

**PEDECIBA Informática**  
**Instituto de Computación – Facultad de Ingeniería**  
**Universidad de la República**  
**Montevideo, Uruguay**

---

# **Tesis de Maestría**

## **en Informática**

---

**Especificación de la valoración**  
**de objetos de aprendizaje**

**Jacqueline Guzmán**

**2012**

Jacqueline Guzmán  
Especificación de la valoración  
de objetos de aprendizaje  
ISSN 0797-6410  
Tesis de Maestría en Informática  
**Reporte Técnico RT 12-12**  
PEDECIBA  
Instituto de Computación – Facultad de Ingeniería  
Universidad de la República.  
Montevideo, Uruguay, 2012

PEDECIBA Informática  
Instituto de Computación - Facultad de Ingeniería  
Universidad de la República  
Montevideo, Uruguay

---

**Tesis de Maestría en Informática**

---

**ESPECIFICACION DE LA VALORACION DE  
OBJETOS DE APRENDIZAJE**

Autor: Jacqueline Guzmán

Orientador y Supervisor: Regina Motz

Tribunal: Alberto Rodrigues da Silva

Antonio Moreira Texeira

Libertad Tansini

Noviembre 2012

---

## Resumen

Esta tesis trata el problema de valorar los Objetos de Aprendizaje (OA) y la necesidad de especificar los modelos evaluativos propuestos para dichos objetos. Debido a que el valor de un OA depende de una variedad de factores relacionados, no solo con el propio objeto sino con su contexto (usuarios, plataformas, objetivos tecnológicos y de negocio) es que obtener exclusivamente el valor de un objeto no alcanza, es relevante conocer además, los aspectos involucrados en los procesos de valoración. Es en este sentido, que este trabajo plantea especificar los modelos evaluativos de forma de hacer explícitos y formalizar los aspectos que son considerados en la evaluación y permitir su procesamiento automático.

A partir de un relevamiento y análisis sistemático de modelos de evaluación existentes, en este trabajo se propone un modelo ontológico para la especificación de modelos evaluativos de OA, llamado SLOE (Specification Learning Object Evaluation). Una de las características principales del modelo SLOE es que permite expresar de manera uniforme tanto los aspectos tecnológicos de los OA como también sus aspectos pedagógicos y los relacionados con su contexto.

El trabajo presenta además el desarrollo de un caso de estudio realizado sobre el repositorio de OA, BOA del Grupo de Sistemas de Información, INESC-ID, Lisboa, Portugal.

## Palabras Claves

Objetos de Aprendizaje, Metadatos, Valorización de OAs, Modelos evaluativos, Ontologías, Repositorios de OAs.

## Contenido

Resumen.....	2
Palabras Claves .....	2
Contenido .....	3
Capítulo 1: Introducción.....	6
1.1 Solución Propuesta.....	8
1.2 Aportes .....	8
1.3 Estructura del Documento.....	9
Capítulo 2: Sobre Objetos de Aprendizaje, Metadatos y Ontologías .....	10
2.1 Objetos de Aprendizaje .....	10
2.2 Metadatos.....	11
3.3 Ontologías.....	13
Capítulo 3: Valoración de Objetos de Aprendizaje .....	16
3.1 Valorar un OA.....	17
3.1.1 Importancia del Contexto de un OA .....	18
3.1.2 Aspectos Pedagógicos de los OAs .....	19
3.2 Reusabilidad, Granularidad y Efectividad Pedagógica .....	20
3.2.1 Reusabilidad .....	21
3.2.2 Granularidad .....	22
3.2.3 Relaciones entre la Reusabilidad, Granularidad y Efectividad Pedagógica .....	23
Capítulo 4: Trabajos Relacionados.....	26
4.1 Trabajos basados en Factores relacionados con la Calidad de OAs .....	26
4.2 Trabajos basados en Elementos del Ambiente .....	33
4.3 Trabajos basados en Características propias del OA .....	35
Capítulo 5: Modelo para Especificación de Evaluaciones de Objetos de Aprendizaje (SLOE) ....	42
5.1 Modelo Ontológico SLOE .....	42

Componente Criterios (Especificación de Criterios) .....	46
Componente Principales Elementos (Especificación de los Principales Elementos) .....	48
Componente Función (Especificación de Funciones de Cálculo).....	52
5.3 Ejemplo.....	53
Capítulo 6: Caso de Estudio – Repositorio BOA.....	55
6.1 Plataforma BOA y su Repositorio de OAs .....	55
6.2 Propuesta: Proceso para la Valoración de OAs de BOA .....	58
6.2.1 Factores Relevantes.....	59
6.2.2 Proceso de Valoración .....	60
6.2.3 Experimentación y Resultados Preliminares.....	66
Capítulo 7: Uso del Modelo SLOE .....	73
7.1 Especificación SLOE de Modelos de Evaluación de OAs.....	73
7.1.1 Valor de los Objetos de Aprendizaje de BOA - Reputación de los Autores [4] .....	76
7.1.2 Especificación de evaluaciones de Ochoa y Duval [26].....	81
7.1.3 Especificación de evaluaciones de Sanz, Dodero, Sanchez-Alonso [27] .....	83
7.2 Perspectiva de Análisis de OAs y el Modelo SLOE.....	86
Ejemplo de análisis del factor ‘Complejidad’ .....	87
Capítulo 8: Conclusiones Y Trabajos Futuros .....	92
Trabajos Futuros .....	93
Referencias.....	94
Anexo BOA-SLOE.....	99
A.1 BOA-SLOE: Métrica de Contexto (MCONTEXT).....	101
Valor del Grupo (MGroup).....	101
Valor dado por los Tópicos (MTopics).....	102
A.2 BOA-SLOE: Métrica de Características Intrínsecas del Objeto (MLO_INTRINSIC).....	104
Valor dado por los metadatos manuales del OA (MManualMetadata).....	105
Valor dado por los metadatos extraídos automáticamente del OA (MAutomaticMetadata) .....	106

A.3 BOA-SLOE: Métrica de Autores (MAUTHORS) .....	109
Valor dado por el Tipo de Autor (MAuthorType).....	111
Valor dado por la Actividad del Autor (MAuthorActivity) .....	111
Valor dado por el Éxito del Autor (MAuthorSuccess).....	112

## Capítulo 1: Introducción

Hoy día la tecnología y en particular internet forma parte de la vida diaria, nos permite verificar horarios y disponibilidad de servicios, buscar el mejor recorrido para llegar a esa reunión, pedir hora para el dentista, acceder al estado del tiempo, programar salidas de fin de semana, etc. En general internet permite tener disponible millares de materiales en distintos formatos: texto, imágenes, sonidos, películas, programas, etc. No siendo indiferente a esta realidad los aspectos relacionados a la educación, los docentes buscan información que apoye las actividades de sus clases, los alumnos y padres buscan materiales que les ayuden a mejorar sus tareas o comprender mejor algún tema, las instituciones ofrecen cursos presenciales, semi presenciales y a distancia. Actualmente no se concibe el proceso de aprendizaje sin que en él participe, directa o indirectamente, en mayor o menor medida, la tecnología. El desafío que tiene el usuario actualmente, no es la disponibilidad de la información sino seleccionar, en ese mar de información libre, en un tiempo razonable, materiales que sean valiosos, es decir que sean útiles para alcanzar sus objetivos.

Pero ¿qué hace que un material sea valioso?, según Frondizi R. (1992) [1] el valor es una interpretación socio-personal relacionada con la realidad, las necesidades y los objetivos que se desean alcanzar. Las personas asignamos valor a las cosas según la situación en la que nos encontremos, las necesidades, las preferencias, y la percepción de cuan útil es ese elemento para alcanzar los objetivos que tengamos fijados. No solo son muchos los elementos involucrados en el proceso de valoración sino que varían con el tiempo, con las situaciones y con las personas debido al componente subjetivo inherente a la percepción.

En el ámbito de la educación a distancia el valor de un recurso digital u objeto de aprendizaje (OA) es una medida de la calidad del mismo, afectada por el contexto de uso, por el contexto de creación de los objetos (cursos, infraestructura tecnológica, prerequisites), y por los individuos involucrados en los procesos educativos (expertos, revisores, docentes, estudiantes, autores). Esta medida, el valor del objeto de aprendizaje, busca indicar qué tan bueno es el objeto para lograr los objetivos establecidos, los cuales pueden ser de naturaleza pedagógica, tecnológica y/o del negocio (repositorio, sistema, comunidad, etc.).

Por lo tanto, el dinamismo y la heterogeneidad de los contextos e individuos hacen que establecer una forma de valorización de los OA sea un problema muy complejo pero importante por el aporte que ellos brindan: una medida estimada de la calidad de los objetos, y la identificación de los elementos relevantes en la calidad de los mismos y sus vínculos.

Tener una medida de la calidad de los OAs permite encontrar aquellos que son más adecuados a objetivos establecidos, como por ejemplo: ordenar los objetos según su valor, clasificar OAs que según lo temas que traten (OAs sobre programación Java, OAs sobre recursividad, OAs sobre base de datos, etc.), encontrar OAs que sean compatibles con ciertas preferencias (idiomas, grado de interacción, etc.), integrar OAs, etc. Por otro lado, el tener identificados los elementos que determinan la calidad de un OA permite la comparación de objetos provenientes de distintas fuentes, así como permite establecer procesos de generación de objetos que garanticen cierto valor en la calidad de los mismos.

Un aspecto no menor es el costo de creación de OAs de calidad. La realidad cambia rápidamente (contextos), los vínculos interpersonales (alumno-docente alumno-alumno) son cada vez más complejos, las formas de comunicación son múltiples (texto, sonido, imagen), rápidas (en tiempo real) y de fácil acceso (PC de escritorios con conexiones de hogar). Por lo tanto se requieren OAs adaptables, que a su vez sean auto-suficientes y auto-descriptivos no solo respecto al conocimiento que buscan transmitir sino también respecto a las condiciones tecnológicas y pedagógicas requeridas para su utilización. Esta realidad hace que crear OAs sea una tarea muy costosa en tiempo y recursos, por lo tanto muchos trabajos consideran que la capacidad de reutilización de un OA afecta de manera relevante el valor del mismo, siendo esta característica un objetivo común a las diversas realidades e intereses.

Si bien la reusabilidad es un aspecto ampliamente estudiado en cuanto al valor de los OAs existen otros aspectos de no menor importancia, como por ejemplo: la accesibilidad que permite que el OA pueda ser usado en ambientes o por usuarios con limitaciones; el cumplimiento de estándares (completitud, precisión, procedencia, consistencia lógica y coherencia) que brinda la capacidad de interoperar y/o integrar OAs; la adaptabilidad que permite ajustar un OA para ser utilizado en distintos contextos; la calidad de contenido y amigabilidad de interfases que por un lado aportan a la accesibilidad del OA y por otro hacen que un OA tenga mayor valor pedagógico; la alineación de objetivos pedagógicos con las expectativas y necesidades de los usuarios; la portabilidad como característica determinante en cuanto a la adaptación y capacidad de reuso de un OA, la cual está estrechamente vinculada con otros factores como cohesión, acoplamiento, portabilidad, tamaño, complejidad. En general las propuestas de evaluación priorizan algunos de estos aspectos según las distintas realidades donde serán utilizados (contextos, usuarios) y el objetivo final (del OA, del Sistema, del Negocio).

Tal es la diversidad de procesos de valoración, los aspectos considerados y los criterios propuestos, que la especificación de los aspectos y criterios usados en las evaluaciones son tan importantes como la propia valoración. Ya no solo se requiere saber que un OA es de 'buena' calidad sino que se necesita conocer qué aspectos fueron valorados

(reusabilidad, accesibilidad, etc.) y qué criterios fueron utilizados (precisión de la información, evaluaciones de expertos, opiniones de la comunidad, completitud de metadatos, etc.).

En particular este trabajo trata el problema de valorización de los objetos de aprendizaje analizando los elementos, factores y características de los contextos, de los usuarios y de los propios objetos, vinculados principalmente a la reusabilidad de los OAs. Se llega a una propuesta de modelo para la especificación de evaluaciones de OAs, además de proponer una forma de valorar los objetos del repositorio BOA [2].

### ***1.1 Solución Propuesta***

Este trabajo propone especificar las evaluaciones de OAs usando un Modelo Ontológico “SLOE” (Specification Learning Object Evaluation) el cual permite especificar en forma explícita: los elementos relevantes en la valoración de los objetos y sus relaciones, los criterios utilizados, y la métrica propuesta. El modelo permite especificar valorizaciones parciales que midan aspectos de interés (aspecto tecnológico, pedagógico, contexto de uso, cumplimiento de estándares, frescura de los OAs, etc.). La evaluación final del OA es una composición del valor dado por las características de contexto, las de usuario y las del propio objeto. La formalización de las especificaciones de las evaluaciones permitirá brindar información de cómo son valorados los OAs de los repositorios, aspecto fundamental en las búsquedas para poder encontrar no solo OAs de ‘buena calidad’ sino que sean de buena calidad respecto a factores o criterios que son de interés para el usuario.

Además se propone una métrica para determinar el valor inicial de los OAs del repositorio BOA (ver Capítulo 6) basada en metadatos y priorizando la reusabilidad como aspecto fundamental de la calidad de los objetos. Dicha propuesta está alineada con la tendencia actual a reconocer la importancia de las comunidades sociales en el éxito del uso de los Objetos. Esta propuesta es especificada mediante el modelo ontológico propuesto (ver Anexo “BOA-SLOE”)

### ***1.2 Aportes***

Este trabajo presenta un estudio del estado del arte sobre evaluaciones de OAs, en los cuales son analizados trabajos principalmente enfocados en reusabilidad y accesibilidad. También se presenta un análisis sobre los problemas relevantes que afectan a la calidad de los OAs, relacionados con la granularidad, reusabilidad y contexto. Los resultados de estos análisis fueron publicados en el artículo “Learning Objects Quality Factors” presentado en CAFVIR 2012 [3].

Otro aporte del trabajo es la propuesta para evaluar los OAs del repositorio BOA, llegando a determinar un valor inicial de los mismos. Dicha solución considera el impacto que tiene la comunidad en el valor de los objetos, combinando y extendiendo enfoques de trabajos recientes. La intervención de la comunidad (autores, administradores y revisores) en el proceso propuesto se lleva a cabo mediante configuraciones del sistema y procesos batch, lo cual permite la automatización de estos procesos. En resumen el proceso de evaluación de OAs propuesto considera la opinión de la comunidad, identifica los factores relevantes para la valoración de los mismos, y determina aquellos que pueden calcularse automáticamente a partir de: (1) contexto de uso de los OAs, (2) de los metadatos, y (3) de la reputación de los autores de estos materiales. Esta propuesta fue publicada en “Handbook of Research on Enterprise 2.0: Technological, Social, and Organizational Dimensions”, capítulo “Valuing Learning Objects shared in an Online Community” [4].

Finalmente otro aporte de este trabajo es el modelo ontológico de valorización de OA. Este modelo permite especificar en forma explícita y formal los elementos relevantes en la evaluación de un OA, los criterios que se utilizan, así como las métricas propiamente dichas. Este modelo fue utilizado para la especificación de la propuesta de valorización de los OA de BOA antes mencionada, además de ser probado en la especificación de métricas propuestas en trabajos actuales y analizados en el Capítulo 4 “Trabajos Relacionados”.

### ***1.3 Estructura del Documento***

Este documento está estructurado de la siguiente manera: el Capítulo 2 presenta los conceptos (OA, Metadatos, Ontologías) necesarios para entender el trabajo. En el Capítulo 3 se analiza el problema de evaluar la calidad de los OA (Valorización de OA). En el Capítulo 4 se presenta un relevamiento y análisis sistemático de trabajos relacionados. El Capítulo 5 presenta el modelo propuesto, mientras que en el Capítulo 6 se presenta la propuesta para valorizar los OAs del repositorio BOA. En el Capítulo 7 se describe la especificación de distintas métricas sobre OAs usando el modelo de especificación de las valoraciones de OA, SLOE, propuesto. Finalmente el Capítulo 8 presenta las conclusiones y futuros trabajos.

