. Fuente propia</i> .....	34
<i>Figura 3.4.2. Grupo de metadatos para la descripción de contenidos educativos de VoD para competencias. Fuente propia</i> .....	35
<i>Figura 4.1.1 Metodología para la generación de una ontología. Tomada de [23]</i> .....	44
<i>Figura 4.4.1 Jerarquía inicial de la ontología. Fuente propia</i> .....	49
<i>Figura 4.4.2 Jerarquía con base en similitud de metadatos entre los definidos para Programa y Segmento, y los tipos de competencia. Fuente propia</i> .....	50
<i>Figura 4.4.3 Jerarquía con base en las características de competencias educativas. Fuente propia</i> .....	52
<i>Figura 4.4.4 Propiedades de la clase Grupo Programas. Fuente propia</i> .....	54
<i>Figura 4.4.5 Propiedades de la clase Programa. Fuente propia</i> .....	54
<i>Figura 4.4.6 Propiedades de la clase Segmento. Fuente propia</i> .....	55
<i>Figura 4.4.7 Propiedades de la clase Competencia General. Fuente propia</i> .....	55
<i>Figura 4.4.8 Propiedades de la clase Competencia Específica. Fuente propia</i> .....	56
<i>Figura 4.4.9 Modelo conceptual de la ontología. Fuente propia</i> .....	57
<i>Figura 4.5.1 Relaciones inversas. Fuente propia</i> .....	58
<i>Figura 4.5.2 Modelo conceptual de la ontología con propiedades inversas. Fuente propia</i> .....	58
<i>Figura 4.5.3 Ejemplo de propiedad transitiva aplicado al modelo del proyecto. Fuente propia</i> .....	59
<i>Figura 4.5.4 Modelo conceptual de la ontología con propiedades transitivas. Fuente propia</i> .....	59
<i>Figura 4.6.1 Modelo conceptual de la representación con las propiedades SplitIn y hadBy. Fuente propia</i> .....	60
<i>Figura 4.6.2 Fragmento de la representación de conocimiento producida por Protegé. Fuente propia</i> .....	61
<i>Figura 5.1.2 Desarrollo del prototipo parcial de la representación. Fuente propia</i> .....	63
<i>Figura 5.1.1 Metadatos para la descripción de contenidos. Fuente propia</i> .....	64
<i>Figura 5.1.2. Pasos seguidos para la descripción de los contenidos. Fuente propia</i> .....	66
<i>Figura 5.2.1. Pasos seguidos para la adaptación del conjunto de contenidos descritos a la representación de conocimiento propuesta. Fuente propia</i> .....	70
<i>Figura 5.2.2 Fragmento de las características de las competencias ingresadas en la ontología. Fuente propia</i> .....	71
<i>Figura 5.2.3 Fragmento de las competencias ingresadas en las clases de las competencias generales y específicas. Fuente propia</i> .....	73
<i>Figura 5.2.4 Individuos de las competencias generales. Fuente propia</i> .....	74
<i>Figura 5.2.5 Individuos de las competencias específicas. Fuente propia</i> .....	74
<i>Figura 5.2.6 Ejemplo de individuos definidos en las clases Programa y Segmento. Fuente propia</i> .....	75
<i>Figura 5.2.7 Fragmento de base de conocimiento. Fuente propia</i> .....	76
<i>Figura 6.1.1 Consideraciones para la evaluación de metadatos. Fuente propia</i> .....	77
<i>Figura 6.1.2 Resultados acerca de los metadatos de competencia difíciles de entender. Fuente propia</i> .....	79
<i>Figura 6.1.3 Resultados acerca de los metadatos no adecuados para la descripción de estándares de competencia. Fuente propia</i> .....	80
<i>Figura 6.1.4 Resultados acerca de los metadatos no adecuados para la descripción de estándares de competencia. Fuente propia</i> .....	81
<i>Figura 6.2.1 Error en la ejecución del razonador. Fuente propia</i> .....	84
<i>Figura 6.2.2 Éxito en la ejecución del razonador. Fuente propia</i> .....	84
<i>Figura 6.2.3 Relaciones inferidas no esperadas. Fuente propia</i> .....	85
<i>Figura 6.2.4 Relaciones esperadas y no esperadas. Fuente propia</i> .....	85

<i>Figura 6.2.5 Relaciones inferidas correctamente. Fuente propia.</i>	86
<i>Figura 6.3.1 Consideraciones para la evaluación de la representación de conocimiento. Fuente propia.</i>	87
<i>Figura 6.3.2 Contenidos que pueden ser consultados. Fuente propia.</i>	87
<i>Figura 6.3.3 Caso de uso del servicio de consulta. Fuente propia.</i>	88
<i>Figura 6.3.4 Precisión de los resultados para cada consulta y docente en la representación de conocimiento. Fuente propia.</i>	93
<i>Figura 6.3.5 Precisión de los resultados para cada consulta y docente en YouTube. Fuente propia.</i>	94
<i>Figura 6.3.6 Porcentaje de precisión. Fuente propia.</i>	95
<i>Figura 6.3.7 Precisión para el promedio de los resultados útiles en las pruebas. Fuente propia.</i>	96
<i>Figura 6.3.8 Recall y Precisión para la Representación de conocimiento. Fuente propia.</i>	98
<i>Figura 6.3.9 Recall y Precisión para YouTube. Fuente propia.</i>	98

# Lista de Tablas

<i>Tabla 3.1.1 Comparación de esquemas de metadatos para describir contenidos educativos</i>	20
<i>Tabla 3.1.2 Comparación de esquemas de metadatos para describir contenidos audiovisuales</i>	21
<i>Tabla 3.2.1 Comparación de elementos de datos</i>	24
<i>Tabla 3.3.1 Características para describir estándares de competencias</i>	32
<i>Tabla 3.3.2 Características para describir competencias específicas</i>	33
<i>Tabla 3.4.1 Redefinición del grupo de metadatos seleccionados</i>	35
<i>Tabla 4.4.1 Preguntas básicas para la definición del alcance y dominio de la ontología</i>	46
<i>Tabla 4.4.2 Elementos similares definidos entre el grupo de Programa y Segmento</i>	49
<i>Tabla 5.1.1 Ejemplo de estándares de competencia (Competencia General) y competencias específicas asociadas</i>	67
<i>Tabla 5.1.2 Fragmento de la segmentación de contenidos</i>	68
<i>Tabla 6.1.1 Descripción del metadato Contexto para la descripción del contenido educativo de VoD</i>	82
<i>Tabla 6.3.1 Descripción del caso de uso del sistema</i>	89
<i>Tabla 6.3.2 Consultas realizadas</i>	89
<i>Tabla 6.3.3 Perfiles de los participantes</i>	90
<i>Tabla 6.3.4 Características de la métrica precision</i>	91
<i>Tabla 6.3.5 Características de la métrica Recall</i>	91
<i>Tabla 6.3.6 Resultados de las consultas</i>	92
<i>Tabla 6.3.7 Promedio de los resultados útiles y precision obtenida</i>	94
<i>Tabla 6.3.8 Recall para el promedio de los resultados obtenido en la evaluación</i>	97



# Capítulo 1: Introducción

Este capítulo presenta el problema que motiva la realización del trabajo de grado. Además describe los objetivos, la hipótesis, la solución propuesta y los aportes al estado de conocimiento actual a partir de los resultados más importantes al finalizar el desarrollo del proyecto. El capítulo describe también la metodología usada para el desarrollo de las diferentes actividades que condujeron a los resultados del trabajo de grado, y finaliza con la descripción de la Estructura del documento.

## 1.1. Problema y motivación

Algunos países de Latinoamérica y Europa han establecido modelos educativos basados en el desarrollo de competencias, en busca de calidad educativa [1]. Estos modelos educativos son considerados un elemento eficaz para proporcionar equidad, amplitud de oportunidades educativas y democratización de conocimiento. Es la razón para que los estándares básicos de competencias sean considerados como criterios claros y públicos para determinar si un estudiante, una institución educativa o el sistema educativo cumplen dichas expectativas [2], lo que permite que el estudiante aprenda en cada una de las áreas a lo largo de su proceso educativo con calidad [1].

Si bien es importante, en el aprendizaje del estudiante, la adopción de conocimientos específicos en áreas particulares como matemáticas, ciencias o lenguaje; el modelo de educación basado en competencias propone la adquisición de habilidades y aptitudes, que en conjunto, permitan a la persona resolver problemas y situaciones de la vida cotidiana [3]. A modo de ejemplo, no es tan importante en una persona leer y cuanto lee, sino el que competencia tiene para la lectura, es decir, que capacidad tiene para identificar ideas y/o argumentos en el texto [1].

Ahora bien, el cambio de las metodologías educativas y la era digital de la sociedad, resultado del desarrollo y popularización del computador e Internet, ha tenido un gran impacto en los procesos de enseñanza y aprendizaje llevados a cabo por estudiantes y docentes. Existen ahora propuestas en torno a las Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC) para mejorar las oportunidades de aprendizaje, facilitar el intercambio de información e incrementar el acceso a diversos contenidos educativos [4]. En concordancia con lo que proponen las competencias educativas, las herramientas TIC contribuyen al ejercicio de enseñanza y aprendizaje de calidad [5]. Es por esto que las TIC se han convertido en aliados inigualables para la educación, ya que permite la interacción con repositorios de conocimiento y la comprensión de conceptos, de manera transversal e integrada.

Esto ha llevado a que estudiantes y docentes desarrollen habilidades para hallar, adquirir y distribuir contenidos educativos, que les permiten fortalecer el conocimiento presentado en los salones de clase [5]. Dentro de estos contenidos hay que descartar los recursos audiovisuales con los cuales es posible adquirir información adicional, con un alto grado de motivación y comprensión [6]. Por ejemplo, si un estudiante escucha una descripción

simultáneamente con una animación, el porcentaje de aprendizaje es mayor que cuando oye o ve de forma independiente. Una persona aprende un 10 por ciento de lo que lee, un 20 por ciento de lo que escucha, un 30 por ciento de lo que ve y un 50 por ciento de lo que escucha y ve [6]. Por esta razón, estudiantes y docentes buscan contenidos audiovisuales, por lo general en servicio de Video Bajo Demanda (VoD) como YouTube [7], Educatube [8] o Utubersidad [9], con el fin de obtener material educativo audiovisual.

Sin embargo, con el aumento de la creación, edición y publicación de videos, crece el número de contenidos audiovisuales disponible en los servicios de VoD haciendo más difícil encontrar información útil. Esta situación es crítica cuando los docentes y estudiantes requieren encontrar contenidos que satisfagan necesidades educativas en torno a unas competencias específicas, invirtiendo gran cantidad de tiempo en la búsqueda. Lo anterior es causado porque los servicios de VoD no tienen en cuenta consideraciones a nivel tecnológico que faciliten el acceso a contenidos asociados a unas competencias específicas.

Lo primero a tener en cuenta es la no consideración de las competencias en la descripción de los contenidos educativos de VoD, por lo cual es importante mencionar a los esquemas de metadatos, los cuales aportan una descripción codificada de los contenidos a los que están asociados, quedando así identificados y preparados para su recuperación en distintos contextos con vistas a su uso y reutilización. Existen esquemas útiles para la descripción de contenidos educativos como Learning Object Metadata (LOM) [10] y Educational Modelling Language (EML) [11], o para describir contenidos audiovisuales como TV-AnyTime [12] y MPEG-7 [13], sin embargo, en ninguno de los esquemas mencionados existen metadatos que hagan referencia específica a competencias educativas.

Particularmente desde el punto de vista educativo, los esquemas para describir recursos educativos (LOM y EML) definen metadatos que carecen de un nivel de especificación que permita describir los contenidos asociando las competencias educativas y en cambio, definen elementos que pueden resultar muy generales para fines tan específicos. Desde el punto de vista del tipo de servicio, estos esquemas no incluyen características particulares del VoD como la segmentación<sup>1</sup>, la cual es pertinente al desarrollar diferentes tópicos (por ejemplo un grupo variado de competencias) en diferentes intervalos de tiempo durante su reproducción [12]. Por estas razones, el uso de estos esquemas, tal como están definidos, dificultaría la recuperación de contenidos de VoD cuando exista un interés particular por determinadas competencias por parte del usuario. Sin embargo esquemas como LOM permiten realizar adaptaciones para hacer los esquemas más adecuados [14], [15], [16].

Por otro lado, los servicios de VoD no han establecido relaciones entre los contenidos educativos y las competencias, por lo cual es importante mencionar a las representaciones de conocimiento, que surgen como herramientas útiles para modelar datos y conceptos, de tal manera que puedan ser relacionados y utilizados por máquinas.

---

<sup>1</sup> En Tv-Anytime los metadatos de segmentación permite que el usuario pueda acceder tanto al contenido completo como a cada uno de los segmentos identificados en el mismo [12].

Dentro de estas representaciones las basadas en ontología juegan un papel importante en el campo de la educación, ya que permiten vincular y estructurar conceptos educativos en recursos para el aprendizaje, permitiendo razonar sobre el contenido para facilitar su recuperación en diferentes entornos como sistemas de información y web semántica [17]. Es por esto, que existen representaciones basadas en ontologías en áreas específicas de la educación como EngMath Ontology [18] u OpenMath [19] en el área de las matemáticas. Sin embargo, representaciones como las mencionadas no hacen descripciones de las competencias educativas que permitan establecer relaciones entre estas y recursos educativos, en especial contenidos de VoD. Debido a esto, en buscadores y sistemas de recomendaciones, que generalmente están integrados en servicios de VoD, no es posible realizar una recuperación eficaz de los contenidos educativos en torno a las competencias, lo que genera falta de precisión en los resultados.

Lo mencionado anteriormente motivó a plantear los retos para afrontarlos en el desarrollo del trabajo de grado:

1. Describir contenidos de VoD asociados a competencias educativas.
2. Describir relaciones entre competencias educativas y contenidos de VoD.

Teniendo en cuenta el problema descrito hasta aquí y los retos anteriormente definidos, surge la siguiente pregunta de investigación ¿Cómo describir relaciones precisas entre contenidos educativos de VoD y competencias educativas? La precisión hace referencia a que el acceso a contenidos a partir de las relaciones semánticas establecidas, responden a necesidades particulares de los usuarios en torno a competencias educativas.

Para poder describir este tipo de relaciones, la adaptación de un grupo de esquemas de metadatos aporta unos elementos descriptivos que son modelados en una representación de conocimiento basada en ontologías.

## 1.2. Objetivos

El objetivo general de este trabajo es:

- Proponer una representación del conocimiento basada en ontologías, que describa relaciones entre los contenidos de VoD y las competencias educativas.

Como objetivos específicos tenemos:

1. Adaptar uno o más esquemas de metadatos para la descripción de contenidos educativos de VoD a partir de las competencias educativas.
2. Diseñar una representación del conocimiento basada en ontologías para la descripción de relaciones entre contenidos educativos de VoD y las competencias educativas a partir del grupo de metadatos adaptados.
3. Implementar un prototipo de la representación de conocimiento basada en ontologías de acuerdo a un grupo de competencias de un área específica de la educación.

4. Evaluar experimentalmente la representación del conocimiento mediante un servicio de consulta de contenidos educativos de VoD sobre el prototipo parcial, teniendo en cuenta métricas de clasificación.

## 1.3. Hipótesis

La hipótesis de este trabajo es: Una representación de conocimiento basada en ontología permitirá describir relaciones semánticas entre los contenidos de VoD y las competencias educativas de forma precisa. El uso de este tipo de representaciones parte de las conclusiones del estado del arte, la cual indica que las ontologías permiten establecer de forma más natural relaciones entre recursos y conceptos del dominio.

## 1.4. Aportes investigativos

### 1.4.1 Brechas encontradas

A partir de la revisión hecha en el estado del arte, consignada en el capítulo 2, las brechas existentes son planteadas:

- No se evidenció la existencia de un esquema de metadatos que describa los contenidos de VoD en torno a competencias educativas. Aunque existen algunos trabajos, como el propuesto en [20], en el cual propone un esquema de metadatos para la marcación de contenidos educativos en entorno de IPTV, aún no tiene en cuenta las competencias educativas, ya que no ha considerado ningún esquema de competencias. En cambio, define a las competencias a un nivel muy limitados, más específicamente como un proceso cognitivo. Por tanto, los tres tipos de recursos no han sido considerados de forma conjunta con el objetivo de describir los contenidos educativos de VoD a partir de las competencias.
- No fue evidenciado la existencia de trabajos del ámbito educativo, que consideren la segmentación en la descripción de características propias de las competencias educativas. Aunque [20] propone la descripción de contenidos educativos a través de segmentos, esta descripción no está basada en competencias educativas. Si una descripción segmentada a partir de competencias no es considerada, es difícil describir los contenidos audiovisuales de forma precisa a partir de un concepto educativo, en este caso, las competencias.
- Algunas de las representaciones de conocimiento halladas tienen en cuenta las competencias educativas como propiedades o capacidades de los individuos, centrándose en el perfil del usuario. No son utilizadas como base para la representación de un dominio de conocimiento, en la cual a partir de características propias de las competencias educativas y la descripción de contenidos de VoD, sea posible describir relaciones precisas para contenidos de VoD asociados a competencias educativas.

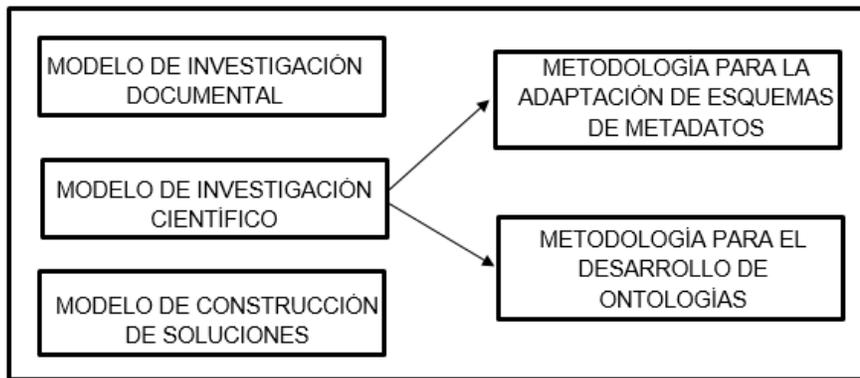
### **1.4.2 Aportes**

Este proyecto genera aportes a nivel académico e investigativo que serán expuestos en los siguientes puntos:

- Un grupo de metadatos resultado de una adaptación que considere de forma conjunta: a) el tipo de recurso, en este caso, educativo; b) las competencias involucradas en modelos educativos, privilegiando el modelo del Ministerio de Educación Nacional de Colombia (MEN) [37]; y c) el servicio, considerando que los contenidos son de VoD, donde el desarrollo del trabajo tuvo en cuenta una descripción por segmentos, propia de los contenidos audiovisuales.
- Una representación del conocimiento basada en ontologías que permita describir relaciones entre competencias educativas y contenidos de VoD. Esta representación estará formada por una jerarquía de clases y contenidos de VoD en torno a las competencias, las cuales estarán relacionadas a través de propiedades. Todo lo anterior parte del grupo de metadatos mencionados en el aporte 1.
- Un prototipo de la representación de conocimiento para contenidos educativos de VoD de acuerdo a un grupo de competencias de un área específica de la educación, basado en los lineamientos propuestos en los estándares básicos de competencias del MEN [37].
- Un prototipo para el servicio de consulta de contenidos educativos de VoD que utilice el prototipo parcial de la representación de conocimiento basada en ontologías del aporte 3.
- Un servicio de consultas, desarrollado para la evaluación de la representación de conocimiento basada en ontología, teniendo en cuenta métricas de clasificación.

## **1.5. Metodología de trabajo**

La metodología para el desarrollo del presente proyecto es la descrita por Serrano en el documento “Modelo Integral para el Profesional en Ingeniería” [21], la cual está basada en el método científico. Esta metodología consta de tres modelos: investigación documental, investigación científico y construcción de soluciones. Además serán tenidas en cuenta dos metodologías específicas para la adaptación de esquemas de metadatos para recursos educativo [22] y para el diseño de ontologías [23], tal como lo describe la figura 1.5.1.



*Figura 5.5.5.1 Metodología y modelos seguidos en el proyecto. Fuente propia*

- Modelo de investigación documental: analiza el dominio del problema, sintetizando los referentes teóricos y desarrollando una base conceptual de los esquemas de metadatos, representaciones de conocimiento y competencias educativas para el presente proyecto.
- Modelo de investigación científico: referente para la adaptación de metadatos en busca de la descripción de contenidos de VoD del objetivo específico 1, y el diseño de la representación de conocimiento basada en ontología del objetivo específico 2.

El cumplimiento del objetivo 1 toma como base la metodología usada en [22] para la adaptación de esquemas de metadatos, la cual consta de los siguientes pasos:

1. Caracterización de competencias.
2. Estudio y selección de esquemas de metadatos existentes para la descripción de contenidos educativos, audiovisuales y asociados a competencias.
3. Integración de los metadatos que hagan una descripción genérica del contenido educativo de VoD relacionado con la parte educativa, audiovisual y de competencias.
4. Redefinición de los metadatos elegidos teniendo en cuenta la caracterización de las competencias educativas.

El diseño de la representación de conocimiento basada en ontología del objetivo específico 2, tiene en cuenta la metodología usada en [23] que consta de los siguientes pasos:

1. Determinar el dominio y alcance de la ontología.
2. Enumerar términos importantes para la ontología.
3. Definir clases y jerarquía de clases.
4. Definir las propiedades de las clases.
5. Definir las facetas de las propiedades.
  - 5.1. Definir cardinalidad de las propiedades.
  - 5.2. Definir tipo de valor de las propiedades.
  - 5.3. Definir dominio y rango de las propiedades.

- Modelo de construcción de soluciones: referente para realizar el prototipo parcial de la representación de conocimiento del objetivo específico 3, y también para el desarrollo del servicio de consultas y su evaluación, del objetivo específico 4. Este modelo es caracterizado por cuatro fases: estudio de prefactibilidad, formulación del proyecto, ejecución del proyecto y validación de la solución.

## **1.6. Estructura del documento**

Este documento ha sido dividido de la siguiente forma:

- El capítulo 1 presenta la introducción, la definición del problema y la estructura general del desarrollo del trabajo de grado.
- El capítulo 2, denominado “Base conceptual y trabajos relacionados”, hace referencia a los conceptos fundamentales, tecnologías, trabajos y experiencias previas de otros investigadores acerca de contenidos educativos asociados a competencias.
- El capítulo 3, denominado “Adaptación de metadatos”, aporta el grupo de metadatos seleccionados para la descripción del contenido educativo de VoD en torno a las competencias.
- El capítulo 4, denominado “Diseño de la representación de conocimiento basada en ontologías”, aporta la representación de conocimiento basada en ontologías diseñada a partir de los metadatos seleccionados en el capítulo 3.
- El capítulo 5, denominado “Prototipo parcial de la representación de conocimiento basada en ontología”, describe pasos para la generación de una base de conocimiento ontológica.
- El capítulo 6, denominado “Evaluación de la representación de conocimiento basada en ontologías”, evidencia las actividades realizadas, la selección del entorno de implementación, la configuración del entorno, los elementos utilizados, resultados obtenidos y análisis de la evaluación.
- Finalmente, el capítulo 7 presenta las conclusiones, trabajos futuros y aportes producto del desarrollo del presente trabajo de grado.



# Capítulo 2: Base conceptual y trabajos relacionados

Este capítulo hace un resumen de los conceptos tecnológicos y teóricos fundamentales para el desarrollo del proyecto, aquí hay conceptos como: competencias educativas, esquemas de metadatos y representación de conocimiento. Además está descrito un listado de trabajos relacionados con sus brechas y aportes frente a la presente propuesta.

## 2.1 Competencias educativas

La competencia es “una combinación dinámica de atributos, habilidades y actitudes” [24], formadas de diversas maneras y evaluadas en escalas diferentes, que pueden dividirse en específicas de un área o campo de estudio y en genéricas, es decir, comunes a cualquier curso. Desde el punto de vista de competencia educativa es una manifestación transversal de los componentes actitudinal, técnico, procedimental y social, sin los cuales no podría hablarse del logro de una competencia según [24]. Por esta razón, ya no está bien referirse a un contenido adquirido, sino de una aplicación contextualizada, transferida a una situación concreta de aprendizaje.

Actualmente existen muchas definiciones para las competencias, ya que pueden ser consideradas desde varios ámbitos como el educativo, laboral, deportivo, tecnológico entre otros [25]. A nivel educativo por ejemplo las competencias pueden confluir en dos tipos, competencias generales y específicas. El concepto de competencia es ampliado desde diferentes puntos de vista en el Anexo A.

A nivel tecnológico existen propuestas en torno a las competencias, con el fin de modelarlas usando un formato único y global para almacenarlas, organizarlas y mapearlas. En especial, el esquema Reusable Definition Of Competency and Educational Objective (RDCEO) define la competencia de una forma general, englobando conceptos más precisos en torno a cuatro ejes: Definición; Evidencia; Contexto; y Dimensiones. Este esquema de metadatos es utilizado para la adaptación de metadatos del capítulo 3.

## 2.2 Esquema de metadatos

Los metadatos son elementos importantes para lograr la interoperabilidad entre diferentes sistemas, y facilitar los procesos de descripción, búsqueda, selección y recuperación de información digital. En [22] define tres tipos de metadatos, destacando para el presente trabajo los metadatos descriptivos, los cuales tienen como propósito identificar cómo un recurso puede distinguirse de otro y seleccionar recursos que cubran necesidades particulares.

El proyecto decidió tener en cuenta un grupo de metadatos que facilite el reconocimiento de conceptos para la descripción de relaciones entre competencias educativas y

contenidos de VoD, que sirvieran como base para el desarrollo de la representación de conocimiento. El grupo de metadatos consideró de forma conjunta: a) el tipo de recurso, en este caso educativo; b) el servicio, considerando que los contenidos son de VoD; y c) las competencias involucradas en el recurso educativo. Para ello, las secciones B.2, B.3 y B.4 del Anexo B, describen los esquemas de metadatos para la descripción de recursos educativos, audiovisuales y de competencia, dándole mayor importancia a LOM (Learning Object Metadata), MLR (Metadata for Learning Resources), TV-Anytime y RDCEO que fueron los esquemas seleccionados para realizar la adaptación de metadatos descrita en el capítulo 3. Es importante indicar que solo se tuvieron en cuenta metadatos descriptivos debido a su definición y el propósito que cumplen en este trabajo, identificar características particulares de cada tipo de recurso.

En [20] la propuesta es un esquema para la descripción de contenidos educativos en entornos de IPTV, el cual destaca que incluye la descripción segmentada de los contenidos. Sin embargo, esta descripción no está enfocada a fines tan específicos como las competencias educativas involucradas en los contenidos. Para esto, es necesario incluir un esquema de metadatos del ámbito de las competencias, el cual tiene en cuenta este trabajo.

## **2.3 Representación de conocimiento**

Las representaciones de conocimiento son mecanismos que permiten representar datos en un lenguaje formal de manera que las máquinas los usen para extraer inferencias lógicas [26]. Es aquí donde la lógica junto a las ontologías proveen estructuras formales y reglas de inferencia en un dominio de conocimiento.

Las ontologías son una herramienta para compartir información, conocimiento y conseguir la interoperabilidad a través de la definición de un vocabulario formal de los conceptos del dominio y un conjunto de relaciones entre ellos, que permitan que las aplicaciones “comprendan” la información. Es importante para el desarrollo de cualquier ontología definir un dominio de conocimiento. El presente trabajo toma como dominio de conocimiento las relaciones entre competencias educativas y contenidos de VoD. Para esto, son útiles los conceptos obtenidos a partir de los metadatos adaptados en el capítulo 3, los cuales parten de los esquemas seleccionados (ver sección 2.2). Una descripción detallada sobre las representaciones ontológicas está descrito en el Anexo C.

## **2.4 Trabajos relacionados**

A continuación se presenta el resumen de los trabajos más relacionados con representaciones de conocimiento basadas en ontologías y esquemas de metadatos, mostrando las brechas y aportes de cada una de las revisiones con respecto al presente proyecto. Los trabajos han sido clasificados de acuerdo a dos de los modelos definidos en [27] para la estructura de una representación de conocimiento, estos dos son la descripción de contenidos a través de esquemas de metadatos y las representaciones de conocimiento. El primer modelo define la descripción de contenidos usando metadatos, y el segundo está centrado en el establecimiento de relaciones entre recursos y un dominio de conocimiento.

### 2.4.1 Esquemas de metadatos

A continuación se describen algunos trabajos que brindan aportes en la adaptación de un esquema de metadatos para la descripción del contenido.

- Using Linked Data to Annotate and Search Educational Video Resources for Supporting Distance Learning [28]:

El diseño de un sistema para el etiquetado y la búsqueda de videos educativos, relacionando el contenido audiovisual con otros recursos educativos a través de datos enlazados (Linked Data). El etiquetado es realizado con base en el vocabulario de Linked Open Data Cloud junto con la colaboración de grupos de personas relacionados con el tema, como estudiantes, profesores o expertos. El sistema de etiquetado y el buscador están relacionados mediante las etiquetas, por lo que las funcionalidades semánticas del buscador están basadas en las descripciones de contenidos hechas en el sistema de etiquetado. Teniendo en cuenta que los videos educativos son el tipo de contenido a tratar en la propuesta a desarrollar, el aporte de este trabajo son los criterios para la descripción de videos educativos usando el etiquetado, las relaciones entre contenidos y la asociación de estos a un mismo concepto. Sin embargo este trabajo no ha tenido en cuenta la descripción de contenidos audiovisuales a partir de competencias.

- Desarrollo de un esquema de metadatos para la descripción de recursos educativos: El perfil de aplicación MIMETA [22]:

Este trabajo hace una revisión de los principales conceptos relacionados con metadatos educativos y estándares para perfiles de aplicación empleados en proyectos de bibliotecas digitales educativas. Como aporte, este trabajo presenta la metodología y adaptación de un esquema tras realizar un análisis de los esquemas de metadatos LOM y Dublin Core, estudiando sus fortalezas y debilidades, analizando la riqueza descriptiva del primero y la simplicidad del segundo, además identifica cinco categorías semánticas que recogen características propias del contexto educativo. Sin embargo, este es un trabajo que hace revisión de esquemas de metadatos asociados a recursos educativos en general, presentando como brecha la carencia de esquemas de metadatos para describir contenidos audiovisuales, en especial para su segmentación y asociación con competencias educativas.

- ISO/IEC 19788 MLR: Un Nuevo Estándar de Metadatos para Recursos Educativos [29]:

Este trabajo hace una descripción del nuevo estándar de metadatos ISO/IEC MLR para recursos educativos y se compara con los esquemas de metadatos Dublin Core y LOM. El aporte se presenta en la información suministrada a partir de la comparación entre el estándar MLR, Dublin Core y LOM, pudiendo ver los metadatos que los relaciona y los diferencia. De esta manera se podría determinar algunos criterios de diseño para determinar el uso de uno de los esquemas o su adaptación integrando los metadatos que los hace más eficientes que los otros. Sin embargo el

trabajo solo hace un análisis de los esquemas de metadatos asociados a recursos educativos en general y no de los que describen contenidos educativos de VoD en los cuales no es tenida en cuenta la segmentación del contenido para su descripción.

- Creating a LOM Metadata Profile for Distance Learning: An Ontological Approach [14]:

En busca de satisfacer los requerimientos de un aprendizaje a distancia, en este trabajo es propuesta la adaptación del esquema de metadatos IEEE LOM para poder describir recursos educativos en torno a este tipo de aprendizaje. Este trabajo aporta la metodología de adaptación del esquema original, ya que describe en detalle los cambios realizados sobre este al igual que su implementación en una ontología. Aquí es importante el uso de esquemas de metadatos como base para el diseño de una ontología, ya que permite reconocer la naturaleza de los conceptos que van a ser representadas en la ontología. Sin embargo, el trabajo no tuvo en cuenta las competencias educativas en la descripción de los recursos educativos y además considera recursos educativos generales por lo que no cuenta con esquemas de metadatos audiovisuales para la correcta descripción de contenidos educativos de VoD.

- Perfiles de aplicación multimedia basado en estándares: un caso concreto para la UNED [15]:

Este trabajo hace una revisión de esquemas de metadatos y estándares disponibles para proponer el diseño de perfiles de aplicación cuya semántica asociada optimice la búsqueda sobre repositorios de objetos multimedia relacionados con la educación. El aporte de este proyecto es la metodología, tipología y arquitectura de metadatos usada para describir los recursos educativos, para la adaptación de esquemas de metadatos asociados a contenidos audiovisuales y educativos. Para ello el trabajo extiende el desarrollo de herramientas telemáticas y criterios de diseño que sirven de ayuda en el momento de coordinar el diseño, realización y gestión de los recursos digitales usando metadatos, de esta manera es presentado un grupo de metadatos resultado de la adaptación de los esquemas de metadatos MPEG-7 y LOM. La brecha de este trabajo es que no se tienen en cuenta las competencias educativas en la descripción de los contenidos, aunque el trabajo hable de recursos educativos.

- Competence-related Metadata for Educational Resources that Support Lifelong Competence Development Programmes [30]:

Este trabajo describe la adaptación del estándar IEEE LOM para el etiquetado de recursos educativos en torno a competencias, donde no solo se tiene en cuenta este estándar sino también diferentes adaptaciones reconocidas como IMS RDCEO, IEEE RDC y HR-XML, centrados en la descripción de competencias generales. El aporte de este trabajo es la adaptación realizada del estándar LOM en torno a competencias, el cual no solo describe el resultado de la adaptación sino también la metodología usada. La brecha encontrada en este trabajo es que está centrado en competencias laborales y no tiene un enfoque educativo, sin embargo la adaptación realizada tiene metadatos que pueden ser utilizados en un contexto educativo. Además, este trabajo considera recursos educativos generales, por tanto no tiene en

cuenta la descripción de contenidos audiovisuales y ningún esquema de metadatos que contemple la naturaleza de este tipo de contenido.

- Desarrollo de competencias a través de objetos de aprendizaje [16]:

Este trabajo propone la clasificación de objetos de aprendizaje como recursos dirigidos al desarrollo de competencias, que ayude con la adecuada recuperación y reutilización de estos recursos. El aporte está en la adaptación realizada sobre el esquema de metadatos para recursos educativos LOM-ES, con el fin de usarlo en la catalogación de los recursos por competencias haciendo su clasificación a través de metadatos del esquema y palabras clave. La brecha frente a la presente propuesta es que no tiene en cuenta dentro de los recursos educativos los contenidos de VoD, ya que no se cuenta con un esquema de metadatos que considere este tipo de contenido.

- Esquema de metadatos para contenidos multimedia educativos en entornos de IPTV [20]:

Este trabajo pretende la marcación de contenidos multimedia educativos de IPTV, para lo cual propone un esquema de metadatos que considerara características del ámbito educativo y audiovisual. Lo anterior es logrado realizando un análisis exhaustivo de los esquemas más utilizados y vigentes para la descripción de recursos de televisión, donde finalmente fue seleccionó a TV-Anytime como esquema base, luego fue seleccionado un conjunto de metadatos educativos de diferentes esquemas en este ámbito. Este trabajo destaca el análisis entre los esquemas de metadatos más representativos en el ámbito educativo y audiovisual, y también el esquema propuesto donde se integran características de los recursos educativos y audiovisuales. Sin embargo, la descripción de competencia en el esquema propuesto reduce a un metadato que indica un proceso cognitivo asociado al contenido educativo, pues no ha considerado la integración de un esquema de competencias como RDCEO o RCD. A diferencia de este trabajo, la presente propuesta le da especial importancia a la descripción de competencias en contenidos educativos de VoD, donde también es tenido en cuenta características de recursos educativos y audiovisuales.

- Competence Base Educational Metadata for Supporting Lifelong Competence Development Programmes [31]:

Este trabajo propone una adaptación sobre el esquema de metadatos educativo LOM, con el fin de soportar descripciones de competencias sobre este esquema. Para esto, el trabajo adopta una definición de competencia, y a partir de esta define unas características para describir competencias educativas. Este trabajo destaca la adaptación de un modelo de competencia sobre un esquema de metadatos (LOM), lo cual es útil para el desarrollo del presente propuesta. No obstante, este trabajo no considera una descripción enfocada a recursos educativos audiovisuales, como por ejemplo contenidos educativos de VoD, pues no tiene en cuenta ningún esquema de metadatos del ámbito audiovisual dentro de la adaptación.

## 2.4.2 Representación de conocimiento

Las representaciones de conocimiento permiten desarrollar lenguajes formales para representar un dominio de conocimiento, en la web semántica su uso es fundamental y muy amplio, donde se destacan las basadas en ontologías. A lo largo de esta sección están descritas diferentes metodologías y criterios de diseño que pueden servir de referencia al momento de diseñar la representación de conocimiento en torno a las competencias educativas. Teniendo en cuenta que varios de los trabajos revisados tratan contextos no educativos se decidió realizar dos categorías: la primera hace referencia a trabajos en un contexto educativo y la segunda a trabajos que si bien manejan contextos diferentes al educativo, tienen aportes importantes para el desarrollo de la presente propuesta.