## Capítulo 2: Sobre Objetos de Aprendizaje, Metadatos y Ontologías

En este capítulo se presentan brevemente los conceptos: Objetos de Aprendizaje, Metadatos y Ontologías, los cuales son la base en las cuales se apoya el trabajo de esta tesis.

### 2.1 *Objetos de Aprendizaje*

La IEEE a través de su grupo de trabajo LTSC [5] define Objeto de Aprendizaje como *“Any entity, digital or non-digital, which can be used, re-used or referenced during technology supported learning”*. Contemplando como Objetos de Aprendizaje casi cualquier cosa relacionada con el proceso de aprendizaje como por ejemplo: contenidos multimedia, contenidos instruccionales, objetivos de enseñanza, software instruccional, personas y organizaciones o eventos referenciados durante el proceso de enseñanza.

En 2002 Wiley [6] presenta una nueva definición, *“Any digital resource that can be reused to support learning”*, en la cual como se puede observar restringe los OA a recursos digitales, aunque mantiene como parte de la definición del propio objeto el contexto de enseñanza en el que éste está inmerso.

Existen otras definiciones de OA pero la mayoría tienen una concepción similar. En algunos trabajos se concibe el OA como un recurso digital, en el repositorio Adriadne [7] se habla de *“Documentos Pedagógicos”*, en el proyecto Escot [8] se trata al OA como un *“Componente de Software Educativo”*, a su vez Merlot [9] trabaja con *“Materiales de Educación en línea”*. En otros trabajos como [10] y [11] el OA se concibe como un recurso digital pero en un contexto educativo y con objetivos pedagógicos. En particular el estudio realizado por Vicente, Motz, Llamas y Caeiro (2011) [11] aparece el concepto de OA haciendo referencia a recursos digitales compuestos por objetos de información (contenidos activos que tiene tipos instruccionales, como por ejemplo: ejercicios, ejemplos, preguntas, simulaciones, etc.) con objetivos educacionales.

Si bien las definiciones son variadas todas incluyen, con mayor o menor formalidad, los aspectos educacionales. Por lo tanto en el marco de este trabajo los OAs son considerados recursos digitales con objetivos pedagógicos en un contexto educacional, los cuales por ser recursos digitales tienen un perfil tecnológico, y por ser un componente del proceso de educación tienen un perfil pedagógico.

Además otros aspectos relevantes a ser analizados son las relaciones de los OAs con los contextos (de uso, de creación) y las relaciones de los OAs con los usuarios (profesores, alumnos, administradores, expertos, revisores, y usuarios en general), por

ser ambos, contextos y usuarios, actores que determinan el ambiente en el que están inmersos los objetos de aprendizaje. Por ejemplo, OAs creados para personas con ‘baja visibilidad’ tendrán interfaces apropiadas para dicho perfil de usuario, por lo cual el contexto de uso del objeto está determinado por la característica del usuario final. Un ejemplo del impacto del contexto en los OAs es el repositorio MERLOT [9] cuyos OAs son recursos web, por lo tanto muchos de los elementos que se encuentran en los contenidos de los objetos están vinculados a su formato (links, script, applets, etc.). Es decir, el análisis de los OAs de MERLOT está en general basado en características relacionadas al formato el cual a su vez es condicionado por el contexto.

En resumen, las características a tener en cuenta para la valoración de los OAs serán de tipo: tecnológica, pedagógica o socio-ambientales (aquellas vinculadas a la forma en que el OA se relaciona con los contextos y con los usuarios).

## **2.2 Metadatos**

Otro de los aspectos que se presenta con frecuencia relacionado con los OA es la necesidad de utilizar metadatos. Incluso Wiley [12] presenta una definición de OA como “algo para el cual el metadato fue creado”. Los metadatos de los OAs brindan información descriptiva de los mismos permitiendo saber cuál es el contenido del objeto, su propósito, e incluso puede describir como se vincula el objeto con su entorno. La información brindada por los metadatos está orientada a hacer más eficiente la búsqueda y utilización de los OAs. Una característica importante de la metadata es su adopción a estándares bien establecidos. Se observa en la actualidad que existen estándares ampliamente difundidos para los metadatos de OAs que proveen una estructura, vocabulario y significado común, entendido por todos los miembros de la comunidad de e-Learning. Ejemplos de estos estándares son Dublin Core[13], LOM[14], y IMS [15] que se describen más adelante.

Dublin Core [13] es un estándar de metadatos que define un conjunto mínimo de información necesaria para describir cualquier recurso web en particular puede ser usado para describir OAs. Los elementos especificados por este estándar se refieren a:

- (1) el contenido del recurso: título, palabras claves, descripción, origen, idioma, relación, cobertura espacial y/o temporal
- (2) la propiedad intelectual del objeto: autor o creador, editor, colaboradores, derechos
- (3) la instancia: fecha, tipo de recurso, formato, identificador del recurso.

LOM [14] es un estándar definido por el grupo LTSC de la IEEE específico para objetos de aprendizaje. Este estándar agrupa las características en 9 categorías según el tipo de información que brindan:

- (1) Categoría General, información general del OA: Identificador, título, idioma, descripción, palabras clave, cobertura, estructura, nivel de agregación
- (2) Categoría Ciclo de Vida, información del ciclo de vida del OA: versión, estatus, colaboradores que contribuyeron durante el ciclo de vida del objeto
- (3) Categoría Meta-metadatos, información sobre los metadatos: Identificador del metadatos, colaboradores que contribuyeron al estado de la instancia de metadatos, idioma del metadatos.
- (4) Categoría Técnica, información técnica del OA: formato, tamaño, ubicación, requerimientos, instalación, otros requerimientos de software/hardware, duración
- (5) Categoría Educación, información pedagógica del OA: tipo de interactividad, tipo de recurso, nivel de interactividad, densidad semántica, tipo de usuario final para el que fue creado el objeto, contexto, rango de edad del usuario final, dificultad, tiempo, descripción, idioma
- (6) Categoría Derechos, información sobre de propiedad intelectual y condiciones de uso: costo, derechos y otras restricciones, descripción.
- (7) Categoría Relación, información sobre los vínculos del OA con otros OAs: tipo de relación, recurso con el que está relacionado el objeto que se está describiendo
- (8) Categoría Anotaciones, comentarios sobre el uso educativo del objeto: entidad que crea la anotación, fecha, descripción.
- (9) Categoría Clasificación, describe el objeto según algún sistema de clasificación existente: propósito, identificación en una taxonomía conocida (nombre, camino, identificación), descripción, palabras claves.

Además están los estándares del consorcio IMS- Global Learning Consortium [15], el cual ha desarrollado una amplia gama de estándares para el dominio de educación a distancia. En general el IMS concibe la educación a distancia como un proceso de enseñanza, y ha desarrollado, divulga o participa en una serie de estándares cada uno enfocado en una parte de este proceso.

Por ejemplo, IMS Content Packaging [16] y IMS Simple Sequencing [17] están relacionadas con la estructuración de contenidos de aprendizaje, IMS Learning Design [18] se enfoca en el modelado de escenarios de aprendizaje, IMS Question & Test Interoperability Specification [19] establece la forma de representar preguntas y de gestionar evaluaciones para lograr la interoperabilidad entre los sistemas de educación (LMS), etc.

En particular el IMS ha adoptado a LOM como estándar de metadatos para OAs (*IMS Learning Resource Metadata*), de hecho LOM se basa en los esfuerzos previos hechos

para la descripción de recursos educativos en los proyectos ARIADNE, IMS y Dublin Core.

En definitiva el uso de metadatos estándares para describir OAs hacen que estos recursos sean interoperables, aumenta su capacidad de reutilización, y permite especificar algunas características de los objetos que no podrían ser extraídas del análisis del objeto en sí mismo, como por ejemplo: objetivo pedagógico, tipo de audiencia para la cual fue creado, derechos de autor, etc. En general las aplicaciones usan algunos metadatos estándar y luego los extienden o especializan con metadatos propios (metadata profile).

Los metadatos de OAs son considerados parte del objeto, de hecho las búsquedas y las evaluaciones de calidad en general se apoyan en ellos, por lo cual la calidad de los mismos afecta la calidad del propio objeto. La importancia de los metadatos radica en que son utilizados como el cristal a través del cual se analiza el objeto. Por ejemplo, gran parte de los trabajos descritos en el capítulo 4 proponen métricas sobre OAs basadas en metadatos LOM. La plataforma BOA permite realizar búsquedas en su repositorio de objetos basadas en campos Dublin Core (ver Capítulo 6). Incluso Ochoa y Duval [20] reconocen la importancia de los metadatos por lo tanto proponen métricas para medir la calidad de los mismos. Aún así un problema actual es que los estándares actuales no son suficientes para describir los OAs, pues no cubren en su totalidad la información pedagógica de los objetos, la mayoría vinculada con la forma de utilizar el objeto y la relación de los OAs con los contextos y con los usuarios, aspectos importantes desde el punto de vista pedagógico-educacional.

En este trabajo consideramos los metadatos como un elemento relevante en el análisis y evaluación de los objetos de aprendizaje. Por un lado, la propuesta de valoración de OAs de BOA se basa en los metadatos de sus objetos, los cuales son una extensión de Dublin Core en la cual se agregan metadatos propios de la plataforma como por ejemplo información relacionada al uso de los OAs (que usuarios bajaron los objetos, cuando, etc.). En cuanto al modelo ontológico propuesto para la especificación de modelos de evaluación de OAs, éste permite indicar si los metadatos usados siguen algún estándar y en tal caso qué campos del mismo son los que realmente se utilizan.

### ***3.3 Ontologías***

Una de las definiciones más aceptadas en el ámbito de la ingeniería es la dada por Gruber en 1993 [21], la cual define una ontología como *“una especificación explícita de una conceptualización”* en el entendido de que una conceptualización es un modelo conceptual, es decir una abstracción de una realidad.

Las ontologías están compuestas por los siguientes elementos:

- Conceptos: son las principales ideas que se quieren formalizar
- Relaciones: son la representación de las relaciones entre los conceptos
- Funciones: son tipos de relaciones donde se identifica un elemento mediante el cálculo de una función que considera varios elementos de la ontología.
- Instancias: son objetos determinados de un concepto
- Axiomas: son teoremas sobre relaciones que deben cumplir los elementos de la ontología. Los axiomas juntos con la herencia de conceptos permiten realizar inferencias lógicas llegando a obtener conocimientos que no están representados explícitamente.

Existen distintos tipos de ontologías, las más elementales especifican un vocabulario a través de conceptos. Cuando más que un vocabulario quiere modelarse conceptos con propiedades, indicando también jerarquías (taxonomía) y relaciones entre ellos es que nos encontramos con ontologías que están describiendo una realidad. Pero a este tipo de ontologías también se las puede extender agregándole la capacidad de razonar, es decir la descripción de dicha realidad puede ser más completa o exacta a través de axiomas. Por ejemplo, dado un axioma que diga ‘todo elemento del universo que esté cursando alguna materia es estudiante’, provoca que si aparece un individuo cursando una materia éste será clasificado como estudiante aunque esto no se diga explícitamente, es decir dicho individuo puede ser una instancia de la clase docente y aun así será clasificado como individuo de la clase estudiante.

En general se dice que las ontologías que se centran principalmente en describir una realidad (general, de un dominio, de un aspecto particular de una realidad, de procesos, etc.) son ontologías descriptivas, mientras que aquellas que tienen un fuerte uso de la capacidad de razonamiento (consistencias, inferencias, etc.) son llamadas ontologías lógicas.

Hoy día, donde más que la información se busca la representación del conocimiento, se requieren tecnologías como las ontologías que permiten tener una especificación formal del conocimiento (general, de un dominio, o de un aspecto particular de una realidad), que brinda la capacidad de compartir el conocimiento de una manera que es entendida tanto por personas como por agentes de software.

En cuanto a lenguaje para la especificación de ontologías nosotros utilizamos OWL (Web Ontology Language) [22]. Si bien RDF/ RDF-Schema [23] [24] permite especificar formalmente la semántica asociada a los vocabularios, conceptos y algún tipo de relaciones entre conceptos, OWL tiene mayor capacidad descriptiva además de tener capacidad de razonamiento. Para las implementaciones de ontologías utilizamos Protege [25], editor que ofrece interfaces gráficas, genera el archivo con la ontología en lenguaje OWL, ofrece facilidades para verificación de consistencia, e integra razonadores que permiten inferir conocimiento.

Si bien los metadatos nos brindan información de los OAs (del propio objeto, de la relación del objeto con el contexto, de los procesos de aprendizaje vinculados al OA, etc.), la utilización de metadatos estándares tiene el valor agregado de que la información está dada utilizando conceptos definidos por el estándar, por lo cual existe un consenso en el vocabulario a utilizar así como en el significado de cada concepto. Por otro lado la utilización de ontologías permite especificar el conocimiento que se tiene de una realidad definiendo los conceptos y sus relaciones de una manera formal no ambigua que puede ser entendida por procesos, es decir permite la automatización. Por lo tanto, en este trabajo elegimos utilizar ontologías para describir de una manera formal los modelos de evaluación de Objetos de Aprendizaje, especificando los principales elementos, relaciones y características de las propuestas de evaluación de OAs, la cual podrá ser entendida tanto por personas como por agentes de software.

Resumiendo, en este trabajo nos basamos en la definición de OA dada por LSTC [5] dando relevancia al contexto en su relación con el objeto de aprendizaje. Además consideramos fundamental el rol de los metadatos por lo cual nuestra propuesta de valorización de OAs de BOA se apoya en los metadatos de estos objetos, y por otro lado el modelo propuesto brinda la posibilidad de indicar si se utilizan metadatos y si estos están definidos por estándares.

Elegimos ontologías para la especificación de los modelos evaluativos por su capacidad de formalizar aspectos conceptuales, y que esa especificación puede ser procesada automáticamente, por ejemplo podría ser utilizada por buscadores para encontrar objetos de aprendizaje valorados según criterios de importancia para el usuario.

En el siguiente capítulo se analizan las características relevantes de un OA a ser consideradas durante su proceso de valoración.

## Capítulo 3: Valoración de Objetos de Aprendizaje

El problema de darle valor a un OA pasa por establecer cuáles son los factores relevantes y determinar cómo se pueden medir. El valor de un OA puede utilizarse para resolver una variedad de problemas, como por ejemplo:

(1) buscar el objeto más adecuado de acuerdo a las necesidades del usuario (problema de búsqueda). Si los OAs tienen un valor, calculado considerando ciertas características de los objetos, las búsquedas pueden utilizar esa información para buscar los OAs que son valorados en características de interés. Por ejemplo, se podrían buscar objetos que sean valorados según su capacidad de adaptación.

(2) organizar los objetos por orden de importancia (problema de clasificación y/o ordenamiento). Dado un conjunto de OAs, ordenarlos según la importancia que estos tengan respecto a características que sean de interés facilitaría operaciones como búsquedas, selección, etc. Por ejemplo, se podría clasificar los repositorios de OAs según las características de los objetos que sean valoradas en tales repositorios (seguimiento de estándares, accesibilidad, reputación de los usuarios, etc.), y luego para cada grupo se podrían ordenar los OAs según el valor que tengan respecto de las características usadas en la clasificación.

(3) encontrar el objeto de menor costo considerando el nivel de adaptación requerido (problema de negocio). Continuando con el ejemplo anterior, si la búsqueda devuelve los OAs ordenados según el valor de los mismos, el cual es calculado en base a la adaptabilidad, encontrar el objeto de menor costo de adaptación se transformaría en seleccionar de la búsqueda el objeto de mayor valor.