### 2.4.2.1 Contexto educativo

- Currículo adaptativo inteligente basado en ontologías de descripción de competencias [32]:

Este trabajo plantea una ontología centrada en competencias universitarias para el diseño de Learning Contents Management Systems (LCMS), la cual permite a profesores la creación y distribución de cursos virtuales enfocados en las necesidades de estudiantes a nivel de competencias educativas. El aporte de este trabajo es el diseño usado para la descripción de competencias educativas, que brinda puntos de vista de cómo representar las competencias en el contexto educativo y unas propiedades que aunque pertenecen a unas competencias universitarias, podrían considerar propiedades generales que se apliquen a las competencias tratadas en el proyecto a desarrollar. La brecha de este trabajo es que la ontología diseñada tiene como fin el desarrollo de currículos adaptativos, y no cuenta con una estructura que permita describir relaciones entre las competencias educativas y contenidos, en especial, los de VoD.

- Ontology-oriented Inference-Based Learning Content Management System [17]:

Este artículo describe el uso de la Web Semántica y el razonamiento mediante una ontología como motor de inferencia para la recuperación de contenidos educativos que sean relevantes para los usuarios según sus competencias y su perfil. Este trabajo tiene aportes para el proyecto propuesto ya que si bien la ontología empleada es dirigido hacia el contexto del usuario, describiendo la relación entre competencias del usuario y recursos educativos, lo cual puede servir de referencia para relacionar competencias de un modelo de conocimiento específico con los contenidos, en especial VoD, además este trabajo da a conocer una metodología para el desarrollo de una ontología. No obstante, es de destacar que el sistema diseñado en este trabajo cuenta con una ontología centrada en el dominio del usuario, es decir en modelar un perfil del usuario para ver sus capacidades y competencias, razón por la que no cuenta con una descripción de contenidos con base a las competencias educativas en un dominio de conocimiento específico, además la ontología descrita en el presente trabajo no tiene en cuenta recursos educativos como los de VoD.

- A personalized adaptive e-learning approach based on semantic web technology [27]:

Aquí se propone un enfoque para el desarrollo de e-learning personalizado basado en una estructura ontológica, la cual consta de tres modelos:

- Modelo de dominio: forma una taxonomía con el dominio del conocimiento, especificando la jerarquía de los objetos de aprendizaje. Esta es realizada por el autor del curso virtual.
- Modelo de usuario: describe los perfiles de los usuarios, sus habilidades y los estilos de aprendizaje de cada estudiante.
- Modelo del contenido: estructura los contenidos de aprendizaje, estableciendo cursos, lecciones y sus respectivos objetos de aprendizaje.

El aporte de este trabajo es el diseño de la ontología. El modelo de dominio permite observar una posible taxonomía para los objetos de aprendizaje en un dominio específico, que en el proyecto serán contenidos educativos de VoD. Hay que destacar que este trabajo no contempla la descripción de competencias en el modelo de dominio ni en el modelo de contenidos, por lo que no es posible establecer relaciones semánticas en torno a las competencias entre estos dos modelos.

- A General Framework for Educational Ontologies Development [33]:

Este proyecto busca dar un marco general para el desarrollo de ontologías educativas que se concentren en un solo conjunto de términos asociados a un dominio de conocimiento específico. Así pues se identifica como aporte la metodología para el desarrollo de la ontología que sigue los siguientes pasos:

- Identificar los principales objetivos de las ontologías educativas relacionadas con un curso.
- La generación de las ontologías educativa (identificación, representación y organización de términos en una ontología).
- Codificación en un lenguaje formal mediante el uso de un editor de ontologías.
- Pruebas de la ontología educativa.

Este trabajo describe una serie de pasos que permiten hacer una correcta identificación de los elementos que hacen parte de la estructura de la ontología, como clases, propiedades y relaciones, generando como aporte la metodología usada. Sin embargo, hay que destacar que no se trata la descripción de contenidos, en especial, VoD, que es un brecha importante teniendo en cuenta que este tipo de contenidos requieren un descripción diferente en cuanto a metadatos.

#### 2.4.2.2 *Contexto no educativo*

- An Ontology Based Tool for Competency Management and Learning Paths [34]:

Este trabajo describe una ontología que realiza la descripción de los diferentes perfiles de los empleados en una empresa, al igual que la relación entre las competencias de empleados y empleos, y los objetos de aprendizaje asociadas a ellas. El aporte de este trabajo es el modelo de la ontología que parte de la relación y organización de las competencias que necesita tener un empleado para un empleo. Aunque se describen competencias en un entorno laboral, algunas de las relaciones de las clases, como las que existe entre un empleo, las habilidades del empleado y los objetos de aprendizaje, pueden ser aplicadas a un contexto educativo para estudiantes y docentes centrándose en un dominio de conocimiento, que dentro de la propuesta a fin son las competencias educativas, mediante la propuesta de contenido de VoD. Así pues, la brecha de este trabajo es que el modelo ontológico de la propuesta no cuenta con una estructura para la recuperación de contenidos de VoD.

### **2.4.3 Resumen de los trabajos relacionados**

Actualmente existen esquemas de metadatos para descripción de contenidos educativos, audiovisuales y para competencias. Sin embargo, no ha sido posible encontrar un esquema que considere de forma conjunta los tres tipos de descripciones. Aunque existen propuestas como [20], el cual presenta un esquema de metadatos para la descripciones de contenidos educativos en entornos de IPTV, este no considera esquemas de metadatos de competencias como RDCEO, pues propone un solo metadato para la descripción de competencias como un proceso cognitivo. Aunque [20] considera la descripción segmentada de contenidos, esta descripción no tiene en cuenta fines más específicos, como las competencias educativas involucradas dentro del contenido y que pueden ser descritas a partir de segmento.

Por otro lado, en el campo educativo las representaciones de conocimiento basadas en ontologías han sido ampliamente utilizadas con diferentes fines, como por ejemplo el diseño de currículo, la recomendación de objetos de aprendizaje, entre otros. Esto evidencia sus diferentes aplicaciones y la importancia de las representaciones ontológicas para establecer relaciones más naturales entre recursos y conceptos, en especial educativos. Además, es destacado que la consideración de esquemas de metadatos como base para el diseño de representaciones de conocimiento permite reconocer la naturaleza de los conceptos a representar, especialmente en ámbitos como el educativo, audiovisual y competencias. No obstante, si bien existen representaciones de conocimiento basadas en ontologías que tienen en cuenta competencias educativas, solo son descritas como propiedades o clases, y no son utilizadas como base para el diseño la representación.

## **2.5 Resumen**

A partir del análisis del concepto de competencias, esquemas de metadatos, representación de conocimiento y los trabajos relacionados, es determinado que actualmente existen esquemas de metadatos para descripción de contenidos educativos, audiovisuales y para competencias, los cuales serán tenidos en cuenta para el desarrollo del trabajo. Es importante destacar que aunque existen estos esquemas, cada uno hace la descripción de cada tipo de recurso de forma independiente y no ha sido posible

encontrar un esquema que considere de forma conjunta los tres tipos de descripciones nombrados. En este sentido, no son consideradas características especiales para cada recurso, como por ejemplo la segmentación en los recursos audiovisuales de acuerdo a lo propuesto por TV-Anytime [12], y que lo diferencia de otros tipos de recursos. Aunque [20], propone un esquema para la descripción de contenidos educativos multimedia teniendo en cuenta la segmentación, los elementos de este esquema no son suficientes para lograr descripciones de recursos educativos con fines más específicos (competencias educativas involucradas en cada recurso). Esta es la razón por la que este trabajo propone la adaptación de esquemas para contenidos educativos y audiovisuales, teniendo en cuenta el análisis hecho por trabajos como [20]. Además, adicionalmente se propone el análisis de elementos para la descripción de competencias educativas, que presenta como aporte a las adaptaciones como la hecha en [20].

También se ha descrito las representaciones de conocimiento, haciendo especial énfasis en las ontologías, pues a partir de lo analizado en los trabajos relacionados, en el campo educativo las representaciones de conocimiento basadas en ontologías han sido ampliamente utilizadas con diferentes fines, como por ejemplo el diseño de currículo, la recomendación de objetos de aprendizaje, entre otros [17]. Esto evidencia sus diferentes aplicaciones y la importancia de las representaciones ontológicas para establecer relaciones más naturales entre recursos y conceptos, en especial educativos. Además, es importante la consideración de esquemas de metadatos como base para el diseño de representaciones de conocimiento, permite reconocer la naturaleza de los conceptos a representar, especialmente en ámbitos como el educativo, audiovisual y competencias. No obstante, si bien existen representaciones de conocimiento basadas en ontologías que tienen en cuenta competencias educativas, solo son descritas como propiedades o clases, y no son utilizadas como base para el diseño la representación.

A partir anterior y teniendo en cuenta que la representación de conocimiento a desarrollar pretende establecer relaciones más precisas entre las competencias educativas y los contenidos educativos de VoD, es necesario conformar un grupo de metadatos que sea utilizado como base para el diseño de representaciones de conocimiento, con los cuales sea posible reconocer la naturaleza de los conceptos a representar, especialmente en los ámbitos educativo, audiovisual y competencias. Para ello en el capítulo 3 se describe la adaptación de metadatos realizada para conformar un grupo que sirva de base para el desarrollo de la representación de conocimiento basada en ontología.



## Capítulo 3: Adaptación de metadatos

Tal como se ha descrito en el capítulo 2, y a partir del análisis de trabajos relacionados, hay evidencia de la existencia de metadatos que describen de forma conjunta características de los recursos educativos y audiovisuales, sin embargo en ningún caso se tiene en cuenta una descripción de competencias educativas. Para solucionar este problema, en este capítulo se describe el análisis hecho sobre esquemas de metadatos que contemplan elementos para la descripción de recursos educativos, audiovisuales y de competencias. A partir de este análisis, se selecciona un esquema de metadatos para cada ámbito (educativo, audiovisual y competencias) y se integran adaptando un grupo de metadatos, con lo que se pretende reconocer los conceptos involucrados en el establecimiento de relaciones entre competencias educativas y contenidos de VoD, lo cual servirá como base para el desarrollo de la representación de conocimiento basada en ontologías.

Para definir el grupo de metadatos adaptados se parte de la metodología usada por en [22], en la cual se especifica algunos criterios que se tienen en cuenta para la adaptación. En la figura 3.1 se encuentra consignada la metodología a usar.

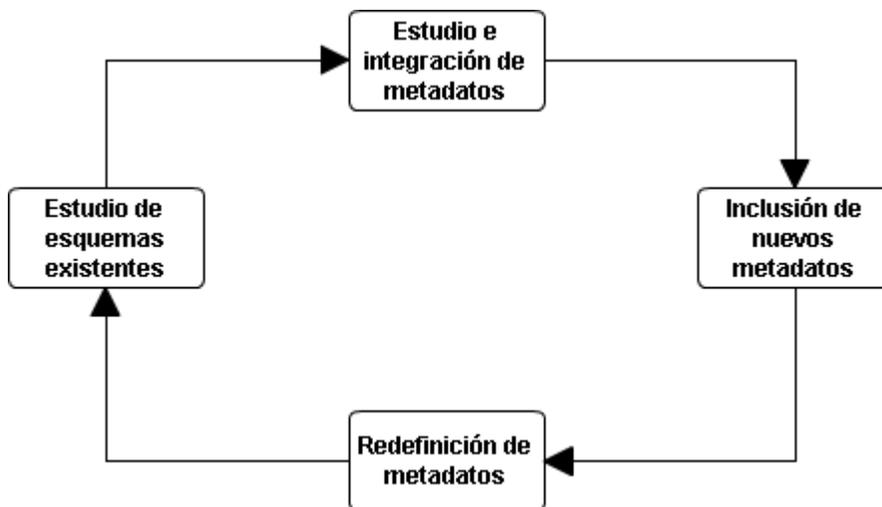


Figura 2.51 Metodología para la adaptación de metadatos. Fuente propia

Esta metodología consta de 4 fases:

- Estudio de esquemas existentes: análisis y selección de esquemas para la descripción de contenidos audiovisuales, educativos y competencias. En el análisis se utilizan métricas para medir la calidad de los estándares.
- Estudio e integración de metadatos: se comparan, analizan y seleccionan metadatos de los esquemas seleccionados en la anterior fase.
- Inclusión de nuevos metadatos: fase para extraer e incluir metadatos adicionales para la descripción de los contenidos, especialmente de competencias, que permitan recoger características más precisas.

- Redefinición de los metadatos: se contextualizan los elementos hacia una descripción de las competencias educativas, contenidos de VoD y la relación competencias-contenidos.

### 3.1 Estudio de esquemas de metadatos

Para el estudio y selección de esquemas de metadatos se han tenido en cuenta los siguientes criterios:

1. El análisis de los esquemas de metadatos se realiza a partir de los siguientes ámbitos: educativo, audiovisual y competencias.
2. Se requiere que los esquemas de metadatos faciliten su extensibilidad, pudiendo eliminar y agregar metadatos.
3. El esquema de metadatos educativo a seleccionar debe brindar información que indique el uso educativo e información pedagógica del recurso a describir.
4. En el ámbito audiovisual, el esquema de metadatos se debe enfocar en la descripción de recursos audiovisuales, especialmente para contenidos de VoD. Además, es importante que el esquema considere la segmentación como una característica de descripción para los recursos audiovisuales, con el fin de describir relaciones competencias-contenido más precisas.
5. En el ámbito de las competencias, se selecciona el esquema de metadatos que tenga mayor relevancia.

#### 3.1.1 Selección de un esquema de metadatos educativo

Entre los esquemas de metadatos más usados para la descripción de recursos educativos de e-learning, se encuentra Dublin Core (DC) [35] y LOM [10], de acuerdo a lo propuesto en [22], [14], y [15]. Además, a partir de estos esquemas se definen la gran mayoría de implementaciones (IMS LRM, SCORM) y perfiles de aplicación (AICC, ARIADNE, EdNA Online, GEM, The Learning Federation) [22]. Sin embargo, existen esquemas más recientes como el esquema de metadatos MLR [29], resultado de aprovechar y reunir las fortalezas de LOM y DC. A partir de lo anteriormente dicho, los esquemas de metadatos educativos seleccionados para evaluar y determinar cuál se ajusta a los requerimientos descriptivos para el proyecto son LOM, DC y MLR.

A partir de los resultados del trabajo hecho en [20] y el análisis de la tabla 3.1.1, se presenta un análisis comparativo entre los esquemas de metadatos LOM, Dublin Core y MLR teniendo en cuenta unos criterios de comparación definidos en la sección B.5 del Anexo B.

*Tabla 3.1.1 Comparación de esquemas de metadatos para describir contenidos educativos*

<b>Criterio</b>	<b>Dublin Core</b>	<b>LOM</b>	<b>ISO/IEC 19788 MLR</b>
Subjetividad	grado de subjetividad mayor	grado de subjetividad medio	grado de subjetividad menor
Implementación de los metadatos educativos	grado de uso medio	grado de uso bajo	grado de uso mayor
Expresividad	grado de expresividad menor	grado de expresividad medio	grado de expresividad mayor
Complejidad	ninguna	media	media

Coherencia	ninguna	media	media
Extensibilidad	permite extensibilidad	permite extensibilidad	permite extensibilidad
Precisión	ninguna	media	media

Según [20], LOM es uno de los esquemas más ampliamente utilizados y aceptados en el ámbito educativo, no obstante el alto nivel de subjetividad de algunos de sus metadatos hacen que el uso de sus metadatos educativos sea bajo, lo cual se evidencia en la gran cantidad de extensiones que parte de este esquema de metadatos, pues LOM no satisfacen requerimientos más específicos en el ámbito educativo. Por otro lado, Dublin Core cuenta con un alto grado de subjetividad, por lo que es utilizado para la descripción de recursos educativos, sin embargo carece de metadatos que estén definidos específicamente para el ámbito educativo.

Por tanto, a partir del análisis comparativo consignado en la sección B.6 del Anexo B, los resultados de [20] y la evaluación mostrada en la tabla 3.1.1, en el ámbito educativo se selecciona como esquema principal para la adaptación al esquema de metadatos MLR, pues es uno de los estándares más actuales y que considera metadatos pedagógicos adicionales a los ofrecidos por estándares más antiguos como LOM o Dublin Core [20]. Además, a vistas del desarrollo de la representación de conocimiento el nivel de subjetividad juega un papel muy importante, ya que si el esquema contiene metadatos cuya definición da lugar a diferentes interpretaciones, dificulta el mapeo de estos elementos en la representación, debido a que el concepto no es lo suficientemente claro. En el caso de MLR su nivel de subjetividad es el menor de todos, y por tanto el más recomendable para el desarrollo de la representación.

### 3.1.2 Selección de un esquema de metadatos audiovisual

En [36] se definen 3 categorías para los metadatos asociados a contenidos audiovisuales (Tipo de medio, Procesado de un determinado medio y Contenido), sin embargo en este proyecto solo se tiene en cuenta metadatos que pertenecen a la categoría de contenido, pues para relacionar las competencias con contenidos educativos de VoD no son necesarios aspectos como la frecuencia, textura del video o mecanismos para la transmisión del video, que son elementos de las otras categorías. Los metadatos de la categoría contenido están basados directamente en el recurso sin importar el medio o proceso, y consideran los siguientes tipos de metadatos:

- Metadatos descriptivos: autor, título, duración, fecha de producción, entre otros.
- Metadatos temáticos: Descripción del contenido o parte de él, del tema y del significado.
- Metadatos adicionales: Información adicional del contenido de manera subjetiva.

Para la selección del esquema se tiene en cuenta el análisis de los trabajos [20] y [37]. En estos trabajos los esquemas más adecuados y que sobresalen en la descripción de contenidos audiovisuales son: TV-Anytime y MPEG7. Además, en la tabla 3.1.2 se muestra el análisis teniendo en cuenta cuatro criterios de comparación para medir la calidad de los esquemas: Extensibilidad, Orientación Multimedia, Orientación a servicios audiovisuales, Complejidad en descripciones.

Tabla 3.1.2 Comparación de esquemas de metadatos para describir contenidos audiovisuales

Criterio	TV-Anytime	MPEG 7
Extensibilidad	media	media
Orientación a Multimedia	baja	alta
Orientación a servicios audiovisuales	alta	baja
Complejidad en descripciones	baja	alta

Teniendo en cuenta el análisis hecho en [20] y el análisis de los criterios de comparación del Anexo B.6, se puede determinar que el esquema de metadatos que más se ajusta a este proyecto, para la descripción de contenidos audiovisuales es TV-Anytime. Este se considera mucho más sencillo de implementar, al definir metadatos claros y con poco lugar a la ambigüedad, a diferencia de la compleja sintaxis que presenta MPEG-7. Además, según Vargas en [20] TV-Anytime define la segmentación de manera más sencilla en comparación con MPEG-7, lo que facilita el uso de esta característica en la descripción de recursos audiovisuales, en especial VoD.

### 3.1.3 Selección de esquema de metadatos de competencias

Para la descripción de competencias se han considerado dos esquemas de metadatos, RDCEO y RCD. El primero define un modelo de información para la descripción, referencia, y el intercambio de las definiciones de competencias, sobre todo en el contexto de aprendizaje en línea y distribuida. En este estándar, la palabra competencia se utiliza en un sentido muy general que incluye habilidades, conocimientos, tareas y resultados de aprendizaje. Este esquema cuenta con algunos de los siguientes metadatos para la descripción de competencia:

1. Identificador.
2. Título.
3. Descripción.
4. Definición.

El estándar RCD se basa en lo propuesto por RDCEO, por lo que los dos esquemas son muy compatibles. Si se analiza elemento a elemento, solo cambian los nombres de los elementos [38]. El esquema seleccionado es RDCEO debido a que es el más utilizado en la literatura, por lo que cuenta con mayor información para su extensibilidad.

## 3.2 Integración de metadatos

Para la selección de los metadatos se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

1. En el esquema de metadatos educativo, se consideran metadatos que describen características generales y educativas del recurso, teniendo en cuenta que la descripción del contenido dirigida al usuario es para docentes y estudiantes de la educación básica o secundaria.
2. En el esquema de metadatos para contenidos audiovisuales seleccionar elementos que sean descriptivos y temáticos, de acuerdo a lo planteado en [36] dentro de la categoría contenido, la cual está descrita en la sección 3.1.2.

3. En el esquema de metadatos para contenidos audiovisuales, seleccionar metadatos que describan la segmentación en los contenidos audiovisuales.
4. Metadatos con un nivel de subjetividad bajo, es decir que su definición sea lo más clara posible.

Teniendo en cuenta lo descrito por el Ministerio de Educación de Colombia en [39], se ha tenido en cuenta un grupo de metadatos del esquema LOM para la descripción de contenidos educativos: “Tipo de interactividad”, “Nivel de interactividad” y “Contexto de aprendizaje”. En la figura 3.2.1 se presenta una comparación entre los metadatos que se han escogido de los esquemas seleccionados (MLR, LOM, TV-Anytime, RDCEO) indicando con una línea de color rojo la correspondencia entre metadatos. Esta selección se ha realizado con vistas a la descripción del contenido educativo de VoD a partir de competencias educativas. Además, en la tabla 3.2.1 se han agrupado los metadatos que tengan un significado similar (correspondencia), identificados por color según el esquema al que pertenecen (MLR, TV-Anytime, RDCEO, LOM). Para cada caso se selecciona el elemento cuya definición sea la más clara y acorde a los criterios establecidos anteriormente.

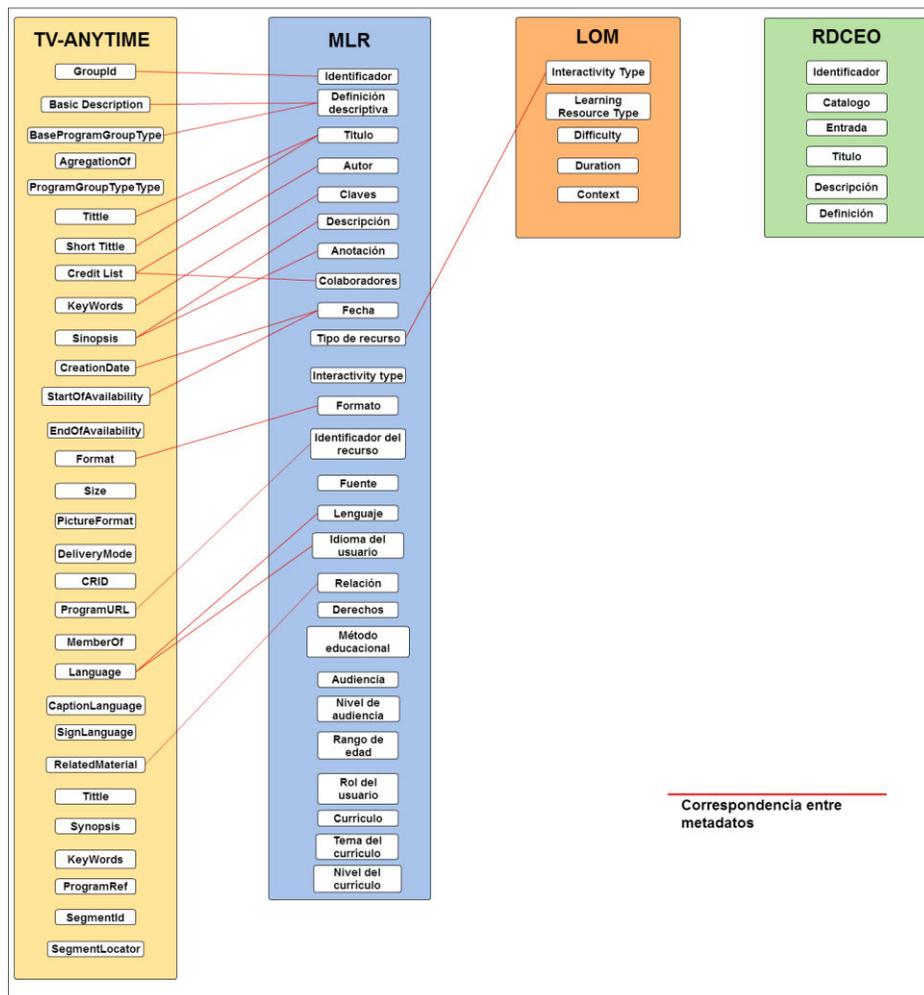


Figura 3.2.1 Comparación entre elementos de los esquemas seleccionados. Fuente propia

**Tabla 3.2.1 Comparación de elementos de datos**

Elementos de datos (MLR, TV-Anytime, RDCEO, LOM)

<b>Grupo</b>	<b>Elemento de datos</b>	<b>Descripción</b>
1.	Identificador	Identificador que especifica el grupo de elementos de datos
	GroupId	Identificador único (CRID) que identifica a un grupo de datos
2.	Definición descriptiva	Descripción del propósitos del grupo de elementos de datos
	BasicDescription	Descripción del grupo
	BaseProgramGroupType	Resumen para definir los criterios del grupo de programas
3.	AggregationOf	Describe el contenido agregado por el grupo o programas que pertenecen al grupo.
4.	ProgramGroupTypeType	Una lista enumerada de qué tipo de programas contiene el grupo. (Ej: series, show, mini-series, clip, entre otros)
5.	Título	Nombre identificativo del recurso educativo en forma de cadena de texto.
	Título	Título del programa o grupo, un programa o grupo puede tener múltiples título, por ejemplo en diferente idioma.
	Título corto	Una versión abreviada del título por cuestiones de presentaciones
6.	Autor	Entidad responsable de elaborar el recurso educativo
	Creditslist	Lista de créditos, por ejemplo actores y directores para el programa
7.	Claves	Tema del recurso educativo. Se recomienda utilizar un vocabulario restringido.
	Palabra clave	Una lista de palabras claves. Puede ser palabras o frase completa.
8.	Descripción	Descripción del recurso en base a un resumen, una tabla de contenidos, una representación gráfica, etc.
	Sinopsis	Descripción textual del programa
	Anotación	Comentario textual de un usuario o colaborador sobre el recurso educativo.
9.	Colaboradores	Otras personas o entidades que hayan realizado aportaciones al recurso.
	Creditslist	Lista de créditos, por ejemplo actores y directores para el programa
10.	Fecha	Punto o periodo de tiempo asociado con un evento del ciclo de vida del recurso educativo. Normalmente la fecha se referirá a la creación o disponibilidad del recurso.
	Fecha de creación	Fecha o plazo en que se creó el recurso
	StartOfAvailability	Tiempo y fecha en que el programa se puso por primera vez a disposición. Si no se especifica, significa que está disponible.
11.	EndOfAvailability	Tiempo y fecha en que el programa no estará más disponible. Si no se especifica, significa que es indefinido.
12.	Tipo del recurso	Naturaleza o género del contenido del recurso educativo, para indicar si es interactivo.
	Interactivity type	Modo de aprendizaje que predomina en este objeto

13.	Formato	Formato del archivo o medio físico.
	Formato del archivo	Describe el formato del archivo y la instancia del recurso
14.	Tamaño del archivo	Indica el tamaño en bytes del archivo
15.	PictureFormat	Define el formato de la imagen de video de una lista predefinida
16.	DeliveryMode	Indica el modo de distribución. Puede tener dos valores: Streaming o Download. Download es el atributo por defecto
17.	CRID	Identificador del recurso
18.	Identificador del recurso	Identificador del recurso: Referencia única al recurso educativo. Para ello se utilizará un sistema de identificación formal tales como URI, URL, ISBN, ISSN, etc.
	ProgramURL	Un elemento especificando la localización del programa
19.	MemberOf	Lista de grupos a los que pertenece este programa
20.	Fuente	Recurso origen del que se deriva el presente recurso educativo. Se proporcionará una referencia única al recurso.
21.	Lenguaje	Idioma del recurso educativo. Se recomienda utilizar un vocabulario restringido.
	Idioma del usuario	Idioma de la audiencia.
	Idioma	Describe el idioma hablado en programa
22.	CaptionLanguage	Describe el idioma de los subtítulos incluido en el programa.
23.	Lenguaje de señas	Especifica el lenguaje de señas para contenido multimedia.
24.	Relación	Recurso relacionado. Se proporcionará una referencia única al recurso.
	RelatedMaterial	Una referencia a cualquier otro material con un programa
25.	Derechos	Información sobre los derechos del recurso educativo, tales como los derechos de propiedad intelectual.
26.	Método educacional	Proceso para generar conocimiento, capacidades y habilidades. Como ejemplo de un valor posible podría ser "aprendizaje colaborativo"
27.	Audiencia	Clase o entidad a la que se dirige el recurso educativo.
28.	Nivel de audiencia	Nivel de progresión en una secuencia educativa. Ejemplo: educación primaria.
29.	Rango de edad	Grupo de edad de los usuarios del recurso educativo.
30.	Rol del usuario	Función del agente al que se dirige el recurso educativo.
31.	Currículo	Plan estructurado que describe el programa educativo en el que es usado el recurso educativo.
32.	Tema del currículo	Descripción de la asignatura, disciplina, programa de estudios, competencia o currículo
33.	Nivel del currículo	Términos de progresión a través de un currículo institucional o de prácticas.
34.	Title (Segment)	Título para el segmento. Pueden ser varios títulos, como por ejemplo en varios lenguajes
35.	Synopsis (Segment)	Una descripción textual del segmento

36.	KeyWords (Segment)	Lista de palabras claves asociadas con el segmento.
37.	ProgramRef	Referencia al programa al cual pertenece este segmento. Es decir el id del recurso educativo al que pertenece este segmento.
38.	SegmentId	Id único del segmento.
39.	SegmentLocator	Localiza el segmento dentro del programa en términos del tiempo de inicio y duración. Si no se especifica la duración se toma como que el segmento termina al final del programa.
40.	Identificador	Una etiqueta única a nivel mundial que identifica este Definición de Competencia u Objetivo
41.	Catalogo	El nombre o designador del esquema de identificación o catalogación de esta entrada. Un esquema de catalogación.
42.	Entrada	El valor del identificador dentro del esquema de identificación o catalogación que designa o identifica esta Definición de Competencia u Objetivo Educativo. Una cadena específica de espacio de nombres
43.	Título	Etiqueta de texto de esta RCEOD
44.	Descripción	Descripción de la Competencia u Objetivo Educativo
45.	Definición	Una lista de los estados de acuerdo con un modelo de definición particular
46.	Learning Resource Type	Clase específica en que se enmarca este objeto de aprendizaje, por ejemplo si el recurso está relacionado con ejercicios, problemas, etc.
47.	Difficulty	Grado de dificultad que supone para la audiencia a la que se dirige el objeto de aprendizaje.
48.	Duration	Tiempo que un objeto continuo requiere para ser visto a una determinada velocidad.
49.	Context	Entornos donde el recurso educativo puede ser utilizado

### 3.3 Inclusión de nuevos metadatos de acuerdo con la caracterización de competencias

El principal propósito de esquemas de competencias, como RDCEO o RCD, es permitir la interoperabilidad entre sistemas de aprendizaje que consideren información de competencias. Tener en cuenta elementos que describan características más precisas reduce considerablemente la interoperabilidad de estos esquemas [40]. Por tanto, RDCEO considera una definición para las competencias desde un punto de vista minimalista y concreto, teniendo en cuenta la gran diversidad del concepto de competencia.

A partir de lo anteriormente dicho, RDCEO propone solo tres metadatos para la descripción de competencias (título, descripción y definición), cuyo valor puede ser interpretado únicamente por humanos, ya que la información almacenada en estos

elementos está en un formato narrativo [40]. Por consiguiente, RDCEO no considera metadatos que describan características más precisas para las competencias, como el contexto, nivel de competencia y características individuales de quien aplica la competencia, como habilidades, conocimiento y capacidades, entre otras.

Pese a que RDCEO no define metadatos para la descripción de características más precisas como habilidades o conocimiento, los elementos título, descripción y definición pueden capturar información acerca de estas características en formato narrativo [38]. Sin embargo, para que la información almacenada sea entendible por máquinas como computadores, es necesario definir metadatos adicionales en torno a características de competencias más precisas tal como el contexto, nivel de competencia y habilidades individuales. Por lo tanto, teniendo en cuenta que el esquema RDCEO es extensible y no impone restricciones sobre qué modelo de competencias sea considerado, se propone la redefinición de algunos elementos del esquema y también la inclusión de nuevos metadatos para una descripción de competencia de forma más precisa.

Para la inclusión de nuevos metadatos se tiene en cuenta los siguientes aspectos:

- Tener en cuenta el modelo propuesto en la sección A.4 del Anexo A, en el cual se indican tres dimensiones para la descripción de competencias: contexto, nivel de competencia y características personales.
- La clasificación hecha en [24], en la cual las competencias se clasifican en 4 tipos. Para el presente trabajo solo se ha tenido en cuenta dos tipos: Competencias generales y Competencias específicas.
- RDCEO recomienda extender el esquema con el uso de elementos que se consideren relevantes en LOM. Por tanto, para cada característica para competencias educativas se tratara de hallar su correspondencia con metadatos de los esquemas LOM y MLR.

La clasificación de las competencias en generales y específicas es importante ya que la gran mayoría de modelos educativos siguen los lineamientos propuestos por la OCDE [2], como el Ministerio de Educación Nacional (MEN) [3] o la Comunidad Autónoma del País Vasco (CAPV) [41], los cuales proponen estándares de competencias (competencias generales), definidos como “unos referentes que permiten evaluar los niveles de desarrollo de las competencias que van alcanzando los y las estudiantes en el transcurrir de su vida escolar” [3]. Estos estándares plantean el qué pero no el cómo [3], por lo que constituyen una guía para la evaluación de los estudiantes y el diseño de currículos escolares, dando libertad a docentes e instituciones educativas de dirigir sus proyectos educativos de forma independiente y formular competencias más específicas a partir de los estándares [3].

A continuación se describen las características extraídas de acuerdo a las tres dimensiones del modelo de competencia escogido: contexto, nivel de competencia y características personales.

Contexto:

De acuerdo lo propuesto por en [25], el contexto se refiere al entorno en que se aplica la competencia. Esta definición puede involucrar varios conceptos, resultado de la interacción de un número de factores cambiantes e influyentes. Por ejemplo, un contexto puede referirse a cosas tan abstractas como específicas, tal como: la cultura o el ambiente; situaciones como estudiantes de diferentes culturas o la cantidad de estudiantes; situaciones muy específicas como una clase con niños especiales. Por tanto, modelar un contexto puede ser una tarea complicada, ya que puede considerar muchos dominios de conocimiento [40].

Teniendo en cuenta lo anteriormente dicho, en este trabajo se han recogido cuatro características del contexto que pueden ser aplicadas a la descripción de competencias y que surgen a partir del análisis de los elementos de los esquemas LOM-ES [42] y MLR.

- **Materia:** los sistemas educativos en diferentes países han estructurado los estándares de competencias por materias a partir de las áreas propuestas por la OCDE [2]: lenguaje, matemáticas, ciencias y competencias ciudadanas, como por ejemplo el MEN [3], el cual propone las mismas cuatro disciplinas. O también en países como España, en donde proponen disciplinas adicionales a las de la OCDE: cultura científica, tecnología, salud; tratamiento de la información y competencia digital; autonomía e iniciativa personal; y cultura humanística y artística [41]. Esto se representan en la figura 3.3.1



Figura 3.3.1 Estándares de competencias por materias. Fuente propia

Esta característica se encuentra descrita en algunos elementos de datos de la tabla 3.2.1, como por ejemplo el elemento *Tema del currículo* del esquema MLR que describe la asignatura, disciplina, programa de estudios, competencia o currículo que este asociado al recurso educativo a describir. Sin embargo, el título no es claro y su descripción no es lo suficientemente precisa para referirse a la asignatura o disciplina asociada a una competencia educativa, como por ejemplo matemáticas o lenguaje. Debido a esto, se ha decidido redefinir el título a *Materia* y su descripción por “Área o disciplina a la cual pertenece la competencia”.

- **Niveles:** para el correcto desarrollo y adquisición de los estándares de competencia asociados a cada materia, los estándares se han estructurado en una secuencia creciente respecto a la complejidad que presentan, agrupadas en niveles formados por grupos de grados (1°-3°,4°-5°, entre otros) [3]. En el modelo Español estos niveles se denominan bloques [41], y cumplen la misma función que los niveles en el modelo Colombiano. Lo anterior se representa en la figura 3.3.2

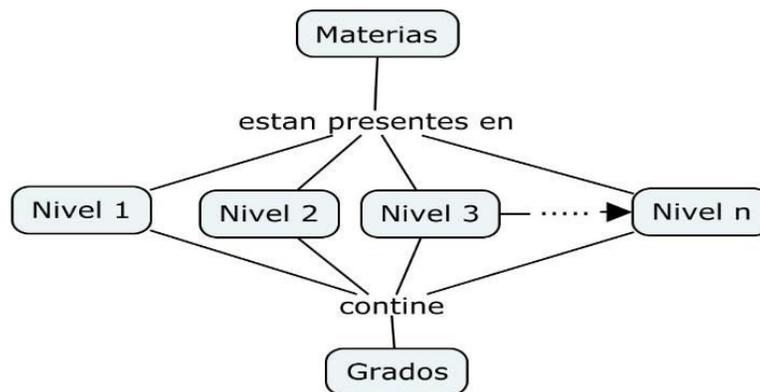


Figura 3.3.2 Estándares de competencias por niveles. Fuente propia

A nivel de metadatos, esta característica tiene una definición similar en el elemento *Nivel del currículo* del esquema MLR y el elemento *Nivel Educativo* del esquema LOM-ES, donde el más cercano a la definición dada por los modelos educativos es el del esquema LOM-ES, sin embargo tanto su título como definición se han redefinido. Por tanto, el título de este metadato se define como *Nivel* y su descripción “Rango de grados en que aplica el estándar de competencia, por ejemplo el modelo colombiano propone: primero a tercero, cuarto a quinto, sexto a séptimo, octavo a noveno y décimo a once”.

- Dimensiones: los modelos educativos han estructurado los estándares de competencias de acuerdo a los desarrollos propios de cada materia, teniendo en cuenta procesos de enseñanza en cada disciplina [3]. A esto se le denomina ejes, factores articuladores o dimensiones que permiten precisar los estándares de competencia en cada materia [3].

A modo de ejemplo en Colombia las competencias ciudadanas se ha estructurado en tres dimensiones: Convivencia y paz; Participación y responsabilidad democrática y; Pluralidad, identidad y valoración de las diferencias. Cada una de estas dimensiones contiene grupos de estándares por cada nivel definido por el modelo educativo. Así mismo, en el modelo español se han definido 5 dimensiones para la Comunicación Lingüística: Comprensión oral; Comprensión escrita; Expresión oral; Expresión escrita; e Interacción oral, tal como se muestra en la figura 3.3.3.



Figura 3.3.3 Estructura de estándares de competencia para comunicación lingüística. Tomada de [41]

Para generalizar, en la figura 3.3.4 muestra un esquema de cómo se estructuran las competencias generales (estándares de competencia) en diferentes modelos educativos:

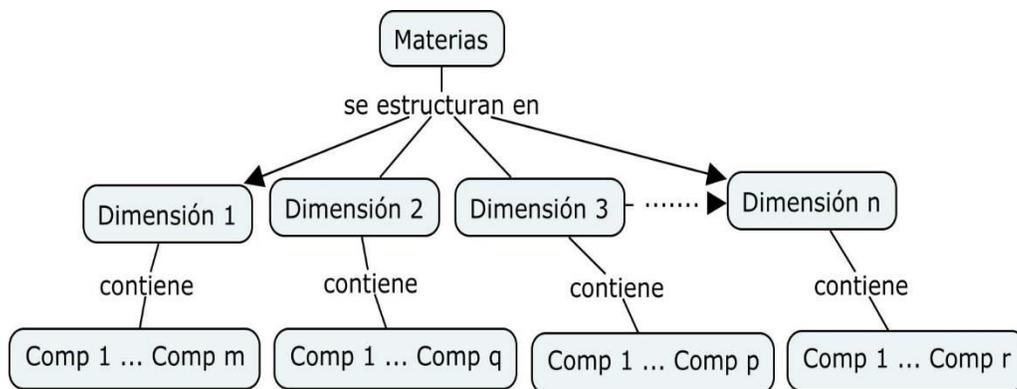


Figura 3.3.4 Estándares de competencia por dimensión. Fuente propia

En los metadatos, no ha sido posible encontrar un elemento que describa la característica dimensión. Por tanto, se ha decidido agregar este elemento en el grupo de metadatos adaptados. El título es *Dimensión* y su descripción “Nombre de la dimensión a la cual pertenece la competencia. Por ejemplo para las competencias matemáticas el MEN define unos pensamientos: Numérico, Espacial, Estadístico, entre otros”.

- Contexto: este concepto se refiere a las situaciones de aplicación de las competencias específicas que permiten el desarrollo de ésta. De acuerdo a lo propuesto en [3] y [41], lo que verdaderamente desarrolla las competencias es la

capacidad de utilizar y activar conocimientos relevantes para afrontar situaciones y problemas retadores. En otras palabras, se debe expresar la capacidad o potencial para actuar de modo eficaz en una situación con el uso de conocimientos previos.

Este concepto se encuentra definido en el elemento *Contexto* del esquema LOM-ES, sin embargo los posibles valores (laboratorio, familia, presencial, entre otros) indican el contexto en que se utiliza el recurso educativo, pero no la competencia. Por ejemplo, para una competencia en matemáticas, el contexto puede referirse a una situación en el área de física donde se requiere de un conocimiento del área de matemáticas, tal como la factorización. Por tanto, se ha decidido cambiar su definición a “Situación académica en la que se aplica la competencia”, y su título es *Contexto*.

#### Nivel de competencia:

RDCEO en su modelo de competencia, propone incluir, dentro de la descripción de competencia, datos sobre la evidencia de la competencia, tales como la evaluación [43]. Este dato, definido como nivel de competencia, permite clasificar las competencias en niveles específicos, de acuerdo al grado de desarrollo de un individuo en una competencia, donde el grado de desarrollo varía desde el nivel básico hasta los niveles de la excelencia [25].

A nivel de metadatos, el nivel de competencia se encuentra definido en el elemento *Proficiency scores* del esquema Simple Reusable Competency Mappings (SRCM). Este elemento fue utilizado para definir esta característica y describir el nivel de desarrollo de las competencias específicas, donde su título se definió como *Nivel de Competencia* y su definición “Nivel de desarrollo para la competencia”.

#### Características individuales:

De acuerdo a lo propuesto en [25], las características individuales se refieren al conjunto de características como conocimiento, habilidades, actitudes, comportamientos, valores, motivaciones, conceptos definidos, entre otros y que permiten precisar las competencias. De estas características se ha decidido tener en cuenta las habilidades y conocimiento, ya que son características claves en la descripción de una competencia.

El desarrollo de competencias específicas pretende mejorar destrezas en cada estudiante, representadas por habilidades, definidas por verbos de acción, que adquiere el estudiante. Lo anterior se ve claramente correspondido en estándares como LOM-ES [42] con la propuesta del metadato *Proceso cognitivo*, el cual hace referencia a las actividades necesarias en algún tipo de aprendizaje y que va ligado estrechamente a la adquisición de competencias. El vocabulario de este elemento contempla verbos como: describir, definir, analizar o sintetizar, para clasificar el tipo de aprendizaje, actividades y tipo de recursos relacionadas a la adquisición de una competencia. Por su lado la taxonomía de Bloom establece unos dominios de aprendizaje para que el estudiante adquiera habilidades, definidas por unos verbos indicadores, clasificados en las siguientes categorías: conocimiento, comprensión, aplicación, análisis, síntesis y evaluación [44]. De

esta manera se propone el elemento *Verbo de acción*, cuya definición es “habilidad, definida por un verbo, que adquiere un estudiante al desarrollar una competencia”.

Además, las competencias específicas manejan una temática de acuerdo a lo propuesto en los lineamientos del MEN [3] o CAPV [41]. Sin embargo, no ha sido posible encontrar un elemento dentro de los esquemas analizados, que defina esta característica. Por tanto, se ha propone esta característica como un nuevo elemento con título *Tema*, cuya definición es “Tema asociado a la competencia”.

A partir de las características descritas anteriormente, se propone la asociación de cada una de estas a un tipo de competencia, competencia general o competencia específica.

### 3.3.1 Competencias generales

A modo de conclusión en la figura 3.3.5 se identifican las características asociadas a estándares de competencia (competencia general): los estándares de competencias principalmente se encuentran organizados en materias, las cuales se estructuran en unas dimensiones, que están presentes en todos los niveles para cada materia, de acuerdo a lo propuesto en [3] y [41].

En la sección 6.1 del capítulo 6 se describe una evaluación sobre los metadatos propuestos aquí para la descripción de competencias. A partir de esta evaluación, se realizó una redefinición al metadatos “Dimensión”, en la tabla 3.3.1 están consignados los metadatos asociados a las características de la competencia general.

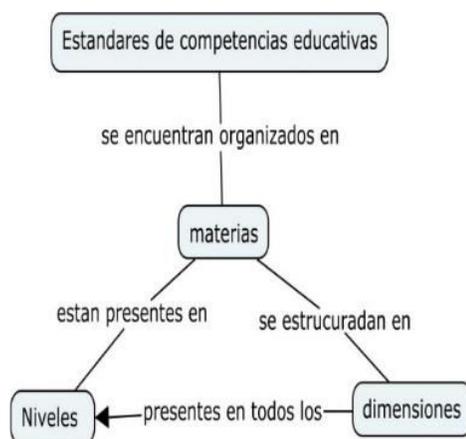


Figura 3.3.5 Estándares de competencias del MEN. Fuente propia

Tabla 3.3.1 Características para describir estándares de competencias

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Materia o Área	Área a la cual pertenece la competencia.
Nivel	Grupo de grados a los que pertenece la competencia.
Dimensión	De acuerdo a la disciplina, indicar el eje al que pertenece el estándar de competencia. Por ejemplo, en matemáticas se encuentran 5 ejes: Pensamiento aleatorio; Pensamiento espacial; Pensamiento métrico; Pensamiento numérico; y Pensamiento variacional

### 3.3.2 Competencias específicas

A modo de ejemplo, se describen 3 características en la siguiente competencia específica de matemáticas: “Utilizo números racionales, en sus distintas expresiones (fracciones, razones, decimales o porcentajes) para resolver problemas en contextos de medida”.

La competencia específica empieza con un verbo “Utilizo” para indicar la habilidad a desarrollar a través de la competencia. Este verbo se conjuga con un eje temático o temas, en este caso las diferentes expresiones matemáticas (fracciones, decimales, entre otros). Y además se indica en que ambientes se pretende desarrollar la competencia, en este caso el contexto indica que debe ser aplicada en contextos de medición. De esta forma se identifican cuatro características que describen a una competencia específica: Habilidad, Tema, Contexto. Por tanto, en la figura 3.3.6 se encuentra el modelo conceptual asociado a las competencias específicas.

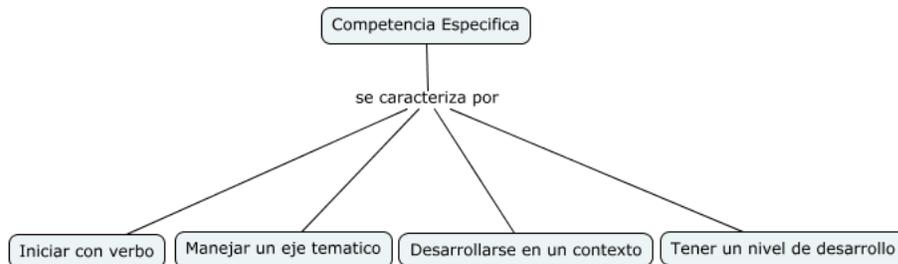


Figura 3.3.6 Características de competencias específicas. Fuente propia

En la tabla 3.3.2 se encuentra consignados los metadatos asociados a las características de la competencia específica.

Tabla 3.3.2 Características para describir competencias específicas

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Verbo de acción	El verbo indicador de lo que se pretende lograr con la competencia.
Tema	El tema que se trata en la competencia.
Contexto	El contexto en que se ejecuta el verbo sobre el tema.
Nivel de competencia	Nivel de desarrollo para una competencia.

A partir de todo lo propuesto alrededor de la caracterización de competencias, los metadatos Dimensión, Materia, Nivel, Verbo, Tema, Nivel de Competencia y Contexto se incorporan como nuevos elementos a los metadatos previamente seleccionados del estándar IMS RDCEO (Identificador, Título y Descripción). En la siguiente sección estos elementos junto a los metadatos seleccionados en los esquemas de metadatos para describir contenidos educativos y audiovisuales se organizan en cuatro entidades.

### 3.4 Restructuración y redefinición de metadatos

Para darle una estructura al conjunto de metadatos, y describir de forma más precisa contenidos educativos de VoD teniendo en cuenta las competencias, se parte de lo propuesto en el estándar TV-AnyTime, el cual define tres entidades: Grupo de programa, Programa y Segmento. No obstante, en el presente proyecto se ha propuesto una entidad adicional dentro del diseño entregado por TV-Anytime, que identifica a las competencias educativas en el contenido de VoD. En la figura 3.4.1 se describe lo anteriormente dicho.

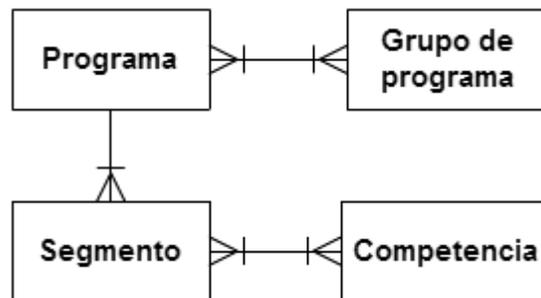


Figura 3.4.1. Modelo para describir contenidos educativos de VoD. Fuente propia

- Programa: el programa representa el contenido educativo de VoD que se quiere describir. Este es identificado mediante el (CRID).
- Grupo de programa: grupo de programas con identificador y propósito único. Los programas asociados a cada grupo serán relacionados mediante sus identificadores.
- Segmento: un segmento es una descripción de un fragmento del programa (tiempo inicio y tiempo final). Este solo puede ser asociado a un solo contenido y relacionado con una descripción de competencia.
- Competencia: hace referencia a la competencia contenida en el programa y que es asociada a éste mediante uno de los segmentos. Una descripción de competencia puede relacionarse con múltiples segmentos, y un segmento puede estar relacionado con múltiples competencias.

A partir de este modelo, en la figura 3.4.2 se estructuran el grupo de metadatos seleccionados en la sección 3.2 para la descripción de contenidos educativos y audiovisuales, y la sección 3.3 para la descripción precisa de competencias educativas. Además, a partir de la evaluación sobre los metadatos propuestos para la descripción de competencias, descrita en la sección 6.1 del capítulo 6, se ha propuesto un nuevo metadato “Contexto” que indica el entorno que se desarrolla el recurso educativo.

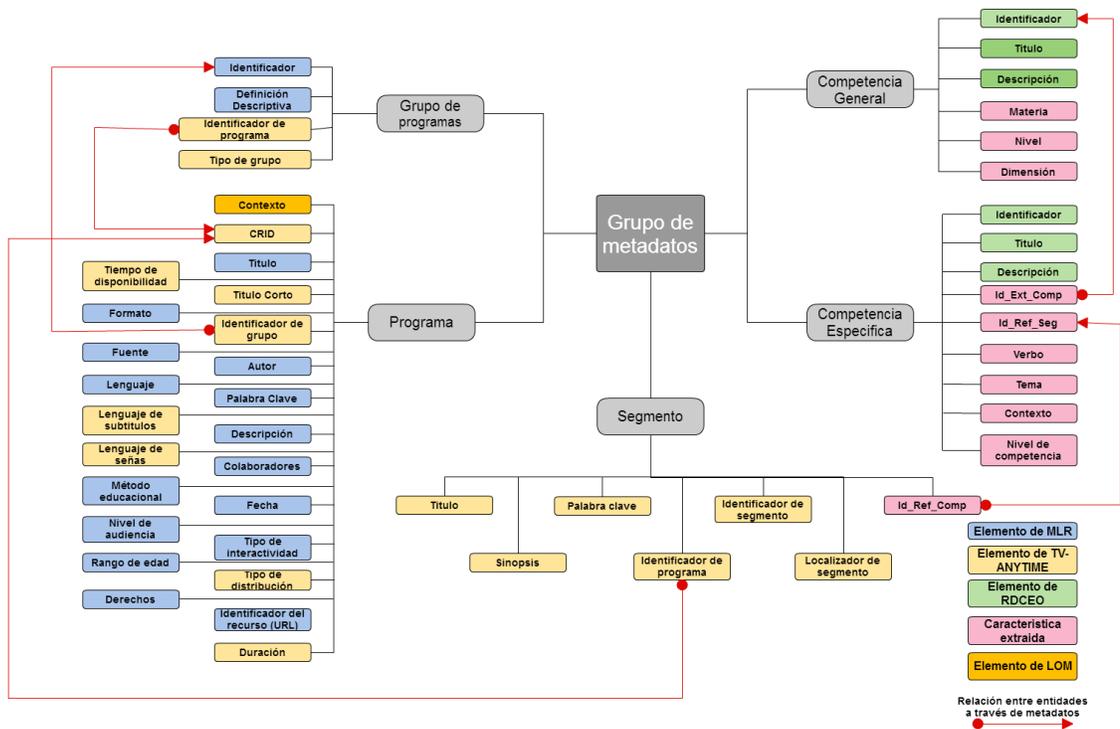


Figura 3.4.2. Grupo de metadatos para la descripción de contenidos educativos de VoD para competencias. Fuente propia

Teniendo en cuenta el criterio que busca la descripción de contenidos educativos de VoD asociados a las competencias, en la tabla 3.4.1 se encuentra la justificación y redefinición de cada uno de los elementos de datos escogidos, para ser mapeados en la representación de conocimiento. Estos han sido organizados de acuerdo al modelo propuesto en la figura 3.4.1.

A partir de la evaluación sobre los metadatos propuestos para la descripción de competencias consignada en la sección 6.1 del capítulo 6, se ha definido la obligatoriedad de los metadatos “Dimensión” y “Disciplina” como opcional.

Tabla 3.4.1 Redefinición del grupo de metadatos seleccionados

ELEMENTO	DEFINICIÓN	JUSTIFICACIÓN
<b>1. GRUPO DE PROGRAMA</b>		
1.1 Identificador (MLR)	Identificación de un grupo de contenidos que pertenecen a un mismo eje temático. <u>Elemento no redefinido.</u>	Este metadato hace referencia al identificador único para cada grupo de programas. Este campo es <u>obligatorio</u> y de tipo <u>String</u> .
1.2 Definición descriptiva (MLR)	Descripción del propósito del grupo de contenidos. <u>Elemento no redefinido.</u>	Este metadato describe el propósito del grupo de contenidos, detallando que programas pueden conformar dicho grupo. Este campo es <u>obligatorio</u> y de tipo <u>String</u> .
1.3 Identificador de programa (TV-Anytime)	Indica que programas pertenecen al grupo de programas. <u>Elemento no redefinido.</u>	Indica los contenidos que conforman el grupo de programa, esto se realiza mediante el ingreso del CRID de cada programa. Este campo es <u>obligatorio</u> y de tipo <u>List&lt;String&gt;</u> .

1.4 Tipo de grupo (TV-Anytime)	Una lista enumerada de qué tipo de contenidos hay en el grupo (Ej: series, show, mini-series, clip, entre otros). <u>Elemento no redefinido.</u>	Este metadato se justifica en la medida de que puede ser usado para definir que temática contempla el grupo de programa (eje tematico, autor, entre otros). Este campo es <u>obligatorio</u> y de tipo <u>String</u> .
<b>2. PROGRAMA</b>		
2.1 Titulo (MLR)	Nombre identificativo del contenido en forma de cadena de texto. <u>Elemento no redefinido.</u>	El título hace parte de la descripción básica del contenido de VoD. Se tomó el metadato de Tv-Anytime debido a que su definición es más clara. Este campo es <u>obligatorio</u> y de tipo <u>String</u> .
2.2 Titulo corto (TV-Anytime)	Una versión abreviada del título por cuestiones de presentación. <u>Elemento no redefinido.</u>	Este metadato hace referencia a un título de forma abreviada, de tal forma que sea más fácil de presentar al usuario. Este campo es necesario en la medida de dar una descripción más exacta del contenido de VoD. Este campo es <u>opcional</u> y de tipo <u>String</u> .
2.3 CRID (TV-Anytime)	Identificador del recurso o programa. <u>Elemento no redefinido.</u>	Este es un metadato importante pues permite identificar un contenido específico. Tv-Anytime lo define para ser usado como indicador que apunte a un contenido específico para describir o segmentar. Este campo es <u>obligatorio</u> y de tipo <u>String</u> .
2.4 Identificador de grupo (TV-Anytime)	Lista de grupos a los que pertenece este programa. <u>Elemento no redefinido.</u>	Dentro de la descripción del contenido educativo de VoD, se hace necesario identificar a que grupos pertenece este contenido, lo cual facilitara su recuperación y ayudara a una descripción más exacta. Este campo es <u>opcional</u> y de tipo <u>List&lt;String&gt;</u> .
2.5 Autor (MLR)	Entidad responsable de elaborar el recurso educativo. <u>Elemento no redefinido.</u>	Este metadato pertenece al esquema MLR. Se escogido por que hace referencia a los autores o entidades involucradas en el proceso para elaborar el contenido. Este campo es <u>opcional</u> y de tipo <u>String</u> .
2.6 Palabra clave (MLR)	Una lista de palabras claves. Pueden ser palabras o frases completas. <u>Elemento no redefinido.</u>	Este metadato es tomado de TV-Anytime teniendo en cuenta que su definición es más abierta con el uso de frases como palabras claves. Este campo es <u>opcional</u> y de tipo <u>List&lt;String&gt;</u> .
2.7 Sinopsis (MLR)	Descripción textual del contenido. <u>Elemento no redefinido.</u>	Este metadato fue escogido porque TV-Anytime presenta una definición más general que la definición dada por MLR. Este campo es <u>opcional</u> y de tipo <u>String</u> .
2.8 Colaboradores (MLR)	Personas o entidades que hayan realizado aportaciones a la creación del contenido. <u>Elemento no redefinido.</u>	Metadato de MLR que hace referencia a personas que hicieron aportes en la creación del contenido. Su definición es mucho más clara que la definida para el metadato de TV-Anytime. Este campo es <u>opcional</u> y de tipo <u>String</u> .
2.9 Fecha (MLR)	Periodo de tiempo asociado a un evento del ciclo de vida del contenido. Normalmente la fecha	Este metadato permite el ingreso de diferentes fechas, por ejemplo, el tiempo en que fue creado el contenido o

	se referirá al tiempo en que se creó o fue puesto a disponibilidad el contenido. <u>Elemento no redefinido.</u>	el tiempo en el que fue puesto a disponibilidad. Este campo es <u>opcional</u> y de tipo <u>Date</u> .
2.10 Tipo de interactividad (MLR)	Modo de aprendizaje que predomina en el contenido. <u>Elemento no redefinido.</u>	Este metadato permite describir el modelo de aprendizaje, por ejemplo si le contenido es interactivos o no. Este campo es <u>opcional</u> y de tipo <u>String</u> .
2.11 Modo de distribución (MLR)	Indica el modo de distribución del contenido. Puede tener dos valores: Streaming o Download. Download es el valor por defecto. <u>Elemento no redefinido.</u>	Teniendo en cuenta que el contenido a describir es de servicios de VoD, se debe tener en cuenta el modo de acceder al contenido. Este campo es <u>obligatorio</u> y de tipo <u>String</u> .
2.12 Tiempo de disponibilidad (TV-Anytime)	Tiempo y fecha en que el programa no estará más disponible. Si no se especifica, significa indefinido. <u>Elemento no redefinido.</u>	Si bien los contenidos de VoD están disponibles en la web, algunos cuentan con un tiempo limitado de disposición. Por lo que es necesario tener en cuenta un elemento como este que haga referencia a esta característica. Este campo es <u>obligatorio</u> y de tipo <u>String</u> .
2.13 Formato (TV-Anytime)	Formato del archivo o medio físico. <u>Elemento no redefinido.</u>	Si el contenido es descargable (Download), es necesario saber en qué formato está el contenido para ser visualizado. Este campo es <u>obligatorio</u> y de tipo <u>String</u> .
2.14 Identificador de recurso (MLR)	Referencia única al contenido. Para ello se utilizará un sistema de identificación formal tales como URI, URL, ISBN, ISSN, etc. <u>Elemento no redefinido.</u>	Se decidió tomar la definición del esquema MLR debido a que su metadato hace referencia al recurso mediante un identificador formal como URI o URL. Este campo es <u>obligatorio</u> y de tipo <u>String</u> .
2.15 Fuente (MLR)	Recurso origen del que se deriva el presente contenido. Se proporcionará una referencia única al recurso. <u>Elemento no redefinido.</u>	Este metadato es necesario para poder destacar material educativo que se tuvo en cuenta para el desarrollo del contenido. Este campo es <u>opcional</u> y de tipo <u>String</u> .
2.16 Lenguaje (MLR)	Idioma del contenido. Se recomienda utilizar un vocabulario restringido. <u>Elemento no redefinido.</u>	Este metadato define el lenguaje de audio para el contenido. Este metadato fue tomado del esquema MLR pues presenta una definición más clara. Este campo es <u>obligatorio</u> y de tipo <u>String</u> .
2.17 Lenguaje de subtítulos (TV-Anytime)	Describe el idioma de los subtítulos incluido en el contenido. <u>Elemento no redefinido.</u>	Al tratarse de videos como recursos educativos, es fundamental indicar que tipo de lenguaje utiliza y también si cuenta con subtítulos o no. Si el campo es vacío indica que no cuenta con subtítulos. Este campo es <u>opcional</u> y de tipo <u>String</u> .
2.18 Lenguaje de señas (TV-Anytime)	Especifica el lenguaje de señas para el contenido. <u>Elemento no redefinido.</u>	Es importante hacer esta descripción pues el video no solo puede tener subtítulos sino también lenguajes para personas sordas o con alguna discapacidad. Este campo es <u>opcional</u> y de tipo <u>String</u> .
2.19 Método Educativo (MLR)	Describe el proceso para la generación de conocimiento. <u>Elemento no redefinido.</u>	Este metadato permitirá hacer una descripción del proceso que el contenido sigue para la generación de conocimiento, por ejemplo el aprendizaje colaborativo. Este campo

		es <u>opcional</u> y de tipo <u>String</u> .
2.20 Audiencia (MLR)	Clase o entidad a la que se dirige el contenido. <u>Elemento no redefinido.</u>	Se puede referencia a que tipo de agente educativo puede ir dirigido el contenido, por ejemplo estudiante o docentes. Este campo es <u>opcional</u> y de tipo <u>String</u> .
2.21 Nivel de audiencia (MLR)	Nivel de progresión en una secuencia educativa, por ejemplo la educación primaria. <u>Elemento no redefinido.</u>	Este metadato sirve para ubicar el recurso educativo dentro de un contexto educativo como el nivel de educación, por ejemplo si es para la educación primaria, secundaria o superior. Este campo es <u>opcional</u> y de tipo <u>String</u> .
2.22 Rango de edad (MLR)	Grupo de edad de los usuarios a los que se dirige el contenido. <u>Elemento no redefinido.</u>	Este metadato permitirá especificar la edad de los usuarios a los que va dirigido el contenido. Este campo es <u>opcional</u> y de tipo <u>String</u> .
2.23 Derechos (MLR)	Información sobre los derechos del contenido, tales como los derechos de propiedad intelectual. <u>Elemento no redefinido.</u>	Este metadato permite describir los derechos de propiedad sobre el contenido. Este campo es <u>opcional</u> y de tipo <u>String</u> .
2.24 Duración (TV-Anytime)	Indica la duración del contenido. <u>Elemento no redefinido.</u>	Este campo es <u>obligatorio</u> y de tipo <u>String</u> .
2.25 Contexto (LOM)	Entornos en que el recurso educativo puede ser utilizado. <u>Elemento no redefinido.</u>	Este campo es <u>opcional</u> y puede tomar los siguientes valores: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aula</li> <li>- Laboratorio</li> <li>- Entorno real</li> <li>- Domicilio</li> <li>- Mixto</li> <li>- Docente</li> <li>- Tutor</li> <li>- Familia</li> <li>- Compañero</li> <li>- Independiente</li> <li>- Mixta</li> <li>- Presencial</li> <li>- Semipresencial</li> <li>- Distancia</li> </ul>
<b>3. SEGMENTO</b>		
3.1 Titulo (TV-Anytime)	Título del segmento asociado a una o varias competencias. <u>Elemento no redefinido.</u>	Este metadato hace referencia al título del segmento. Permite hacer búsquedas más específicas dentro de un contenido. En caso de que el contenido sea segmentado este metadato será de uso <u>obligatorio</u> y de tipo <u>String</u> .
3.2 Sinopsis (TV-Anytime)	Una descripción del contenido del segmento. <u>Elemento no redefinido.</u>	Este metadato responde a la necesidad de describir el segmento de un contenido. Puede servir como elemento para hacer descripciones adicionales de la competencia o competencias del segmento. Este metadato es de uso <u>obligatorio</u> para segmentación y se considera de tipo <u>String</u> .
3.3 Palabra clave (TV-Anytime)	Lista de palabras claves asociadas al segmento. <u>Elemento no redefinido.</u>	Al igual que un contenido completo, un segmento puede ser asociado a palabras claves que ayuden en la recuperación de contenidos mediante

		sus segmentos. Este metadato es <u>obligatorio</u> para la segmentación de tipo <u>List&lt;String&gt;</u> .
3.4 Identificador de programa (TV-Anytime)	Una referencia del contenido al cual pertenece este segmento. <u>Elemento no redefinido.</u>	Un contenido puede ser descrito por múltiples segmentos, por tanto es necesario definir un elemento que permita identificar a que video o programa pertenece un segmento. Este metadato es de tipo <u>String</u> y uso <u>obligatorio</u> para la segmentación.
3.5 Identificador de segmento (TV-Anytime)	Identificador único del segmento. <u>Elemento no redefinido.</u>	Para la segmentación es necesario un identificador único para cada segmento. Este metadato es de tipo <u>String</u> y uso <u>obligatorio</u> para la segmentación.
3.6 Localizador de segmento (TV-Anytime)	Localiza el segmento dentro de un contenido en términos del tiempo de inicio y la duración. Si la duración no es especificada entonces significa que el segmento termina al final del programa. <u>Elemento no redefinido.</u>	Este metadato responde a la necesidad de localizar de forma precisa el segmento del contenido que se está describiendo. Este metadato es de tipo <u>String</u> y uso <u>obligatorio</u> para la segmentación.
3.7 Id_Ref_Comp (MLR)	Identificador de referencia asociado a una(s) competencias educativas específicas. <u>Elemento no redefinido.</u>	Según el modelo de descripción para los contenidos educativos de VoD, se debe asociar un segmento de un contenido con las competencias educativas. Este metadato es de tipo <u>String</u> y uso <u>obligatorio</u> para la segmentación.
<b>4. COMPETENCIAS GENERALES</b>		
4.1 Identificador (RDCEO)	Una etiqueta única a nivel global que identifica esta definición de competencia u objetivo. <u>Elemento no redefinido.</u>	Este campo define un identificador único para cada competencia general. Este metadato es de tipo <u>String</u> y uso <u>obligatorio</u> .
4.2 Titulo (RDCEO)	Etiqueta de texto de la competencia. <u>Elemento no redefinido.</u>	Este campo contiene la definición completa de la competencia. Este metadato es de tipo <u>String</u> y uso <u>obligatorio</u> .
4.3 Descripción (RDCEO)	Descripción de la competencia. <u>Elemento no redefinido.</u>	Un campo donde se hace una descripción adicional acerca de la competencia. Este metadato es de tipo <u>String</u> y uso <u>opcional</u> .
4.4 Disciplina (Elemento aportado)	Área a la cual pertenece la competencia.	De acuerdo a la caracterización de competencias, este metadato se hace necesario para una descripción precisa de las competencias. Este metadato es de tipo <u>String</u> y uso <u>opcional</u> .
4.5 Nivel (Elemento aportado)	Lista de grados que incluye la competencia.	Según la caracterización de competencias, para su correcta adquisición es necesario un desarrollo incremental. Por lo que las competencias están asociadas a un grupo de grado de la educación llamados "Niveles". Este metadato es de tipo <u>String</u> y uso <u>obligatorio</u> .
4.6 Dimensión (Elemento aportado)	Nombre de la dimensión a la que pertenece la competencia según el sistema educativo al que pertenezca, por ejemplo para las	Cada área particular cuenta con sus desarrollos particulares, por lo que las competencias educativas de cada área se han agrupado en dimensiones que

	competencia en matemáticas, el MEN define un pensamiento: "Pensamiento numérico, Pensamiento espacial"	ayudan a precisar las competencias a desarrollar en cada competencia. Este metadato es de tipo <u>String</u> y uso opcional.
<b>5. COMPETENCIAS ESPECIFICAS</b>		
5.1 Identificador (RDCEO)	Una etiqueta única a nivel global que identifica esta definición de competencia u objetivo. <u>Elemento no redefinido.</u>	Según el modelo de descripción asumido para los contenidos educativos de VoD, es necesario un identificador de las competencias, que permita asociar las competencias con los segmentos del contenido. Este metadato es de tipo <u>String</u> y uso obligatorio.
5.2 Id_Ref_Seg (Elemento aportado)	Identificaciones de los segmentos a la cual está asociada la competencia específica. En caso de no existir segmentación el contenido se considera como un segmento único.	Este metadato hace posible la asociación de una competencia con los segmentos a lo que este asociada. Este metadato es de tipo <u>List&lt;String&gt;</u> y uso obligatorio.
5.2 Título (RDCEO)	Etiqueta de texto de la competencia. <u>Elemento no redefinido.</u>	Este campo contiene la definición completa de la competencia. Este metadato es de tipo <u>String</u> y uso obligatorio.
5.3 Descripción (RDCEO)	Descripción de la competencia. <u>Elemento no redefinido.</u>	Un campo opcional donde se hace una descripción adicional acerca de la competencia. Este metadato es de tipo <u>String</u> y uso opcional.
5.4 Verbo (Elemento aportado)	El verbo con el que comienza la competencia específica.	De acuerdo a la caracterización de competencia realizada, una competencia específica puede ser descrita en tres partes. La primera hace referencia al verbo de la competencia. Este metadato es de tipo <u>String</u> y uso obligatorio.
5.5 Tema (Elemento aportado)	El tema al que se refiere la competencia específica.	Una competencia específica contempla unos temas a desarrollar. Este metadato es de tipo <u>String</u> y uso obligatorio.
5.6 Contexto (Elemento aportado)	El contexto en que se desempeña la competencia.	Según la caracterización de competencia, una competencia específica necesariamente contempla un contexto donde aplicar la competencia. Este metadato es de tipo <u>String</u> y uso obligatorio.
5.7 Nivel de competencia (Elemento aportado)	El nivel de desarrollo para una competencia	El elemento toma un valor para definir el nivel de desarrollo para una competencia. Este metadato es de tipo <u>String</u> y uso opcional.
5.8 Id_Ext_Comp (Elemento aportado)	Indica la competencia general donde se definió la competencia específica.	Una competencia específica se define a partir de una competencia general, por consiguiente es importante indicar esta competencia general. Este metadato es de tipo <u>String</u> y de uso <u>Obligatorio.</u>

## 3.5 Resumen

A partir de lo descrito en el capítulo 2 y el análisis realizado sobre diferentes esquemas de metadatos en el ámbito educativo, audiovisual y de competencias, se destaca que los esquemas metadatos analizados describen los recursos educativos independientemente de su naturaleza, prescindiendo de las características propias de cada recurso educativo, como por ejemplo la segmentación en los contenidos audiovisuales a partir de características propias de las competencias educativas. Por tanto, en este capítulo se ha adaptado un grupo de metadatos para describir contenidos de VoD en torno a las competencias educativas, donde se consideraron la característica de segmentación de los contenidos audiovisuales para la descripción más precisa de los contenidos en torno a competencias. Este grupo de metadatos ha sido adaptado a partir de esquemas de metadatos en el ámbito educativo, audiovisual, teniendo en cuenta la adaptación realizada en [20], y la caracterización de competencias teniendo en cuenta el modelo propuesto en [25]. El grupo de metadatos adaptados pertenecen a los siguientes esquemas de metadatos: MLR; LOM; TV-AnyTime y RDCEO. En este grupo de metadatos se ha considerado el modelo propuesto por TV-AnyTime para la segmentación, con el cual se describen las competencias educativas en contenidos de VoD de manera más precisa.

Ahora bien, debido a que los esquemas de metadatos para competencias consideran un concepto concreto y minimalista de competencia, la semántica para describir las competencias es muy reducida. Sin embargo al integrar metadatos definidos por los esquemas educativos, definidos por estándares de competencia como RCD o RDCEO y el análisis del modelo conceptual de las competencias definido por tres dimensiones (contexto, nivel de competencia y características individuales), se ha propuesto un grupo de metadatos que definen características especiales de las competencias para hacer la descripción más precisa.

A partir de lo propuesto en este capítulo, se da paso al diseño de la representación de conocimiento basada en ontologías en el capítulo 4.



# Capítulo 4: Diseño de la representación de conocimiento basado en ontologías

Este capítulo describe el proceso de diseño de una representación de conocimiento basada en ontologías, en la cual algunos requisitos son establecidos para su creación y son detallados los pasos seguidos de acuerdo a la metodología usada en [23], descrita en la sección 1.5. Los metadatos adaptados del capítulo 3 son utilizados como base para el desarrollo de la representación de conocimiento, pues indican la naturaleza de los conceptos para establecer relaciones entre contenidos de VoD y competencias educativas.

## 4.1 Justificación

Los elementos de cualquier esquema de metadatos deben ser administrados en un formato (tablas SQL, archivos de texto, lenguaje de etiquetas), esta traducción de un modelo abstracto a un formato específico es conocida como *Binding* [14]. Por ejemplo, el marcado de los metadatos del esquema LOM puede ser definido en el lenguaje XML para facilitar procesos de indexación y recuperación de recursos educativo. Sin embargo XML no cuenta con la suficiente semántica para distinguir entre objetos, relaciones y jerarquía de clases. Debido a lo anterior, XML no impone ninguna interpretación común de los datos de un documento [45].