(4) integrar objetos. Este problema pasa por buscar y encontrar objetos valorados por el uso de metadatos estándares y la calidad de los mismos. Es decir la valoración considera características como: completitud de metadatos, calidad de los mismos, grado de alineación con los estándares utilizados, además de otras características de interés. Por ejemplo se pueden buscar ejercicios que estén descritos con LOM y que tengan un alto grado de completitud de dichos metadatos.

Desde el punto de vista del negocio o del sistema muchas veces los objetivos deseables están expresados en términos de las capacidades de los OAs. Por ejemplo se quiere que los objetos de aprendizaje tengan la capacidad de adaptarse (adaptabilidad), de reutilizarse (reusabilidad), de ser accesibles (accesibilidad), etc. Asociados a este tipo de características deseables aparecen otras como: la portabilidad, que es necesaria para lograr la reusabilidad, el cumplimiento de estándares propiedad deseable en cuanto a la reusabilidad y necesaria para lograr la accesibilidad, la adaptabilidad que indica el costo de ajustar un OA para poder usarlo en distintos contextos, etc. Este tipo

de características relacionadas a las capacidades de los OAs que inciden en la valoración de los OAs las llamaremos factores.

En el presente capítulo se analiza el concepto de valorar un Objeto de Aprendizaje, la importancia del contexto en la determinación del valor de un objeto, además de la necesidad de contemplar no solo los aspectos tecnológicos sino también los pedagógicos. También se exponen controversias, aun no resueltas, en cuanto a la relación entre la reusabilidad, granularidad y efectividad pedagógica de los objetos.

### ***3.1 Valorar un OA***

El valor de un OA es una medida estimativa de la calidad de éste. Un OA se dice de buena calidad cuando: (1) cumple las expectativas, por ejemplo: es de fácil uso, el nivel de complejidad es adecuada, utiliza ejemplos de aplicación real, etc.; (2) cubre las necesidades y/o requerimientos, por ejemplo: es tamaño chico, de formato adecuado, ofrece ejercicios, tiene evaluación, etc.; (3) permite alcanzar los objetivos establecidos, por ejemplo: cumple algún estándar, es fácilmente reutilizable, cubre los temas de interés. Es decir, las personas asignamos valor a las cosas según la situación en la que nos encontremos, las necesidades, las preferencias, y la percepción de cuan útil es ese elemento para alcanzar los objetivos fijados. Por lo tanto existirán además de la subjetividad propia de la interpretación, aspectos tecnológicos y pedagógicos del OA que deberán ser valorados a la luz de la realidad y los objetivos. Uno de los objetivos, hoy día, muy requerido en los OAs es la capacidad de reutilización de los mismos. Este factor es considerado uno de los más relevantes en la valoración debido al alto costo que implica la creación de materiales de enseñanza de calidad, especialmente en educación a distancia. Vinculados a la reusabilidad aparecen factores deseables como: granularidad, portabilidad, cumplimiento de estándares, cohesión, acoplamiento, etc. [26] [27] [28]. Otro factor, hoy día, muy relevante es la accesibilidad de los OAs. En el marco social-legal de la igualdad de oportunidades al que tienen derecho todas las personas, existen muchísimos trabajos que plantean la necesidad de crear OAs accesibles. En estos casos la calidad del objeto está determinada principalmente por el nivel de accesibilidad. Las distintas propuestas de evaluación de accesibilidad en OAs se apoyan en el cumplimiento de estándares como el WCAG [29], no dejando de lado la importancia de factores como la complejidad, la adaptabilidad, y los aspectos pedagógicos y contextuales vinculados a la accesibilidad [30] [31].

En general los factores no son independientes entre sí. Por ejemplo la capacidad de trasladar un objeto para ser utilizado en un contexto distinto para el que fue creado (portabilidad) está directamente vinculada a la capacidad de reuso del objeto. Otro ejemplo de la dependencia entre los factores es la relación entre accesibilidad (medida del alcance que tiene el objeto respecto a discapacidades de usuarios) y reusabilidad

de un objeto. Si un OA no puede ser utilizado por personas con limitaciones auditivas existen un perfil de usuario que no podrá utilizar el OAs.

Además, la importancia de los factores varía según las circunstancias. Los objetivos de la realidad particular determinaran los factores que serán relevantes y la importancia de cada uno de ellos en el valor de los objetos. Por ejemplo, objetos creados con el objetivo de enseñar *música* probablemente tengan mala valoración para un contexto con limitaciones sonoras (computadoras con mala calidad de sonido o personas con problemas auditivos) mientras que serán valorados de otra forma por usuarios o contextos sin limitaciones sonoras, en este caso el objetivo pedagógico determina que la valoración dé resultados distintos según los perfiles de usuarios y/o contextos de uso ésta es fija y determinada por la plataforma.

Por lo tanto, el problema de valorar OAs pasa por valorarlos no solo como recurso digital sino también en relación al contexto y al aspecto instruccional asociado al mismo. Para lo cual los OAs deben ser analizados en función de los objetivos y el contexto tecnológico-educacional, según una cierta realidad que establece preferencias, necesidades y prioridades, determinando de esta forma los factores relevantes y la forma de medirlos.

### ***3.1.1 Importancia del Contexto de un OA***

Los vínculos de los OAs con la comunidad (estudiantes, profesores, revisores, expertos, etc.), con las herramientas (plataformas, componentes de software, etc.), y con otros objetos conforman el contexto, el cual a su vez puede ser de uso, de creación o de evaluación.

En términos generales, se considera contexto a toda aquella información necesaria para que el usuario pueda entender el propósito del OA y cómo usarlo en actividades de enseñanza o aprendizaje, aspecto fundamental en un escenario colaborativo de educación a distancia. En general, el contexto es dado a través de metadatos estándares, los cuales no proveen suficiente información del contexto.

Es en este sentido que encontramos trabajos recientes como el de Haifeng M. y Qun J. (2010) [32] en el que los autores proponen un modelo que considera al OA como un trozo de información con la descripción de su contexto, además de introducir el llamado 'context-rich paradigm' y una estrategia de etiquetado basada en servicio. Dicha estrategia plantea agregar información acerca del objeto a medida que este es usado. En cuanto al contexto, éste es considerado como "cualquier información que pueda ser usada para caracterizar la situación de las entidades (una persona, un lugar o un objeto) y que pueden ser relevantes para la interacción entre un usuario y una aplicación". El modelo propuesto considera que el objeto es pasivo mientras que la

descripción de su contexto es dinámica. Los autores afirman que la información de contexto en un OA debe incluir: (1) información de contexto interna y externa del OA. El contexto interno se refiere a la información acerca del objeto en sí mismo (organización del contenido, tamaño); mientras que la información del contexto externo describe la relación o interacción con otras entidades como los usuarios, los servicios, etc.; (2) información estática y dinámica del OA. La información estática es la que no cambia durante la utilización del objeto (autor, tamaño); mientras que la dinámica se refiere a aquella información que evoluciona con frecuencia (evaluaciones, comentarios de los usuarios).

En muchos trabajos el contexto no es considerado en el propio OA pero sí es parte importante del proceso de evaluación de los mismos. Por ejemplo, Brajnik G. y Lomuscio R. (2007) [30] proponen evaluar los OAs respecto a la accesibilidad considerando el objetivo pedagógico y el contexto de uso, este último determinado por el perfil de usuario. Los autores se apoyan en un trabajo previo de Brajnik G.[31] que incorpora las llamadas '*barreras*' las cuales son condiciones que impiden el logro del objetivo cuando el usuario tiene alguna discapacidad, estas barreras asocian los distintos tipos de discapacidades con las pautas de accesibilidad del estándar WCAG.

Más allá de las distintas propuestas y puntos de vista hay algunos factores en común: no alcanza con el OA por sí mismo, se requiere información para poder utilizar un objeto, dicha información está vinculada con el aspecto instruccional del objeto la cual involucra contextos y aspectos pedagógicos.

En esta tesis nosotros consideramos que el contexto es un elemento relevante en los procesos de valoración de los OAs, por lo tanto, es considerado no solo en la propuesta de valoración de los OAs de BOA sino que también brindamos elementos en el modelo ontológico propuesto que permite especificar relaciones de los OAs con su contexto que sean relevantes en la valoración de los mismos.

### ***3.1.2 Aspectos Pedagógicos de los OAs***

Un problema controversial planteado por Wiley (2000) [33] es la afirmación sobre el enfoque en la tecnología en comparación al poco interés dado al aspecto instruccional de un OA. La mayoría de los trabajos están centrados en la tecnología relacionada al OA (ej. especificaciones de metadatos, estructuras de bases de datos, ontologías, etc.) pero pocos han abordado las implicaciones pedagógicas de la existencia de OAs en línea o en aulas. Según Tankeleviciene y Damasevicius (2009) [34] la causa de la importancia de los aspectos tecnológicos sobre los pedagógicos es que los sistemas de educación a distancia son desarrollados por especialistas en tecnología, y la mayoría de

los acercamientos ignoran al contexto de enseñanza como importante fuente del conocimiento.

En Canabal, Sarasa y Sacristán (2008) [10] los autores incorporan el concepto de contenido educativo como parte del OA. Para los autores, un objeto de aprendizaje es un tipo particular de objeto dentro de una jerarquía de objetos de contenido educativo llamada "ecosistema de contenido".

Recientemente, Vicente, Motz, Llamas and Caeiro 2011 [11] introducen el término "Objeto Educativo" para referirse a un objeto más general, y reservan el término OA para una clase específica de objetos educativos. Ellos consideran como "Contenido Activo" a cualquier recurso digital, y en particular si el contenido activo es de tipo instruccional (ej: ejercicios, ejemplos, simulación, preguntas) se dice que un "Objeto de Información". Todo objeto de Información puede estar compuesto por muchos "Contenidos Activos". A su vez los "Objetos de Aprendizaje" son "Objetos de Información", uno o varios, que tienen un "Objetivo Educativo" especificado mediante un verbo y un sustantivo (ej "Motivar sobre la necesidad de integridad referencial", "medir las habilidades en el modelado conceptual"). Los autores no solo establecen la necesidad de vincular al OA a aspectos instruccionales y objetivos educativos, sino que ven a los OAs como parte de una estrategia educativa. Por lo tanto también proponen el concepto de "Componente de Aprendizaje" el cual tiene más de un Objetivo Educativo y está formado por varios objetos de aprendizaje que siguen una "Estrategia de Enseñanza".

Por lo tanto, la principal diferencia entre los objetos de aprendizaje, no es el tamaño en bytes, ni su duración, sino que estaría en los aspectos pedagógicos asociado al OA. Por ejemplo, si comparamos un artículo de un congreso con un capítulo de un libro nos encontraríamos que tecnológicamente existe una diferencia de tamaño, el capítulo es 'mas grande' que el artículo. Pero si se analizan desde el punto de vista pedagógico se encuentran diferencias sustanciales como que el artículo es de índole promocional, presenta y apoya una propuesta, mientras que el capítulo busca transmitir conocimiento. Cuando una persona lee un capítulo de un libro espera aprender algo mientras que cuando lee un artículo espera enterarse de nuevas propuestas y tendencias.

### ***3.2 Reusabilidad, Granularidad y Efectividad Pedagógica***

Para mejorar las posibilidades de compartir material de enseñanza los OAs deben ser reusables. La reusabilidad ha sido discutida en muchísimos trabajos pero aún es un problema que está lejos de considerarse resuelto. Si bien existen muchos factores que pueden afectar la capacidad de reutilización de un OA hay algunos que son fuente de

importantes controversias generando discusiones y casi posiciones filosóficas respecto a su influencia en la reusabilidad, ellos son: la granularidad, el contexto, y la relación de estos con el valor instruccional de un OA o efectividad pedagógica. En esta sección describimos brevemente cada uno de estos conceptos.

### **3.2.1 Reusabilidad**

La llamada "economía de objetos de aprendizaje" promueve que los profesores, diseñadores de cursos y alumnos compartan y reutilicen materiales digitales en la enseñanza y aprendizaje. Algunos potenciales beneficios de esta 'economía' son: minimizar la duplicación de esfuerzos individuales de profesores, reducción de costos de las instituciones, y facilitar el acceso a una amplia variedad de materiales de enseñanza.

En los últimos años varias instituciones y proyectos han desarrollado repositorios de OAs reusables, soportados por trabajos de estandarización internacional como IEEE e IMS.

Downes [35] sugiere que la próxima etapa de desarrollo en esta "economía de la educación" debe ser el desarrollo de una red de repositorios de OAs distribuidos.

Anotar los OAs con metadatos es una técnica muy usada para mejorar la reutilización de objetos. Estos describen a los objetos, por lo tanto analizando las descripciones se pueden encontrar y seleccionar los OAs más adecuados a necesidades específicas sin necesidad de analizar los contenidos de los objetos. Operaciones como integrar objetos se ven favorecidas cuando se cuenta con estas descripciones más aun si los metadatos siguen algún estándar, en tal caso gran parte de las operaciones pueden ser automatizables. Por lo tanto, los metadatos son un componente clave del paradigma OA. A pesar de la gran cantidad de trabajos sobre metadatos la mayor parte de ellos tienen que ver principalmente con la estructura de los mismos, necesitándose mayor desarrollo en el área de creación del contenido de los campos de los metadatos. Metadatos incompletos o de mala calidad producen recursos pobremente descriptos y por lo tanto malos resultados en las búsquedas haciendo difícil la reusabilidad.

El estándar LOM no incluye explícitamente metadatos referidos al potencial de reusabilidad de los OAs, este es un problema abordado por Plodzien et al. (2006) [36] quien sugiere que los metadatos orientados a promover la reusabilidad de un OA deben ser capaces de informar sobre: los autores (contactos, http, e-mail), las personas e instituciones que recomiendan el objeto, los usuarios que lo usan o han usado (cantidad de usuarios, evaluaciones realizadas por los usuarios), palabras claves y breve descripción de los temas cubiertos por el objeto, referencias a otros OAs

relevantes y relacionados, plataformas en las cuales el OA ha sido testeado, y forma en que el recurso se ajusta a las normas existentes.

En esta tesis consideramos que la reusabilidad es uno de los principales factores que hacen al valor de los objetos de aprendizaje. Nosotros basamos el análisis de la reusabilidad, así como de otros factores relevantes en el valor de los OAs, en los metadatos que describen a los objetos. Siendo doble la importancia de los metadatos pues, por un lado nos permiten analizar los objetos sin tener que analizar su contenido, y por otro lado la utilización de metadatos estándares aumenta la capacidad de reutilización del objeto.

### 3.2.2 Granularidad

El estándar IMS [15] define la granularidad como el tamaño relativo de los recursos (*"The relative size of the resource"*). El estándar LOM [14] se refiere a la granularidad como el nivel de agregación el cual tiene la siguiente definición: *"The Aggregation Level of a LO is the functional granularity of this learning object. The smallest level of aggregation of an object is given the value '1', e.g., raw media data or fragments. The value '4' is given to the largest level of granularity, e.g., a set of courses that lead to a certificate."*

Wiley [12] afirma que esta definición de la IEEE de granularidad es engañosa, ya que la noción de "funcional" no es instruccional ni está expresado en términos de instrucción. Por lo tanto surge la pregunta de cuál es el grado de granularidad de un OA que mejor promueve su uso con fines educativos. Wiley considera tres posibilidades: (1) un curso entero; (2) "the fundamental LO", por ejemplo ejercicios, ejemplos, etc. ; (3) una contextualización acordada de antemano, es decir es la adopción de un modelo que brinda especificaciones detalladas para el tipo de contexto del OA. En el caso (1) el grado de reusabilidad es menor que en el caso (2) donde algo de contexto puede ser brindado. Mientras que la alternativa (3) implica que el nivel de granularidad ideal es una función del propósito educativo del objeto.

Se observa que cuando se concibe la granularidad en un sentido total, abarcando el aspecto instruccional del objeto, la relación entre el objeto y el contexto se hace más fuerte, llegando el contexto a ser determinante en el nivel de granularidad del objeto.

En general este trabajo analiza el valor de los objetos de aprendizaje teniendo presente que la razón de ser de un OA es transmitir conocimiento, por lo tanto el análisis del mismo incluye el aspecto pedagógico. Por lo tanto, la granularidad es concebida en un sentido amplio, dando tanto o más importancia a la granularidad pedagógica de un objeto. En la propuesta de valoración de OAs para el caso de estudio, descrito en el capítulo 6, nosotros consideramos únicamente la granularidad pedagógica de los objetos.

### 3.2.3 Relaciones entre la Reusabilidad, Granularidad y Efectividad Pedagógica

La efectividad pedagógica de un objeto de aprendizaje es el valor educativo del objeto, pero como ya se vio muchos autores creen que el aspecto pedagógico del proceso educativo no solo está en el OA sino que el contexto juega un rol fundamental en dicho proceso. Por otro lado, debido a la herencia que proviene de la orientación a objetos, existe una tendencia en considerar que el potencial de reusabilidad de un recurso se maximiza cuando este es independiente del contexto, y que la granularidad es directamente proporcional a la reusabilidad. Por lo tanto, surge el problema de determinar si al maximizar la reusabilidad no se está perdiendo efectividad pedagógica, que en definitiva es lo que hace que un OA no sea solo recurso digital sino que sirva para transmitir conocimiento.

Willey (2004) en su artículo "*The Reusability Paradox*" [37] presenta una controversia importante relacionada con el contexto, la reusabilidad y el valor instruccional de un OA. Para un diseñador instruccional el re uso de un OA significa poner el objeto en un contexto distinto para el cual fue diseñado. El montaje del objeto en ese nuevo contexto depende de las sentencias del OA que hacen referencia explícita al contexto. Por ejemplo, sentencias como "como recordaran del último modulo..." hacen que el re-uso del objeto sea muy difícil en un contexto diferente al contexto para el cual fue diseñado. Para maximizar la reusabilidad del OA estos deben tener la menor cantidad de contexto posible.

Por otro lado, debido a que las personas elaboramos los significados conectando nueva información con lo que ya sabemos, el significado de contenido educacional es una función del contexto. Por lo tanto cuanto más contexto tiene un OA más fácilmente un estudiante puede aprender con él. Esto significa que el valor instruccional o pedagógico de un OA está en relación inversa con su capacidad de ser re utilizado.

De acuerdo con el análisis de Wiley, los objetos más pequeños pueden ser más reutilizados, aunque el valor educacional del material obtenido y su posibilidad de ser automatizado y personalizado es bajo. Por lo tanto, la eficacia pedagógica y las posibilidades de reutilización están completamente en desacuerdo entre sí, lo que hace que la creación OAs reutilizables para contenidos de cursos sea un verdadero desafío.

South and Monson [38] llegaron a conclusiones similares. Ellos estudiaron la relación entre granularidad y re-usabilidad, concluyeron que con 100 % de granularidad (por ejemplo una imagen) el objetivo de aprendizaje desaparecía y su valor instruccional era cuestionable, mientras que con 0 % de granularidad (por ejemplo un curso) el

contenido esta tan vinculado al contexto que la reusabilidad es muy difícil sino impracticable.

A pesar de lo anterior, recientemente se ha producido alguna evidencia que contradice las afirmaciones que indica la relación inversa entre la granularidad y la reutilización, que, aunque bien fundada, nunca ha sido contrastado con datos del mundo real.

Ochoa and Duval (2008) [26] han realizado un análisis cuantitativo de la reutilización real de los OAs de diferentes granularidades en diferentes contextos. Ellos recogieron datos, OAs, de distintas fuentes seleccionado tres granularidades: Chicos (por ejemplo, presentaciones de diapositivas obtenidas desde el repositorio ARIADNE [7] fueron descompuestas dando lugar a casi 50 mil componentes únicos); Medianos (por ejemplo módulos de aprendizaje); Grandes (por ejemplo cursos completos). Los autores reportaron que en casi todos los conjuntos de datos el porcentaje de reuso fue de alrededor del 20 %, siendo prácticamente igual para los distintos niveles de granularidad. Este resultado contradice la teoría estudiada anteriormente la cual establecía que alta granularidad lleva a baja reusabilidad. Los autores propusieron una nueva interpretación que considera el contexto, y establece que la unidad de reutilización óptima es de un grado de granularidad por debajo de la del objeto en construcción. Por ejemplo, en la construcción de un curso es más fácil volver a utilizar las lecciones que la reutilización de cursos completos o imágenes individuales. Como otro ejemplo, cuando se construye un plan de estudios, es más fácil reutilizar cursos completos que volver a utilizar otro programa de estudios completo o clases individuales. Véase también Verbert y Duval (2007) [39].

Establecer cuál es la relación entre la reusabilidad y la granularidad es un tema actualmente no resuelto. Ideas establecidas como la relación entre la granularidad y la reusabilidad han sido refutadas por estudios empíricos que muestran que esas ideas deben ser repensadas. En particular la idea de cuánto más grande es el objeto (menos granularidad) es menos reusable fueron refutados por trabajos que reportan que la reutilización sigue siendo la misma sin considerar la granularidad. La buena noticia es que estos mismos estudios demostraron que, con limitaciones, la reutilización de OAs está sucediendo en el mundo real. La complejidad de este vínculo probablemente esté dada en gran medida por la influencia de aspectos pedagógicos/instruccionales de los OAs. Creemos que sigue siendo un tema abierto proporcionar un idea viable, clara y bien definida de reutilización, para luego poder utilizarla en métricas que cuantifiquen la reutilización de los objeto. Considerando las ideas remarcadas por Wiley creemos que la principal línea de trabajo pasa por incorporar conceptos educativos y pedagógicos en los modelos de evaluación de los OAs.

Como se ha mencionado anteriormente nosotros consideramos que el aspecto pedagógico no puede ser omitido en ninguno de los aspectos relacionados a los problemas de la educación a distancia, en particular los relacionados directamente con

los OAs. En cuanto a la controversia planteada entre la reusabilidad y granularidad, y el cuestionamiento de la efectividad pedagógica 'perdida', nuestro trabajo considera que la granularidad está directamente relacionada con la reusabilidad, pero que esta, la granularidad, debe ser gestionada considerando los aspectos pedagógicos del objeto de aprendizaje.

## Capítulo 4: Trabajos Relacionados

En este capítulo se describen trabajos sobre evaluaciones de calidad de OA a través de propuestas de clasificación, ordenamiento, y métrica. Todos ellos especifican valorizaciones sobre los objetos, y una gran parte consideran directa o indirectamente las opiniones de los usuarios (comentarios, preferencias, calificaciones dadas por expertos, pares, consumidor, etc.), el contexto (tipo de contenido instruccional, área temática, perfiles de usuarios, relaciones con otros OAs), y los metadatos LOM.

En la sección 4.1 se describen propuestas basadas en factores que determinan la calidad de los OAs (ej.: granularidad, complejidad, complejidad, portabilidad, cohesión, etc.), así como otras propuestas que, además, consideran evaluaciones de usuarios y/o características del ambiente. En la sección 4.2 se presentan trabajos basados en las relaciones del objeto con los elementos del ambiente (ej: situaciones, usuarios, cursos, etc.). Finalmente, en la sección 4.3 se describen las propuestas que miden la calidad de los OAs a través de características propias de los mismos (ej.: cantidad de palabras, tamaño, tipo, etc.)

### 4.1 Trabajos basados en Factores relacionados con la Calidad de OAs

Las propuestas de Meyer et al. (2007)[28] y Sanz et al. (2009) [27] miden la calidad de los OAs a través de factores como granularidad, cohesión, acoplamiento, portabilidad, entre otros, mientras que Ochoa & Duval (2006) [20] miden la calidad de los metadatos LOM, partiendo de la base de que la mayoría de las mediciones se apoyan en metadatos éstas serán buenas en cuanto la calidad de los metadatos lo sea. En el trabajo de Sanz (2010) [40] éste propone mejorar la propuesta inicial basada en factores considerando, entre otras cosas, evaluaciones de usuarios. El trabajo de Brajnik (2007) [30] estudia la calidad de los OAs en función de la accesibilidad de los mismos, proponiendo no solo considerar el factor accesibilidad desde un punto de vista tecnológico sino también considerar elementos del ambiente (perfil de usuarios, contextos de uso) en la valoración de los objetos. En cuanto a los modelos Merlot [9] y eLera[41] ellos consideran que si bien los factores relacionados al OA hacen a la calidad del OA, las evaluaciones de los usuarios brindan una medida real de la percepción de calidad que tienen los usuarios acerca del OA, por lo tanto también deben tomarse en cuenta.

- **Modelo Merlot [9]**

MERLOT (recursos educativos multimedia para el aprendizaje y la enseñanza en línea) es un repositorio líder para la educación superior. Proporciona herramientas

para evaluaciones de usuarios (ranking y comentarios), y evaluaciones de pares (revisiones basadas en valorar distintos aspectos del material).

Los OAs en MERLOT son clasificados según su área temática en distintas colecciones: arte, negocio, educación, humanidades, matemática y estadística, etc. Manejando también el concepto de tipo de material desde el punto de vista instruccional, como por ejemplo: animaciones, tutoriales, simulaciones, etc.

Las evaluaciones de sus OAs son realizadas por expertos en cada área temática, los cuales califican los OAs en una escala del 1 al 5 en tres aspectos:

- **Calidad del contenido**
- **Facilidad de uso**
- **Potencial de efectividad como herramienta de aprendizaje.**

Además MERLOT permite que los usuarios finales califiquen los materiales con valores del 1 al 5, y realicen comentarios sobre los ellos. Los comentarios pueden ser de tres tipos: sobre el objeto en general, sobre las fortalezas del mismo, o pueden ser observaciones sobre inquietudes o posibles debilidades del objeto.

De esta forma el modelo de evaluación de MERLOT por un lado propone factores determinantes del valor de un objeto (calidad del contenido, facilidad de uso y potencial de efectividad educacional), y por otro permite que la opinión que tienen los distintos tipos de usuarios sobre la calidad del objeto juegue un papel determinante en la valorización de los mismos.

- **Modelo eLera [41]**

eLera, miembro de eduSource red de repositorios de Canadá, es un sitio web diseñado para apoyar a una comunidad distribuida de profesores, instructores, estudiantes, investigadores, diseñadores instruccionales, desarrolladores y medios de comunicación.

eLera mantiene una base de datos con metadatos de los OAs y revisiones, proporciona herramientas e información para la evaluación de OAs, cumple con el estándar LOM, incluye formularios de evaluación y reportes, estadísticas de calificaciones, y permite a sus miembros agrupar sus objetos de uso frecuente en una entidad llamada "mi colección".

En cuanto a las evaluaciones de los OAs eLera permite a los usuarios evaluar los recursos a través de LORI [42], Instrumento de Revisión de OAs publicado en su sitio web, el cual se muestra en la Figura 4.1. Para cada ítem los revisores pueden agregar comentarios y valoraciones en una escala de 5 puntos. Cada revisión es publicada como una página Web. Las evaluaciones se promedian sobre los ítems y los revisores para obtener una puntuación media que se utiliza para ordenar los resultados de las búsquedas.

### Scoring Sheet

Learning Object \_\_\_\_\_ Reviewer \_\_\_\_\_

General Remarks

★ ★ ★ ★ ★

★ ★ ★ ★ ★

★ ★ ★ ★ ★

★ ★ ★ ★ ★

★ ★ ★ ★ ★

	Low						High	
1. <b>Content Quality:</b> Veracity, accuracy, balanced presentation of ideas, and appropriate level of detail	1	2	3	4	5		NA	
2. <b>Learning Goal Alignment:</b> Alignment among learning goals, activities, assessments, and learner characteristics	1	2	3	4	5		NA	
3. <b>Feedback and Adaptation:</b> Adaptive content or feedback driven by differential learner input or learner modeling	1	2	3	4	5		NA	
4. <b>Motivation:</b> Ability to motivate and interest an identified population of learners	1	2	3	4	5		NA	
5. <b>Presentation Design:</b> Design of visual and auditory information for enhanced learning and efficient mental processing	1	2	3	4	5		NA	
6. <b>Interaction Usability:</b> Ease of navigation, predictability of the user interface, and quality of the interface help features	1	2	3	4	5		NA	
7. <b>Accessibility:</b> Design of controls and presentation formats to accommodate disabled and mobile learners	1	2	3	4	5		NA	
8. <b>Reusability:</b> Ability to use in varying learning contexts and with learners from differing backgrounds	1	2	3	4	5		NA	
9. <b>Standards Compliance:</b> Adherence to international standards and specifications	1	2	3	4	5		NA	

Figura 4.1: <http://elera.net/eLera/Home/Articles/LORI%201.5.pdf>

Los aspectos considerados por LORI y los criterios establecidos para calificar cada uno se describen a continuación.

- **Calidad del Contenido:** es uno de los principales aspectos de calidad de materiales de enseñanza. Está demostrado que es muy fácil que sesgos y errores afecten los materiales educativos y causen problemas a los estudiantes [43]. Basado en lo anterior eLera indica que para evaluar la calidad del contenido los revisores deben considerar la veracidad y exactitud de los contenidos, además de evaluar si el objeto ofrece una presentación equilibrada de ideas y contiene un nivel de detalle apropiado.
- **Alineación de los Objetivos de Aprendizaje:** Los revisores deben considerar el grado en que las evaluaciones y actividades que se presentan en el material representan los objetivos de aprendizaje esperados.

- **Retroalimentación y Adaptación:** Los revisores deben evaluar la capacidad del OA para adaptarse, considerando no solo el contenido sino también los comentarios y ayudas que pueda tener.
- **Motivación:** Según Eccles y Wigfield (2002) [44] los individuos se sienten motivados a participar en una tarea si la tarea tiene valor para ellos y si el costo de su realización no supera su valor esperado. Los OAs que son relevantes para los objetivos personales de los estudiantes y ofrecen retos alcanzables motivará a los alumnos y dará lugar a un mayor interés en el tema. Basado en lo anterior eLera indica que los revisores deben evaluar el potencial motivador del objeto.
- **Diseño de la Presentación:** La apariencia visual de un OA, especialmente los relacionados con el diseño de información, afecta impacto pedagógico del objeto.
- **Amigabilidad de las interfases / Usabilidad “Interaction Usability”:** Este aspecto trata la facilidad de uso en cuanto a características de las interfases, es decir se valoriza interfases fácilmente navegables, que permiten al alumno ver las opciones disponibles, predecir los resultados de las acciones, y regresar a donde estaban ante un error. La claridad, la redundancia y la respuesta del sistema contribuyen al logro de estos objetivos.
- **Accesibilidad:** este aspecto mide la capacidad que tiene el objeto de llegar a todas las personas, no solo alcanza con dejarlo accesible desde el punto de vista de acceso físico sino que se concibe la accesibilidad en su sentido más amplio. Los OAs deben ser accesibles aun para personas o contextos con limitaciones (personas con discapacidades o contextos con restricciones tecnológicas).

Por ejemplo, muchos OAs proporcionan información visual sin audio o texto explicativo, haciendo así su contenido inaccesible para los alumnos con discapacidad visual.

eLera sugiere el uso de servicios de validación como ayuda para determinación un índice de accesibilidad de los objetos.
- **Reusabilidad:** en el marco del modelo de evaluación de eLera este aspecto está determinado por la posibilidad de usar el objeto en diferentes contextos y con distintos tipos de usuarios. Los revisores deben considerar si un objeto es probable y eficaz en una amplia gama de contextos.
- **Cumplimiento de estándares:** la evaluación del cumplimiento de las normas requiere de conocimientos técnicos que, la mayoría de las veces, está más allá de la preparación de la mayoría de los educadores. Sin embargo, el cumplimiento de las especificaciones técnicas internacionales y las normas es un aspecto importante de la calidad.