A modo de ejemplo, un documento XML puede considerar etiquetas como `<autor>` o `<lenguaje>`, que describen metadatos como los definidos en el capítulo 3, y que ayudan a que los humanos intuyan el significado de lo que puede estar dentro de las etiquetas. No obstante, esta estructura no es entendible por maquinas como computadores, ya que las etiquetas de estas estructuras carecen de significado [45]. En respuesta a esta problemática surgen lenguajes de marcado como RDF, que va ligado estrechamente al diseño de ontologías y que intentan solucionar este problema añadiendo semántica a cada metadato de un esquema como LOM [14].

Por esta razón, expresar elementos de un esquema utilizando un modelo ontológico hace que los metadatos sean mejorados con propiedades ricas semánticamente para ser entendidos por maquinas. En el campo educativo el uso de representaciones de conocimiento basadas en ontologías es una tendencia en los sistemas de información basados en web, ya que refleja varios aspectos de los sistemas e-learning, como perfiles de estudiantes y dominios de conocimiento [14]. Por tanto, a partir del grupo de metadatos del capítulo 3 es modelada la representación de conocimiento basada en ontologías para la representación de relaciones entre competencias educativas y contenidos de VoD.

Algunas metodologías han sido estudiadas para el desarrollo de la representación de conocimiento, donde resaltan algunas para el desarrollo de ontologías en el ámbito educativo, las cuales apuntan sus esfuerzos en la representación de conceptos alrededor del modelado de cursos y procesos de formación como la enseñanza, aprendizaje y evaluación [33]. No obstante, metodologías del ámbito educativo no serían una buena

elección ya que estas no consideran algunas fases importantes para el desarrollo de la presente representación, como el reconocimiento de conceptos claves, la definición de propiedades y el planteamiento de preguntas a las cuales la representación va a dar respuesta.

En consecuencia y considerando el desarrollo de la representación de conocimiento basada en ontología a partir del grupo de metadatos obtenidos en el capítulo 3, la metodología propuesta en [23] ha sido adoptada en este trabajo, caracterizada por su usabilidad, flexibilidad y ampliamente usada en diferentes ámbitos. Esta metodología define criterios que pueden ayudar a reconocer el tipo de conceptos en cada uno de los metadatos y a modelarlos en la representación como clases, propiedades y relaciones entre clases. La figura 4.1.1 representa esta metodología y define los siguientes pasos:

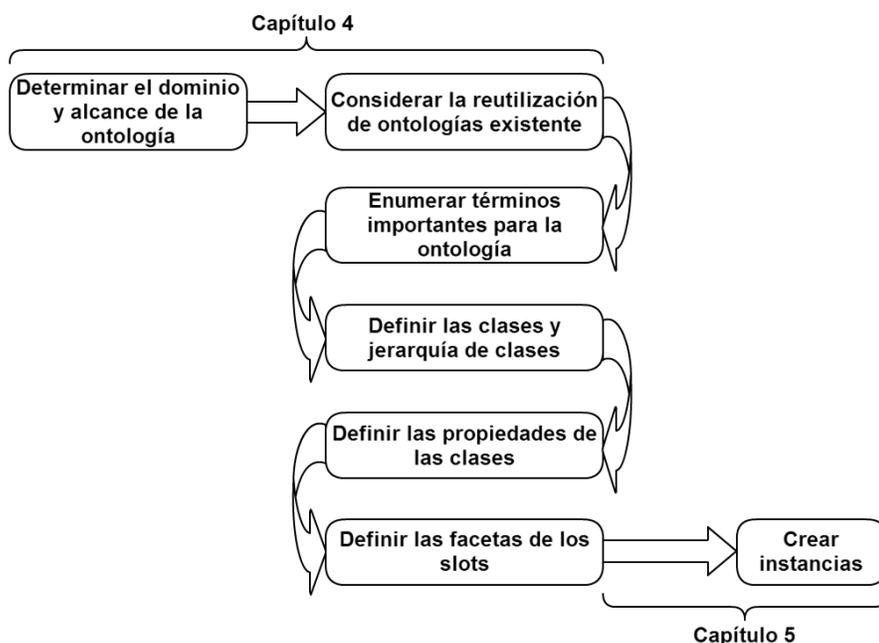


Figura 4.1.1 Metodología para la generación de una ontología. Tomada de [23]

1. Determinar el dominio y alcance de la ontología: la metodología propone responder a preguntas que limiten el alcance de la ontología y establezcan su dominio.
2. Considerar la reutilización de ontologías existente: sugiere el estudio de representaciones similares que sirvan como base para refinar, y extender el dominio y tarea particular de la representación a desarrollar.
3. Enumerar términos importantes para la ontología: la metodología sugiere escribir una lista términos relacionados con el dominio de conocimiento, en este proyecto serán términos relacionados con el establecimiento de relaciones competencia-contenido y competencia-competencia.
4. Definir las clases y jerarquía de clases: a partir de los conceptos y términos descritos en el anterior paso son definidas las clases y su jerarquía.
5. Definir las propiedades de las clases: para las clases definidas en el anterior paso, son determinadas sus propiedades: DataProperty, ObjectProperty.

6. Definir las facetas de los slots: define qué tipo de valor pueden tomar las propiedades definidas.
7. Crear instancias: la metodología finalmente propone crear instancias individuales de las clases de la jerarquía.

Tal como se muestra en la figura 4.1.1, en este capítulo solo son descritos los pasos 1 al 6, el paso 7 es descrito en el capítulo 5 con el desarrollo del prototipo de la representación de conocimiento. Antes de mostrar el desarrollo de la metodología, los requisitos y las fuentes de conocimiento utilizadas como base para la construcción de la representación de conocimiento basada en ontología son descritos a continuación.

## 4.2 Especificación de requisitos

Los requisitos propuestos para el diseño de la representación de conocimiento son descritos a continuación:

- La representación debe partir del grupo de metadatos definidos en el capítulo 3, ya que estos permiten reconocer los conceptos involucrados en el establecimiento de relaciones competencia-contenido y competencia-competencia.
- La representación debe ser extensible, de tal manera que sea sencillo poder incorporar nuevos conceptos (materias, niveles, contenidos, competencias, entre otros).
- El desarrollo de la representación debe ser documentado, para que el conocimiento representado, además de ser reconocido por la máquina, lo sea también por personas.
- El lenguaje elegido para el desarrollo de la representación de conocimiento basada en ontología es OWL. Si bien RDF está diseñado para representar conocimiento, este lenguaje carece de habilidades de razonamiento, más precisamente no permite realizar inferencias ni deducciones. OWL por su parte es un lenguaje mucho más expresivo, por lo que los metadatos a modelar en la representación pueden ser codificados con un mayor significado.

## 4.3 Adquisición de conocimiento

A continuación son descritas las fuentes tenidas en cuenta para la adquisición de conocimientos de los conceptos a representar, útiles para el establecimiento de relaciones entre competencias y contenidos de VoD.

Normas y estándares:

- TV-Anytime: esquema de metadatos de referencia para la descripción segmentada de los contenidos de VoD a partir de competencias educativas [12].
- ISO/IEC 19788 MLR y IEEE LOM: esquemas de metadatos de referencia para la descripción de recursos educativos, en este proyecto estos recursos son contenidos educativos de VoD [29].

- RDCEO: estándar de metadatos de referencia para la descripción de competencias [43].

Modelos de competencia:

- Los modelos de competencia considerados por estándares de competencia como RCD [38], SRCM [46] y RDCEO [43].
- La clasificación de competencias descritas en la sección 2.1, con dos tipos de competencias: Competencia General y Competencia Especifica, acordes a lo propuesto por los Estándares Básicos de Competencias de Colombia MEN [3] y Estándares de competencia de España [41], además de lo propuesto para las competencias por la OCDE [47].
- El modelo de descripción de competencia presentado en la sección 2.3.4, a partir del cual fueron definidas características más precisas para la descripción de competencias educativas.

## 4.4 Etapa de diseño

A continuación son descritos cada uno de los pasos seguidos para el desarrollo de la representación, de acuerdo a lo propuesto en la metodología usada en [23]. En este capítulo solo son descritos los pasos para el diseño de la representación, por lo que el paso 7 que indica la creación de individuos y por consiguiente el prototipo parcial de la representación (base de conocimiento) es descrito en el capítulo 5.

### 4.4.1 Paso 1: Dominio y alcance de la representación de conocimiento

La metodología sugiere empezar con la definición del dominio y alcance de la representación, para lo cual [23] propone responder preguntas básicas, cuya definición y respuesta están descritas en la tabla 4.4.1.

*Tabla 4.4.1 Preguntas básicas para la definición del alcance y dominio de la ontología*

PREGUNTA	RESPUESTA
¿Cuál es el dominio que la ontología cubrirá?	El dominio de la ontología es el establecimiento de relaciones entre competencias educativas y contenidos de VoD. Donde son involucrados descripciones de características educativas de los recursos, características de los contenidos audiovisuales, especialmente de VoD, y características descriptivas de las competencias.
¿Para qué usaremos la ontología?	Para obtener información sobre las competencias involucradas en un contenido de VoD, y también para obtener contenidos de acuerdo a competencias específicas seleccionadas por un usuario (estudiante, docente).
¿Quién usará la ontología?	La ontología será usada por estudiantes y docentes para obtener contenidos de VoD de acuerdo a competencias determinadas.

Adicional a estas preguntas, McGuinness propone definir otras [23], a las cuales debe responder la representación para determinar su alcance.

- ¿Qué competencias educativas contempla un contenido de VoD?
- ¿Qué competencias educativas están asociadas a un área específica?
- ¿Qué contenidos están relacionados con el tema de una competencia específica?
- ¿Qué contenidos son los más apropiados si un estudiante está en un grado determinado?
- ¿Qué competencias específicas pertenece a una determinada competencia general, y que contenidos de VoD están asociados a estas?
- ¿Qué contenidos de VoD contribuyen al desarrollo de determinados verbos de acción o habilidades?

Además, las respuestas de estas preguntas sirven como prueba de control de calidad, donde es útil responder preguntas como: ¿La representación contiene suficiente información para responder las preguntas definidas?, ¿Las respuestas requieren un nivel particular de detalle o representación, como por ejemplo que segmentos y competencias están contenidos en un determinado programa?, entre otras [23].

En la representación son propuestos conceptos y características de las competencias educativas como grado, materia, habilidad o contexto para describir relaciones entre competencias y contenidos de VoD, a vistas de una mejor recuperación de contenidos a partir de estas características. Por consiguiente, a continuación son definidos los tipos de consultas para contenidos de VoD a partir de competencias educativas y sus características, a las cuales debe responder la representación de conocimiento construida:

- Por competencia específica.
- Por competencia general.
- Por nivel.
- Por materia.
- Por dimensión en una materia.
- Por verbo de acción asociado a una competencia.
- Por tema.
- Por contexto.
- Por la combinación de diferentes características de competencia.

#### **4.4.2 Paso 2. Considerar la reutilización de ontologías existentes**

De acuerdo a lo propuesto en [23], es importante dentro del desarrollo de cualquier representación de conocimiento basada en ontologías, la reutilización de representaciones realizadas por otras personas o entidades. Sin embargo, en el análisis de trabajos relacionados fueron encontrados trabajos que describen competencias educativas a un alcance muy limitado, considerándolas como un concepto cognitivo o laboral, sin tener en cuenta los aspectos que puede contemplar una competencia educativa. Además, considerando que el desarrollo de la ontología parte del grupo de metadatos adaptados del capítulo 3, ninguna representación de conocimiento fue considerada para su reutilización en el desarrollo del presente trabajo. Sin embargo de ontologías existentes como la realizada en [23] se tuvieron en cuenta aspectos como la definición de clases y propiedades a partir de los conceptos resultantes del establecimiento de relacionar competencias educativas y contenidos de VoD. Además de

[48] pudo obtenerse información para establecer propiedades inversas y transitivas sobre la representación, para mejorar el razonamiento y la inferencia a partir del lenguaje OWL

#### **4.4.3 Paso 3. Enumerar términos importantes para la representación de conocimiento**

Siguiendo la metodología, ahora una lista de términos importantes en el dominio de conocimiento es definida, es decir en el establecimiento de relaciones competencia-contenido y competencia-competencia, que responden a preguntas como: ¿Cuáles son los términos que responden a las preguntas planteadas en el paso 1?, ¿Qué propiedades pueden tener esos términos en la representación? y ¿Qué relaciones existen entre esos términos?, entre otras.

Ahora bien, las relaciones entre competencia y contenidos de VoD parten del modelo propuesto en la figura 3.4.1 donde son definidas cuatro entidades: Grupo programa, Programa, Segmento y Competencia. Por tanto, la lista de términos importantes para el diseño de la representación es la siguiente:

- Grupos de programas: referente a grupos de programas que cumplen un propósito, como por ejemplo agrupar contenidos de VoD de una lección particular.
- Programa: referente al contenido educativo de VoD donde las competencias van a ser descritas.
- Segmento: segmentos asociados a los contenidos educativos de VoD.
- Competencia: competencias educativas contenidas en los programas, las cuales son asociadas al programa mediante la segmentación.

En este paso es importante establecer una lista inicial de los términos, sin preocuparse aún de la relación entre los términos o propiedades que pueda tener cada término. Esto es realizado en el paso 4 y paso 5.

Antes de seguir con los pasos 4 y 5 de la metodología, es necesario recalcar que estos son realizados teniendo en cuenta el grupo de metadatos adoptados en el capítulo 3, por consiguiente para definir las clases y propiedades ha sido tomado como referencia el grupo de metadatos de la figura 3.4.2. En el paso 5 son definidos qué tipo de propiedad es cada uno de los metadatos, es decir si son DataProperty u ObjectProperty. Los primeros son utilizados para definir propiedades que pueden tomar un valor determinado (Integer, String, entre otros) y los segundos para relacionar dos clases disjuntas, es decir clases que tienen individuos independientes. Además, en este mismo paso es explicada la decisión de considerar algunos elementos como clases.

#### **4.4.4 Paso 4. Definir las clases y la jerarquía de clases**

McGuinness en [23] propone tres enfoques para el desarrollo de una jerarquía de clases, top-down, down-top y combinado. El primero consiste en comenzar con la definición de conceptos más generales para luego refinarlos en conceptos más específicos. El segundo enfoque propone la definición de clases específicas para luego generalizarlos en conceptos globales. Para el proyecto ha sido seleccionado el tercer enfoque, que utiliza lo propuesto por top-down y down-top, definiendo primero los conceptos más sobresalientes, para luego generalizarlos y refinarlos apropiadamente.

Teniendo en cuenta que el propósito de la representación a diseñar es relacionar contenidos de VoD con competencias educativas y competencias con competencias, han sido definidos los conceptos del modelo propuesto en la figura 3.4.1 como clases: **Grupo programa**, **Programa**, **Segmento** y **Competencia**. Su jerarquía es representada en la figura 4.4.1.

Estas clases obedecen a la forma: los grupos de programa contienen un grupo de videos (clase Programa), estos videos están segmentados (clase Segmento) y cada segmento es relacionado con las competencias (clase Competencia).

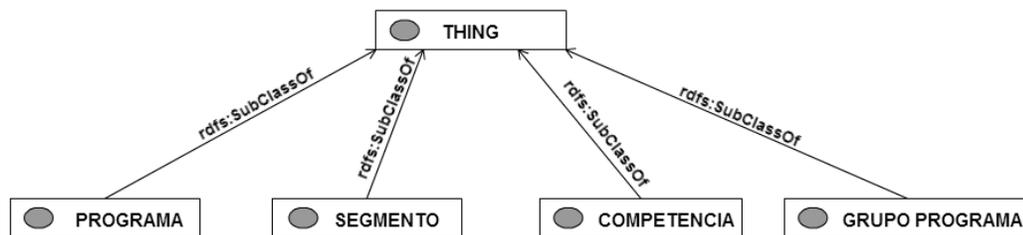


Figura 4.4.1 Jerarquía inicial de la ontología. Fuente propia

A partir de las clases anteriormente definidas, es traído a colación uno de los criterios definidos en [23]: *“Una subclase de una clase representa un concepto que es un ‘tipo de’ concepto que la superclase representa.”*

Teniendo en cuenta este criterio y a partir del grupo de clases definido anteriormente, no es posible establecer una jerarquía compuesta por clases y subclases, pues relacionar los contenidos de VoD con competencias implica representar clases que no tienen una relación “tipo de” con otra clase. Por ejemplo, sería un error definir a la clase **Programa** como una subclase de **Grupo de programa**, ya que un programa representa a un solo contenido, mientras que un grupo de programas representa conjuntos de contenidos de acuerdo a un propósito. En su lugar, la relación que existe entre estas dos clases estaría representada mediante una propiedad *ObjectProperty*, la cual permitirá relacionar clases disjuntas. Lo anterior se describe en el siguiente paso (Ver paso 5).

No obstante, McGuinness en [23] define un segundo criterio, el cual indica que a partir de las clases establecidas hasta este punto es posible establecer subclases, el criterio es el siguiente: *“Las subclases de una clase usualmente (1) tienen propiedades adicionales que la superclase no tiene, o (2) diferentes restricciones de las de las superclase, o (3) participan en relaciones diferentes que la superclases.”*

A partir del criterio descrito, si una clase contempla un grupo de propiedades, puede definirse como subclases aquellas que contemplen estas mismas propiedades y que tengan propiedades adicionales. A partir del grupo de metadatos descritos en la tabla 3.4.1 es posible observar que los elementos de descripción de un **Programa** y un **Segmento** comparten el grupo de metadatos mostrados en la tabla 4.4.2.

Tabla 4.4.2 Elementos similares definidos entre el grupo de Programa y Segmento

ELEMENTOS DEL PROGRAMA	ELEMENTOS DEL SEGMENTO
Título	Título
Descripción	Sinopsis
Palabra clave	Palabra clave

Este grupo de elementos son similares porque sus descripciones tienen el mismo significado y apuntan hacia un mismo concepto, por ejemplo, **Título** para el **Programa** define lo mismo que **Título** para el **Segmento**. Por lo tanto, ha sido definida una superclase llamada **Contenido**, la cual tiene como propiedades **Título**, **Descripción**, **Palabra clave**, y como subclases **Programa** y **Segmento**. Cada una de estas subclases tiene como propiedades las definidas en la superclase **Contenido**, y también las propiedades definidas en la tabla 3.4.1 respectivamente.

Una segunda jerarquía de clases es establecida en las competencias, donde se han definido dos tipos de competencias: **Competencias generales** y **Competencias específicas**, de acuerdo a la clasificación de competencias adoptada y descrita en la sección 2 (Ver también Anexo A), la cual es reflejada en el grupo de metadatos adaptados de la figura 3.4.2. Estas conforman los “tipo de” competencia, evidenciando la relación “*rdfs:SubClassOf*” con la clase **Competencia**.

Por lo tanto, a partir de las subclases propuestas anteriormente ha sido definida la jerarquía de la gráfica figura 4.4.2.

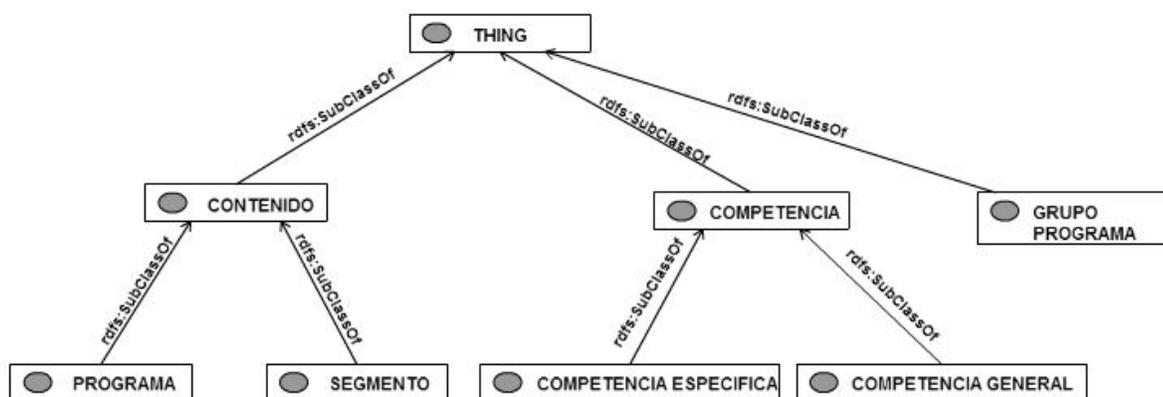


Figura 4.4.2 Jerarquía con base en similitud de metadatos entre los definidos para Programa y Segmento, y los tipos de competencia. Fuente propia

Las clases **Competencia Específica** y **Competencia General** contemplan los elementos de datos definidos en la tabla 3.4.1. Estos elementos pueden ser considerados como propiedades de las clases **Competencia Específica** y **Competencia General** respectivamente, sin embargo es necesario tomar como referencia lo propuesto por McGuinness en el siguiente criterio [23]: “Si la distinción es importante en el dominio y pensamos en los objetos con diferentes valores para la distinción como diferentes tipos de objetos, entonces deberíamos crear una nueva clase para la distinción”.

Es decir, si una propiedad puede ser un factor de distinción dentro del dominio, esta debería ser declarada como una nueva clase que permita describir este factor de

distinción. A partir de esto, se concluye que los elementos **Dimensión, Nivel, Disciplina, Verbo de acción, Tema, Contexto y Nivel de Competencia** son conceptos importantes para describir la competencia, pues las consultas que a realizar sobre la representación dependen de los valores que tomen los anteriores elementos.

Como ejemplo, si el elemento **Tema** es definido como una propiedad tipo String de la clase **Competencia Especifica**, puede haber problemas cuando sean realizadas consultas sobre los contenidos a partir de esta propiedad, ya que existe la posibilidad de que un mismo tema tenga sintaxis diferente. Así, en una competencia el tema “Suma de fracciones” puede ser descrito como “Suma de irracionales” y aunque los dos temas pueden indicar un mismo concepto, para la ontología resulta difícil reconocerlo.

Para poder solucionar esto, fue descrita esta distinción mediante la declaración de las siguientes clases:

- **Dimensión.**
- **Nivel.**
- **Disciplina.**
- **Verbo de acción.**
- **Tema.**
- **Contexto.**
- **Nivel de competencia**

Como resultado, en la figura 4.4.3 es representada la nueva jerarquía de clases.

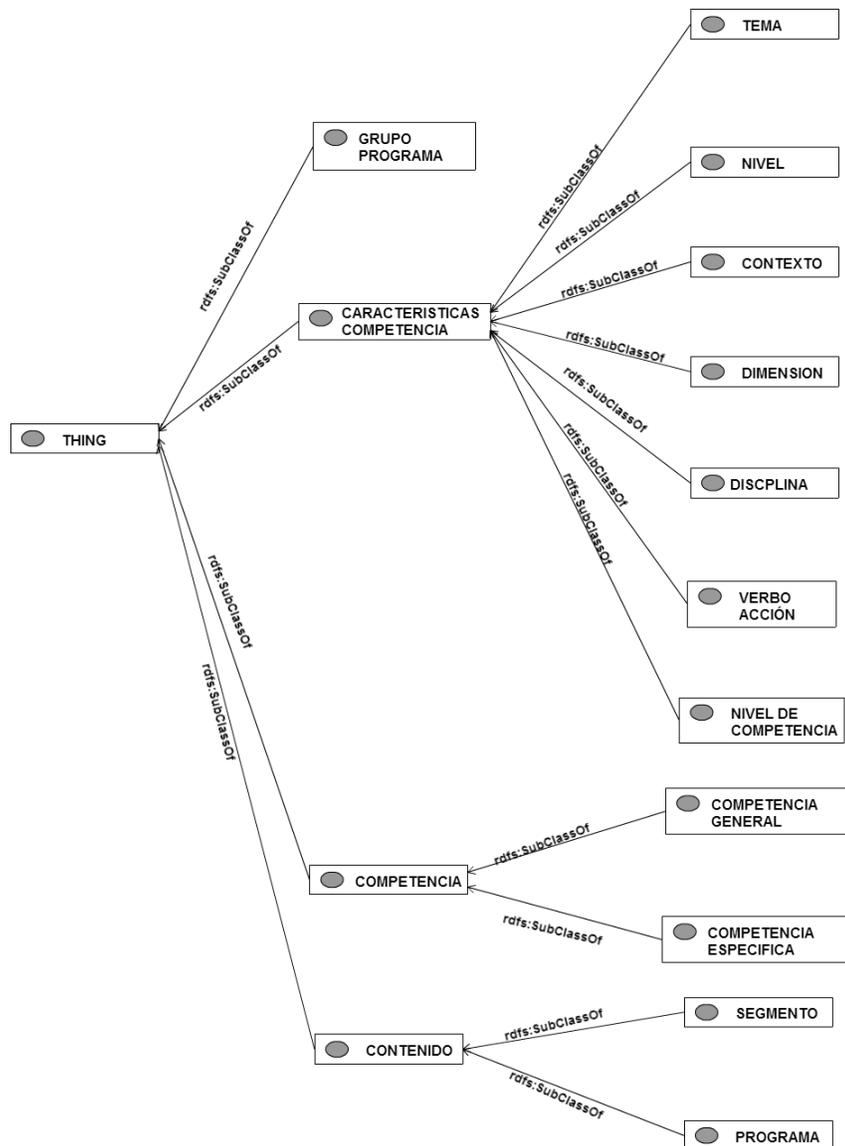


Figura 4.4.3 Jerarquía con base en las características de competencias educativas. Fuente propia

Cada clase describirá conceptos a través de la definición de individuos, quienes serán reutilizados para crear individuos de clases superiores. Por ejemplo, los individuos Competencia 1 y Competencia 2 pueden estar relacionados con el Tema 1, evitando en este caso errores de sintaxis en consultas con este tema y otros casos de consultas para competencias a partir de una misma característica. La jerarquía de la figura 4.4.3 da por finalizado este paso, a continuación es descrita la definición de propiedades en cada una de estas clases.

#### 4.4.5 Paso 5. Definir las propiedades de las clases

Para poder responder a las preguntas planteadas en el paso 1, no basta con la declaración de las clases del paso 4. Es necesario describir la estructura de los conceptos, es decir las propiedades que relacionan las clases definidas anteriormente.

Para definir estas propiedades es necesario partir del grupo de metadatos adaptados en el capítulo 3, que describen a las clases **Grupo de Programa**, **Programa**, **Segmento**, **Competencia general** y **Competencia Especifica**. Por ejemplo, a partir del grupo de metadatos para la clase Segmento es posible establecer las siguientes propiedades Título, Sinopsis, Palabras Clave, ProgramRef, SegmentId, Localizador de Segmento e Id\_Ref\_Comp.

De acuerdo a lo propuesto por McGuinness en [23], las propiedades pueden ser de dos tipos:

- DataProperty: estas propiedades describen características propias de los conceptos para identificar el recurso al que están relacionados, por ejemplo una propiedad de este tipo puede ser autor, descripción, fecha y formato, del grupo de metadatos del capítulo 3.
- ObjectProperty: estas propiedades permiten relacionar individuos. En este tipo de propiedades es necesario definir a que clases es necesario asociar los individuos.

Las propiedades tipo DataProperty pueden tomar cualquiera de los siguientes valores:

- String: cadena de caracteres.
- Integer: describe valores numéricos.
- Boolean: banderas true o false.
- Enumerated: lista específica de valores admitidos por el slot.

A las propiedades tipo ObjectProperty les es asignada una clase para describir relaciones entre individuos de diferentes clases. Las propiedades, independientemente del tipo, pueden ser definidos mediante un dominio (rdfs:domain) que indica la clase donde ha sido definida y un rango (rdfs:range) que indica que tipo de valor que toma la propiedad. Si es una propiedad tipo DataProperty, el rango puede tomar valores como String, Integer, entre otros. Las propiedades tipo ObjectProperty tomaran como rango una o más clases, las cuales son relacionadas con el dominio.

De acuerdo a lo anterior, fueron descritos los elementos considerados como propiedades, a partir del grupo de metadatos adaptados de la tabla 3.4.1, indicando el tipo de propiedad y el rango. En caso de que sea una propiedad que indique una relación entre clases, es tomada en cuenta la siguiente regla, descrita en [23]: *“Cuando se define un dominio o rango de un slot, se debe encontrar las clases o clase más generales que puedan ser respectivamente el dominio o rango de los slots. Por otro lado, no definir un dominio ni rango que sea demasiado general: todas las clases en el dominio de un slot deben ser descritas por el slot y las instancias de todas las clases en el rango de un slot deben poder ser rellenos potenciales del slot. No elegir una clase demasiado general para el rango (i.e., es inútil de crear un rango COSA (THING)) pero es posible elegir una clase que cubre todos los valores de relleno”*. A continuación se muestra las propiedades definidas para cada una de las clases definidas en el paso 4:

- Clase Grupo de Programa

En la figura 4.4.4 está representado cómo fueron mapeados los metadatos relacionados a grupo de programa (ver tabla 3.4.1), como propiedades de la clase **Grupo Programa** en la representación de conocimiento. En la figura es descrito el tipo de propiedad y el valor que toma. Es importante destacar que la propiedad tipo *Identificador de Programa* relaciona las clases **Grupo Programa** y **Programa** de la forma: Un grupo de programas puede contener de cero a muchos programas.

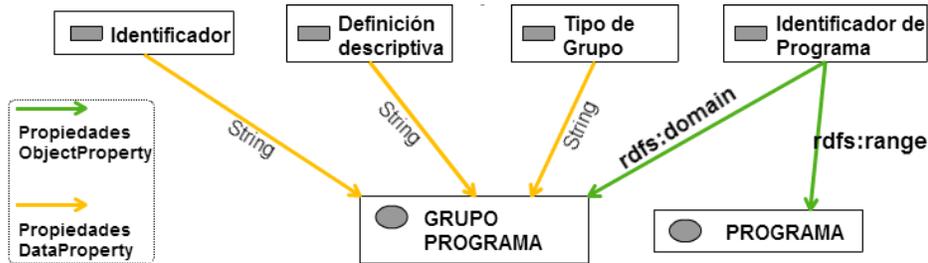


Figura 4.4.4 Propiedades de la clase Grupo Programas. Fuente propia

- Clase Programa

La figura 4.4.5 representa las propiedades modeladas en la clase **Programa** a partir de los metadatos relacionados con la entidad programa de la tabla 3.4.1. En esta figura es posible observar los tipos de valores asignados para cada propiedad tipo DataProperty, por ejemplo la propiedad *Duración* acepta valores tipo Time. Y también observar que las clases Programa y grupo de programa están relacionadas por la propiedad *Identificador de Grupo*.

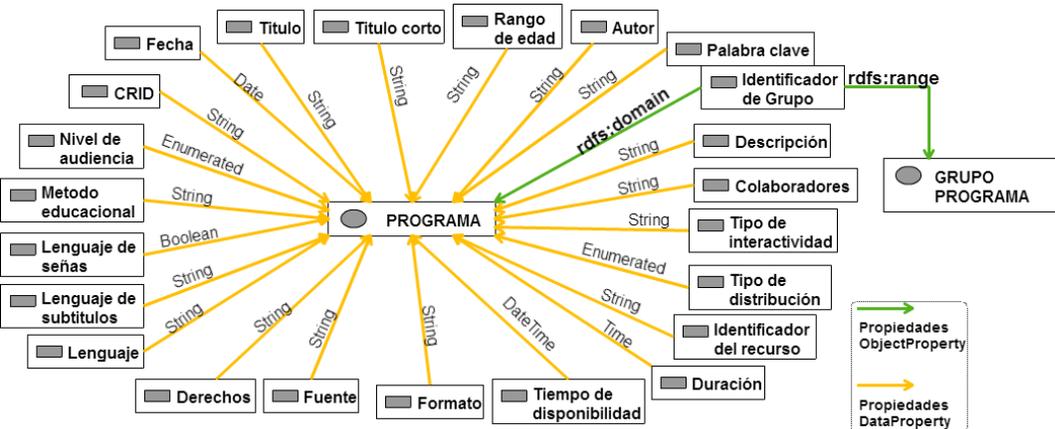


Figura 4.4.5 Propiedades de la clase Programa. Fuente propia

- Clase Segmento

En la figura 4.4.6 está representado como han sido mapeados los metadatos relacionados a la entidad segmento (ver tabla 3.4.1), como propiedades a la clase **Segmento** en la representación de conocimiento.

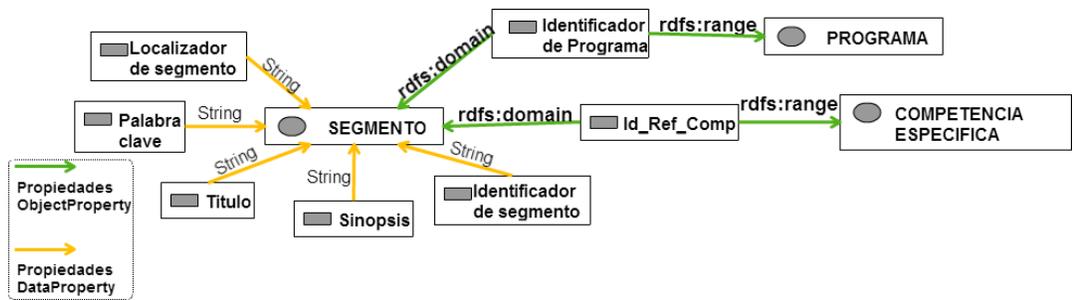


Figura 4.4.6 Propiedades de la clase Segmento. Fuente propia

En la figura 4.4.6 que existen dos propiedades tipo ObjectProperty que relacionan las clases **Programa** y **Competencia Especifica** con la clase **Segmento**. Lo anterior parte del modelo de la figura 3.4.1 donde es indicado que un segmento pertenece únicamente a un programa, y que una competencia pertenece a un segmento.

- Clase Competencia General

Tal como fue descrito en el paso 4, los elementos Disciplina, Nivel, Dimensión, Tema, Contexto y Nivel de Competencia han sido definidos como clases en la representación. En la figura 4.4.7 están representadas las propiedades modeladas sobre la clase **Competencia general**, donde han sido definidas propiedades tipo ObjectProperty que relacionan las competencias generales con sus respectivas características.

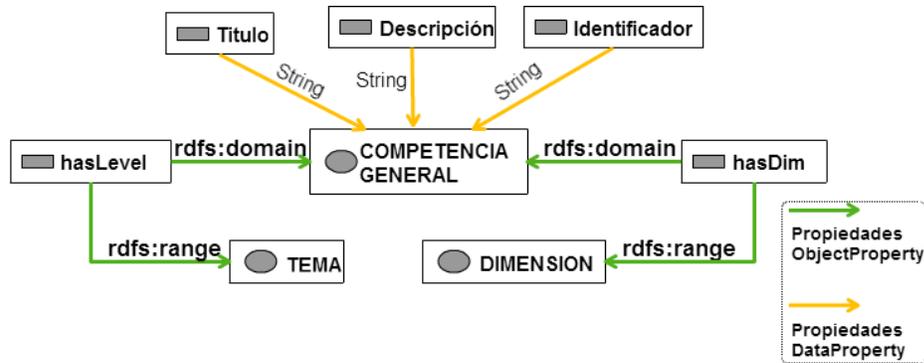


Figura 4.4.7 Propiedades de la clase Competencia General. Fuente propia.

En la figura 4.4.7 es posible observar que del grupo de metadatos relacionados con competencia general de la tabla 3.4.1, solo han sido modeladas tres propiedades (Titulo, Descripción, Identificador). Mientras que los otros metadatos han sido modelados como propiedades que relacionan con las clases que describen a la competencia general (*hasLevel* y *hasDim*).

- Clase Competencia Especifica

En la figura 4.4.8 estan mapeados los metadatos relacionados a la entidad competencia especifica (ver tabla 3.4.1), como propiedades a la clase **Competencia**

**especifica** en la representación de conocimiento. Al igual que para las competencias generales, las características para describir una competencia específica han sido modeladas como clases, por lo que para relacionar las características con la competencia han sido modeladas propiedades tipo ObjectProperty.

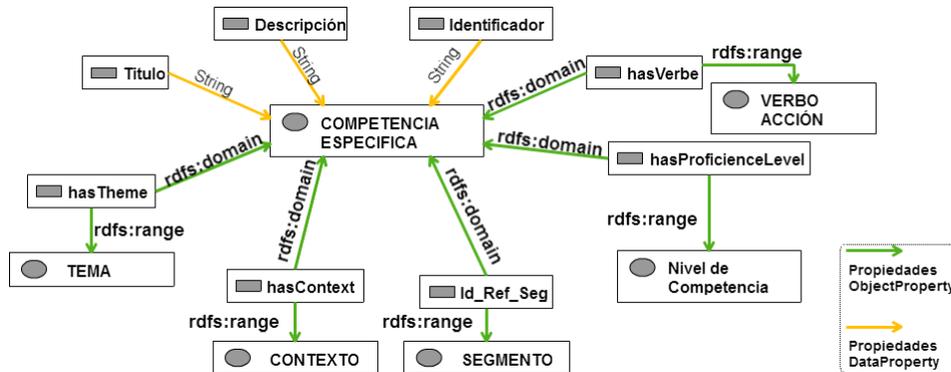


Figura 4.4.8 Propiedades de la clase Competencia Especifica. Fuente propia.

Adicional a lo definido anteriormente, en las clases **Nivel**, **Disciplina**, **Dimensión**, **Verbo de acción**, **Tema**, **Contexto** y **Nivel de Competencia** ha sido definida la propiedad **Título** de tipo DataProperty y de valor String. Por otro lado, para las clases **Dimensión** y **Nivel** han sido definidas propiedades adicionales debido a la naturaleza de los conceptos que representan.