- **Sanz, Dodero and Sanchez-Alonso (2009) [27]**

Sanz, Dodero and Sanchez-Alonso (2009) proponen un modelo para evaluar la reusabilidad de OAs descriptos usando LOM. Las evaluaciones están basadas en los factores: cohesión, acoplamiento, tamaño y complejidad, y portabilidad.

- **Cohesión:** es directamente proporcional a la densidad semántica (LOM 5.4), y es inversamente proporcional a la cantidad de: relaciones (LOM 7), agregaciones (LOM 1.8), conceptos (LOM 9) y objetivos considerados.
- **Acoplamiento:** corresponde a la información dada por el grupo categoría de relación de LOM (LOM 9), considerando que cuanto más relaciones existen mayor es el acoplamiento.
- **Tamaño y complejidad:** representan el grado de granularidad de un OA (recursos, lección, curso, etc.). Son directamente proporcionales al tamaño, duración y tiempo típico de aprendizaje del objeto.
- **Portabilidad:** tiene un aspecto técnico y otro educativo, el primero se basa en: el formato del OA, los requisitos de hardware y software, y por los criterios definidos en la propuesta para asignar cada valor posible. El aspecto educativo de la portabilidad de un OA se basa en los siguientes metadatos LOM: contexto, rango de edad típica del usuario que lo va a usar, el idioma, y la clasificación.

El experto que evalúa el OA analizando sus metadatos y asigna un valor en el rango de 1 al 5 para cada uno de los factores. Los metadatos a considerar y el criterio a aplicar para la valoración están definidos por la propuesta. Esta propuesta fue testeada usando OAs de eLera y comparando los resultados con las evaluaciones LORI.

Resumiendo, este trabajo define los factores que según la propuesta definen la reusabilidad, establece un mapeo entre estos factores y los metadatos LOM que describen a los OAs, y define guías o criterios para calificar cada uno de los factores, dicha calificación deberá ser realizada por usuarios expertos.

- **Sanz (2010) [40]**

Sanz continuó trabajando en el tema en el marco de su tesis de doctorado llegando a proponer un proceso automático que combina las métricas sobre algunos de los factores vistos en el trabajo anterior (cohesión, portabilidad y tamaño) mediante la media aritmética ponderada según importancia y la integral de Choquet que considera posibles interdependencias entre los criterios [45].

Finalmente Sanz propone mejorar esta medida de calidad de un OA usando evaluaciones de usuarios y expertos (métrica valorativa), y con el análisis de datos

empíricos como por ejemplo cantidad de accesos, cantidad de usuarios, etc. (métrica empírica)

La validación de esta propuesta fue realizada a través de la comparación de los resultados con las evaluaciones de Merlot y de eLera.

- **Meyer, Hannappel, Rensing, and Steinmetz (2007) [28]**

El trabajo realizado por Meyer, Hannappel, Rensing, y Steinmetz (2007) propone la granularidad pedagógica como el factor más importante respecto a la reutilización. Este tipo de granularidad es llamada granularidad de información y se entiende en relación con las funciones didácticas que puede tener un OA. Un OA puede tener varias piezas de información y cada una tiene un tipo de función didáctica asociada, por ejemplo: revisión, teorema, prueba, etc.

El objetivo de la investigación consistió en clasificar los objetos de información según las funciones didácticas definidas en la ontología de Meder (Meder, 1999) [46].

Los tipos de funciones son: conocimientos receptivos (hechos, descripción, etc.) y evaluaciones interactivas (test opción múltiple, test de asignación).

En particular, los autores querían testear características multimedia mediante el proceso de clasificación, por lo que consideraron las siguientes características: largo del texto de acuerdo con la cantidad de palabras, número de funciones javascript, palabras claves en los títulos de páginas, código HTML (que contiene: listas, formularios, elementos de entrada, elementos de la elección, los elementos de interacción, animaciones flash integradas).

Para el verificar que las características multimedia consideradas eran las adecuadas realizaron de la siguiente tarea: (1) tomaron un conjunto de objetos de información de diferentes fuentes y múltiples autores; (2) dichos objetos fueron clasificados manualmente por personas; (3) los objetos también fueron clasificados aplicando los algoritmos de clasificación: Bayes, SVM, JRip, C4.5; (4) finalmente compararon los resultados de ambas clasificaciones. La experimentación fue repetida en varias ocasiones, teniendo en cuenta diferentes niveles de detalles (todas las características, algunas características seleccionadas), y usando un etiquetado de clasificación múltiple (puede clasificar en más de un tipo). Los autores también analizaron la posibilidad de considerar la posición del objeto de información como factor relevante, y el estilo de redacción o expresiones usadas como una manera de identificar algunas de las funciones didácticas.

En resumen, este trabajo propone anotar los objetos de información con las funciones didácticas. Y considerar estas funciones como una medida de la granularidad de los OAs, relacionadas con la reutilización del OA. Al igual que otros trabajos la validación de la propuesta está basada en la comparación de sus resultados con valoraciones realizada por expertos.

- **Ochoa X. and Duval E. (2006) [20]**

Gran parte de las evaluaciones de calidad de OAs se basan en los metadatos del objeto, por lo cual se hace necesario saber si estos metadatos son lo suficientemente buenos. En este sentido, Ochoa X. y E. Duval (2006) proponen medir la calidad de los metadatos a través de métricas calculadas automáticamente. Su trabajo se basa en los metadatos de LOM sobre los que miden los siguientes factores:

- **Compleitud:** este factor es medido de tal forma que cada campo del metadato se cuantificara con valor 1 o 0 según el campo tenga o no información cargada. Luego este valor es ponderado según la importancia del campo.
- **Precisión:** este factor es medido comparando la información dada por el metadato con la información del contenido del objeto. Esta comparación está basada en cálculos de distancias semánticas y en análisis de contenidos, y en algunos casos puede ser realizada por algoritmos.
- **Procedencia:** este factor considera la reputación de quienes registran, producen y usan el metadato.
- **Cumplimiento de expectativas:** en este trabajo la métrica que cuantifica este factor mide si la cantidad de información es suficiente para describir al OA, enfocándose en la cantidad de información única dada por cada campo del metadato. Si bien el cumplimiento de expectativas comprende otros aspectos, ellos son cubiertos por otros factores, por ejemplo la completitud de la información.
- **Consistencia lógica y coherencia:** se basa en las reglas de consistencia propuestas por LOM sobre sus campos. Por ejemplo, LOM establece que si el campo estructura (LOM 1.7) tiene valor 'atómicas' entonces el campo nivel de agregación debe tener valor 1
- **"Timeless":** representa la antigüedad y la frecuencia de uso de los metadatos
- **Accesibilidad:** este factor mide la dificultad de acceder a la información, entendiendo por acceder no solo encontrar físicamente el recurso sino también entenderlo para poder usarlo.

Los autores proponen formulas para cuantificar cada uno de estos factores basadas en: análisis de contenido de los campos de los metadatos (frecuencia de valores, distancia entre términos), importancia de los campos de los metadatos, etc.

La experimentación realizada por los autores se basó en la generación de metadatos LOM sobre OAs del repositorio ARIADNE [7], la cual fue mayormente manual, y sobre documentos de OpenCourseWare [47] la cual fue realizada automáticamente.

- **Brajnik (2007) [30][31]**

Brajnik G., Lomuscio R. plantean el problema de medir la calidad de los OAs según su nivel de accesibilidad, añadiendo la inquietud de querer saber si un OA, de tipo recurso web, es más accesible para un grupo de usuarios que para otros, considerando los grupos según el tipo de discapacidad.

En su trabajo “SAMBA: a Semi-Automatic Method for Measuring Barriers of Accessibility” (2007) [30] los autores plantean que las metricas existentes que miden el nivel de accesibilidad de los OAs según el estándar WCAG [29] no son suficientes, y proponen una metodología de medición de la accesibilidad que combina las evaluaciones automáticas basadas en WCAG, con las revisiones de expertos, los cuales deberán considerar los tipos de discapacidades y los objetivos pedagógicos.

La metodología propone un mapeo entre los puntos de verificación del WCAG y tipos de barreras relacionadas con los tipos de discapacidades. Las barreras existentes (video sin títulos, movimiento del contenido, enlaces ambiguos, objetos opacos, etc.) así como los metadatos que las vinculan con los tipos de discapacidades que afectan y los puntos de verificación y principios del WCAG están definidos en [31]. Por ejemplo la barrera “Image maps with no text” esta mapeada con los puntos de verificación 1.1 y 1.1.1 del WCAG 2.0 y vinculadas a la discapacidad “blind” afectando el principio de “Perception”.

En resumen este trabajo plantea métricas para medir grado de accesibilidad de un OA considerando no solo el factor cumplimiento de estándares, sino el contexto de uso y el objetivo pedagógico, además de requerir la participación de expertos en el proceso de evaluación.

## **4.2 Trabajos basados en Elementos del Ambiente**

Algunas propuestas están basadas en el mapeo entre características de elementos del ambiente (por ej: situaciones, usuarios, cursos, consultas, etc.) y el análisis de patrones de comportamiento de los usuarios. El conocimiento acerca de las preferencias de los usuarios permite predecir las necesidades y preferencias actuales de los mismos. Si

bien estas propuestas requieren una menor o ninguna intervención humana durante el proceso de evaluación, ellas tienen un fuerte trabajo en el análisis de información. A continuación se describen algunos de estos trabajos.

- **Ochoa and Duval (2008) [26]**

Ochoa y Duval proponen una serie de métricas que evalúan OAs y son usadas para el ordenamiento de dichos objetos en problemas de búsquedas. Estas métricas están basadas en mediciones de similitudes, de frecuencias de uso, y de referencias existentes entre cursos, objetos y usuarios. Las mediciones son obtenidas analizando los metadatos LOM, la información acerca del contexto, y la información del comportamiento de los usuarios.

Las métricas propuestas miden la calidad de las dimensiones definidas como relevantes en Duval (2005) [48], ellas son: Tópico, Personal y Contexto. A continuación se describirán las métricas propuestas:

- **Basic Topical Relevance Metric:** está basada en la cantidad de veces que el OA fue seleccionado en consultas anteriores similares a la actual. La similaridad es calculada comparando los términos de las consultas
- **Course-Similarity Topical Relevance Ranking:** está basada en que los OAs se utilizan en cursos, y considera la similitud entre los cursos del repositorio y el curso en el cual será utilizado el OA buscado/seleccionado.
- **Internal Topical Relevance Ranking:** está basada en los algoritmos de ranqueo de páginas web, considerando las ‘referencias al objeto’ en vez de los links de las páginas web. Definiendo ‘referencias al objeto’ como la cantidad de cursos que lo han usado.
- **Basic Personal Relevance Ranking:** considera que las preferencias del usuario están determinadas por los valores de los metadatos de los OAs seleccionados por el usuario en búsquedas anteriores.
- **User-Similarity Personal Relevance Ranking:** esta métrica es similar a la métrica Course-Similar Topic Relevance solo que la similaridad es aplicada a los usuarios según la cantidad de objetos que tengan en común.
- **Basic Situational Relevance Ranking:** compara la descripción de las actividades que los estudiantes deben hacer, con algunos campos de los metadatos LOM como: descripción, palabras claves, etc. Esta comparación permite encontrar los OAs que están más alineados a los objetivos, y es calculada considerando la importancia de los términos y las distancias semánticas.
- **Context Similarity Situational Relevance Ranking:** esta métrica mide la similaridad entre el OA evaluado y el contexto del curso en el que este será

usado, dicho contexto está determinado por todos los objetos del curso. La similitud es calculada usando un vector de frecuencia de valores del metadato del OA.

En resumen el trabajo de Ochoa y Duval (2008) requiere de un registro histórico del comportamiento del usuario, y del análisis de este registro usando conceptos de similitud entre objetos, cursos, usuarios y consultas. Los autores proponen medir la similitud de distintas formas: (1) considerando el número de relaciones entre elementos; (2) comparando la similitud entre términos y/o valores de metadatos; y (3) considerando el número de repeticiones de los valores de los campos. El trabajo utiliza metadatos LOM.

- **Yen, Shih, Chao, and Jin (2010) [49]**

El trabajo de investigación de Yen, Shih, Chao, y Jin (2010) propone una métrica para ranqueo de OAs. Cada objeto tiene un valor determinado por tres factores: las ventanas de tiempo en el que fue usado el objeto, la retroalimentación dada por el usuario (el objeto le sirvió o no), y las descargas que se han realizado del objeto llamadas referencias. Las referencias tienen distinto peso si fue realizada por alguno de los autores del OA o si fue realizada por otros usuarios.

La importancia del objeto está compuesta por el valor del objeto y la media ponderada de objetos similares. La ponderación se determina de acuerdo al nivel de similitud entre los objetos. La similitud es calculada sobre la base de los siguientes metadatos de LOM: título, idioma, palabra clave y la cobertura de la categoría general, el tipo de recursos de aprendizaje, tipo de usuario final, edad típica del usuario que usara el objeto, dificultad, tiempo de aprendizaje estimado. El nivel de similitud es determinando por la cantidad de campos con igual valor.

### **4.3 Trabajos basados en Características propias del OA**

Otras propuestas están basadas en considerar que el principal factor que determina la calidad de los OAs son las características inherentes al propio objeto. A continuación se describen algunas de estas propuestas.

- **Cechinel, Sánchez-Alonso, Sicilia, and Velazquez Amador (2011) [50]**

Cechinel et al. (2011) proponen tres modelos para valorar automáticamente recursos MERLOT de tipo simulación y tutoriales pertenecientes a las disciplinas ciencia, tecnología y matemática.

Los autores clasificaron los OAs en buenos o no buenos usando los siguientes algoritmos: J48, Simple Cart, PART, Multilayer Perceptron, and Bayesian Network. Las características identificadas como determinantes para la clasificación fueron relacionadas a:

- Links: numero de links totales, únicos, internos, externos, etc.
- Texto: cantidad de palabras, cantidad de palabras que son links.
- Gráficos, Interactivas y Multimedias: cantidad de imágenes, scripts, cantidad de bytes de las imágenes, cantidad de archivos de audio/video, etc.
- Arquitectura del sitio: tamaño de las páginas, cantidad de páginas, etc.

Los tres grupos de OAs analizados fueron:

- OAs de tipo simulación, de los temas Ciencia y Tecnología
- OAs de tipo Simulación, de los temas Matemática y Estadística
- OAs de tipo Tutorial, de los temas Ciencia y Tecnología.

Los resultados de la clasificación fueron comparados con evaluaciones de pares, como forma de probar la métrica propuesta.

En resumen, este trabajo identifica algunas buenas características para clasificar los OAs en buenos o no-buenos cuando estos materiales son de ciertas disciplinas y tipo, considerando tipo en un sentido pedagógico (simulación o tutorial) y en un sentido tecnológico (páginas web).

- **Blumenstock (2008) [51]**

Este trabajo propone la cantidad de palabras como una medida de la calidad de artículos en idioma inglés de wikipedia. Es una propuesta simple, clara y fácil de medir.

Para el testeo de la propuesta fueron considerados dos grupos de objetos, por un lado un grupo de archivos destacados (los de alta calidad), y por otro lado un grupo de archivos randómicos (que no tenían alta calidad). De esta forma el problema fue transformado en un problema de clasificación, y los resultados fueron comparados con otras técnicas (Multilayer Perceptron, k-nearest neighbor, Random forest). El autor tomó 5,654, 236 artículos de la wikipedia en inglés, luego los filtró quitando los que eran muy específicos (imágenes y templates), y los que tenían menos de 50 palabras. Finalmente las pruebas se realizaron sobre 1554 artículos destacados y 9513 randómicos. Se mostró que la propuesta era buena, y en particular artículos con más de 2000 palabras fueron clasificados como de alta calidad con una exactitud de casi 97 %.