- Clase Nivel: esta clase describe individuos que representan conjuntos de grados, es por esto que posee una propiedad tipo DataProperty definida como **Grados** de tipo Integer. Esta propiedad siempre debe tener por lo menos un valor, debido a que una competencia pertenece como mínimo a un grado.
- Clase Dimensión: una dimensión únicamente pertenece a una disciplina, es por esto que la relación entre competencia y disciplina no es definida en la clase **Competencia General** sino en la clase **Dimensión**. Esta propiedad tipo ObjectProperty es **hasA**, y relaciona la clase **Dimensión** con la clase **Disciplina**.

En el modelado del grupo de metadatos sobre la representación de conocimiento basada en ontología es pertinente destacar lo siguiente:

- El grupo de metadatos ha sido modelado como DataProperty, ObjectProperty o clases, añadiendo de esta manera más semánticas a algunos elementos, para establecer relaciones entre sí de una forma más natural.
- En las tablas han sido definidos metadatos identificadores (Identificador, SegmentId, CRID) los cuales permiten identificar de forma única un recurso. Por otro lado en la ontología los recursos también son identificables mediante referencias globales llamadas Uniform Resource Identifiers (URIs). Estos elementos son tenidos en cuenta debido a que esquemas como RDCEO definen a las descripciones como reusables, para lo cual es fundamental un identificador que permitan su reutilización en sistemas externos.

- Inicialmente no fue posible crear una jerarquía de clases en subclases, debido a los conceptos representados, sin embargo gracias a los criterios propuestos por la metodología fue posible definir una jerarquía más natural entre las clases.

Como resultado de la etapa de diseño, en la figura 4.4.9 están representadas las relaciones entre clases definidas anteriormente:

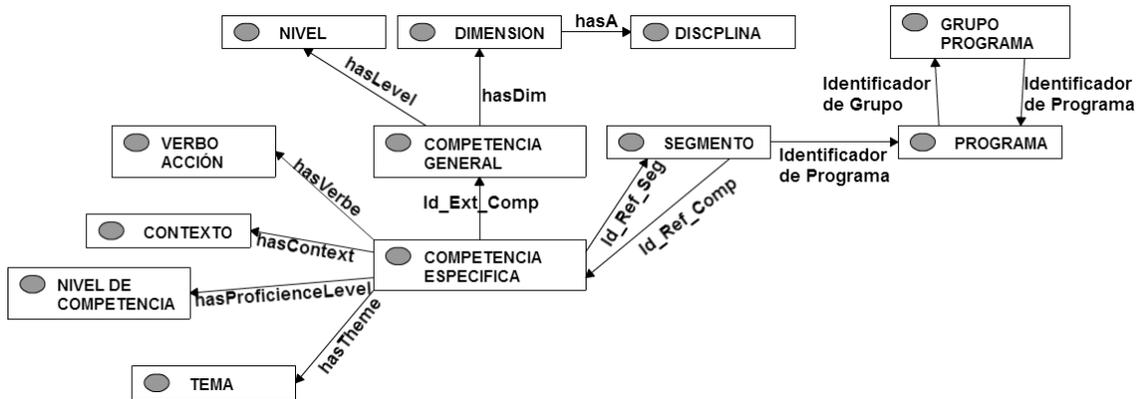


Figura 4.4.9 Modelo conceptual de la ontología. Fuente propia.

## 4.5 Características adicionales

Hasta este punto han sido modelados los metadatos adaptados del capítulo 3 sobre la representación de conocimiento basado en ontologías. No obstante, la representación puede ser mejorada mediante el establecimiento de reglas que permiten el razonamiento y la inferencia a partir del lenguaje OWL, por consiguiente es propuesta la implementación de dos características que brinda el lenguaje OWL para la construcción de ontologías. Estas características permiten deducir relaciones no definidas pero que pueden ser inferidas a partir de relaciones entre individuos que si han sido declaradas, mejorando la consulta de recursos en la ontología, con vistas a su implementación.

### 4.5.1 Propiedad inversa

Esta propiedad es identificada mediante la expresión *owl: inverseOf* y define a un par de propiedades en la ontología como inversas [48]. Por ejemplo, en la jerarquía de la figura 4.4.9 puede definirse una relación inversa entre las propiedades *Identificador de Programa* e *Identificador de Grupo*, lo cual puede dar lugar a relaciones como las representadas en la figura 4.5.1.

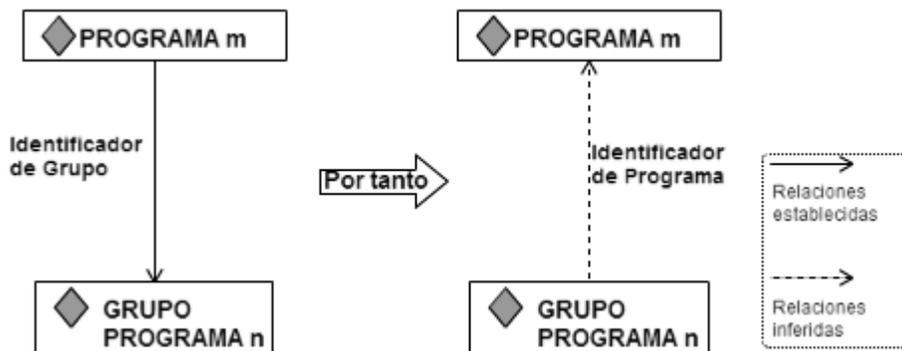


Figura 4.5.1 Relaciones inversas. Fuente propia.

Dentro de este tipo de propiedades, existe una derivación definida como propiedad simétrica, expresada mediante *owl:SymetricProperty* [48]. Este tipo de propiedad define a una propiedad como su propia inversa. Este tipo de propiedad ha sido declarado sobre las propiedades que relacionan la clase **Competencia Específica** y **Competencia General** con las clases que hacen referencia a las características de competencia (**Tema, Contexto, Verbo de acción, Nivel, Dimensión, Disciplina, Nivel de competencia**), dando como resultado el modelo de la representación de conocimiento de la figura 4.5.2.

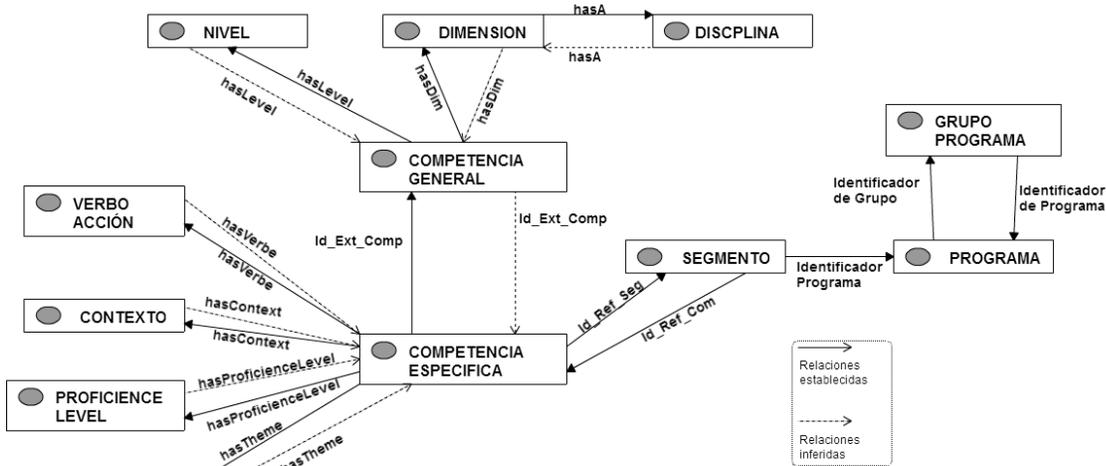


Figura 4.5.2 Modelo conceptual de la ontología con propiedades inversas. Fuente propia.

#### 4.5.2 Propiedades transitivas

Este tipo de propiedades permite inferir relaciones entre clases que contemplan una misma propiedad. Este tipo de propiedad ha sido establecida para relacionar la clase **Competencia Específica** con la clase **Programa**, y la clase **Competencia Específica** con la clase **Disciplina**. Para esto, las propiedades *Identificador Programa* e *id\_ref\_seg*, son reemplazadas por una única propiedad definida como *belongsTo*, lo cual permite establecer relaciones como las mostradas en figura 4.5.3.

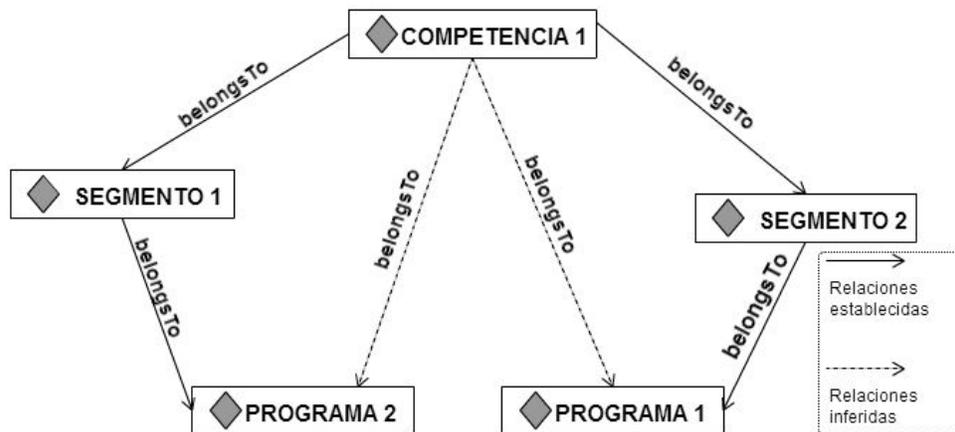


Figura 4.5.3 Ejemplo de propiedad transitiva aplicado al modelo del proyecto. Fuente propia.

Este mismo principio ha sido utilizado para relacionar la clase **Competencia Especifica** con la clase **Disciplina**, a través de la propiedad *hasA*. Además, las propiedades *hasA* y *belongsTo* también fueron declaradas como propiedades simétricas. A partir de lo dicho anteriormente, la figura 4.5.4 describe las relaciones establecidas e inferidas en la representación diseñada.

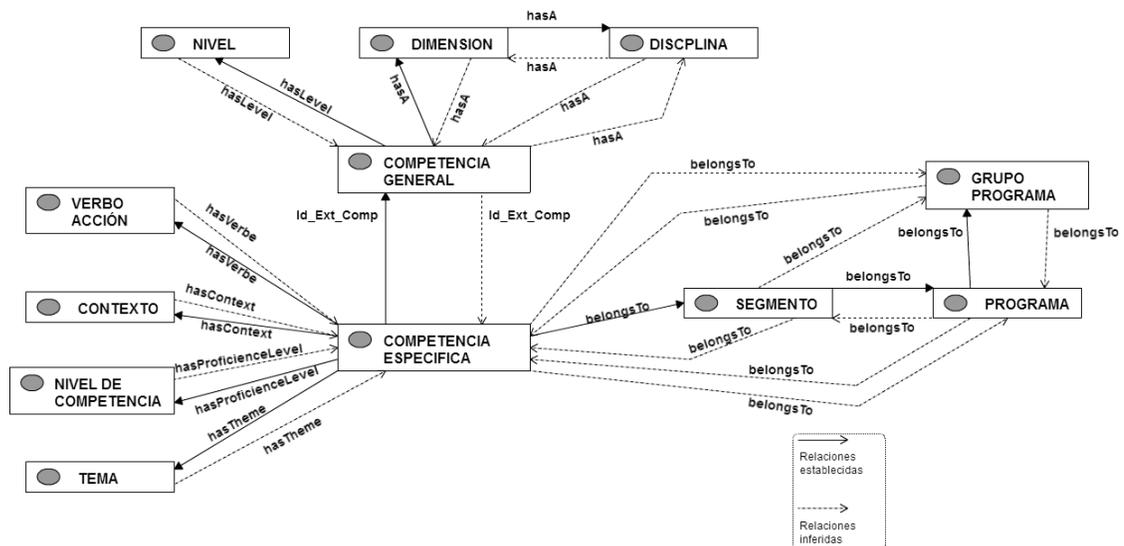


Figura 4.5.4 Modelo conceptual de la ontología con propiedades transitivas. Fuente propia.

## 4.6 Resultado final de la representación de conocimiento

Haciendo pruebas y en busca de mejorar el modelo de la representación diseñado hasta este punto, el modelo propuesto fue evaluado de acuerdo a lo definido por Rekik en [49]. Estas pruebas son descritas en el capítulo 6 (ver evaluación cualitativa). A partir de esta



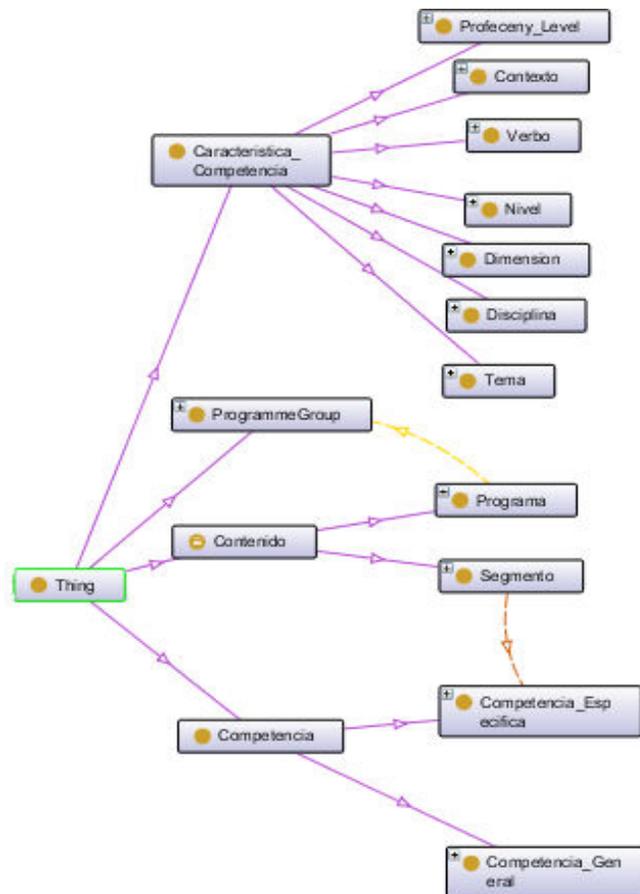


Figura 4.6.2 Fragmento de la representación de conocimiento producida por Protegé. Fuente propia.

## 4.7 Resumen

En este capítulo ha sido propuesta una representación de conocimiento basada en ontología que describe relaciones entre las competencias y los contenidos de VoD. Para ello fueron utilizados los resultados de la adaptación de los metadatos, que describen contenidos de VoD asociados a competencias, obtenidos en el capítulo 3, en el cual fueron tenidas en cuenta características presentes en diferentes estándares de competencia, buscando que la representación ontológica sea aplicable a cualquier sistema educativo.

Al modelar los metadatos en la representación de conocimiento basada en ontologías fue añadida semántica a su significado, ya que a nivel de un esquema de metadatos cada metadato es definido como un elemento y un campo de valor, mientras que en la ontología los metadatos deben ser modelados de acuerdo al concepto que representan y el propósito de la ontología, pudiendo ser representados como clases, propiedades o relaciones.

Las metodologías para el diseño de representaciones ontológicas establecen criterios básicos para su construcción. Sin embargo, al aplicarla puede haber dificultad en la definición de los conceptos y relaciones que hacen parte del ámbito de aplicación. En este sentido, la adaptación previa de los metadatos y su mapeo en los elementos que componen una representación ontológica permitieron aplicar la metodología con fiabilidad.

Las relaciones establecidas entre las clases de la ontología son complementadas mediante la declaración de propiedades transitivas e inversas que permiten contar con relaciones que no han sido definidas pero que pueden ser inferidas, situación que es muy difícil de lograr en esquemas de metadatos y que puede ser útil al realizar consultas sobre los recursos de la representación ontológica. Las propiedades transitivas permitieron establecer relaciones competencia-contenido y competencia-disciplina sin necesidad de recorrer el segmento y la dimensión respectivamente. De igual forma, mediante propiedades simétricas fueron establecidas relaciones entre las características de competencias y las competencias específicas y generales.

Continuando con la metodología, en el siguiente capítulo esta descrito el último paso, en el cual fue llevado a cabo la creación de instancias o individuos para cada una de las clases definidas en la representación de conocimiento. Esto en busca de un prototipo parcial de la representación.

# Capítulo 5: Prototipo parcial de la representación de conocimiento basada en ontologías

A partir de lo propuesto en [49], para evaluar la representación de conocimiento basada en ontología fue generado inicialmente un prototipo parcial de la representación. Para esto, fueron descritos contenidos de VoD asociados a determinadas competencias educativas, y a partir de esto, fue conformada una base de conocimiento basada en la representación de conocimiento propuesta. Sobre la base de conocimiento fue soportado un servicio de consultas descrito en el Anexo F. Los resultados de las consultas fueron usados para realizar la evaluación (ver capítulo 6) de la representación de conocimiento.

El desarrollo del prototipo para la representación de conocimiento está constituido de dos fases, representadas en la figura 5.1. La primera consiste en la descripción de contenidos, en la cual un grupo de expertos realiza la selección y descripción de contenidos educativos de VoD mediante el grupo de metadatos del capítulo 3, relacionándolos con sus respectivas competencias a través de un proceso de segmentación. Los contenidos fueron tomados de un canal de YouTube para reducir el número de recursos y asegurar que pertenecen a un mismo grupo con vistas a la evaluación. La segunda fase consiste en integrar los contenidos, competencias y segmentos, descritos en la primera fase, como individuos en cada una de las clases de la representación de conocimiento, para luego definir las relaciones establecidas entre ellos, de acuerdo a lo propuesto en el capítulo 4.

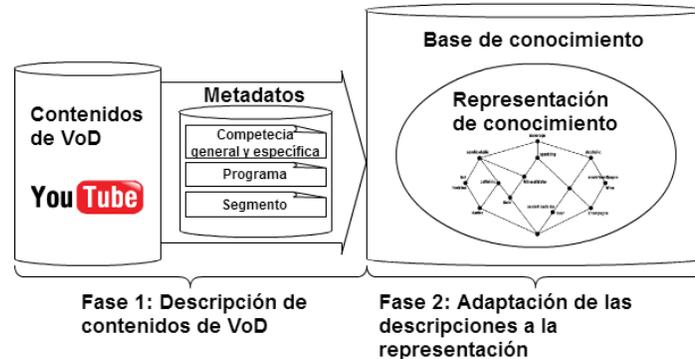


Figura 4.71 Desarrollo del prototipo parcial de la representación. Fuente propia

El resultado de las anteriores fases fue una base de conocimiento sobre la cual fueron generadas una serie de consultas desde un servicio de consultas. Los resultados de dichas consultas permitieron evaluar la representación de conocimiento.

## 5.1 Fase 1: descripción de contenidos de VoD

Las siguientes secciones describen las consideraciones definidas para el desarrollo de esta fase.

### 5.1.1 Objetivo de la fase

El objetivo de esta fase es generar un grupo de descripciones a partir de los contenidos de VoD y las competencias educativas, lo cual fue útil para generar el prototipo parcial de la representación (ver sección 5.2) con el que fue realizada la evaluación de la sección 6.3 del presente documento. A continuación están descritas las consideraciones para la descripción de contenidos a partir de competencias.

### 5.1.2 Selección de los participantes

Con el fin de asegurar una descripción apropiada de los contenidos a partir de características de las competencias educativas, el grupo de participantes está conformado por 2 docentes con conocimientos en pedagogía (licenciados en un área de la educación) y dispuestos a usar metodologías didácticas a través de nuevas tecnologías, integrando las tecnologías de la información y la comunicación en sus procesos de enseñanza.

Los 2 docentes ejercen en el área de matemáticas de la educación media, con una experiencia en la docencia de 20 años cada uno. Los docentes fueron seleccionados del área de matemáticas porque el prototipo de la representación estuvo conformado por un grupo de contenidos de esta área.

### 5.1.3 Definición de los Recursos informáticos

La herramienta utilizada por los participantes para la visualización y descripción de los contenidos es YouTube. Además, los participantes fueron capacitados con una serie de metadatos, los cuales son los más representativos del grupo de metadatos obtenidos en el capítulo 3 y que están indicados en la figura 5.1.1. Este grupo reducido de metadatos les permitieron describir las competencias generales, competencias específicas, los contenidos y segmentos. En el caso de los programas solo han sido seleccionados algunos metadatos para el prototipo, relacionados con la información disponible, debido a que no todos son obligatorios según lo definido en la tabla 3.4.1.

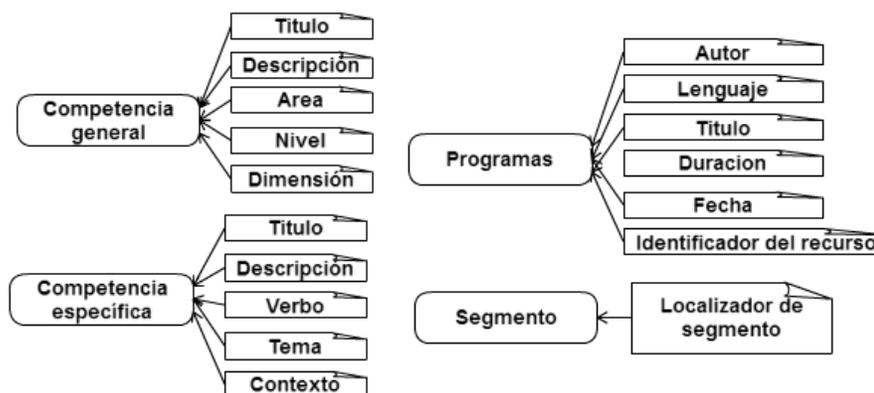


Figura 5.1.1 Metadatos para la descripción de contenidos. Fuente propia

#### **5.1.4 Selección de contenidos de VoD**

De acuerdo a la evaluación para representaciones ontológicas propuesta en [49], para seleccionar contenidos ha sido tenido en cuenta que estos serían descritos en la representación con el fin de conformar un grupo de contenidos a consultar mediante un servicio de consultas. Los resultados de las consultas realizadas sobre este grupo de contenidos fueron comparados con los obtenidos a través un servicio de consulta alterno (ver sección 6.3). Por consiguiente, para que la comparación sea razonable los dos servicios deben consultar sobre un mismo grupo de contenidos.

De acuerdo con lo anteriormente dicho, fue definido a YouTube como el servicio de consulta alterno, teniendo en cuenta que el problema fue identificado en este tipo de servicios, además de que este es el servicio de VoD más consultado en la actualidad. Sin embargo es difícil lograr que la cantidad de contenidos a consultar por el servicio web de la representación y YouTube sea similar. Por tanto, ha sido definido que el grupo de contenidos para desarrollar el prototipo de la representación pertenezca al canal Clasematicas [51], este es un canal. La selección de este canal limita la cantidad de contenidos a describir, y también permite que las consultas hechas sobre la representación y YouTube sean realizadas sobre un mismo grupo de contenidos.

#### **5.1.5 Selección del lugar**

En una primera instancia fue utilizado el Laboratorio de Televisión Digital ubicado en el Instituto de Posgrados en Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad del Cauca, donde fue indicado a los participantes el propósito de la tarea y fueron capacitados con el grupo de metadatos de la figura 5.1.1. En el procedimiento cada docente fue asignado con 15 contenidos, para los cuales la descripción fue obtenida en dos semanas, esto teniendo en cuenta que el proceso requiere de un análisis detallando de cada contenido.

#### **5.1.6 Ejecución de la Fase 1: descripción de contenidos y competencias**

A través de un correo fueron citados los docentes al Laboratorio de Televisión Digital, en el cual fue descrito el propósito de la actividad, y posteriormente fueron seguidos los pasos indicados en la figura 5.1.2.

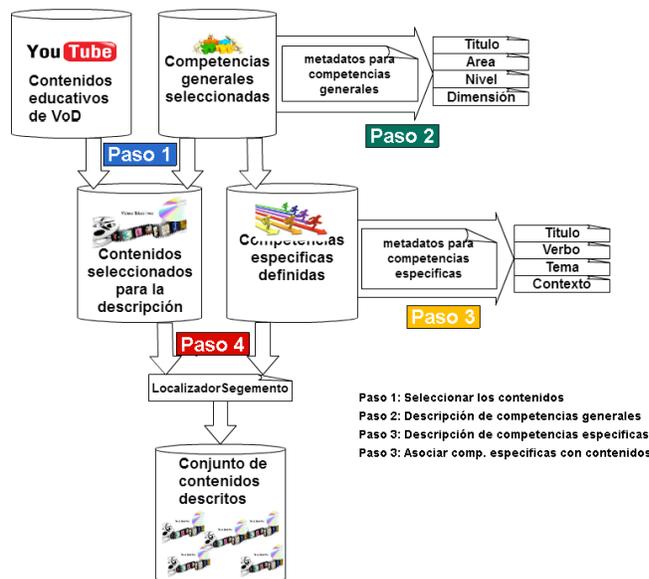


Figura 5.1.2. Pasos seguidos para la descripción de los contenidos. Fuente propia

A continuación están descritos cada uno de los pasos.

#### Paso 1: Seleccionar los contenidos:

A partir de los contenidos del canal, los participantes procedieron a la selección del grupo de contenidos a describir. Para realizar esta selección, los participantes tuvieron en cuenta el grupo de estándares de competencia (competencias generales) propuestos para el área de matemáticas por parte del Ministerio de Educación Nacional de Colombia [3]. Aquí los docentes seleccionaron un grupo reducido de estándares de competencias, considerados como los más relevantes.

A partir de los estándares de competencias elegidos, los participantes eligieron contenidos que a su consideración guardan algún tipo de relación con los estándares de competencias seleccionados. En conclusión, de los 142 contenidos disponibles en el canal Clasematicas, los docentes seleccionaron un grupo de 30 contenidos para describir.

#### Paso 2: Descripción de competencias generales

En este paso los docentes identificaron en los estándares de competencias seleccionados, las tres características definidas por los metadatos Nivel, Dimensión y Disciplina. A partir de lo anterior, los docentes identificaron cada estándar seleccionado mediante la siguiente nomenclatura:

- El nivel al que pertenece (PT: primero-tercero, CQ: cuarto-quinto, SS: sexto-séptimo, ON: octavo-noveno).
- La dimensión (en matemáticas; PN: pensamiento numérico, PA: pensamiento aleatorio, PE: pensamiento espacial, PM: pensamiento métrico, PV: pensamiento variacional).
- Un valor numérico que indica la posición en la lista de estándares.

Por ejemplo, SS-PN-05 hace referencia al estándar de competencia del nivel Sexto-Séptimo, que está definido en la dimensión “Pensamiento numérico y sistemas numéricos”, y está ubicado en la posición 5 de dicha dimensión, por consiguiente esta nomenclatura hace referencia a la competencia general “Resuelvo y formulo problemas utilizando propiedades básicas de la teoría de números, como las de la igualdad, las de las distintas formas de la desigualdad y las de la adición, sustracción, multiplicación, división y potenciación”. Algunos de los estándares seleccionados están descritos en la tabla 5.1.1.

### Paso 3: Descripción de competencias específicas

En este paso cada docente definió unas competencias específicas para cada estándar de competencia seleccionado. Para cada competencia específica, los docentes definieron las tres características indicadas por los metadatos Verbo de acción, Tema y Contexto. A modo de ejemplo en la tabla 5.1.1 están consignados algunos estándares y las competencias específicas que los conforman. En la sección D.1 del Anexo D están consignados todos los estándares de competencia y competencias específicas seleccionadas por los docentes.

*Tabla 5.1.1 Ejemplo de estándares de competencia (Competencia General) y competencias específicas asociadas*

Estándar	Competencia específica		
	Verbo de acción	Tema	Contexto
SS-PN-05: Resuelvo y formulo problemas utilizando propiedades básicas de la teoría de números, como las de la igualdad, las de las distintas formas de la desigualdad y las de la adición, sustracción, multiplicación, división y potenciación.	Aplicar	Propiedades de potenciación	Expresiones algebraicas
	Aplicar	Propiedades de la igualdad	Expresiones algebraicas
	Aplicar	Propiedades de la desigualdad	Expresiones algebraicas
	Resolver	Propiedades de la adición y sustracción	Ejercicios con números racionales
	Resolver	Propiedades del producto y la división	Ejercicios con números racionales
	Resolver	Definición de operaciones	Ejercicios con números racionales
SS-PN-06: Justifico procedimientos aritméticos utilizando las relaciones y propiedades de las operaciones.	Justificar	Propiedades de la adición y sustracción	Procedimientos aritméticos
	Justificar	Propiedades del producto y la división	Procedimientos aritméticos
	Resolver	Relaciones de las operaciones	Ejercicios con números racionales
SS-PN-07: Formulo y resuelvo problemas en situaciones aditivas y multiplicativas, en	Resolver	Multiplicación	Ejercicios con números racionales
	Resolver	Adición	Ejercicios con números racionales

diferentes contextos y dominios numéricos.	Aplicar	Ley distributiva	Ejercicios con números racionales
SS-PN-08: Resuelvo y formulo problemas cuya solución requiere de la potenciación o radicación.	Resolver	Definición de Potenciación	Ejercicios con números racionales
	Aplicar	Propiedades de la potenciación	Ejercicios con números racionales
	Aplicar	Propiedades de la radicación	Ejercicios con números racionales
ON-PV-02: Construyo expresiones algebraicas equivalentes a una expresión algebraica dada.	Aplicar	Propiedades de las operaciones	Construcción de expresiones equivalentes
	Construir	Expresiones algebraicas	Solución de ecuaciones

#### Paso 4: Asociar competencias específicas con los contenidos seleccionados

Continuando con la segmentación, es necesario aplicar el criterio de segmentación para la descripción. En este paso los docentes, con ayuda del metadato **Localizador de segmento**, identificaron en que intervalo de tiempo esta una competencia específica. A modo de ejemplo, a continuación esta descrito el análisis hecho sobre los videos seleccionados, teniendo en cuenta los estándares de competencias del paso 1.

A partir de los videos seleccionados para cada estándar de competencia, los docentes procedieron a realizar una nueva reproducción de los contenidos para identificar los intervalos de tiempo, en los cuales están desarrolladas las competencias específicas, como las definidas en la tabla 5.1.1. Cada intervalo de tiempo fue descrito con el metadato **Localizador de segmento**. En este pueden presentarse los siguientes casos:

- Segmentos que contemplan más de una competencia
- Una misma competencia presente en dos segmentos dentro del mismo video
- Un segmento para todo el video
- Intersección de segmentos con diferentes competencias

Con el fin de identificar los segmentos dentro de la representación de conocimiento basada en ontología, cada uno fue asignado con un identificador, que corresponde al identificador del individuo en la representación de conocimiento basada en ontologías, compuesto por la información suministrada por el autor del video (lección y posición del video), y la posición del segmento dentro del video, por ejemplo "L5-V4-S1" significa lección 5, video 4 y segmento 1.

El anterior proceso fue repetido para cada uno de los 30 videos seleccionados, obteniendo 30 descripciones como las mostradas en la tabla 5.1.2. En la sección D.2 del Anexo D están consignadas las marcaciones para los 30 videos.

Tabla 5.1.2 Fragmento de la segmentación de contenidos

<b>Lección 8 V2: Suma y resta con fracciones</b>				
<b>Competencias generales</b>	<b>Segmento</b>	<b>Habilidad</b>	<b>Tema</b>	<b>Contexto</b>
SS-PN-04: Reconozco y generalizo propiedades de las relaciones entre números racionales (simétrica, transitiva, etc.) y de las operaciones entre ellos (conmutativa, asociativa, etc.) en diferentes contextos.	0:00 – 0:29 L8-V2-S1	Reconocer	Fracciones	Ejercicios con números racionales
	0:30 – 2:59 L8-V2-S2	Resolver	Sumas con igual denominador	Ejercicios con números racionales
	3:00 – 9:07 L8-V2-S3	Resolver	Sumas con distinto denominador	Ejercicios con números racionales
	9:08 – 12:34 L8-V2-S4	Resolver	Suma de fracciones con paréntesis	Ejercicios con números racionales
CQ-PN-01: Interpreto las fracciones en diferentes contextos: situaciones de medición, relaciones parte todo, cociente, razones y proporciones.	0:00 – 0:29 L8-V2-S1 3:00 – 5:00 L8-V2-S6	Interpretar	Conceptos de fracciones	Ejercicios con números racionales
SS-PN-06: Justifico procedimientos aritméticos utilizando las relaciones y propiedades de las operaciones.	0:30 – 12:34 L8-V2-S7	Justificar	Propiedades de la adición y sustracción	Procedimientos aritméticos
<b>Lección 5 V4: Ejercicios de potencias</b>				
<b>Competencias generales</b>	<b>Segmento</b>	<b>Habilidad</b>	<b>Tema</b>	<b>Contexto</b>
SS-PN-08: Resuelvo y formulo problemas cuya solución requiere de la potenciación o radicación.	0:00 – 6:47 L5-V4-S1	Resolver	Multiplicación y división de potencias	Ejercicios con números racionales
	9:52-24:24 L5-V4-S2	Resolver	Potenciación de exponente negativo	Ejercicios con números racionales
	0:00 – 9:52 L5-V4-S3	Resolver	Definición de Potenciación	Ejercicios con números racionales
	0:00 – 24:24 L5-V4-S4	Aplicar	Propiedades de la potenciación	Ejercicios con números racionales

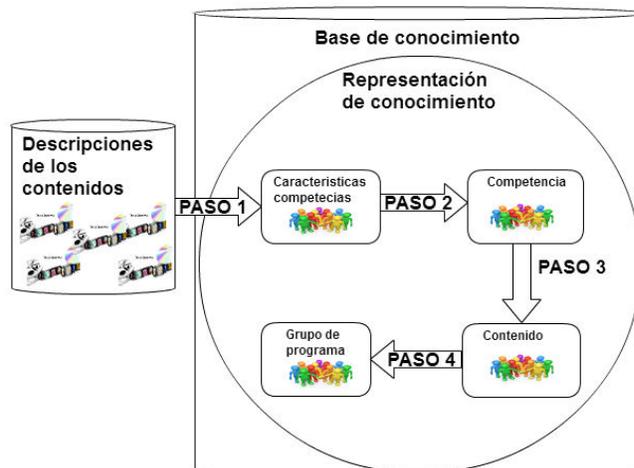
Del anterior proceso fue obtenido un grupo de descripciones de contenidos a partir de competencias educativas (ver sección D.2 del Anexo D). En este grupo de contenidos es pertinente destacar los siguientes resultados:

- Número de contenidos: 30
- Número de segmentos: 105
- Estándares de competencia: 30
- Competencias específicas: 76

En este proceso es apropiado destacar que los metadatos para describir competencias educativas se ajustan a las características de un caso real, en el caso de las generales: **Dimensión, Disciplina y Nivel**, y para las competencias específicas: **Habilidad, Tema y Contexto**. De acuerdo a la apreciación de los docentes, dada por la evaluación de metadatos que esta descrita en la sección 6.1 del capítulo 6, estos metadatos son elementos que permiten identificar las características de las competencias de manera acertada.

## 5.2 Fase 2: adaptación de las descripciones de los contenidos a la representación de conocimiento basada en ontología

El resultado de la primera fase es un conjunto de descripciones a partir de los metadatos propuestos. Ahora es necesario adaptar este conjunto de descripciones en la representación de conocimiento propuesta para conformar el prototipo parcial de la representación. Cada uno de los elementos (contenidos, segmentos y competencias) del conjunto de contenidos descritos fue representado como individuo en la representación de conocimiento. De esta manera, la información almacenada a través de los metadatos de la figura 5.1.1, pasa a ser parte de unos individuos dentro de la base de conocimiento. En la figura 5.2.1 están representados los pasos seguidos en la adaptación del conjunto de contenidos descritos a la representación de conocimiento propuesta.



*Figura 5.2.1. Pasos seguidos para la adaptación del conjunto de contenidos descritos a la representación de conocimiento propuesta. Fuente propia.*

Paso 1: Crear individuos de la superclase Características Competencias

El proceso de adaptación inicio con el ingreso de la información para la superclase **Características Competencias** integrada por las clases: **Nivel**, **Dimensión** y **Disciplina** para describir los estándares de competencias, y las clases **Verbo**, **Tema**, **Contexto** y **Nivel de Competencia** para describir las competencias específicas. Estas clases corresponden a los metadatos para la descripción de competencias descritos en la tabla 3.4.1. En la figura 5.2.2 esta consignado un ejemplo de características descritas en la representación de conocimiento.