La tabla 4.1 muestra un resumen de los trabajos antes descritos, remarcando las principales ideas de cada propuesta, el tipo de problema que resuelve, y el tipo de intervención de los usuarios en el proceso de evaluación, haciendo hincapié en el nivel y la forma de participación. Un grado alto de participación indica que la persona deberá intervenir en la evaluación de cada OA, mientras que una participación indirecta se lleva a cabo cuando el usuario configura parámetros usados por los procesos de evaluación, o por ejemplo si el análisis de su comportamiento es tenido en cuenta en la evaluación.

Enfoque de las propuestas	Referencia	Principales Ideas de las Propuestas	Participación humana (grado, forma)	Tipo de Problema
Elementos del Ambiente  Y Comportamiento de la Comunidad	X. Ochoa, E. Duval (2008)  N. Y. Yen, T. K. Shih, L. R. Chao, and Q. Jin (2010)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Historial del comportamiento de los usuarios</li> <li>- Metadatos LOM</li> <li>- Conceptos de Similitud (objetos, cursos, usuarios y consultas)</li> <li>- Historial del comportamiento de los usuarios</li> <li>- Metadatos LOM</li> <li>- Concepto de Similitud (comparación de los metadatos de los OAs)</li> </ul>	Grado: Alto Forma: Indirecto y automático  Grado: Alto Forma: Indirecto y automático	Ordenamiento  Ordenamiento
Características propias de los OAs	C. Cechinel, S. Sánchez-Alonso, M. Sicilia, C. Velazquez Amador (2011)  Joshua E. Blumenstock (2008).	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificación de características de los OAs para clasificarlos como materiales Buenos o no-Buenos</li> <li>- Material = disciplinas (matemática, ciencia, tecnología) , tipo pedagógico (tutoriales, simulaciones), tipo tecnológico (formato páginas web).</li> <li>- Calidad ≡ cantidad de palabras del contenido del OA</li> <li>- Material = Artículos en Inglés, Tipo (formato Wikipedia)</li> </ul>	No hay participación  No hay participación	Clasificación  Clasificación

	J. Sanz Rodríguez, J. M. Doderó y S. Sanchez-Alonso (2009)	- Reusabilidad = Factores = Cohesión, Acoplamiento, Tamaño y Complejidad, Portabilidad, Dificultad de Comprensión. - Mapeamiento entre Factores y Campos LOM - Guías para Calidad de Factores	Grado: Alto Forma: Directo	Evaluación	
Factores relacionados a los OAs	M. Meyer, A. Hannappel, C. Rensing, R. Steinmetz (2007)	- Reusabilidad = Granularidad = Funciones didácticas - Funciones didácticas dadas por Ontología	Grado: Bajo Forma: Indirecto	Clasificación	
	X. Ochoa, E. Duval (2006)	- Calidad de Metadatos LOM = Factores - Factores = Completitud, Precisión, Reputación, Consistencia Lógica y Coherencia, "Timeless", y accesibilidad	Grado: Alto Forma: Directo	Evaluación	
Factores y Elementos del ambiente	Brajnik G., Lomuscio R. (2007)	- Calidad = Accesibilidad - Accesibilidad = Cumplimiento de Estándar (WCAG) + Contexto de uso - Contexto de uso = Perfil de usuario = Tipo de discapacidad - Ponderaciones de barreras asociadas a las pautas WCAG - Expertos establecen las ponderaciones según: contexto de uso y objetivo pedagógico del OA	Grado: Alto Forma: Indirecto, automático	Evaluación	

Factores Y Evaluación de Usuarios/Comunidad	Merlot	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluación de usuarios mediante ranking y comentarios (generales, fortalezas, debilidades)</li> <li>- Evaluación de expertos basados en: <ul style="list-style-type: none"> <li>- área temática,</li> <li>- tipo instruccional (animaciones, evaluaciones), y</li> <li>- factores.</li> </ul> </li> <li>- Factores = calidad de contenido, facilidad de uso, potencial de efectividad pedagógica.</li> </ul>	Grado: Muy Alto Forma: Progresiva	Evaluación
eLera		<ul style="list-style-type: none"> <li>- OA + Metadatos LOM</li> <li>- Evaluaciones de usuarios: calificación y comentarios para cada factor del formulario LORI</li> <li>- promedio de calificaciones por factor y por evaluador.</li> <li>- factores considerados: <ul style="list-style-type: none"> <li>- calidad de contenido</li> <li>- alineación de objetivos del aprendizaje</li> <li>- retroalimentación y adaptación</li> <li>- motivación</li> <li>- diseño de la presentación</li> <li>- amigabilidad de interfaces /usabilidad</li> <li>- accesibilidad</li> <li>- reusabilidad</li> <li>- cumplimiento de estándares</li> </ul> </li> </ul>	Grado: Muy Alto Forma: Indirecto y automático	Evaluación
J. Sanz Rodriguez (2010)		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Métrica = Función (Cohesión, Tamaño y Portabilidad )</li> <li>- Agregación e Integral Chiquet ( interdependencias de factores)</li> <li>- Mejora la métrica con Evaluaciones de usuarios (métrica valorativa) y Análisis de datos (métrica empírica)</li> </ul>	Grado: Alto Forma: Directo	Evaluación

Finalmente en este capítulo se han descrito técnicas de evaluación de la calidad de los OAs. Se puede observar que la participación de la comunidad en los procesos o modelos de evaluación son utilizados por muchos autores, algunos le dan una participación directa mientras que otros validan sus propuestas comparando sus resultados con evaluaciones de expertos. Otro elemento también utilizado con frecuencia es el ambiente o contexto relacionado a los objetos.



## Capítulo 5: Modelo para Especificación de Evaluaciones de Objetos de Aprendizaje (SLOE)

Actualmente acceder a OAs de distintos repositorios es rápido y está al alcance de la mano, y en su mayoría estos repositorios proveen algún mecanismo de valoración de sus objetos (como fue presentado en el capítulo anterior), el problema que se le presenta al usuario es saber ¿Qué significa que un OA tenga un buen valor de calidad en determinado repositorio? Esta pregunta es fundamental en el momento de decidir si se usará el objeto, o cuando se comparan objetos de distintos orígenes.

La tendencia actual a trascender un repositorio particular tomó mayor impulso con el surgimiento de la publicación abierta de información o Linkdata [52] la cual ya es un hecho en varios dominios de aplicación (e-gobernment, e-health, movies, dbpedia, etc.). Si bien lograr la reutilización de OAs entre los miembros de una comunidad particular es un objetivo común a todas las plataformas y repositorios, la publicación abierta permite trascender las fuentes y lograr el intercambio en línea, en la web. Una experiencia de publicación abierta de metadatos de OAs fue realizada con los metadatos de los OAs de BOA en [53]. En este sentido la especificación formal de los elementos y criterios tomados encuentra en la evaluación de los OAs es cada vez más importante. Es necesario que los usuarios y algoritmos de búsqueda tengan en cuenta los elementos y criterios que se consideran en la valoración de los objetos para así buscar y seleccionar OAs que sean valorados positivamente de acuerdo a las necesidades del usuario.

Por lo antes planteado consideramos que la formalización de las especificaciones de las evaluaciones permitirá brindar información imprescindible para la publicación y búsqueda de OAs en la web.

En este capítulo se propone un Modelo Ontológico SLOE “Specification of Learning Object’s Evaluation” que permite especificar los modelos de evaluación de OAs describiendo: (1) los elementos relevantes en la valoración de los objetos y sus relaciones, (2) los criterios utilizados, y (3) la métrica propuesta.

### ***5.1 Modelo Ontológico SLOE***

El modelo ontológico propuesto está basado en el estudio de modelos de evaluación de calidad de OA presentados en el capítulo anterior, y tiene por objetivo permitir describir las evaluaciones de tal forma que se especifique explícitamente: (1) los elementos que determinan el valor del objeto; (2) los criterios usados para medir las

características de dichos elementos; y (3) la forma de combinar las mediciones de dichos elementos para determinar un valor del OA.

En base a los trabajos analizados los elementos que determinan el valor de un OA se pueden clasificar en cinco grupos, según el nivel de abstracción o de detalle del modelo de evaluación:

- (1) Evaluaciones basadas en **Factores** deseables de alcanzar tales como la reusabilidad, cohesión, portabilidad, etc.
- (2) Evaluaciones basadas en **Propiedades de los actores** del sistema tales como por ejemplo “cantidad de palabras que contiene el objeto”, “reputación de los autores”, “cursos donde se usó el objeto”, etc.

En el entendido de que actor es todo aquel elemento del problema que puede provocar una reacción del sistema directa o indirectamente. Por ejemplo: los OAs, los Usuarios, el Contexto etc.

- (3) Evaluaciones basadas en **Relaciones entre actores** del sistema. Este tipo de relaciones describen o permiten prever el uso de los objetos por parte de la comunidad, por ejemplo: “objetos seleccionados por los usuarios en consultas previas”, “objetos, cursos, usuarios y/o consultas similares”, etc.
- (4) Evaluaciones basadas en **Dimensiones** del sistema. Las dimensiones son los enfoques propuestos para analizar los OAs, como por ejemplo: tiempo (“cuando y con qué frecuencia se uso un objeto”), contexto (“volatilidad del contexto”, “características del curso”), aspecto cognitivo (“preferencias de los usuarios”), etc.

Por ejemplo el aspecto pedagógico de un objeto puede estar medido indirectamente a través de propiedades y relaciones sobre los actores del sistema, o puede estar medido explícitamente definiendo una métrica que cuantifique dicho aspecto, esta métrica presentada de esta forma se enfoca en un aspecto de análisis del OA, por lo tanto es una métrica basada en la dimensión pedagógica del objeto.

- (5) combinación de los anteriores.

Respecto a los criterios usados en procesos evaluativos, estos definen condiciones bajo las cuales algún elemento o propiedad del problema toma ciertos valores, existiendo tres tipos de criterios:

- (1) los definidos por algún estándar, por ejemplo valorar el factor granularidad según el estándar LOM campo 1.8 (Aggregation Level);

- (2) los definidos por los autores de modelo evaluativo. Por ejemplo 'evaluar la reputación de los autores según el tipo de autor, donde los 'expertos' tienen una reputación 'alta' y los 'alumnos avanzados' tienen reputación 'media', etc.;
- (3) los que son combinación de los anteriores, es decir definidos por los autores pero usando como base o referencia algún estándar. Por ejemplo, el tamaño de un OA es '3' (grande) según los campos de LOM Typical Learning Time y Size.

El modelo SLOE que desarrollamos en este trabajo permite describir los tres tipos de criterios pudiendo además indicar si los valores son el resultado de aplicar alguna función de cálculo. Uno de los aspectos más importantes del modelo es que permite especificar tanto el grado de intervención de los individuos en el proceso de evaluación así como la utilización de estándares, ambos aspectos determinantes y diferenciales en las distintas propuestas.

Finalmente los modelos evaluativos proponen una forma de combinar los valores asignados o calculados para llegar a un valor representativo de la calidad del OA. Esta expresión final del cálculo del valor de un OA propuesto puede ser directa o indirecta. Es directa cuando los criterios de valoración propuestos indican los posibles valores y su significado. Es indirecta cuando son una combinación de mediciones de distintos aspectos cuantificados según los criterios definidos sobre: dimensiones, relaciones, factores y/o propiedades de los actores del sistema. En la Figura 5.1 se muestra un diagrama de la ontología SLOE propuesta para especificar los conceptos y relaciones relevantes en la valoración de los OA, el cual está formado por: las clases de la ontología que se muestran como óvalos, las relaciones entre clases que están indicadas mediante flechas simples etiquetadas con el nombre de la relación, y la relación subclase-de representada usando flechas dobles. También puede observarse que la clase métrica (*Metric*) está relacionada con tres componentes que modelan los principales temas a especificar respecto de las métricas: (1) la componente '*Principales Elementos*' que permite especificar los elementos relevantes en los que se centra la propuesta de evaluación (dimensión, factores, propiedades o relaciones), vinculada a la métrica por la relación *isAboutSubject*; (2) la componente '*Criterios*' que permite especificar los criterios aplicados en las valorizaciones que se realizaran (criterios basados en expertos, criterios basados en estándares, etc.), esta componente está vinculada a la métrica por la relación *accordingWith*; (3) y la componente '*Funciones*' que permite especificar cómo se llega al valor de la métrica, si se llega mediante una función implementable o requiere la participación de algún tipo de usuarios.

Para especificar un modelo evaluativo se deberá generar individuos en las clases y relaciones que participan en el proceso de valorización de OAs que se está describiendo. A continuación se describe más en detalle el modelo SLOE.

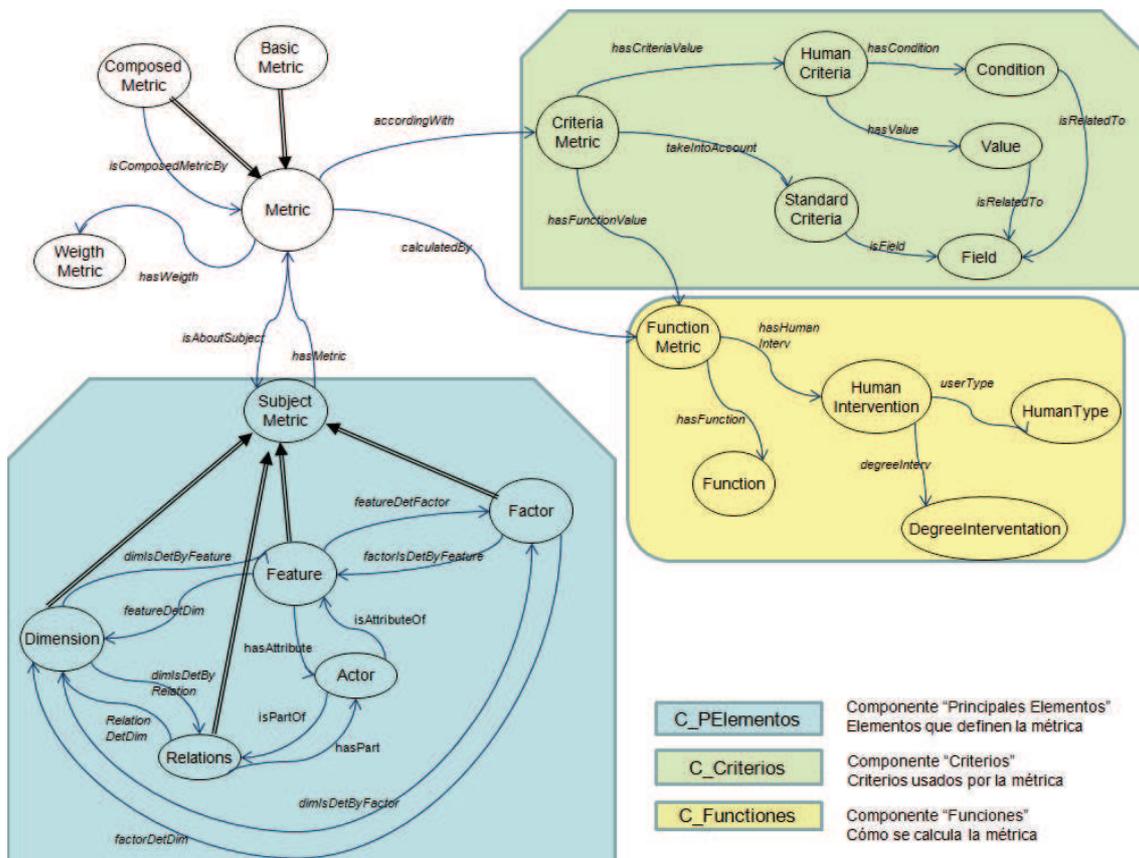


Figura 5.1: Ontología SLOE

Como se muestra en la Figura 5.2 las métricas pueden ser básicas (*BasicMetric*) o compuestas (*ComposedMetric*). Las primeras son calculadas en función de valores de propiedades, factores, dimensiones o relaciones. Las métricas compuestas son calculadas en función de otras métricas mediante las cuales pueden especificarse valorizaciones parciales que midan aspectos de interés, por ejemplo el valor tecnológico o pedagógico de un OA, la accesibilidad del objeto, el éxito del mismo, etc. Siendo el valor final del OA la composición de estas valorizaciones parciales ponderadas según su importancia (*WeigthMetric*). Finalmente cada métrica está vinculada con tres grandes componentes de la ontología: la 'Componente Criterios' que permite describir los criterios usados para la evaluación, la 'Componente Principales Elementos' que permite describir los aspectos o elementos centrales del modelo de evaluación que se está describiendo, y la 'Componente Funciones' que permite describir las principales características de los cálculos.

En las siguientes sub secciones se explica cada una de estas componentes presentando una descripción general de las mismas y ejemplos representativos según distintos tipos de dificultades.

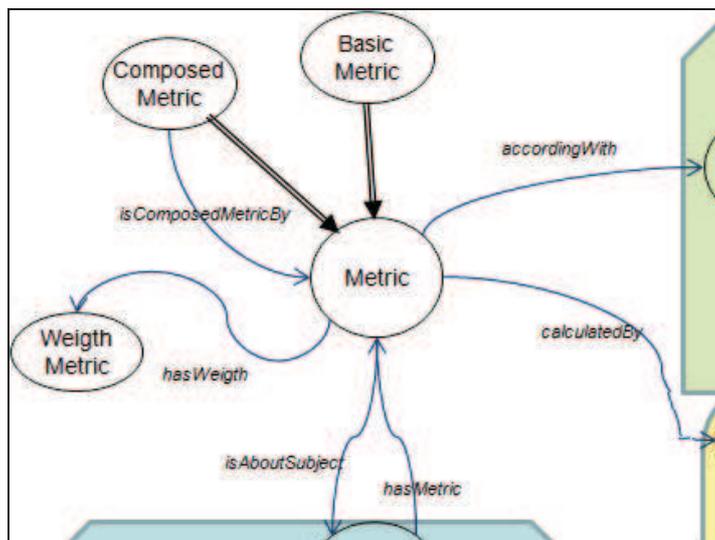


Figura 5.2: Métricas

### Componente Criterios (Especificación de Criterios)

Como se muestra en la Figura 5.3, la ontología provee una serie de clases y relaciones que permiten especificar los criterios (condición y valores posibles) utilizados en el proceso de evaluación. También es posible indicar si los criterios utilizados están definidos por algún estándar, o son definidos por los autores basados o no en estándares.

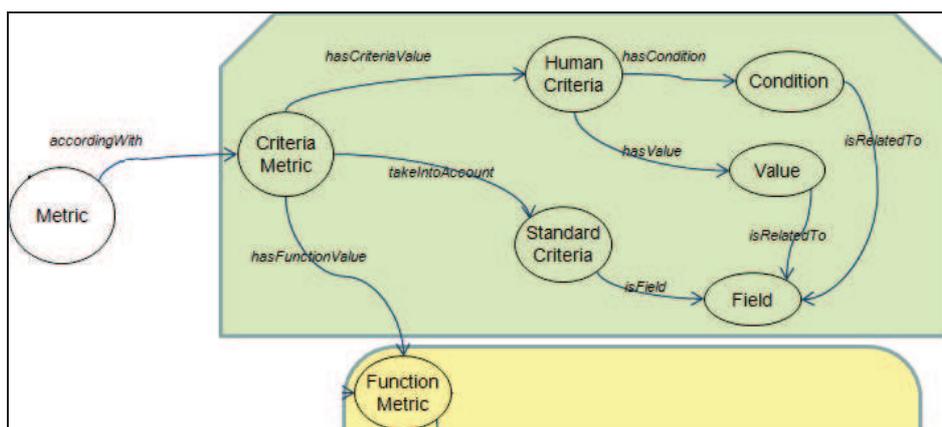


Figura 5.3: SLOE – Componente Criterios

En la figura 5.4 se muestra un ejemplo de especificación de criterio, donde los individuos de la ontología son mostrados mediante rombos etiquetados con el nombre

del individuo y la clase a la que pertenece. El criterio especificado es el siguiente: “un contexto muy volátil es aquel que tiene más de 10 actualizaciones en el último mes”. Los individuos *CrVolatilidad* de la clase *CriteriaMetrica* y *HCrVolatilidad* de la clase *HumanCriteria* indican la existencia de una métrica con un criterio definido por personas. Además un valor asignado al contexto (*MuyVolátil* ∈ *Value*), y las condiciones que deben cumplirse (*más de 10 actualizaciones* y *‘en el último mes’* ∈ *Condition*) son individuos necesarios para describir el criterio.

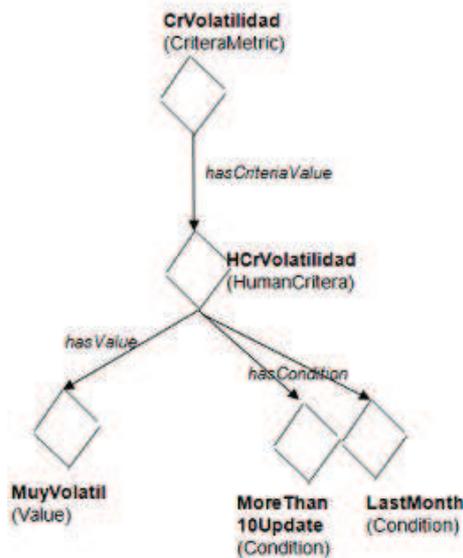


Figura 5.4 – Ejemplo: Criterio Volatilidad

Un ejemplo de un criterio basado en estándares es: “un objeto se considera muy chico si es un recurso atómico y está basado en los campos Size, Duration y Typical Learning Time de LOM”, en este caso las clases *Standard*, *Field* agregarán la información referida al estándar. La Figura 5.5 muestra la especificación de esta condición.

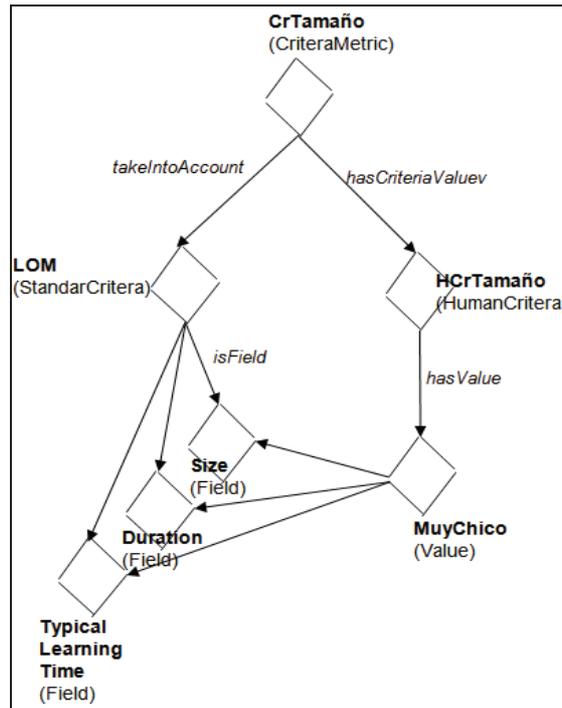


Figura 5.5 – Ejemplo: Criterio tamaño

### Componente Principales Elementos (Especificación de los Principales Elementos)

La ontología propuesta provee un conjunto de clases y relaciones, mostradas en la Figura 5.6, que permiten especificar los principales elementos del modelo evaluativo que se quiere describir. Como se vió en la sección anterior estos elementos son: factores, propiedades, relaciones y dimensiones, los cuales son modelados en la ontología por las clases *Factor*, *Feature*, *Relation*, *Dimension* respectivamente. Además la ontología provee la clase *Actor* que permite especificar sobre qué actores del sistema están referidos dichos elementos.

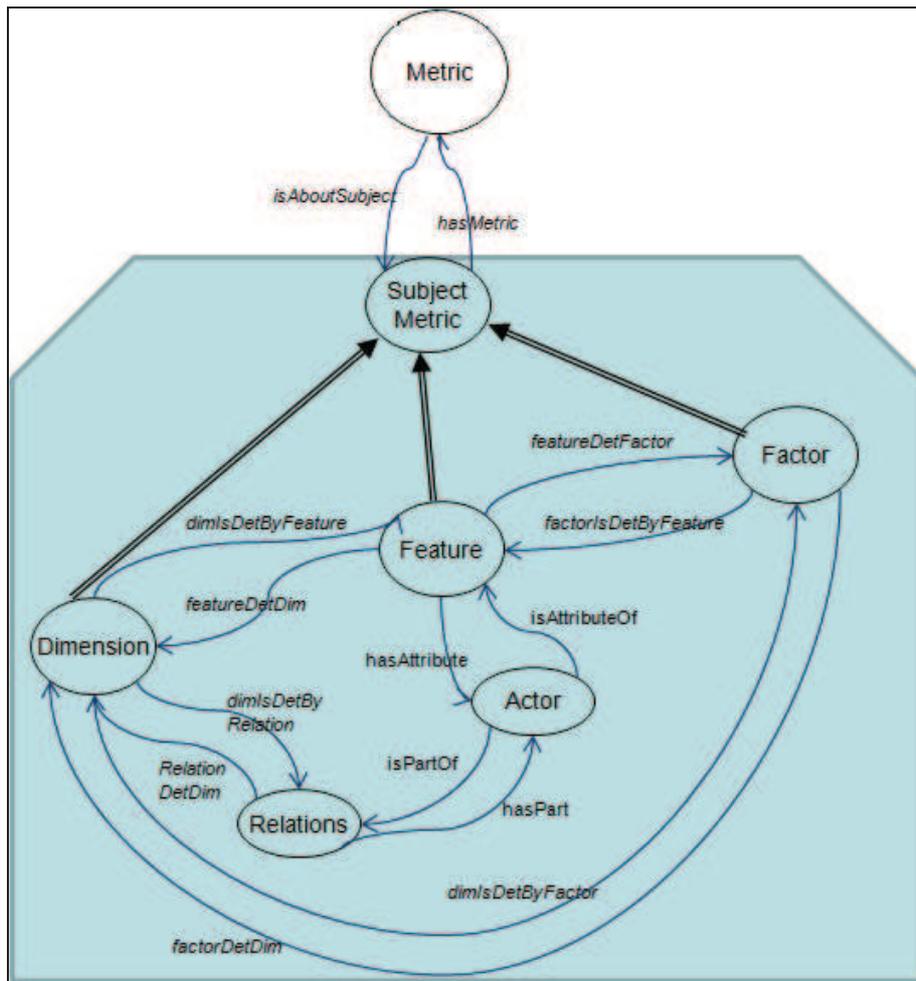


Figura 5.6 – Componente Principales Elementos

Un ejemplo de una métrica basada en propiedades es el valor dado a un objeto por concepto del tipo de autor. El OA tiene una propiedad que indica su autor, por lo tanto la ontología que representa esta situación tendría que tener una instancia de la clase *feature* (*AuthorType*) y otra de la clase *actor* (*Author*) que indiquen que la métrica (*MAuthorType*) está definida en base a ellos (*isAboutSubject*), según se muestra en la siguiente Figura 5.7:

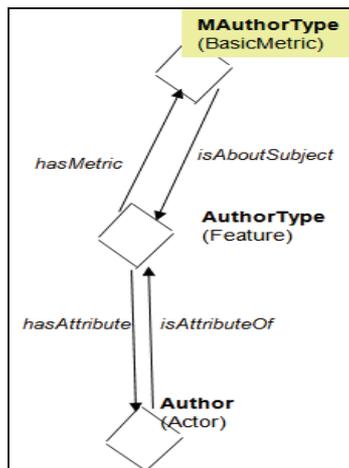


Figura 5.7: Ejemplo de Métrica basada en Propiedades

Esta componente describe un aspecto del modelo evaluativo (elementos principales) mientras que la componente criterios describe otro aspecto de dicho modelo, el cómo se determinan los posibles valores según el tipo de autor.

Un ejemplo de una métrica basada en relaciones importantes entre actores del sistema es 'Basic Topical' propuesta por Ochoa y Duval [26]. El valor de esta métrica indica cuanto ha sido seleccionado un objeto en consultas similares a la actual, y representa el valor de la dimensión 'Basic Topical' la cual está definida en base a dos relaciones: (1) distancia semántica (*DistQrys*) entre la 'consulta actual' (*Qry*) y 'consultas anteriores' (*Qry\_i*); y (2) la relación selección (*SelectedLOQry*) entre los actores 'consultas' y 'OAs'. En la siguiente Figura 5.8 se muestra esta realidad en el modelo SLOE.

Como se puede observar la distancia semántica (*DistQrys*) es un individuo de la clase *Relation*, esto es porque es utilizada para analizar el comportamiento de la comunidad respecto al uso de los objetos. En esa relación las consultas son modeladas como actores por ser elementos que provocan una reacción en el sistema. De manera similar la relación *SelectedLOQry* da información sobre el comportamiento que han tenido los usuarios respecto al uso de los objetos, por eso es modelada como un individuo de la clase *Relation*.

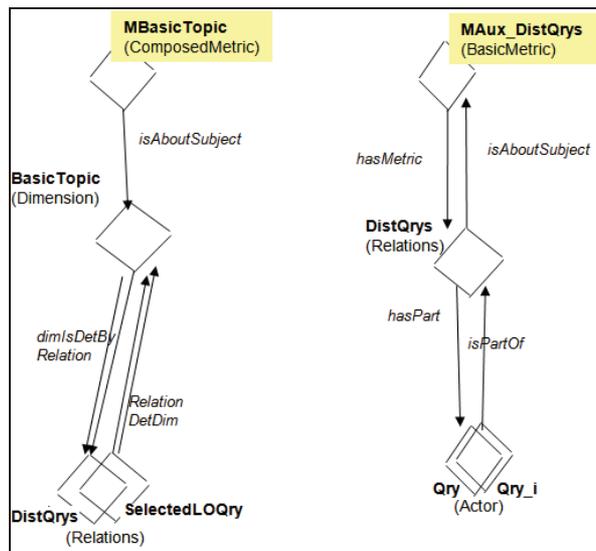


Figura 5.8: Ejemplos – Métricas basadas en Relaciones y en Dimensiones

La Figura 5.9 muestra un ejemplo donde el modelo evaluativo considera como factor relevante la completitud de los metadatos. Si los metadatos siguieran algún estándar esto debería especificarse en la componente Criterios de la ontología.

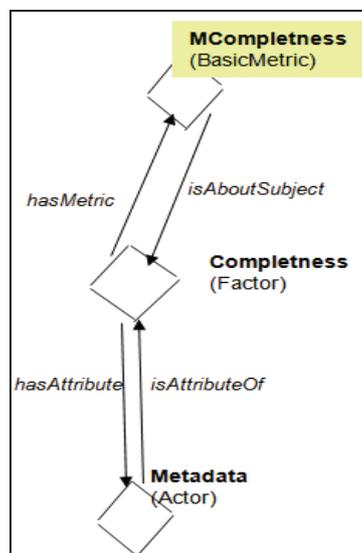


Figura 5.9: Ejemplo – Métrica basada en Factores

## Componente Función (Especificación de Funciones de Cálculo)

La Figura 5.10 muestra la componente del modelo que permite describir los aspectos más importantes de los cálculos que realiza el modelo evaluativo.