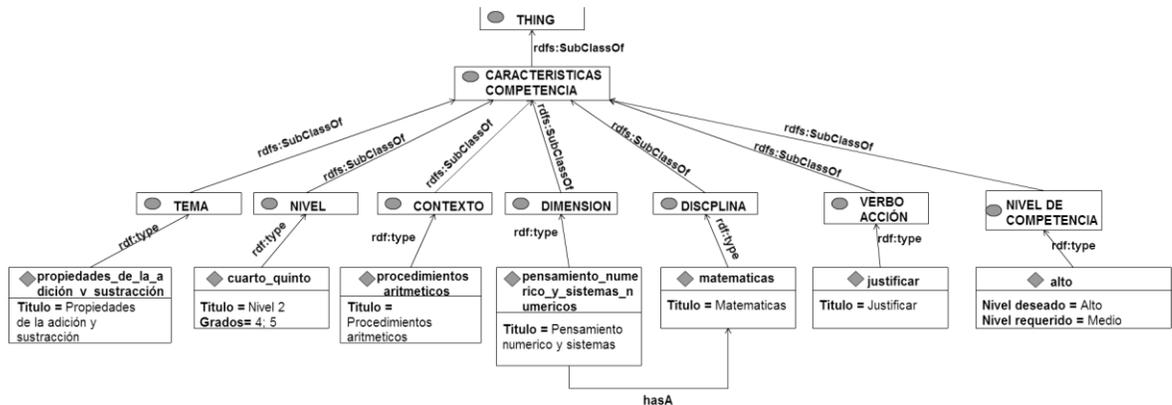


Figura 5.2.2 Fragmento de las características de las competencias ingresadas en la ontología.  
Fuente propia.

En el diseño de la representación de conocimiento basada en ontología del capítulo 4, fue establecido que las características deben ser representadas mediante unos individuos en cada clase. Siguiendo los ejemplos de la tabla 5.1.1, verbos como “Reconocer”, “Interpretar” y “Justificar” fueron representados como individuos en la clase **Verbo de acción**, tal como está representado en la figura 5.2.2, quedando listos para ser relacionados con algún individuo de la competencia. Así mismo “Fracciones” y “Definición de potenciación” son individuos de la clase **Tema**. A continuación esta descrita más información de los individuos creados dentro de la base de conocimiento para cada clase de la representación ontológica:

- **Contexto:** los individuos de esta clase tienen la propiedad *Titulo* y son relacionados con las competencias específicas mediante la propiedad *hasContext*. A partir de las competencias específicas definidas fueron creados un total de 24 individuos para esta clase.
- **Dimensión:** esta clase además de la propiedad *Titulo*, tiene una propiedad ObjectProperty *hasA* que asocia la dimensión con una disciplina. Para el prototipo fueron ingresados un total de 5 dimensiones, correspondientes a los cinco pensamientos para matemáticas definidos por el MEN [3].
- **Disciplina:** teniendo en cuenta que el prototipo solo tiene en cuenta los estándares de competencia en el área de matemáticas, en la representación solo fue creado un individuo en la clase disciplina: “Matemáticas”. En esta clase está definida la propiedad *Titulo* que es de tipo DataProperty.
- **Nivel:** los individuos de esta clase tienen una propiedad *Titulo* y una propiedad *Grado*, ambas DataProperty, que permite describir los grados que integran el nivel. Para el prototipo fueron tenidos en cuenta todos los niveles propuestos en los estándares del MEN como sigue: primero – tercero, cuarto – quinto, sexto –

séptimo, octavo – noveno. Por ejemplo, en la figura 5.2.2 es posible observar que el individuo de la clase Nivel ha sido definido como nivel 2, y contempla los grados 4° y 5° de la educación básica.

- **Tema:** esta clase solo contiene la propiedad *Título*, tipo DataProperty, que describe el tema. Para el prototipo fueron ingresados un total de 71 individuos correspondientes a los temas tratados en las competencias específicas asociadas con los videos segmentados.
- **Verbo de acción:** esta clase contiene cada una de las habilidades correspondientes a las competencias específicas. Solo posee la propiedad *Título* tipo DataProperty. Para el prototipo fueron creados un total de 17 individuos para la clase.
- **Nivel de competencia:** esta clase contiene el nivel de competencia esperado, la cual es una característica importante para la evaluación de las competencias. Los individuos de esta clase contienen dos propiedades tipo DataProperty, *Nivel deseado* que indica el nivel competencia esperado para cada competencia y *Nivel de competencia requerido* que indica el nivel de competencia requerido para cada competencia. Lo anterior de acuerdo a lo propuesto por el estándar de metadatos SRCM [46].

## Paso 2: Crear individuos de la superclase Competencia

Tal como fue definido en el paso 4 del capítulo 4, los metadatos (Área, Nivel, Dimensión, Verbo, Tema, Contexto y Nivel de Competencia) para describir las competencias están representados como clases en la representación de conocimiento, para los cuales en el paso anterior fueron definidos una serie de individuos. Por lo tanto, para describir las competencias en la representación de conocimiento asocio cada competencia (competencia general y competencia específica) con individuos de la clase **Características Competencia**, además de describir estas competencias con otras propiedades definidas a partir del grupo de metadatos de la tabla 3.4.1. A partir de las características de competencia de la figura 5.2.2, es presentado un ejemplo competencias en la figura 5.2.3, en el cual los individuos para las clases **Competencia General** y **Competencia Especifica** son relacionados con individuos de clase **Características Competencia**.

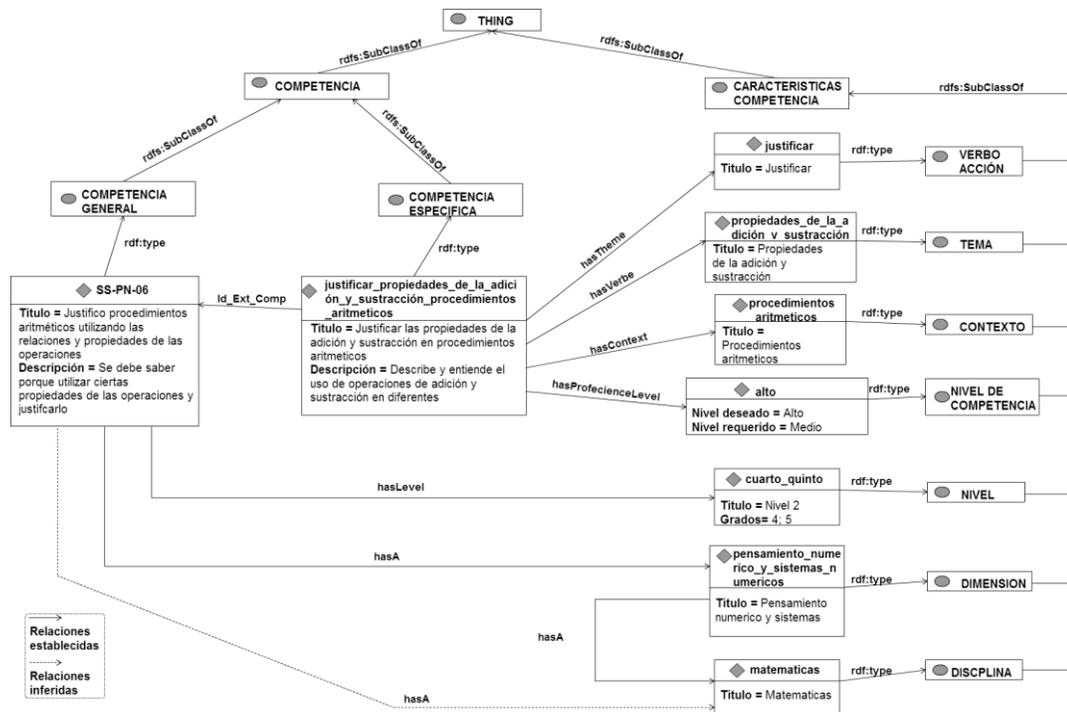


Figura 5.2.3 Fragmento de las competencias ingresadas en las clases de las competencias generales y específicas. Fuente propia.

A continuación esta descrita información relacionada con los individuos creados para las clases **Competencia General** y **Competencia Especifica**:

- **Competencia General:** los individuos de esta clase tienen cuatro propiedades, dos de ellas corresponden a propiedades descriptivas que indican el *Título* y la *Descripción* de la competencia, y otras dos propiedades ObjectProperty que asocian la competencia con un individuo de la clase **Dimensión** y **Nivel**. Por ejemplo, en la figura 5.2.3 es posible observar que la competencia SS-PN-06 pertenece al pensamiento numérico y debe desarrollarse en el nivel sexto-séptimo. Así mismo, tomando un ejemplo de la tabla 5.1.1, la competencia general “SS-PN-08: Resuelvo y formulo problemas cuya solución requiere de la potenciación o radicación”, estará relacionada con el nivel Sexto - Séptimo. En la figura 5.2.4 esta consiguiendo un fragmento de las competencias generales ingresadas en la representación mediante la herramienta Protegé.

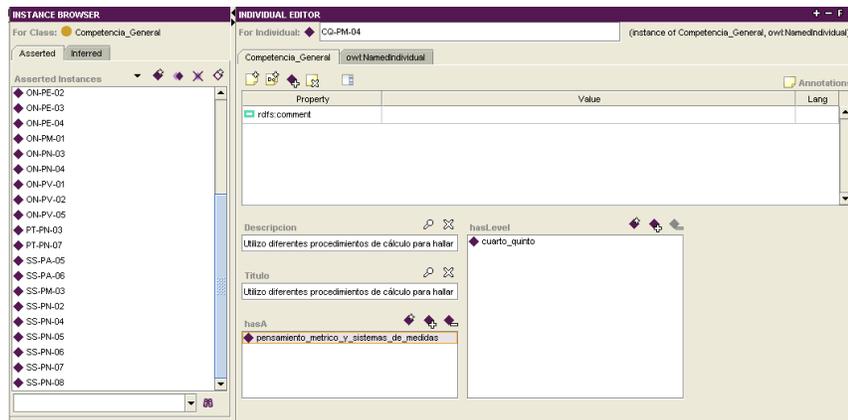


Figura 5.2.4 Individuos de las competencias generales. Fuente propia.

- **Competencia Especifica:** los individuos contienen 7 propiedades, la dos primeras que definen el *Título* y *Descripción* de la competencia, las tres siguientes que asocian la competencia a los individuos para describir una competencia específica (Verbo, Tema y Contexto), todo lo anterior de acuerdo a lo propuesto en los metadatos definidos en el capítulo 3. Por otro lado, ha sido tenido en cuenta una propiedad definida como *Id\_Ext\_Comp* que asocia la competencia específica con el estándar (competencia general) del cual fue definida. Por último esta la propiedad *belongsTo* que asocia la competencia específica con segmentos de diferentes videos. En la figura 5.2.5 está consignado un caso particular ingresado en la representación mediante la herramienta Protegé, en la cual es posible observar que esta competencia está relacionada a un segmento a través de la relación *belongsTo*.

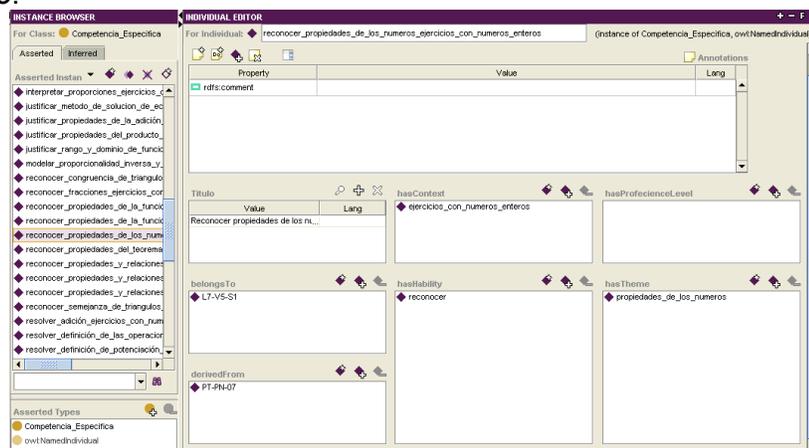


Figura 5.2.5 Individuos de las competencias específicas. Fuente propia.

### Paso 3: Crear individuos para la superclase Contenido

En este paso fue ingresada la información para la superclase **Contenido** y sus respectivas subclases **Programa** y **Segmento**. Los individuos de estas clases han sido descritos con los metadatos de la figura 5.1.1, que son tomados de los elementos para describir contenidos de VoD definidos en el capítulo 3. Solo ha sido tenido en cuenta este

grupo de metadatos ya que ha sido considerado que no todos los metadatos son obligatorios, de acuerdo a lo propuesto en la tabla 3.4.1. En la figura 5.2.6 está consignado un ejemplo de cómo fueron modelados los contenidos, donde fueron asociados, a su vez, los segmentos y competencias específicas relacionadas con cada contenido.

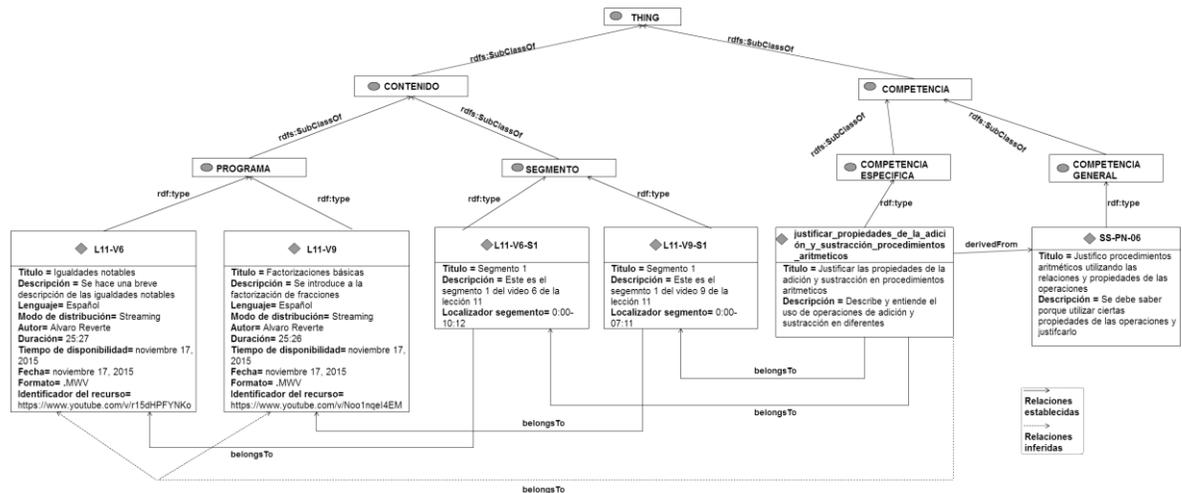


Figura 5.2.6 Ejemplo de individuos definidos en las clases Programa y Segmento. Fuente propia.

En la figura 5.2.6 es posible observar como ciertos metadatos de la tabla 3.4.1 fueron modelados como propiedades de los individuos que representan cada contenido (*Título*, *Modo de distribución*, *Formato*, *Identificador del recurso*, entre otros), de acuerdo con lo propuesto en el capítulo 4. También está descrito cómo fueron relacionados las competencias y segmentos con los contenidos mediante la propiedad *belongsTo*, donde es pertinente destacar relaciones deducidas, como la que fue inferida entre la competencia específica y los contenidos L11-V6 y L11-V9, a través de la característica transitiva de esta propiedad. Este mismo procedimiento fue realizado para cada uno de los 30 contenidos. A continuación está consignada una breve descripción sobre lo realizado en cada clase (**Programa** y **Segmento**).

- **Programa:** los individuos de esta clase contemplan la propiedad *belongsTo* tipo ObjectProperty, que asocian el video con un individuo de la clase **Grupo Programas**. Además cada individuo es descrito con los metadatos definidos en la figura 5.1.1. Para el prototipo fueron ingresados un total de 30 programas.
- **Segmento:** los individuos de esta clase poseen la propiedad ObjectProperty *belongsTo* que asocia el segmento con un contenido. Otras propiedades descriptivas están dadas por el metadato *Localizador de segmento*, que indica el tiempo de inicio y final del segmento en el video, además del *Título* y *Descripción* que describe el segmento de forma general. Para el prototipo fueron ingresados 105 individuos, resultado de la segmentación de los programas.

#### Paso 4: Crear individuos de la superclase Grupo Programa

Finalmente fue ingresada la información de **Grupo Programa**, los individuos de esta clase tienen la propiedad *Descripción* y *Tipo de grupo* que describen cada grupo de programa y el propósito de cada uno. Para el prototipo fueron modelados un total de 18 individuos, de acuerdo a la agrupación de videos hecho por el autor en lecciones.

En la figura 5.2.7 está consignado un fragmento de la base de conocimiento desarrollada en Protegé.

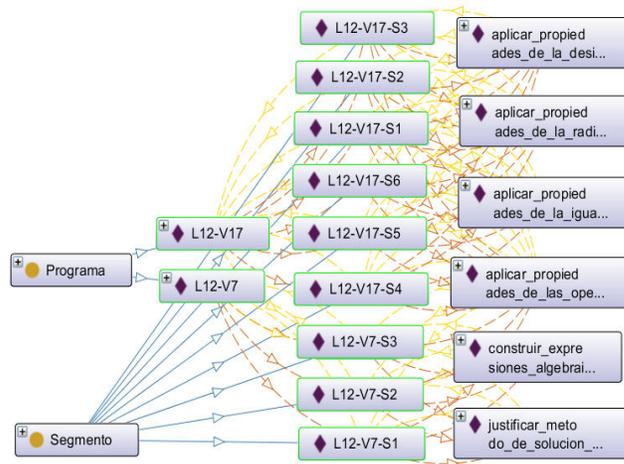


Figura 5.2.7 Fragmento de base de conocimiento. Fuente propia.

## 5.3 Resumen

A partir de la marcación y segmentación de los contenidos seleccionados realizados por un grupo de docentes, fue desarrollado un prototipo parcial de la representación de conocimiento, en el cual fueron descritos un total de 30 contenidos de VoD extraídos de YouTube, asociados a sus competencias educativas. Debido a que algunos metadatos fueron definidos como obligatorios u opcionales, para la descripción de los contenidos fueron tenidos en cuenta un conjunto reducido del grupo de metadatos adaptados en el capítulo 3. A partir de este conjunto reducido de metadatos, los docentes describieron, a través de cada segmento, las competencias asociadas en cada contenido seleccionado. Posteriormente cada uno de los contenidos, segmentos, competencias y características de competencia fueron modelados como individuos en la representación de conocimiento, donde cada individuo cuenta con propiedades y relaciones a partir del grupo de metadatos adaptados.

Después de haber construido el prototipo parcial de la representación de conocimiento basada en ontologías, en el capítulo 6 esta descrita la evaluación realizada sobre la representación, en la cual es evaluado tanto el modelo de la representación como el prototipo parcial de la representación.

# Capítulo 6: Evaluación de la representación de conocimiento basada en ontologías

Este capítulo describe la evaluación de la representación de conocimiento. Primero se evalúa el grupo de metadatos seleccionados para la descripción de competencias educativas, por medio de una encuesta a un grupo de participantes. Una segunda etapa realiza una evaluación de la representación de conocimiento basada en ontologías, en términos cualitativos y cuantitativos de acuerdo a lo propuesto en [49]. La evaluación cualitativa hace referencia a determinar inconsistencias en la representación, como por ejemplo la definición de clases y propiedades que den lugar a contradicciones. La evaluación cuantitativa hace referencia a la comparación entre las consultas hechas sobre la representación y un servicio de consulta alternativo, teniendo en cuenta métricas de clasificación, específicamente se consideró las métricas *precision* y *recall*. El trabajo decidió comparar las consultas hechas sobre la representación con el servicio de búsqueda de YouTube, para lo cual se definieron ciertas condiciones, las cuales describen en la sección 6.3.2. A continuación se detalla cada una de las evaluaciones.

## 6.1 Evaluación de metadatos

Esta sección describe la evaluación de los metadatos propuestos para la descripción de competencias. En esta evaluación los participantes, docentes con experiencia en el manejo de competencias, por medio de un cuestionario descrito en el Anexo E, trataron de describir competencias (generales y específicas) a través de las características Área, Nivel, Dimensión, Verbo, Tema y Contexto. A partir de esta experiencia, los participantes diligenciaron una encuesta que recolectó datos cuantitativos y cualitativos, con los cuales se determinó la satisfacción y percepción de los participantes con los metadatos para describir las competencias. La figura 6.1.1 representa las consideraciones de la prueba.

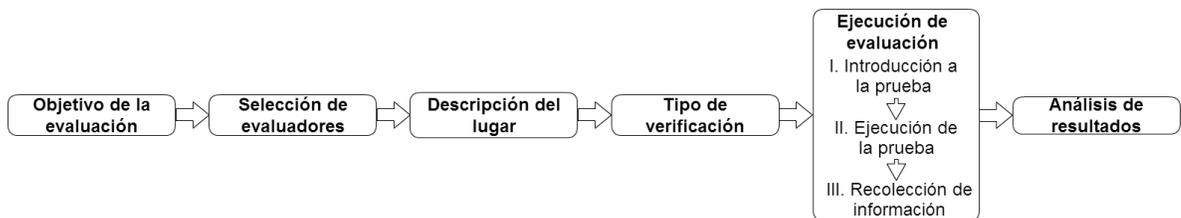


Figura 6.1.1 Consideraciones para la evaluación de metadatos. Fuente propia.

### 6.1.1 Objetivo de la evaluación

El objetivo de la evaluación fue medir el nivel de aceptación relacionado con los metadatos propuestos para la descripción de competencias, y recolectar propuestas adicionales para la descripción de competencias tanto generales como específicas, tomando como base lo propuesto en [20].

### **6.1.2 Selección de evaluadores**

El grupo de evaluadores está conformado por docentes de la educación media, que cumplen con el perfil descrito en la sección 5.1.2 para expertos en competencias educativas.

- Número de participantes: 12, este número de participantes parte de lo definido en [52].
- Año de experiencia en docencia: 8-20 años

### **6.1.3 Descripción del lugar**

Teniendo en cuenta la baja dificultad de la evaluación y la consideración herramientas Web apropiadas para cumplir con el objetivo de la evaluación, no fue necesario que los evaluadores fueran citados en un mismo espacio.

### **6.1.4 Definición de los recursos**

Se utilizó un cuestionario consignado en el Anexo E. El cuestionario fue enviado a los participantes vía email, y cuenta con una pequeña introducción con la cual se indicó el propósito de la prueba, además el participante hizo la descripción de competencias (generales y específicas) por medio de las características propuestas en este trabajo. Finalmente, el participante, a partir de la experiencia en la descripción de competencias, diligenciar una encuesta con la cual se recolecto información acerca de cada característica para describir competencia.

### **6.1.5 Tipo de verificación**

Fueron utilizadas medidas cualitativas para que los participantes indiquen si cada característica es o no adecuada para la descripción de competencias.

### **6.1.6 Ejecución de la evaluación**

La ejecución de la evaluación siguió los siguientes pasos:

- I. Introducción a la prueba: El cuestionario realiza una pequeña introducción a la prueba, el cual indicó el contexto del trabajo y propósito de la prueba.
- II. Ejecución de la prueba: Con el fin de brindar una experiencia en la descripción de competencias a través de las características propuestas en este trabajo, el participante procedió a diligenciar el cuestionario, en el cual primero el participante describió una competencia general, tomada del grupo definido en la sección D.1 del Anexo D, a través de tres características (Nivel, Dimensión y Disciplina). Posteriormente, el usuario describió una competencia específica para dos casos:

- 1) Se propuso al participante una competencia específica, tomada del grupo definido en la sección D.1 del Anexo D, la cual tuvo que describir a través de tres características (Verbo de acción, Tema y Contexto).
  - 2) Se propuso una competencia general, de la cual el participante tuvo que definir una competencia específica y describirla a través de tres características (Verbo de acción, Tema y Contexto).
- III. Recolección de información: Finalmente el participante llenó una encuesta, la cual recolecto datos que permitieron identificar la aceptación de los metadatos utilizados para la descripción de competencias. Además, también se recolecto información cualitativa, como sugerencias u opiniones, con el fin de recoger posibles características adicionales en torno a las competencias educativas.

### 6.1.7 Análisis de resultados

El cuestionario de la evaluación fue diligenciado por 12 docentes de la educación básica y media, con el propósito de medir la aceptación de los metadatos propuestos para la descripción de competencias. A continuación se muestran los resultados obtenidos de acuerdo a cada pregunta del cuestionario:

#### 1. ¿Cuál(es) de las siguientes características consideró difícil de entender?

La figura 6.1.2 representa cantidad de participantes que consideraron difíciles de entender cada uno de los metadatos para describir competencias.

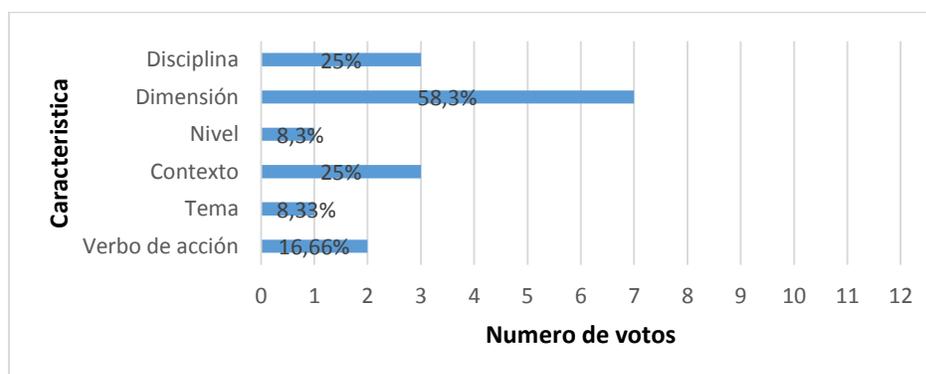


Figura 6.1.2 Resultados acerca de los metadatos de competencia difíciles de entender. Fuente propia.

La figura 6.1.2 muestra que de acuerdo a la votación de los 12 participantes consultados, los metadatos “Nivel” y “Tema” solo obtuvieron 1 voto cada uno, el metadato “Verbo de acción” solo obtuvo 2 votos y los metadatos “Disciplina” y “Contexto” solo obtuvieron 3 votos, por consiguiente ninguno de estos metadatos es considerado difícil de entender. Por otro lado, la figura 6.1.2 muestra que de los 15 docentes encuestados, 7 consideran que el metadato “Dimensión” es difícil de entender. Sin embargo, cada vez que el cuestionario preguntó acerca de la dimensión de un estándar de competencia determinado, la mayoría de docentes (83,3%) respondió bien. Lo anterior indica que los docentes han respondido a la característica “Dimensión” intuyendo su significado, y esta

primera pregunta refleja que los participantes no estaba seguros de haber definido bien la dimensión cada vez que fueron preguntados. Para solucionar este problema, se procedió a mejorar la definición del metadato, dada en la sección 3.3.1, a: “De acuerdo a la disciplina, indicar el eje al que pertenece el estándar de competencia. Por ejemplo, matemáticas tiene 5 ejes: Pensamiento aleatorio; Pensamiento espacial; Pensamiento métrico; Pensamiento numérico; y Pensamiento variacional”.

2. *¿Cuál(es) de las siguientes características considera usted que no son adecuadas para describir un estándar de competencia?*

La figura 6.1.3 muestra los resultados, indicando la cantidad de participantes que votaron por cada metadato, para manifestar si un metadato no es adecuado para describir los estándares de competencia (competencia general).

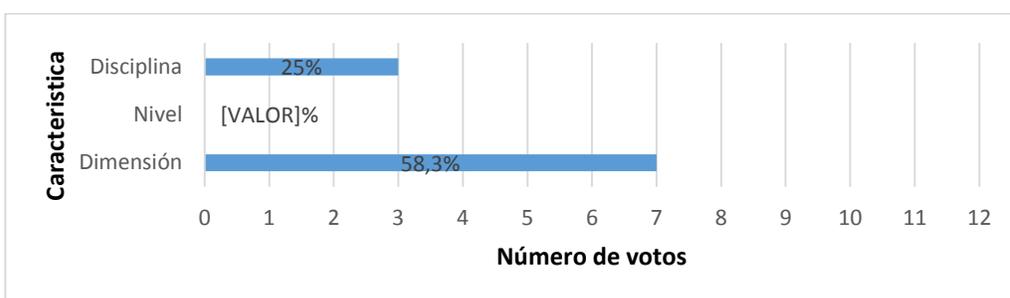


Figura 6.1.3 Resultados acerca de los metadatos no adecuados para la descripción de estándares de competencia. Fuente propia.

Se destaca que los docentes han considerado como no adecuados, para describir los estándares de competencia, los metadatos “Disciplina” y “Dimensión”. En el caso del metadato “Disciplina”, el 25% de los participantes consideró que este metadato no es adecuado para la descripción de competencias generales. No obstante es pertinente identificar a que disciplina pertenece cada competencia general, por tanto se procedió a definir el metadato “Disciplina” como opcional.

Por otro lado, el 58,3% de los docentes define el metadato “Dimensión” como no adecuado para la descripción de un estándar de competencia. De acuerdo a los resultados de la primera pregunta, el que “Dimensión” no sea considerado adecuado para la descripción de competencias generales se debe a que los participantes no estaban seguros de su significado. No obstante, teniendo en cuenta los resultados obtenidos en esta pregunta, se decidió cambiar la obligatoriedad de este metadato y se redefinió como opcional.

3. *¿Cree que se requieren otras características que permitan describir los estándares de competencia? ¿Cuáles?*

Solo cuatro docentes consideraron que eran necesario más metadatos para la descripción de estándares de competencia (competencia general). A continuación es mostrada cada característica sugerida y su análisis:

- Nivel de cumplimiento: Esta característica ha sido representada mediante el metadato “Nivel de cumplimiento”, que indica el nivel de cumplimiento deseado y requerido para una competencia.
- Autonomía escolar: Esta característica hace referencia a la libertad que tienen instituciones educativas y docentes para formar currículos educativos. En este sentido, se ha tenido en cuenta que los docentes pueden desarrollar competencias a partir de los estándares propuestos por los sistemas educativos, por ejemplo el Ministerio de Educación en Colombia. Esta competencia es definida como competencia específica, otras características del currículo educativo (objetivos, logros, entre otros) no son tenidas en cuenta.
- Tiempo: Teniendo en cuenta que los recursos son recursos audiovisuales, el tiempo de desarrollo para el recurso educativo y de la competencia educativa es el tiempo de duración del video y segmento para cada competencia, respectivamente.
- Necesidades de aprendizaje del estudiante: Este dato va ligado en el modelado del perfil del usuario. Por consiguiente, esta característica no se considera relevante, pues no representa una característica de las competencias educativas. Además, es importante que esta característica esta fuera del alcance establecido para el desarrollo de la representación de conocimiento.

En conclusión, las características propuestas por los docentes ya han sido consideradas en el grupo de metadatos propuesto, excepto por las características “Autonomía escolar” y “Necesidades de aprendizaje del estudiante” las cuales no han sido consideradas, de acuerdo a lo justificado para cada característica.

4. *¿Cuál(es) de las siguientes características considera usted que no son adecuadas para describir una competencia específica?*

La figura 6.1.4 muestra los resultados, indicando la cantidad de participantes que votaron por cada metadato, para manifestar si un metadato no es adecuado para describir las competencias específicas.

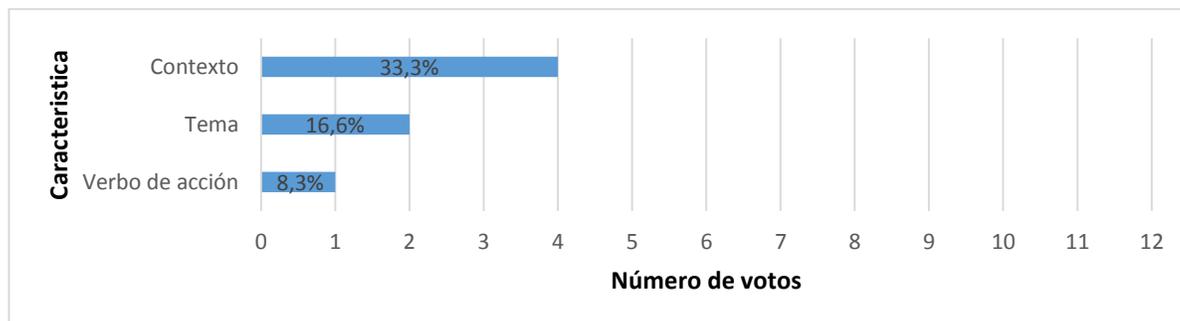


Figura 6.1.4 Resultados acerca de los metadatos no adecuados para la descripción de estándares de competencia. Fuente propia.

Para el caso del metadato “Verbo de acción”, se tiene que cada vez que fueron preguntados sobre esta característica, el 83,3% de los participantes contestaron correctamente, además en esta pregunta específicamente se obtuvo 1 solo voto. Por

consiguiente, la característica “Verbo de acción” considera adecuado para la descripción de competencias específicas. Para el caso del metadato “Tema”, el 75% de los participantes contestaron correctamente, y teniendo en cuenta que solo dos participantes votaron por este metadato, se considera que este metadato es adecuado para la descripción de competencias específicas.

El caso del metadato “Contexto” obtuvo que cuatro docentes consideraron el metadato no adecuado. De acuerdo a los comentarios de los participantes (ver pregunta 6), la mayoría considera que el contexto es el entorno que rodea el proceso educativo. En este sentido, de acuerdo al metadato “Context” de LOM-ES, los posibles valores para una característica como el contexto indican el entorno donde puede ser utilizado el recurso educativo (educación básica, entorno real, docente, entre otros). Por consiguiente, es agregado un nuevo metadato para la descripción del contenido educativo de VoD, que indica el contexto en que es usado el recurso educativo, descrito en la tabla 6.1.1.

*Tabla 6.1.1 Descripción del metadato Contexto para la descripción del contenido educativo de VoD*

<b>Título</b>	<b>Definición</b>	<b>Valor</b>
Contexto	Entornos en que el recurso educativo puede ser utilizado	Aula Laboratorio Entorno real Domicilio Mixto Docente Tutor Familia Compañero Independiente Mixta Presencial Semipresencial Distancia

**5. ¿Cree que se requieren otras características que permitan describir las competencias específicas? ¿Cuáles?**

Tres participantes sugirieron características adicionales para describir competencias específicas. A continuación se nombra cada uno, y se muestra su análisis:

- Nivel de cumplimiento; Esta característica ha sido representada mediante el metadato “Nivel de competencia”.
- Contexto real de la vida escolar: Esta característica ha sido recogida en el nuevo metadato propuesto “Contexto” para el recurso educativo (Contenido de VoD).
- Estándar: Tal como está descrito en el capítulo 4, al describir las competencias específicas se debe indicar de que estándar (competencia general) parte cada una.

A modo de conclusión, las características propuestas por los participantes ya han sido consideradas en los metadatos propuesto por el trabajo.

**6. ¿Tiene algún comentario adicional o sugerencia acerca de las características que utilizo para describir las competencias desde el punto de vista educativo?**

De los 12 docentes encuestados, 5 ingresaron los siguientes comentarios:

- “Considero que el contexto es el entorno que rodea el proceso educativo en una situación en particular”.
- “La competencia debe evidenciar en la capacidad que tiene una persona para poner a prueba sus habilidades y destrezas en la solución de problemas en cualquier contexto”.
- “No me gusta cuando la educación la estandarizan, ya que va contra todas las teorías pedagógicas puesto que no tiene en cuenta el desarrollo del niño ni tampoco su contexto en el que vive”.
- “Tener en cuenta la inclusión de los estudiantes, de acuerdo a las necesidades”.

A partir de los anteriores comentarios es importante mencionar tal como en la sección 3.3 del capítulo 3, que definir un contexto algunas veces es una tarea complicada, esta puede referirse a varios aspectos como situaciones particulares de cada estudiante, entornos educativos o cultura, lo cual puede resultar en ambigüedades y subjetividad en el área de los metadatos. En este caso se debe distinguir dos tipos de contexto, uno para el recurso educativo y otro para la competencia educativa. En el primer caso, el contexto hace referencia al entorno (educación básica, educación a distancia, laboratorio entre otros) que rodea el proceso educativo contenido en el recurso (contenido de VoD). Este es el contexto al cual hacen referencia a las observaciones hechas por algunos docentes y que se ha tenido en cuenta mediante el metadato “Contexto” para el recurso educativo. El otro tipo de contexto indica en que situación académica va a ser aplicado el tema y proceso cognitivo que desarrolla la competencia, este contexto puede referirse a temáticas de otras áreas, por ejemplo la factorización en el desarrollo de un problema de física o química. Además, se destaca que los metadatos propuestos para la descripción de competencias tratan de establecer un punto de generalidad y estandarización en las descripciones de competencias educativas, sin entrar en aspectos filosóficos de la pedagogía, el cual también es un principio de los estándares de metadatos para competencias como RDCEO [40].

## **6.2 Evaluación cualitativa de la representación de conocimiento**

En esta evaluación se consideraron los siguientes criterios de acuerdo a lo propuesto en [49]:

- Duplicación: revisa si algunos elementos pueden ser deducidos y no necesitan ser declarados explícitamente.
- Disyunción: revisa si las clases son la conjunción de clases disjuntas.
- Consistencia: se verifica que la definición de clases no lleve a una contradicción.

De acuerdo a lo propuesto en [49], para evaluar la representación a partir de los anteriores criterios, en este trabajo fue usado el razonador Hermit, que viene integrado en la herramienta Protegé. Este razonador evalúa la jerarquía de clases, la jerarquía de propiedades ObjectProperty, la jerarquía de propiedades DataProperty y las definiciones

hechas sobre las clases y propiedades, además de identificar errores o inconsistencias como por ejemplo la definición de propiedades y clases que lleven a contradicciones lógicas. Estas evaluaciones fueron realizadas de manera periódica, cuyos resultados incidieron en la revisión continua del diseño de la representación. La figura 6.2.1 presenta una de las evaluaciones mediante el razonador que representó más cambios en la representación.

```

java.lang.IllegalArgumentException: Non-simple property '<http://www.semanticweb.org/david/ontologies/2015/8/untitled-ontology-3#hasDim>' or its inverse appears in the cardinality restriction 'ObjectMaxCardinality(1 <http://www.semanticweb.org/david/ontologies/2015/8/untitled-ontology-3#hasDim> owl:Thing)'.
    at org.semanticweb.Hermit.structural.ObjectPropertyInclusionManager.rewriteAxioms(Unknown Source)
    at org.semanticweb.Hermit.structural.OwLClassification.preprocessAndClassify(Unknown Source)
    at org.semanticweb.Hermit.Reasoner.loadOntology(Unknown Source)
    at org.semanticweb.Hermit.Reasoner.<init>(Unknown Source)
    at org.semanticweb.Hermit.Reasoner.<init>(Unknown Source)
    at org.semanticweb.Hermit.Reasoner$ReasonerFactory.createHermitOwLReasoner(Unknown Source)
    at org.semanticweb.Hermit.Reasoner$ReasonerFactory.createReasoner(Unknown Source)
    at org.protege.editor.owl.model.inference.ReasonerUtilities.createReasoner(ReasonerUtilities.java:21)
    at org.protege.editor.owl.model.inference.OwLReasonerManagerImpl$ClassificationRunner.ensureRunningReasonerInitialized(OwLReasonerManagerImpl.java:398)
    at org.protege.editor.owl.model.inference.OwLReasonerManagerImpl$ClassificationRunner.run(OwLReasonerManagerImpl.java:354)
    at java.lang.Thread.run(Unknown Source)

```

Figura 6.2.1 Error en la ejecución del razonador. Fuente propia.

De acuerdo a lo realizado en el paso 5 de la metodología para el desarrollo de la representación de conocimiento, se han definido restricciones de cardinalidad sobre algunas propiedades DataProperty y ObjectProperty. Estas restricciones generaron un conflicto en el razonador, observado en la figura 6.2.1, que indica que hay problemas de cardinalidad en la propiedad ObjectProperty **belongsTo**, que relaciona las clase **Competencia Especifica**, **Segmento**, **Programa** y **Grupo de Programa**. La restricción de cardinalidad definida en esta propiedad indica que un segmento solo puede estar asociado a un contenido, tal como lo define TV-AnyTime. No obstante, para solucionar este problema son quitadas las restricciones de cardinalidad, obteniendo un análisis exitoso del razonador mostrado en la figura 6.2.2.

```

Initializing the reasoner by performing the following steps:
  class hierarchy
  object property hierarchy
  data property hierarchy
  class assertions
  object property assertions
  same individuals
Hermit 1.3.7 classified in 2485ms

```

Figura 6.2.2 Éxito en la ejecución del razonador. Fuente propia.

A pesar de haber corregido el anterior error, fueron encontradas relaciones inferidas no deseadas, en especial entre competencias específicas que de acuerdo a lo definido en el capítulo 4, no deberían ser existir. La figura 6.2.3 muestra un fragmento de algunas relaciones inferidas no esperadas.

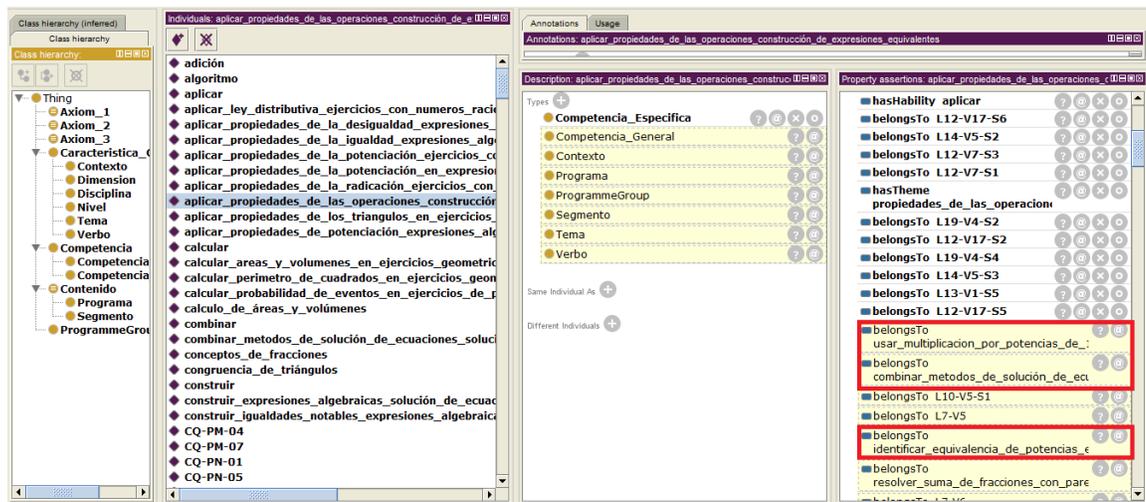


Figura 6.2.3 Relaciones inferidas no esperadas. Fuente propia.

Además, a partir de estas relaciones también fueron inferidas relaciones competencia-contenido incorrectas. A modo de ejemplo, la figura 6.2.4 presenta un caso.

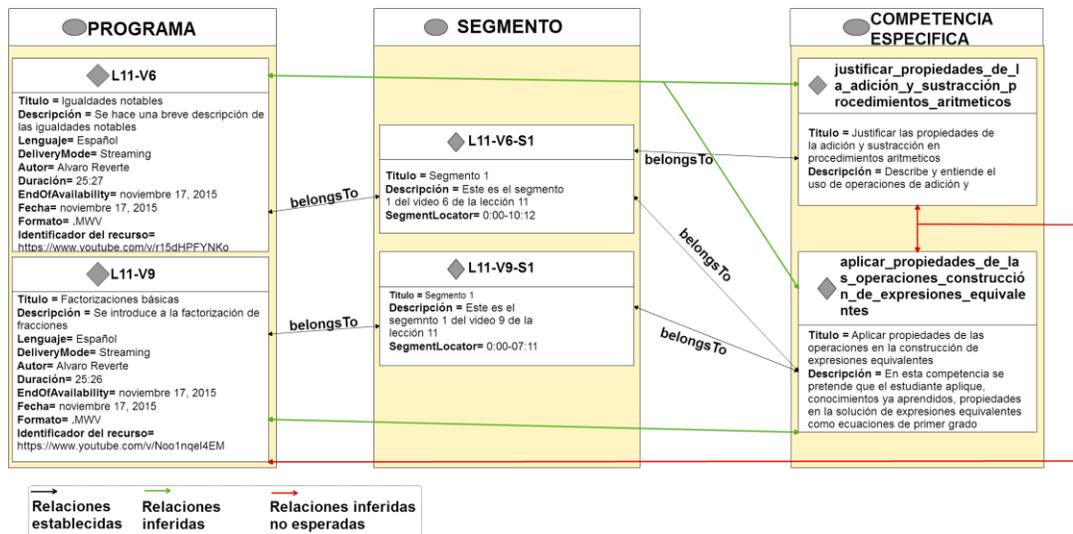


Figura 6.2.4 Relaciones esperadas y no esperadas. Fuente propia.

Se observa que la primera competencia está relacionada con el segmento “L11-V6-S1” que su vez está asociado con el video “L11-V6”, por consiguiente se deduce que la primera competencia se encuentra en el video “L11-V6”. Esto mismo pasa con la segunda competencia y el video “L11-V9”, sin embargo esta competencia también se encuentra en el segmento “L11-V6-S1” y por tanto en el video “L11-V6”. Lo anterior se representa mediante las líneas negras y verdes, que indican propiedades **belongsTo** establecidas e inferidas a partir de la transitividad de la propiedad.

Teniendo en cuenta que la propiedad **belongsTo** ha sido declarada como simétrica, existen relaciones contenido-competencia inferidas, que dan lugar a errores en las deducciones hechas por el razonador sobre la representación. Por ejemplo, si se parte del

video “L11-V9” se deduce que está asociado a la segunda competencia, sin embargo esta competencia también se relaciona con el segmento “L11-V6-S1”, que a su vez está asociado con la primera competencia. Por consiguiente, teniendo en cuenta que todo lo anterior está relacionado a partir de una única propiedad (**belongsTo**), el razonador infiere que la primera competencia está relacionada con la segunda, y que por tanto la primera competencia se asocia con el video “L11-V9”, lo cual es un error ya que la primera competencia no se encuentra en ningún segmento de este video.

Por lo tanto a partir del anterior análisis se concluye que el error se encuentra en la declaración simétrica sobre la propiedad **belongsTo**. Para poder solucionar este problema, se decidió quitar la característica simétrica de las propiedades **belongsTo** y **hasA**. En cambio, se añadió dos nuevas propiedades, **splitIn** y **hadBy**, que son propiedades inversas de las propiedades **belongsTo** y **hasA**, respectivamente. En la figura 4.6.1 se muestra el modelo de la representación de conocimiento obtenido de acuerdo a los cambios hechos. Haciendo estos cambios se pudo obtener cero errores en la ejecución del razonador y también se obtuvieron las inferencias esperadas en la representación como se puede ver en la figura 6.2.5.

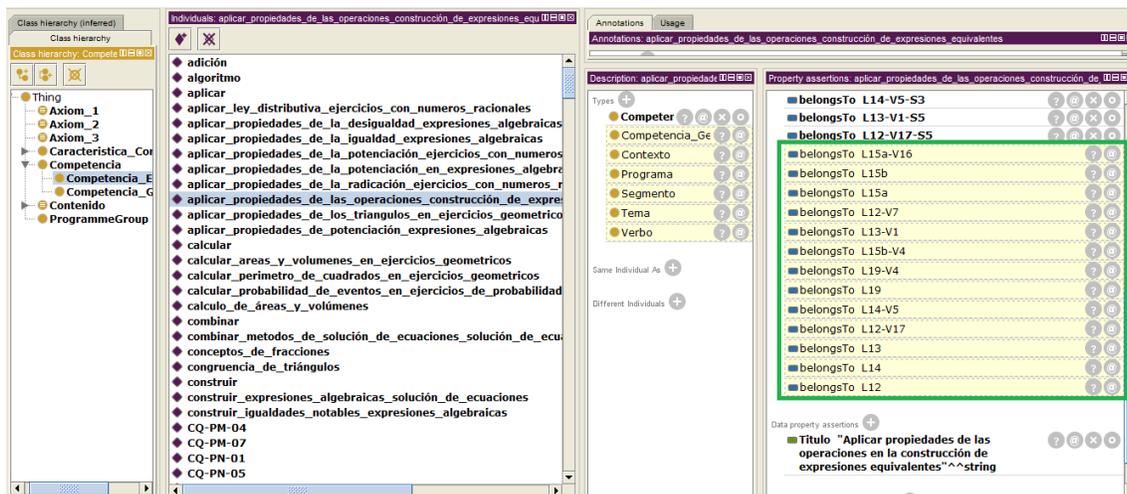


Figura 6.2.5 Relaciones inferidas correctamente. Fuente propia.

### 6.3 Evaluación cuantitativa de la representación de conocimiento

La gran mayoría de trabajos proponen evaluar la representación mediante una comparación entre el modelo diseñado y uno de referencia, sin embargo no ha sido posible encontrar una representación de conocimiento basada en ontologías que sirva de referencia para comparar con la propuesta de este trabajo. Por lo tanto, de acuerdo a lo propuesto en [49], se ha decidido evaluar la representación comparando los resultados obtenidos por consultas hechas sobre el prototipo parcial de la representación de conocimiento y consultas a contenidos de YouTube. En la figura 6.3.1 se presentan las consideraciones de la prueba.

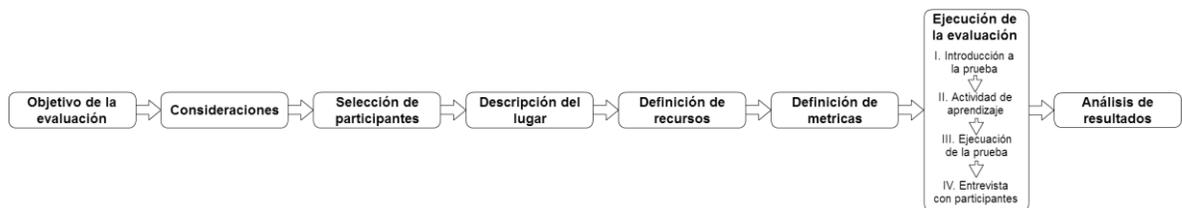


Figura 6.3.1 Consideraciones para la evaluación de la representación de conocimiento. Fuente propia.

### 6.3.1 Objetivo de la evaluación

El propósito de la representación propuesta en este trabajo es establecer relaciones más precisas entre contenidos de VoD y competencias educativas. Por tanto, el objetivo de esta evaluación es evaluar la representación propuesta a través de métricas de clasificación, más precisamente se pretende medir la *precision* y *recall*.

### 6.3.2 Consideraciones

Para este tipo de evaluación [49] propone hacerlo a través de consultas realizadas sobre un prototipo parcial de la representación y un servicio de consulta alterno. En esta evaluación, Rekik propone comparar los resultados obtenidos en estas consultas midiendo la *precision* de los resultados obtenidos para cada consulta [49].

El servicio de consulta alterno seleccionado en [49] es Google, sin embargo en este trabajo se seleccionó YouTube, ya que de este servicio se seleccionaron los contenidos que conforman el prototipo parcial de la representación propuesta. No obstante, es necesario garantizar que las consultas a comparar se realicen sobre el mismo grupo de contenidos. Por tanto, es importante que las consultas realizadas sobre YouTube se realicen sobre el canal en el cual se seleccionaron los contenidos para formar el prototipo parcial de la representación. A modo de ejemplo, en la figura 6.3.2 se representa el total de contenidos que pueden ser consultados, dependiendo de dónde se consulten.

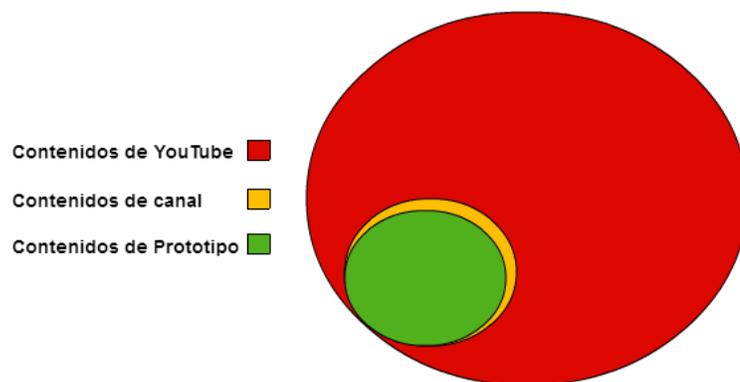


Figura 6.3.2 Contenidos que pueden ser consultados. Fuente propia.

Partiendo de lo representado en la figura 6.3.2, no es apropiado comparar las consultas realizadas sobre YouTube y el prototipo parcial de la representación, especialmente por dos razones:

1. Las consultas no se realizarían sobre la misma cantidad de videos, ya que la cantidad de contenidos en YouTube es mucho mayor que la descrita en el prototipo de la representación.
2. Las consultas no se realizarían sobre el mismo grupo de contenidos. YouTube consulta sobre una gran cantidad y variedad de contenidos, los cuales pueden o no estar dirigidos al ámbito educativo, especialmente no consulta únicamente sobre el canal seleccionado.

Para resolver estas cuestiones y hacer una comparación confiable, se evaluó con consultas únicamente sobre el canal Clasematicas usando Google como interfaz de búsqueda sobre YouTube. De este modo, se logró que las consultas se realicen sobre un mismo grupo de contenidos y también que la cantidad de contenidos sea similar, ya que el canal cuenta con 144 contenidos descritos a través de un título y descripción, mientras que el prototipo de la representación cuenta con 30 contenidos descritos a través de competencias educativas.

Ahora bien, teniendo en cuenta que para hacer búsquedas sobre la representación es necesario implementar un razonador, lo cual está fuera del alcance del trabajo, se hace uso de SPARQL como lenguaje de consulta sobre el servicio de consultas basado en la representación de conocimiento. Por otro lado, Google permite introducir cadenas de consulta para limitar la expresividad de la búsqueda, comparables con las de SPARQL. Para esto, en Google se utilizaron algunos signos y operadores que permiten refinar las búsquedas, logrando que el número de contenidos a consultar sobre YouTube se realicen únicamente sobre el canal, en el cual fueron seleccionados los contenidos para conformar el prototipo parcial de la representación. Para realizar estas consultas en Google se definieron los siguientes criterios:

- La búsqueda se configura para que solo se realicen sobre videos, con el fin de obtener únicamente resultados audiovisuales.
- Las consultas inician con el término “Clasematicas”, en el cual las comillas son importantes para que Google solo consulte sobre páginas web que contengan la palabra encerrada [53], es decir sobre el canal Clasematicas. Esto permite que la cantidad de contenidos a consultar sea los definidos en el canal indicado.
- Se usa el signo + para incluir otras palabras dentro de la consulta, en este caso las características definidas en el prototipo de la representación de conocimiento.

Para realizar consultas sobre el prototipo parcial de la representación se ha propuesto un servicio de consulta, el cual cuenta con el caso de uso de la figura 6.3.3 que es descrito en la tabla 6.3.1. Información más detallada del servicio de consulta se encuentra en el Anexo F.

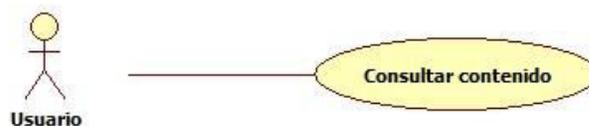


Figura 6.3.3 Caso de uso del servicio de consulta. Fuente propia.

Tabla 6.3.1 Descripción del caso de uso del sistema

Caso de uso	Consultar contenido
Indicador	Usuario (actor que incluye a profesores y estudiantes).
Propósito	Consultar videos educativos de acuerdo a unas características definidas por el usuario (tema, contexto, habilidad, nivel y dimensión).
Resumen	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario selecciona como mínimo una característica que define a una competencia (tema, contexto, habilidad, nivel y dimensión). Estos parámetros son enviados a través del servicio SOAP</li> <li>2. El sistema a través de una capa lógica hace una consulta con SPARQL a la representación de conocimiento.</li> <li>3. El sistema responde con la información de los contenidos para ser mostrados al usuario</li> </ol>
Precondición	Seleccionar al menos un parámetro de consulta
Postcondición	Si los parámetros de consulta corresponden con alguno de los contenidos, este será mostrado al usuario

Tal como se describió en el caso de uso de la figura 6.3.3 las consultas se realizan a partir de las características de competencia (Verbo de acción, Nivel, Dimensión, Habilidad, Tema y Contexto). Por consiguiente, para definir las consultas se ha combinado algunas características de competencias definidas en el prototipo de la representación de conocimiento, con lo que se espera obtener contenidos de VoD de acuerdo a cada consulta. Estas consultas se encuentran consignadas en la tabla 6.3.2, las cuales son especificadas en SPARQL para el servicio de consultas y como cadenas haciendo uso de conectores para Google, en el Anexo G.

Tabla 6.3.2 Consultas realizadas

Identificador	Consultas
C1	Habilidad: reconocer, Tema: fracciones y Contexto: ejercicios con números racionales
C2	Habilidad: reconocer y Contexto: ejercicios con números racionales
C3	Habilidad: reconocer y Tema: fracciones
C4	Contexto: ejercicios con números racionales
C5	Tema: fracciones
C6	Habilidad: reconocer
C7	Nivel: sexto-séptimo y Dimensión: pensamiento numérico
C8	Dimensión: pensamiento numérico
C9	Nivel: sexto-séptimo
C10	Nivel: octavo-noveno, Tema: expresiones algebraicas
C11	Tema: expresiones algebraicas
C12	Nivel: octavo-noveno
C13	Contexto: ejercicios con números racionales
C14	Contexto: ejercicios con números racionales y Habilidad: resolver
C15	Habilidad: Aplicar
C16	Nivel: sexto – séptimo y Habilidad: definir

A modo de ejemplo, para la consulta C16 de la tabla 6.3.2 se define la siguiente consulta sobre YouTube, a través de Google: "clasematicas"+sexto+séptimo+definir. Esta consulta comienza con el término "Clasematicas", que indica el canal de YouTube seleccionado y luego con el signo + se añaden los términos con los que se deben consultar los contenidos sobre este canal. Las consultas realizadas en los dos servicios se encuentran consignadas en el Anexo G.

### 6.3.3 Selección de los participantes

Para la evaluación se buscaron docentes licenciados en matemáticas, teniendo en cuenta que el prototipo de la representación se construyó a partir de descripciones para contenidos que desarrollan competencias en matemáticas. Además, la licenciatura es una rama de la educación que dota a las personas de un mayor conocimiento en pedagogía que otros profesionales. El perfil pedagógico les permite articular la propuesta con los ambientes reales donde se desempeñan, pues los docentes tienen una perspectiva integral y pueden estar dispuestos a usar metodologías didácticas a través de nuevas tecnologías. En la tabla 6.3.3 se presenta el perfil de cada docente. En la se presenta el perfil de cada docente:

*Tabla 6.3.3 Perfiles de los participantes*

<b>Docente 1: Mayra Alejandra Aragón</b>	
Estudios realizados	Licenciatura en matemáticas, Universidad del Cauca
Experiencia como docente	4 años
<b>Docente 2: Juan Pablo Patiño Delgado</b>	
Estudios realizados	Licenciatura en matemáticas, Universidad del Cauca
Experiencia como docente	1 año
<b>Docente 3: Leonardo Yépez</b>	
Estudios realizados	Licenciatura en matemáticas, Universidad de Nariño
Experiencia como docente	20 años
<b>Docente 4: Isidro Mueces</b>	
Estudios realizados	Licenciatura en matemáticas, Universidad de Nariño
Experiencia como docente	21 años
<b>Docente 5: Fanny Arcos</b>	
Estudios realizados	Licenciatura en matemáticas, Universidad de Nariño
Experiencia como docente	22 años
<b>Docente 6: Rene Bermeo</b>	
Estudios realizados	Licenciatura en matemáticas, Universidad de Nariño
Experiencia como docente	22 años

### 6.3.4 Descripción del lugar

El lugar donde se realizaron las pruebas fue en el Laboratorio de Televisión Digital ubicado en el Instituto de Posgrados de Electrónica y Telecomunicaciones (IPET) de la Universidad del Cauca.

### 6.3.5 Definición de los recursos

En primer lugar se realizó una invitación a los participantes vía email, en el cual se adjuntó un documento con el fin de contextualizar a los participantes en la prueba a realizar. Este documento se encuentra consignado en el Anexo I.

Por otro lado, se utilizaron un total de tres computadores (un solo computador del laboratorio de TV digital) para realizar la evaluación. Uno de estos equipos se utilizó como servidor para desplegar el servicio de consulta. Además, al principio de la prueba los participantes diligenciaron el cuestionario indicado en la sección 6.1 para evaluar los metadatos propuestos para describir las competencias.

### 6.3.6 Definición de métricas

Teniendo en cuenta lo propuesto en [49], para la evaluación cuantitativa de la representación se tienen en cuenta métricas de clasificación, las cuales permiten identificar los resultados más relevantes para un usuario determinado. Dentro de estas métricas se seleccionó la *precision* y *recall*, las cuales se describen en la tabla 6.3.4 y tabla 6.3.5 respectivamente a partir de lo propuesto en [54].

**Tabla 6.3.4 Características de la métrica *precision***

Características de la métrica	Descripción
Definición de la métrica	Es la relación entre el número de recursos de relevantes y el total de resultados entregados a un usuario.
Medición, fórmula y cálculo de datos	$P_u = \frac{ Hits_u }{ recset_u }$ <p><math>Hits_u</math> = Número de resultados relevantes en la consulta para el usuario u.  <math>recset_u</math> = Número de resultados obtenidos en la consulta para el usuario u.</p>
Interpretación del valor de la medida	$0 \leq P_u \leq 1$ El mejor resultado de esta métrica es 1.
Tipo de medida	$Hits_u$ = Conteo. $recset_u$ = Conteo. $P_u$ = Conteo/Conteo.
Audiencia objetivo	Usuario

**Tabla 6.3.5 Características de la métrica *Recall***

Características de la métrica	Descripción
Definición de la métrica	Es la relación entre el número de recursos de relevantes y el tamaño total de recursos para las pruebas.
Medición, fórmula y cálculo de datos	$R_u = \frac{ Hits_u }{ testset }$ <p><math>Hits_u</math> = Número de resultados relevantes en la consulta para el usuario u.  <math>testset</math> = Total de contenidos sobre los que se realiza la consulta.</p>
Interpretación del valor de la medida	$0 \leq R_u \leq 1$
Tipo de medida	$Hits_u$ = Conteo. $testset$ = Conteo. $R_u$ = Conteo/Conteo.
Audiencia objetivo	Usuario

### 6.3.7 Ejecución de la evaluación

El desarrollo de la evaluación siguió los siguientes pasos:

- I. Introducción a la prueba: En esta evaluación los participantes inicialmente leyeron un documento, el cual resumió el trabajo de grado y la evaluación a la que se les cita. Además, se realizó una charla para dar a conocer a los participantes el objetivo de la evaluación y las características (metadatos) usadas para la descripción de competencias educativas.

- II. Actividad de aprendizaje: Desarrollo de la encuesta descrita en la sección 6.1 para la evaluación de los metadatos, en donde los participantes evaluaron los metadatos para la descripción de competencias educativas, permitiéndoles adquirir mayor entendimiento de las características para describir competencias.
- III. Ejecución de la prueba (Evaluación a través de métricas de clasificación): Clasificación de los contenidos audiovisuales en el servicio de consultas basado en la representación de conocimiento y el servicio de búsqueda de Google orientado a contenidos de YouTube. En este paso, a partir de los resultados para cada consulta, cada participante determinó la cantidad de resultados relevantes, de acuerdo a lo consultado (Ver tabla 6.3.2).
- IV. Entrevista con participantes: Se procedió a realizar una entrevista, en la cual cada uno de los participantes comentó la experiencia vivida, y aportó algunas sugerencias a partir de las cuales se llegaron a unas conclusiones y trabajos futuros presentados en el capítulo 7.

### 6.3.8 Análisis de resultados

En la tabla 6.3.6 se encuentran consignados el total de resultados para cada consulta y para cada servicio. A partir de estos resultados los participantes definieron la cantidad de videos relevantes para cada consulta, de donde se obtuvieron los valores para hacer el cálculo de las métricas *precision* y *recall*.

Tabla 6.3.6 Resultados de las consultas

Consulta	Número total de resultados	
	Representación de conocimiento	YouTube
C1	1	0
C2	1	0
C3	1	0
C4	19	26
C5	2	74
C6	8	1
C7	23	0
C8	23	1
C9	25	6
C10	4	0
C11	4	14
C12	19	13
C13	19	26
C14	14	26
C15	19	11
C16	2	15

En esta tabla se observa que para las consultas realizadas sobre YouTube, a través de Google, C1, C2, C3, C7, C10 no arrojaron ningún resultado, por consiguientes las métricas *precision* y *recall* son indeterminadas de acuerdo a lo definido en la tabla 6.3.4 y tabla 6.3.5.

### 6.3.8.1 Análisis para la métrica *precision*

En la evaluación se obtuvieron resultados de 96 pruebas que se encuentran consignadas en el Anexo G. En la figura 6.3.4 se encuentran representados los resultados de la *precision* para cada consulta hecha sobre la representación de conocimiento. Además, en la figura 6.3.5 se encuentran representados los resultados de la *precision* para cada consulta hecha sobre YouTube, a través de Google.

En la figura 6.3.4 se puede observar que las consultas C1, C2, C3, C5, C16 hechas sobre la representación de conocimiento, presentan valores de *precision* altos, debido a un número pequeño de contenidos, de acuerdo a la tabla 6.3.6. Por otro lado, consultas como C4, C7, C8, C9, C12 a C15, arrojaron un mayor número de contenidos, por lo que presentan valores de *precision* más bajos. Esto se analiza en la sección 6.3.8.2 en concordancia con la métrica *recall*.

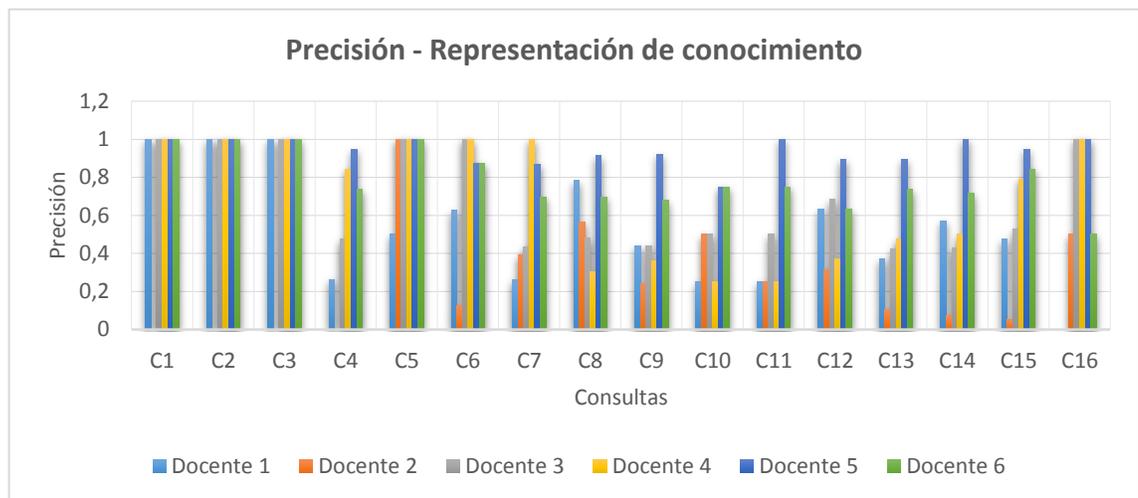


Figura 6.3.4 Precisión de los resultados para cada consulta y docente en la representación de conocimiento. Fuente propia.

Por otro lado, en la figura 6.3.5 se presentan los valores de *precision* entregados por los resultados de consultas realizadas sobre YouTube, a través de Google, en donde se puede observar que existen consultas como C1, C2, C3, C7, C10 para las cuales el valor de la métrica adquiere un valor indeterminado, debido a que el servicio no arroja resultados de acuerdo a lo consignado en la tabla 6.3.6. Solo las consultas C6 y C8 presentan un valor de *precision* aceptable, ya que según el porcentaje de *precision* que para algunos docentes alcanza el 100%, el número de contenidos relevantes es muy alto. Además en las consultas restantes el valor de *precision* está por debajo del 50%.

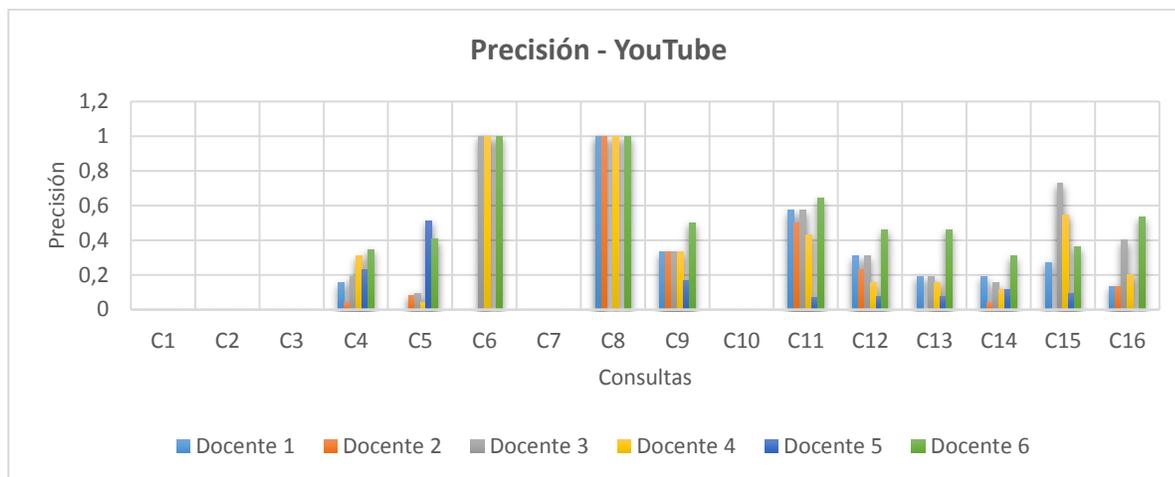


Figura 6.3.5 Precisión de los resultados para cada consulta y docente en YouTube. Fuente propia.

Para realizar un análisis comparativo entre los valores de *precisión* para los dos servicios, en la tabla 6.3.7 se encuentra consignado el promedio de resultados útiles para cada consulta y su respectiva *precisión*. En esta tabla se destaca que, como se dijo anteriormente, para algunas consultas no se obtuvieron resultados en el servicio de YouTube, por consiguiente su métrica de *precisión* es indeterminada.

Tabla 6.3.7 Promedio de los resultados útiles y precisión obtenida

Consulta	YouTube		Representación de conocimiento	
	Resultados útiles	Precisión	Resultados útiles	Precisión
C1	0	-	0,833333333	0,833333333
C2	0	-	0,833333333	0,833333333
C3	0	-	0,833333333	0,833333333
C4	5,5	0,21153846	10,333333333	0,54385965
C5	14	0,18918919	2,333333333	0,91666667
C6	0,5	0,5	6	0,75
C7	0	-	14	0,60869565
C8	0,66666667	0,66666667	14,333333333	0,62318841
C9	2	0,333333333	12,833333333	0,513333333
C10	0	-	2	0,5
C11	6,5	0,46428571	2	0,5
C12	3,333333333	0,25641026	11,16666667	0,5877193
C13	4,66666667	0,17948718	9,5	0,5
C14	4	0,15384615	7,66666667	0,54761905
C15	3,66666667	0,333333333	11,5	0,60526316
C16	3,5	0,233333333	1,333333333	0,66666667

En la figura 6.3.6 se representa el porcentaje de *precisión* obtenido, a partir del análisis de los resultados, para el servicio de consulta sobre el prototipo de la representación y el servicio de YouTube, a través de Google.



Figura 6.3.6 Porcentaje de precisión. Fuente propia.

En la figura 6.3.6 se puede observar que las descripciones de competencias en los contenidos mediante la representación de conocimiento propuesta, permitió obtener resultados más relevantes en las consultas realizadas, con un 65% de *precisión*. En cambio las consultas realizadas YouTube, a través de Google, solo obtuvo un 20% de *precisión* en las consultas de contenidos para adquirir competencias, pues considera únicamente características como “Descripción” y “Titulo” para la búsqueda. Para el caso de la representación de conocimiento el 35% de desaciertos se debieron a resultados que no respondieron a la consulta o no eran de la preferencia particular del participante, donde se menciona, por ejemplo, aspectos como la duración del video o el contexto del video. Al final del análisis de los resultados se describen las observaciones de los participantes respecto a los contenidos.

En la figura 6.3.7 se representa la *precisión* calculada para las consultas en los servicios, a partir del promedio de resultados útiles obtenidos, indicados en la tabla 6.3.7. En esta figura se observa principalmente valores más altos de *precisión* para la representación de conocimiento. A diferencia de las consultas realizadas sobre YouTube, a través de Google, todas las consultas realizadas sobre el prototipo de la representación de conocimiento arrojaron como mínimo un resultado, al igual que contenidos relevantes. Por consiguiente, la *precisión* en las consultas realizadas sobre el prototipo de la representación estuvo por encima de la registrada sobre el motor de búsqueda de Google, sobre contenidos audiovisuales de YouTube. En el análisis hecho por los participantes, la *precisión* para 4 de las consultas realizadas sobre el prototipo de la representación tuvo una tendencia hacia 1, que corresponde a resultados por encima del 80% de *precisión*.

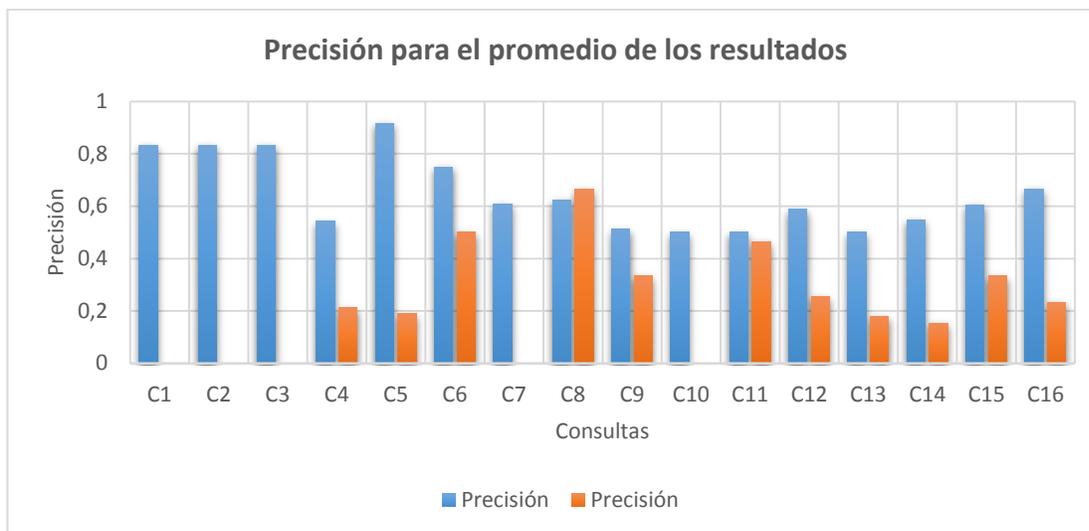


Figura 6.3.7 Precisión para el promedio de los resultados útiles en las pruebas. Fuente propia.

Teniendo en cuenta el número total de resultados de la tabla 6.3.6 y analizando la figura 6.3.7, se puede observar que en YouTube algunas consultas (C1, C2, C3, C7 y C10) arrojaron cero resultados, por lo que su *precisión* y *recall* es indeterminado. Además, también se tiene el caso de consultas que arrojaron resultados con valores bajos de *precisión* para los participantes, como por ejemplo las consultas C4, C5, C13 y C14.

Lo anterior se debe a que las consultas realizadas sobre YouTube buscan coincidencia entre los términos buscados (Verbo de acción, Tema, Contexto, Nivel y Dimensión) y las descripciones realizadas por el autor sobre los contenidos a través del título y descripción del contenido. A diferencia de lo anterior, las consultas realizadas sobre el prototipo de la representación propuesta se llevaron a cabo a través de las propiedades definidas para cada competencia asociada con cada contenido educativo de VoD. Por consiguiente, la *precisión* sobre el prototipo de la representación es mayor, ya que la relación entre la consulta y los contenidos se realizó a partir de las características de las competencias dentro de cada contenido, mientras que las consultas realizadas sobre YouTube, a través de Google, se realizaron relacionando características de competencia que pueden o no estar descritas a través del título o descripción de cada contenido. Esto indica la falta y necesidad de describir los contenidos educativos de acuerdo a una meta de aprendizaje, como por ejemplo las competencias educativas.

Por otro lado, se resalta que el 31,25% de las consultas realizadas sobre YouTube, a través de Google, arrojaron cero resultados, mientras que sobre el prototipo de la representación 0% de las consultas arrojaron cero resultados. En las evaluaciones se obtuvieron valores para la *precisión* que variaron entre 0,5 y 1 para las consultas realizadas sobre el prototipo de la representación, mientras que sobre YouTube se obtuvieron valores que oscilaron entre 0 y 0,6428. Se destaca también que en las consultas más especializadas (C1, C2 y C3), es decir las consultas con mayor cantidad de términos, la *precisión* sobre el prototipo de la representación superó a las realizadas sobre el motor de búsqueda de YouTube, en el cual no se obtuvieron contenidos resultado de estas consultas.

### 6.3.8.2 Análisis para la métrica recall

Continuando con el análisis, a continuación se presentan los resultados obtenidos para la métrica recall y su correspondencia con la *precision*. A partir de la métrica *recall* se obtuvieron los resultados consignados en la tabla 6.3.8 para el promedio de los contenidos útiles dado por el análisis hecho por cada participante.

Tabla 6.3.8 Recall para el promedio de los resultados obtenido en la evaluación

Consulta	YouTube		Representación de conocimiento	
	Resultados útiles	Recall	Resultados útiles	Recall
C1	0	-	0,833333333	0,027777778
C2	0	-	0,833333333	0,027777778
C3	0	-	0,833333333	0,027777778
C4	5,5	0,03873239	10,33333333	0,34444444
C5	14	0,09859155	2,333333333	0,061111111
C6	0,5	0,00352113	6	0,2
C7	0	-	14	0,466666667
C8	0,666666667	0,00469484	14,33333333	0,477777778
C9	2	0,01408451	12,83333333	0,427777778
C10	0	-	2	0,066666667
C11	6,5	0,04577465	2	0,066666667
C12	3,333333333	0,02347418	11,16666667	0,372222222
C13	4,666666667	0,03286385	9,5	0,316666667
C14	4	0,02816901	7,666666667	0,255555556
C15	3,666666667	0,0258216	11,5	0,383333333
C16	3,5	0,02464789	1,333333333	0,04444444

En la tabla 6.3.8 están consignados los valores obtenidos para la métrica recall, entre los cuales, para las algunas consultas realizadas sobre YouTube a través de Google se obtuvo un valor indeterminado, ya que ninguno de los contenidos fue considerado como útil por los participantes.

En la figura 6.3.8 se muestra la correspondencia entre las métrica de *precision* y *recall* para el servicio de consultas sobre el prototipo de la representación. En esta figura se puede observar que mientras *recall* aumenta la *precision* tiende a disminuir. La tendencia de la métrica *recall* hacia el valor 1 se traduce como un número grande de contenidos relevantes respecto al total de contenidos disponibles, en el caso del prototipo de la representación sería el total de contenidos descritos (30 contenidos de VoD). Para las consultas C14, C12, C13, C4, C15, C8 y C9 se observa un crecimiento de la curva de *recall*, pues el número de los resultados en las consultas superan a la mitad del total de recursos. No obstante, la *precision* muestra poco decrecimiento pues en C9, por ejemplo, 23 contenidos son elegidos como útiles resultando un valor de *precision* alto. Sin embargo, debido a que el número de contenidos se acerca al total de contenidos, es decir 30, existe un mayor porcentaje de desacierto en los resultados, pues indica que el usuario hizo un mayor análisis al tener que seleccionar un contenido adecuado entre un número grande de resultados. El caso contrario e ideal para el usuario se presenta en las consultas más especializadas C1, C2, C3, C16, C10, C11, en las cuales se obtiene un valor de *precision* que se acerca al 100% y un *recall* que tiende a 0, lo cual quiere decir

que como resultado se han obtenido una cantidad pequeña de contenidos respecto al total, donde la mayoría de resultados son considerados como relevantes para el usuario.

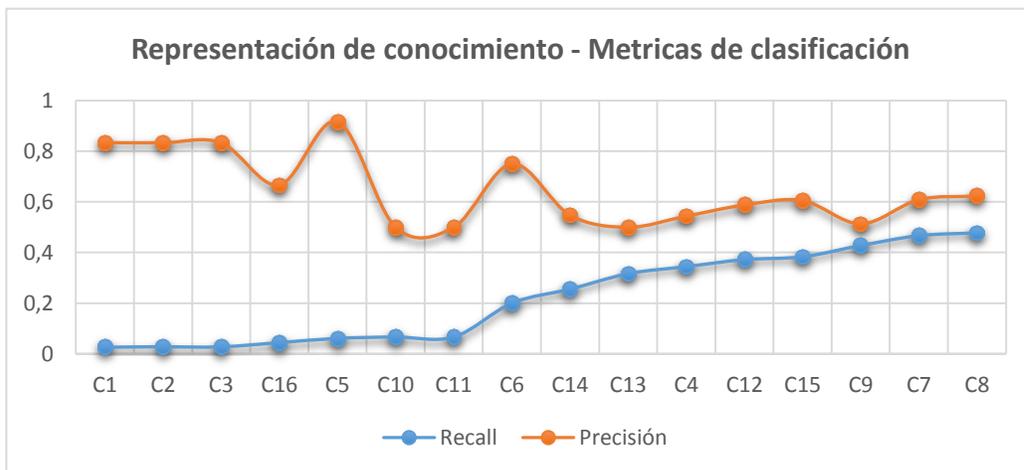


Figura 6.3.8 Recall y Precisión para la Representación de conocimiento. Fuente propia.

En la figura 6.3.9 se puede observar las curvas de *recall* y *precision* en el servicio de búsqueda de YouTube a través de Google. Teniendo en cuenta que para las consultas (C1, C2, C3, C10) no se obtuvieron resultados favorables para los participantes, el valor de las métricas toma un valor indeterminado. Aunque no tan evidente como en el prototipo de la representación, en este caso también se observa la correspondencia entre las métricas. En el caso de la consulta C11, mientras el *recall* tiene un valor del 5% la *precision* alcanza un valor del 46%, a diferencia de C8 la cual alcanzan una *precision* de casi el 70% y un *recall* de 0%, entregando un contenido que fue considerando como valioso por el 60 % de los participantes evaluados.

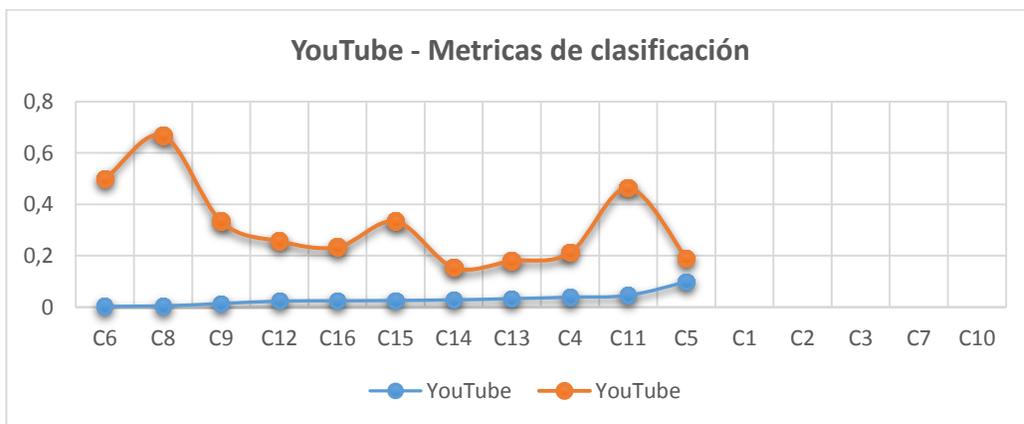


Figura 6.3.9 Recall y Precisión para YouTube. Fuente propia.

Es claro que el mejor caso para el usuario es el que presenta un alto porcentaje de *precision* y un *recall* que tienda a 0%, pues de esta manera se obtiene un número pequeño de contenidos que se ajustan a los requerimientos de la consulta. Este caso se presenta en 9 de las consultas (C1, C2, C3, C16, C5, C10, C11, C6, C14) hechas en el servicio de consultas sobre el prototipo parcial de la representación, mientras que para

las consultas hechas sobre YouTube, a través de Google, solo se presenta en dos ocasiones (C6, C8).

## 6.4 Resumen

Se ha evaluado los metadatos para la descripción de competencias educativas, donde se destaca que los metadatos propuestos han sido aceptados por la mayoría de docentes. Se destaca que se obtuvieron mayores recomendaciones en el metadato "Contexto", por lo que fue necesario añadir un metadato que indicara el entorno en que se desarrolla el proceso educativo dentro del contenido educativo de VoD, de acuerdo a los comentarios de los participantes.

En el análisis de la evaluación cualitativa, la representación de conocimiento basada en ontología propuesta ha sido corregida mediante el razonador Hermit, donde se destaca que la declaración de restricciones de cardinalidad puede llevar a errores en el razonador, especialmente sobre propiedades simétricas. También se han corregido los errores sobre las malas inferencias realizadas mediante el razonador, donde se subraya que estas se debían a la definición, sobre una misma propiedad tipo `ObjecProperty`, de las características simétricas y transitivas.

En la evaluación cuantitativa la *precision* en las consultas realizadas sobre YouTube a través de Google, fue más baja que la registrada en las consultas hechas sobre el prototipo parcial de la representación. Esto se debe a que las consultas realizadas sobre Google relacionan los términos consultados con las descripciones hechas sobre los contenidos de VoD mediante el título y descripción, lo cual conlleva a que en muchos casos las consultas arrojen resultados que no son relevantes, incluso a que no haya resultados en consultas complejas. En cambio, el establecimiento de relaciones entre competencias y contenidos de VoD con base en los metadatos y la representación de conocimiento propuestos permitió que los resultados fueran en su mayoría relevantes.

Por otro lado, se destaca que a partir de lo propuesto en la representación de conocimiento, los usuarios pueden consultar y obtener un número adecuado de contenidos que desarrollen una competencia de forma específica. Esto teniendo en cuenta que hay mayor número de consultas que presentan mayor *precision* y menor *recall* en los resultados entregados por este servicio, que es el mejor caso para el usuario, con un número pequeño y preciso de contenidos.

Los contenidos consultados sobre YouTube, a través de Google, no han sido producidos para desarrollar competencia, por lo que las consultas realizadas sobre este servicio arrojan muchos resultados que no son relevantes para el usuario. Esto se debe a que las descripciones de los contenidos que utiliza YouTube, no son suficientes para describir las competencias educativas que desarrolla un contenido.



# Capítulo 7: Conclusiones y trabajos futuros

## 7.1 Conclusiones

1. Con el propósito de describir relaciones precisas entre contenidos de VoD y competencias educativas, este trabajo estuvo enfocado en la idea de que una representación de conocimiento basada en ontologías permitiría describir relaciones entre contenidos de VoD y competencias educativas. Por tanto, fue realizada una revisión bibliográfica de la cual es importante destacar que no hay evidencia de una representación de conocimiento basada en ontología con tal fin, lo cual respaldó la idea para empezar el desarrollo de la representación de conocimiento.
2. La adaptación de un grupo de esquemas de metadatos integrando tres puntos de vista: desde las competencias, el servicio de VoD y de los recursos educativos; permitió reconocer los conceptos que posteriormente fueron formalizados en el desarrollo de una representación de conocimiento basada en ontología que relaciona contenidos de VoD con las competencias educativas. Para esto fue realizado un análisis de esquemas como LOM, MLR, DubliCore, MPEG-7, TV-AnyTime y RDCEO, en las secciones 3.1.1, 3.1.2, 3.1.3, para luego elegir cuatro de acuerdo con los tres puntos de vista antes mencionados, que fueron TV-AnyTime, MLR, LOM y RDCEO, los cuales fueron finalmente adaptados.
3. Desde el punto de vista audiovisual fue definido TV-Anytime como el esquema más adecuado para la descripción de contenidos audiovisuales, debido a que es un esquema de metadatos que tiene elementos descriptivos con menor complejidad en su significado y fáciles de usar en la en contenidos audiovisuales de VoD. Lo anterior parte de la sencillez en su estructura y sintaxis para sus módulos, entre ellos el de la segmentación, cuya definición es más sencilla en comparación con MPEG-7.
4. En la descripción del contenido desde el punto de vista educativo fue definido MLR como el esquema más adecuado, pues cuenta con metadatos pedagógicos adicionales y en especial porque maneja un nivel de subjetividad bajo, lo que es conveniente para mapear sus metadatos en la representación de conocimiento. Si bien LOM es uno de los esquemas más aceptados en la comunidad, los metadatos más usados en la práctica pertenecen a la categoría “General”, además que existen gran cantidad de especificaciones y adaptaciones que parten de este esquema, lo cual evidencia que no satisface requerimientos más específicos en el ámbito educativo. Sin embargo, adicional a los metadatos extraídos de MLR, han sido considerados otros del esquema LOM que cubren características educativas definidas por el Ministerio de Educación de Colombia.
5. La descripción del contenido desde el punto de vista de las competencias fue realizado a partir del esquema de metadatos RDCEO, especialmente porque este permitió entender y describir conceptos relacionados con las competencias que pueden ser útiles en el área de la informática sin tener que tratar aspectos de la pedagogía muy complejos.

6. A partir de un modelo de competencia que define tres ejes descriptivos (contexto, nivel de competencia, características personales), la propuesta de un grupo de metadatos adicionales (verbo de acción, tema, contexto, nivel, disciplina y dimensión) permitió enriquecer la descripción de las competencias educativas que ofrece RDCEO, especialmente para que máquinas y sistemas informáticos entiendan las características involucradas en una competencia educativa. Esto es debido a que RDCEO define un grupo reducido de metadatos para la descripción de competencias (Titulo, Descripción, Definición), lo que conlleva a que las descripciones de las competencias tengan poco significado.
7. La representación de conocimiento basada en ontología fue desarrollada a partir de la adaptación de cuatro esquemas de metadatos (TV-Anytime, MLR, LOM, RDCEO), donde cada metadato fue catalogado de acuerdo al concepto que representa, como una clase o propiedad (ObjectProperty, DataProperty), añadiendo semántica a cada elemento. Para ello fue útil una metodología [23] ligada estrechamente al propósito de diseñar ontologías con criterios que facilitaron la definición de clases y propiedades de forma sencilla y apropiada. Además, fueron definidas unas relaciones entre los diferentes individuos de la representación (competencias, contenidos, segmentos y grupo de programas), que fueron mejoradas a partir de la declaración de propiedades transitivas e inversas, situación difícil de lograr sólo con la limitada semántica que ofrecen los esquemas de metadatos.
8. Ha sido generado un prototipo de la representación de conocimiento, el cual consta de un grupo de contenidos educativos de VoD descritos a través de competencias, con el fin de evaluar la representación de forma comparativa con el servicio de búsqueda de YouTube. Este prototipo parte de la descripción y segmentación de 30 contenidos educativos de VoD por parte de un grupo de docentes, y la adaptación de estas descripciones en la representación de conocimiento basada en ontología. Los docentes utilizaron un grupo representativo y reducido de los metadatos propuestos, con los cuales pudieron describir, a través de cada segmento, las competencias asociadas en cada contenido seleccionado. En seguida cada uno de los contenidos, segmentos, competencias y características de competencia fueron modelados como individuos en la representación de conocimiento, donde cada individuo cuenta con propiedades y relaciones a partir del grupo de metadatos adaptados.
9. Según la evaluación con expertos en competencias educativas descrita en la sección 6.1, se concluye que el 80% de los metadatos propuestos para la descripción de competencias fueron aceptados. No obstante fueron recibidas recomendaciones que sugerían tener en cuenta el entorno en que es desarrollado el proceso educativo dentro del recurso educativo, por lo que fue propuesto un metadato que indicara esto para el contenido educativo de VoD.
10. La declaración de restricciones de cardinalidad puede llevar a errores sobre propiedades simétricas, generando inferencias erróneas. Las inferencias no deseadas fueron realizadas debido a la definición, sobre una misma propiedad tipo ObjectProperty, de características simétricas y transitivas. Esto parte de la evaluación cualitativa de la representación de conocimiento basada en ontología mediante el razonador Hermit.

11. Según una evaluación cuantitativa descrita en la sección 6.3 realizada por expertos en competencias educativas, basada en los resultados obtenidos a partir de consultas de contenidos de VoD sobre un prototipo de la representación de conocimiento propuesta y YouTube, se concluye que la precisión de los resultados de YouTube fue 43% más baja que la de los resultados de la representación de conocimiento. Esto es debido a que en YouTube son relacionados los términos de consulta con las descripciones hechas sobre los contenidos de VoD mediante el título y descripción, lo cual conlleva a que en muchos casos las consultas arrojen resultados que no son relevantes e incluso a que no haya resultados, como en el caso de consultas complejas. En cambio, el establecimiento de relaciones entre competencias y contenidos de VoD mediante la segmentación arrojó en cada consulta, resultados de los cuales la gran mayoría eran relevantes.
12. De acuerdo con la evaluación cuantitativa descrita en la sección 6.3, a través de un prototipo de consultas sobre la representación de conocimiento y con expertos en competencias para evaluar el *recall* y *precisión* en los resultados, se concluye que el caso ideal para una consulta es cuando hay un porcentaje de *precisión* alto frente a una medida de *recall* bajo en los resultados, lo cual indica que a partir de una consulta es obtenido una cantidad pequeña de resultados, de los cuales la gran mayoría son relevantes para el usuario. En los resultados de la evaluación para el servicio de consultas basado en la representación de conocimiento fueron encontrados 6 consultas con resultados que presentaban una *precisión* que superaba el 70% y un *recall* por debajo del 10%, mientras para YouTube solo presenta este caso para una consulta. Así pues, es importante destacar que este caso sucede más veces en el servicio de consultas sobre el prototipo de la representación que sobre las consultas realizadas sobre YouTube.
13. Teniendo en cuenta los resultados de los evaluadores, el modelo propuesto para la creación de relaciones entre competencias educativas y contenidos de VoD permite obtener resultados en las consultas que responden a necesidades educativas en torno a competencias. Los docentes mencionan que el servicio de consultas basado en el modelo propuesto les permite reducir el número de contenidos, haciendo fácil la búsqueda a partir de características de las competencias que son la propuesta para el mejoramiento de la calidad educativa.

## 7.2 Contribuciones

- Un grupo de metadatos para la descripción de contenidos educativos de VoD relacionados a competencias educativas. Aquí fueron tenidos en cuenta los esquemas de metadatos para describir contenidos educativos MLR y LOM, el esquema para describir contenidos audiovisuales TV-Anytime y el esquema para describir competencias RDCEO. Además fueron definidos unos metadatos a partir del modelo de competencias dado por tres dimensiones (contexto, nivel de competencia y características personales). El resultado es un grupo de metadatos relacionados y agrupados en 5 categorías (grupo de programa, programa, segmento, competencias generales y competencias específicas), los cuales permitirán identificar características propias de los contenidos audiovisuales dentro de un entorno educativo, donde son desarrolladas las competencias.

- Una representación de conocimiento basado en la ontología que bajo un modelo conceptual permite relacionar los conceptos asociados a contenidos de VoD y competencias. Aquí fue tomado como base un grupo de metadatos para la descripción de competencias educativos y fueron formalizados conceptos que definen a una competencia educativa de forma general y específica. Esto permite la definición de relaciones entre las competencias y los contenidos teniendo en cuenta características como la segmentación propia de los recursos audiovisuales.
- Una base de conocimiento para un grupo de competencias en matemáticas, dotada de recursos audiovisuales educativos asociados a competencias y construida bajo las relaciones conceptuales que brinda la representación de conocimiento. La base de conocimiento utilizó un grupo de contenidos del canal Clasematicas de YouTube, el cual está conformado por videos educativos para el desarrollo de temáticas en el área de matemáticas.

### 7.3 Trabajos futuros

- Implementar la representación de conocimiento en servicios de VoD, por ejemplo en motores de búsqueda y sistemas de recomendaciones, que apoye en el acceso a contenidos de VoD a través de competencias educativas. En el presente trabajo hacer la mejor descripción de los contenidos y las competencias, con el fin de que las aplicaciones y sistemas informáticos tengan los insumos necesarios para aplicar su lógica.
- Implementar un servicio que permita la marcación de los contenidos, de forma manual o semiautomática, sobre la representación de conocimiento propuesta. Esto permitirá agilizar el proceso e ingresar una mayor cantidad de contenidos en la representación de conocimiento, con lo cual es posible obtener una base de conocimiento rica en contenidos, que permitirá dar respuesta a más necesidades de los usuarios en torno a competencias de forma precisa.
- Generación de contenidos de VoD apropiados para el desarrollo de competencias, donde sea posible medir la calidad de las marcaciones. Aunque la representación de conocimiento está dotada de características que permiten describir de forma precisa una competencia educativa, es importante tener acceso a contenidos que hayan sido creados con el propósito de desarrollar competencias. Estos contenidos deben desarrollarse bajo características propias de las competencias, por ejemplo videos que manejen el contexto del estudiante, de acuerdo a las sugerencias de los docentes encuestados.
- Modelar el perfil de los usuarios en la representación de conocimiento propuesta, que permita tener en cuenta preferencias de los usuarios en torno a los contenidos tal como la duración, el entorno, entre otros. Lo anterior de acuerdo a las sugerencias hechas por los expertos encuestados.

## Bibliografía

- [1] Ministerio de Educación Nacional, «Competencias TIC para el desarrollo profesional docente,» Ministerio de Educación Nacional, Bogota DC, 2013.
- [2] OCDE, «El Programa PISA de la OCDE,» 2006.
- [3] Ministerio de Educación Nacional, «Estandares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas,» Ministerio de Educación Nacional, Bogota DC, 2006.
- [4] Ministerio de Educación Nacional, «Las Competencias como Eje Rector de la Calidad Educativa,» Bogota DC, 2013.
- [5] UNESCO, «Las TIC en la Educación,» UNESCO, [En línea]. Available: <http://www.unesco.org/new/es/unesco/themes/icts/>. [Último acceso: 17 Mayo 2015].
- [6] «Ministerio de educación,» AlTablero, 2004. [En línea]. Available: <http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-87408.html>. [Último acceso: 18 Agosto 2015].
- [7] Youtube, «Youtube,» Youtube, [En línea]. Available: <https://www.youtube.com/>. [Último acceso: 18 Febrero 2015].
- [8] Educatube, «Educatube,» Educatube, [En línea]. Available: <http://www.educatube.es/que-es-educatube/>. [Último acceso: 18 Febrero 2015].
- [9] Utubersidad, «utubersidad,» utubersidad, [En línea]. Available: <http://portal.educ.ar/debates/educacionytic/utubersidad-mas-de-6000-videos.php>. [Último acceso: 18 Febrero 2015].
- [10] IMS GLOBAL Learning Consortium, «Learning Resource Meta-data Specification,» IMS GLOBAL , [En línea]. Available: <https://www.imsglobal.org/metadata/index.html>. [Último acceso: 22 Marzo 2015].
- [11] J. M. Rob Koper, «Educational modelling language: modelling reusable, interoperable, rich and personalised units of learning,» BERA, Netherlands, 2004.

- [12] TV-Anytime Forum Website, «TV-Anytime Forum,» 2005 Julio 26. [En línea]. Available: <http://www.tv-anytime.org/>. [Último acceso: 5 Marzo 2015].
- [13] MPEG, «MPEG-7,» The Moving Picture Experts Group, [En línea]. Available: <http://mpeg.chiariglione.org/standards/mpeg-7>. [Último acceso: 15 Marzo 2015].
- [14] G. Nikolopoulos, A. Kalou, C. Pierrakeas y A. Kameas, «Creating a LO Metadata Profile for Distance Learning: An Ontological Approach,» *CCIS*, pp. 37-48, 2012.
- [15] J. L. Delgado Leal y R. Covadonga, «Perfiles de aplicación multimedia basado en estándares: un caso concreto para la UNED,» *Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*, 2010.
- [16] E. Morales, F. García, R. Campos y C. Astroza, «Desarrollo de competencias a través de objetos de aprendizaje,» *Dialnet*, 2013.
- [17] M. Kholief , N. Nada y W. Khedr, «Ontology-oriented Inference-Based Learning Content Managment System,» *International Journal of Web & Semantic Technology (IJWest)*, vol. 3, nº 3, 2012.
- [18] Ontologies related to EngMath Family, «EngMath ontologies,» Ontologies related to EngMath Family, [En línea]. Available: <http://www-ksl.stanford.edu/knowledge-sharing/papers/engmath-tree.html>. [Último acceso: 8 Febrero 2015].
- [19] The OpenMath Society, «OpenMath,» OpenMath, 2011 - 2013. [En línea]. Available: <http://www.openmath.org/documents/index.html>. [Último acceso: 8 Febrero 2015].
- [20] A. Vargas, «ESQUEMA DE METADATOS PARA CONTENIDOS MULTIMEDIA EDUCATIVOS EN ENTORNOS DE IPTV,» Universidad del Cauca, Popayan, 2016.
- [21] Universidad del Cauca, Modelo Integral para el Profesional en Ingeniería, Popayan: Universidad del Cauca, 2005.
- [22] M. Á. M. García-Quismondo, J. C. Prado y A. C. Cerveró, «Desarrollo de un esquema de metadatos para la descripción de recursos educativos: el perfil de aplicación MIMETA,» *Revista española de Documentación Científica*, vol. 29, nº 4, 2006.
- [23] McGuinness, N. F. Noy y D. L., «Desarrollo de Ontologías-101: Guía Para Crear Tu Primera,» Stanford University, Stanford, 2005.
- [24] M. Garcia , «El concepto de competencia y su adopción en el contexto universitario,» *Revista alternativas. Cuadernos de trabajo social*, nº 16, pp. 11-28, 2009.

- [25] H. H. Andersberger, D. Sampson y J. M. Pawlowski, «Competence Models in Technology-Enhanced Competence-Based Learning,» de *Handbok on Information Technologies for Education and Training*, Springer-Verlag Heidelberg, 2008, pp. 155-178.
- [26] M. Ziouziou, «Desarrollo de una Ontología y de un Sistema de Recuperación de la Información para el Sector del Mueble y Afines,» Universidad de Valencia , Valencia , 2009.
- [27] M. Yarandi, H. Jahankhani y H. Tawil, «A personalized adaptive e-learning approach based on semantic web technology,» *WebOlogy*, vol. 10, nº 2, 2013.
- [28] H. Qing Yu, C. Pedrinaci, S. Dietze y J. Domingue, «Using Linked Data to Annotate and Search Educational Video Resources for Supporting Distance Learning,» *IEEE Transactions on Learning Technologies*, vol. 5, nº 2, 2012.
- [29] D. Pons, J. Hilera y C. Pagés, «ISO/IEC 19788 MLR: Un Nuevo Estándar de Metadatos para Recursos Educativos,» *IEEE-RITA*, vol. 6, nº 3, p. 6, 2011.
- [30] D. Sampson, «Competence-related Metadata for Educational Resources that Support Lifelong Competence Development Programmes,» *Development Programmes Educational Technology & Society*, vol. 12, pp. 149-159, 2009.
- [31] D. Sampson y D. Fytros, «Competence Based Educational Metadata for Supporting Lifelong Competence Development Programmes,» *Eighth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*, pp. 288-292, 2008.
- [32] M. Bolaños, J. Insuasty y J. Guerrero, «Curriculo adaptativo inteligente basado en ontologías de descripción de competencias,» *Vinculos*, pp. 23-3810, 2013.
- [33] M. Oprea, «A General Framework for Educational Ontologies Development,» *International Journal of Computer Science Resear and Application*, vol. 03, pp. 12-22, 2013.
- [34] F. Draganidis, P. Chamopoulou y G. Mentaz, «An Ontology Based Tool for Competency Managment and Learning Paths,» 2006.
- [35] Metadata associated with this resource, «Metadata Dublin Core Innovation,» The Metadata Community — Supporting Innovation in Metadata Design, Implementation & Best Practices, 1995 - 2015. [En línea]. Available: <http://dublincore.org/>. [Último acceso: 17 Marzo 2015].
- [36] J. Polo, J. Caldera y I. Povéda , «Metadatos y audiovisual: iniciativas, esquemas y estándares,» *Documentación de las Ciencias de la Información*, vol. 34, pp. 45-64, 2011.

- [37] José Luis Delgado Leal, Covadonga Rodrigo San Juan, «Perfiles de aplicación multimedia basado en estándares: un caso concreto para la UNED,» *Inteligencia Artificial*, vol. 47, pp. 1-26, 2010.
- [38] I. C. Society, «IEEE Standard for Learning Technology - Data Model for Reusable Competency Definitions,» The Institute of Electrical and Electronics Engineers, New York, 2007.
- [39] M. Agudelo , «"Los metadatos", Como se publica un objeto de aprendizaje,» Ministerio de Educación Nacional, [En línea]. Available: [http://aprendeenlinea.udea.edu.co/lms/men/docsoac3/0301\\_metadatos.pdf](http://aprendeenlinea.udea.edu.co/lms/men/docsoac3/0301_metadatos.pdf). [Último acceso: 20 2 2016].
- [40] R. Nadolski, A. Berlanga, H. Drachsler, H. Hummel y R. Koper, «Competence Description for Personal Recommendations: The importance of identifying the complexity of learning and performance situations,» *Educational Technology & Society*, vol. 11, nº 3, pp. 141-152.
- [41] E. Jaurilaritza, «Las competencias básica en el sistema educativo de la CAPV,» Gobierno vasco, 2007. [En línea]. Available: [http://www.hezkuntza.ejgv.euskadi.eus/r43-2459/es/contenidos/informacion/dif10\\_curriculum\\_berria/es\\_5495/adjuntos/orientaciones\\_mat\\_ayuda/G00C.pdf](http://www.hezkuntza.ejgv.euskadi.eus/r43-2459/es/contenidos/informacion/dif10_curriculum_berria/es_5495/adjuntos/orientaciones_mat_ayuda/G00C.pdf). [Último acceso: 24 10 2015].
- [42] G. d. E. Ministerio de Educación, «Guía para la aplicación del perfil de aplicación LOM-ES V1.0 en la educación,» Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado, 17 Junio 2009. [En línea]. Available: <http://educalab.es/intef/tecnologia/recursos-digitales/lom-es/guia>. [Último acceso: 05 Febrero 2016].
- [43] IMS Global Learning Consortium, «IMS Reusable Definition of Competency or Educational Objective - Information Model,» IMS Global Learning Consortium, 25 Octubre 2002. [En línea]. Available: [http://www.imsglobal.org/competencies/rdceov1p0/imsrcdeo\\_infov1p0.html](http://www.imsglobal.org/competencies/rdceov1p0/imsrcdeo_infov1p0.html). [Último acceso: 19 Marzo 2015].
- [44] J. López, «La taxonomía de Bloom y sus actualizaciones,» EDUTEKA, 01 09 2014. [En línea]. Available: <http://www.eduteka.org/articulos/TaxonomiaBloomCuadro>. [Último acceso: 20 11 2015].
- [45] Z. Mouna, «DESARROLLO DE UNA ONTOLOGÍA Y DE UN SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE LA INFORMACIÓN PARA EL SECTOR DEL MUEBLE Y AFINES,» Universidad de Valencia, Valencia, 2009.
- [46] K. Undqvist, K. Baker y S. Williams, «Ontology supported competency system,» *International Journal of Knowledge and Learning*, vol. 7, nº 7, pp. 197-219, 2011.

- [47] OCDE, «La definición y selección de competencias clave,» Estados Unidos , 2005.
- [48] D. Allemang y J. Hendler, *Semantic Web for the Working Ontologist: Effective Modeling in RDFS and OWL*, Waltham: Elsevier Inc, 2011.
- [49] M. Rekik, K. Boukadi y H. Ben-abdallah, «Cloud Description Ontology for Service Discovery and Selection,» *Proceedings of the 10th International Conference on Software Engineering and Applications*, pp. 26-36, 2015.
- [50] «Protegé 2000,» The Protege Project, [En línea]. Available: <http://protege.stanford.edu>.
- [51] YouTube, «Clasematicas Canal,» [En línea]. Available: <https://www.youtube.com/user/clasematicascanal>.
- [52] M. Gonzáles , A. Pascual y J. Lorés , «Evaluación heurística,» 2001. [En línea]. Available: <http://interaccion2011.m.aipo.es/libro/pdf/15-Evaluacion-Heuristica.pdf>.
- [53] Observatorio Tecnológico De España, «Busquedas avanzadas en google,» Observatorio Tecnológico De España, [En línea]. Available: <http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/eu/internet/recursos-online/1004-busquedas-avanzadas-en-google>. [Último acceso: 12 12 2015].
- [54] D. Jannach, M. Zanker, A. Felferning y G. Friedrich, *Recommender System An Introduction*, New York: Cambridge University Press, 2011.
- [55] Instituto de Tecnologías Educativas, «Habilidades y competencias del siglo XXI para los aprendices del nuevo milenio en los países de la OCDE,» Paris, 2010.
- [56] AEN/CTN 50/SC 1, «Orientación sobre la elaboración de un esquema de metadatos,» ISO/TC 46/SC 11 N800R1, 2009.
- [57] Duval, E. Hodgins, W. Sutton y S. Weibel, «Metadata Principles and Practicalities,» *D-Lib Magazine*, vol. 8, nº 4, pp. 1-16, 2002.
- [58] the centre for educational technology interoperability standards, «The UK LOM Core home page,» CETIS, [En línea]. Available: <http://zope.cetis.ac.uk/profiles/uklomcore/>. [Último acceso: 22 Julio 2015].
- [59] ARIADNE, «Foundation for the European Knowledge Pool,» 2004. [En línea]. Available: <http://www.ariadne-eu.org/>. [Último acceso: 19 Julio 2015].
- [60] The Learning Federation, «Metadata Application Profile v. 1.3.,» 2012. [En línea]. Available: <http://www.ndlrn.edu.au/default.asp>. [Último acceso: 19 Julio 2015].

- [61] A. Vargas, S. Baldassarri y J. Arciniegas, «Análisis de Esquemas de Metadatos para la Marcación de Contenidos Educativos,» *Informacion Tecnológica*, vol. 26, nº 6, pp. 139-154, 2015.
- [62] IEEE Computer Society, «IEEE Standard for Learning Technology—Data Model for Reusable Competency Definitions,» IEEE Std 1484.20.1™-2007, New York, NY 10016-5997, USA, 2008.
- [63] V. Morales, N. Mendez, J. Cadavid, Ovalle D. y R. Vicari, «Evaluación de la calidad de metadatos en repositorios digitales de objetos de aprendizaje,» *Revista Interamericana de Bibliotecología*, vol. 36, nº 3, pp. 10-16, 2013.
- [64] T. Bruce y T. Hillmann, «THE CONTINIUM OF METADATA QUALITY: DEFINING, EXPRESSING, EXPLOITING,» *Metadata in Practice*, 2004.
- [65] Chile CLIC, «Chile CLIC,» 2009. [En línea]. Available: <http://www.aem.gob.cl/archivos/AEM-PRES-CharlaTecnicaGuia-2009.pdf>. [Último acceso: 6 11 2015].
- [66] D. Hillmann y E. Westbrooks, *Metadata in Practice*, Chicago: American Library Association, 2004.
- [67] A. M. Lacort, «Gestor de contenidos de vídeo bajo demanda,» Universitat de Lleida, Lleida, 2007.
- [68] M. d. B. R. Fernando Aparicio Galisteo, «Metodos cuantitativos y cualitativos de evaluación de sistemas multilinguaje y multimedia de acceso inteligente a la información biomedica en contextos de educación superior,» Universidad Europea de Madrid, Madrid , 2010.