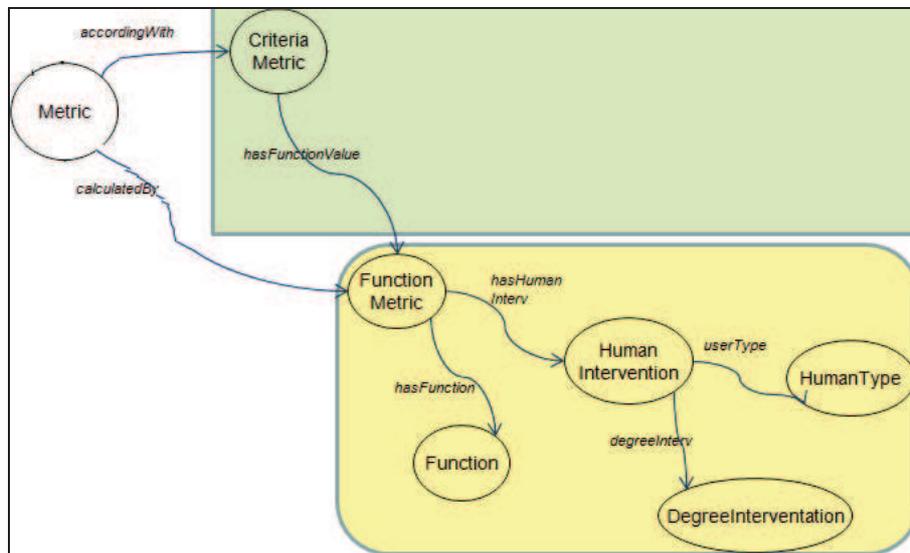


Figura 5.10 – Componente Funciones

SLOE permite especificar información acerca de la forma de cálculo de la métrica (*FunctionMetric*), la cual es la implementación de un criterio o la combinación de valoraciones parciales. La función de combinación o de cálculo se especifica utilizando la clase *Function*. *HumanIntervention* permite indicar si la función requiere intervención de personas. Mediante la instanciación de la clase *HumanType* se puede indicar el tipo de usuario que interviene en el proceso (usuarios, administradores, expertos, etc.), y la clase *DegreeIntervention* permite indicar el grado de intervención. Un grado de intervención ‘bajo’ es por ejemplo una función de asignación de valor que se lleva a cabo como configuración del proceso. Un ejemplo de grado de intervención ‘alto’ sería que la asignación de valor tuviese que ser realizada durante el proceso de cálculo de la métrica para cada objeto de aprendizaje a evaluar.

Siguiendo el ejemplo de la métrica que cuantifica el valor del OA dado por el tipo de autor, la Figura 5.11 muestra la especificación de información acerca de la función asignación de valor. Como se puede observar dicha función requiere la intervención de un administrador, el grado de intervención es de bajo.

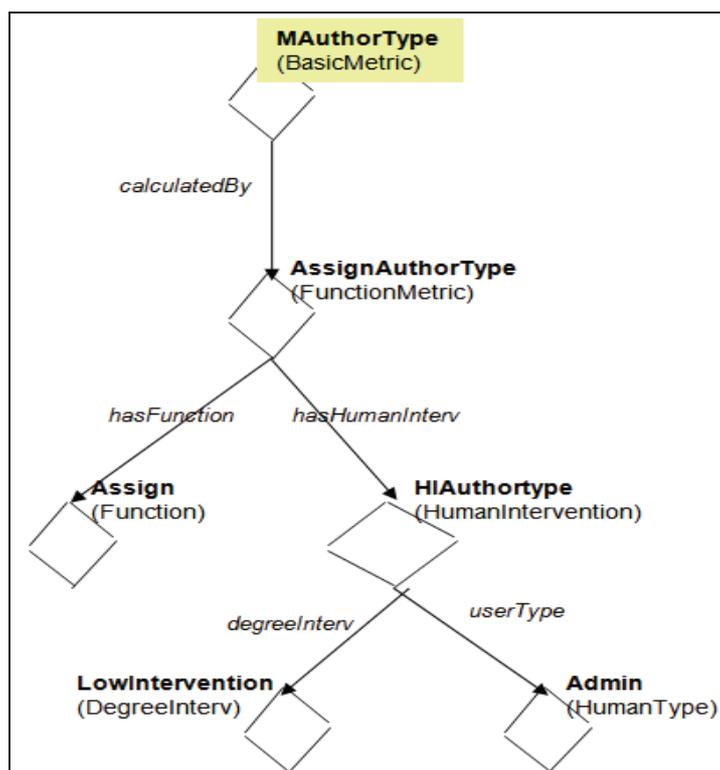


Figura 5.11: Ejemplo de Especificación de funciones de cálculos

### 5.3 Ejemplo

En las secciones anteriores se mostraron ejemplos para cada una de las distintas componentes del modelo propuesto, los ejemplos fueron elegidos en función del tipo de dificultad que se pueden presentar. En esta sección se muestra la especificación de una métrica completa, es decir se incluyen tanto los elementos principales como las condiciones y la descripción de cómo son cálculos. Dicha métrica valora al objeto de aprendizaje en base al tipo de autor *MAuthorType*. La Figura 5.12 presenta un diagrama de la instancia SLOE que describe dicha métrica.

*MAuthorType* es una métrica básica, esto se muestra con el individuo *MAuthorType* perteneciente a la clase *BasicMetric*. Es una métrica basada en la propiedad tipo de

autor, por lo tanto  $AuthorType \in Feature$  del *Autor* del OA, y las relaciones *hasMetric* y *isAboutSubject* vinculan la métrica con su principal elemento *AuthorType*.

El valor de la métrica es calculado de acuerdo con una operación de asignación del valor en la cual interviene un administrador con un grado de intervención bajo. Por lo tanto el individuo  $AssignAuthorType \in FunctionMetric$  está vinculado con la métrica por la relación *calculatedBy*, luego se describe la función indicando que se trata de la operación ( $Assign \in Function$ ) que requiere la intervención humana, por eso se crea un individuo  $Admin \in HumanType$ . Para describir la intervención, quien la lleva a cabo y su grado de intervención, están los individuos *Admin* y *LowIntervention*.

Finalmente se describen los criterios usados en esta métrica, son cuatro criterios definidos por los autores de la propuesta ( $HCrAuthorTypeTeacher, HCrAuthorTypeStudent \dots \in HumanCriteria$ ) cada uno de los cuales establece los valores que puede tomar la métrica *Teacher, Student, Resp* y *Other*  $\in Value$ .

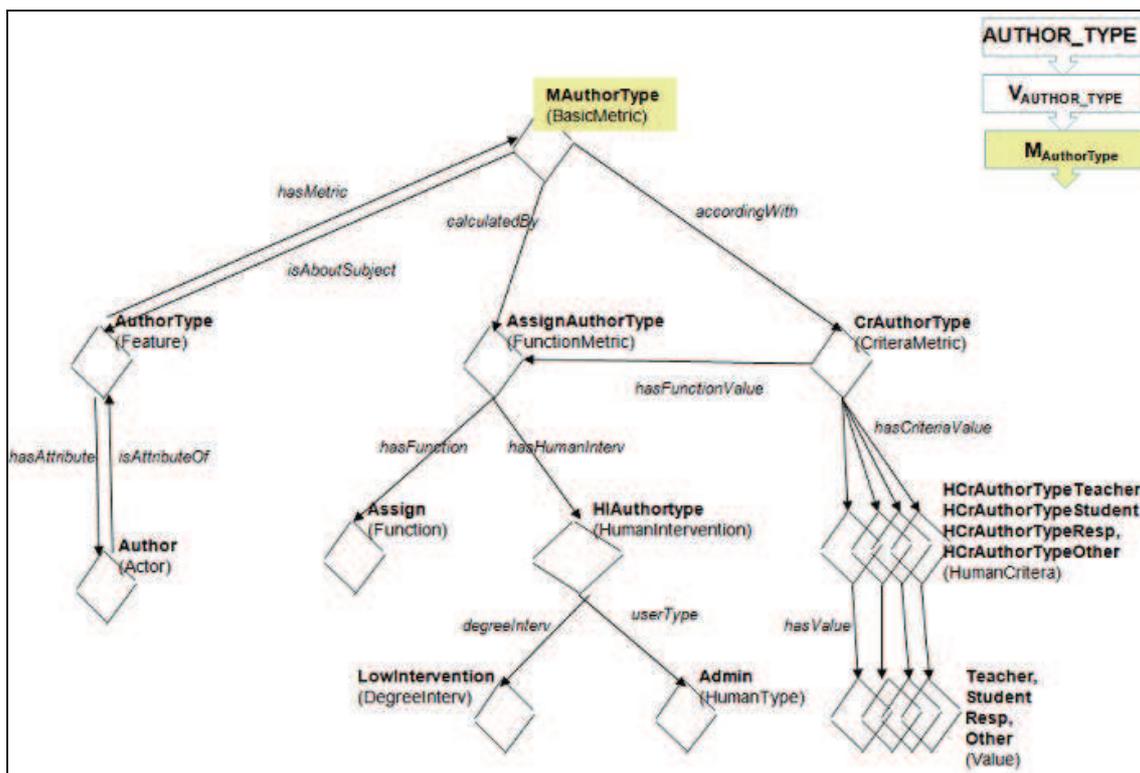


Figura 5.12: Métrica Tipo de Autor (*MAuthorType*)

Más ejemplos de distintos tipos de métricas se presentan en el capítulo 7.

## Capítulo 6: Caso de Estudio – Repositorio BOA

Este capítulo está basado en [4], trabajo realizado en conjunto con el Grupo de Sistemas de Información, INESC-ID, Lisboa, Portugal, en el cual se presenta un caso de estudio del problema de evaluar objetos de aprendizaje. Dado el repositorio de objetos de aprendizaje de la plataforma BOA [2] se plantea la necesidad de calcular un valor inicial de los objetos. El trabajo realizado constó de dos partes; por un lado se analizó la plataforma BOA, se propuso un proceso de valorización de sus OAs, y se realizaron pruebas del proceso propuesto; por otro lado dicho proceso se especificó utilizando el modelo propuesto SLOE para especificación de valorizaciones de OAs.

Este capítulo describe la plataforma y su repositorio en la sección 6.1, y en la sección 6.2 se describe proceso propuesto para calcular el valor inicial de los objetos y las pruebas preliminares. La especificación formal de la propuesta usando el modelo ontológico SLOE se presenta en el capítulo 7 y en el Anexo “BOA-SLOE”.

### ***6.1 Plataforma BOA y su Repositorio de OAs***

El sistema BOA “Bolsa de Objetos de Aprendizaje” es una aplicación web colaborativa que soporta comunidades de usuarios como parte del proceso de aprendizaje y enseñanza [55]. Técnicamente el sistema BOA es un repositorio de OAs que promueve la actividad colaborativa de sus usuarios, brindando no solo los OAs sino también información relevante que contribuye a la comprensión de los mismos. El sistema distingue y premia a los usuarios que participan en forma activa y regular en la creación de OAs de calidad, a través de un sistema basado en créditos que reflejan el nivel de colaboración del usuario. Además los OAs tienen un valor que es actualizado según su popularidad, similar a la metáfora de la bolsa de valores, el valor de un OA aumenta o disminuye de acuerdo a la cantidad de adquisiciones, la cual representa la popularidad del objeto.

El sistema BOA ofrece actualmente una buena estabilidad en términos de usabilidad y funcionalidad, ha sido instanciado para diferentes escenarios de uso como BOA-GPI [56], las instancias de VemAprender.net [2], y BOA4OpenCommunity [57]. BOA-GPI da soporte al curso “IT Project Management” de la Universidad Técnica de Lisboa, VemAprender.net es una instancia abierta y de acceso público, y BOA4OpenCommunity es una instancia usada para demostraciones y pruebas. En el contexto de este trabajo se utilizó la instancia VemAprender.net.

Profesores, estudiantes y administradores trabajan en forma colaborativa en esta comunidad compartiendo y reutilizando OAs para apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje. El repositorio BOA no sólo tiene los OAs sino también un importante conjunto de información (metadatos) que los describen como por ejemplo: temas, tipo de recurso, descripción, idioma, registros de los usuarios y de sus actividades (someter OAs, realizar comentarios, realizar sugerencias, etc.).

El sistema BOA tiene por objetivo lograr la excelencia de los OAs a través de un ambiente abierto y competitivo. La plataforma permite el acceso centralizado a los OAs además de la re utilización de los objetos en distintos cursos. Los usuarios ven incrementado su crédito en la medida que realicen actividades como crear, compartir, comentar y clasificar objetos, describir instrucciones o buenas prácticas relacionadas con los objetos, y realizar sugerencias para nuevos objetos.

Actualmente, cuando un usuario quiere someter un OA al repositorio primero tiene que subir el objeto y sus metadatos al sistema, especificando un valor inicial para el objeto. Luego, opcionalmente, un revisor puede evaluar el objeto, realizar comentarios, hacer recomendaciones, y puede negociar con los autores el valor inicial del objeto. Finalmente, el objeto es habilitado para que la comunidad pueda acceder al él. El valor del objeto varía periódicamente, aumentando o disminuyendo, según la cantidad de descargas realizadas. La figura 6.1 muestra el flujo del proceso de someter un OA al sistema.



Figure 6.1: LO submission workflow (Dinis and Rodrigues da Silva, 2009).

Un OA puede tener más de un autor. Al someter un OA el usuario debe brindar información acerca de los autores del objeto, debe indicar el porcentaje de participación en la autoría del objeto de cada uno de los autores, y cuál de los autores es el responsable el mismo. El responsable es el único que puede cambiar los metadatos del objeto. Además el sistema también guarda otro tipo de información

como los grupos, nivel de audiencia, tamaño del objeto, entre otros. Esta información permitirá a BOA categorizar y organizar de mejor forma los objetos. Toda la información del objeto y su entorno es codificada en diferentes tipos de metadatos compuestos por 39 campos, algunos requeridos y la mayoría opcionales, lo cuales extienden el estándar Dublin Core [13]. La Tabla 6.1 resume el mapeo entre los metadatos Dublin Core y los metadatos de BOA, los cuales están agrupados según se describe a continuación.

Metadata Dublin Core	Grupos de Metadatos BOA	Campos BOA
DC:Identifier	Información General	Identificador
DC:Title	Información General	Título
DC:Language	Información General	Idioma
DC:Description	Información General	Palabras Clave
DC:Date	Información General	Fecha de Creación
DC:Format	Información General	MIMEFormat
DC:Coverage	Otra Información	Espacio y Tiempo
DC:Type	Tipos	Tipos de OAs
DC:Creator	Información General	Submitter
	Autoría	Autores
DC:OtherContributor	Colaboradores	Colaboradores
DC:Publisher	Otra Información	EditorialPublisher
DC:Rights	Otra Información	Derechos
DC:Source	Otra Información	Origen
DC: Relation	Relaciones	Tipo de Relación
		OAs Asociados

Tabla 6.1: Mapeo Dublin Core –Metadatos BOA

**Grupo Información General:** contiene la información principal, casi todos sus campos son requeridos. En este grupo de metadatos se encuentra la siguiente información:

- *Submitter:* es el autor que sometió el objeto en el sistema. Cada objeto tiene que tener por lo menos un autor, si el objeto tuviese varios autores la información de estos deberá ser indicada en el grupo de metadatos llamado *Autorías*.
- *Grupo y Nivel de Audiencia:* esta información describe el perfil del objeto desde una perspectiva pedagógica. Por un lado el *Grupo* corresponde al contexto donde el OA podría ser usado, ésta información es brindada por el *submitter*. Cada usuario del sistema es asociado a grupos para los cuales el/ella puede publicar OAs. Por otro lado el *Nivel de Audiencia* indica si el OA es diseñado para estudiantes básicos, intermedios o de nivel avanzado.

- *Título, Descripción, Palabras Claves, Idioma, Fecha de Creación y Formato*: esta información describe características propias del OA. Si bien parte de esta información podría cargarse automáticamente analizando el contenido del archivo del OA, actualmente es cargada manualmente por el submitter.
- *Valor Inicial y Valor Mínimo*: estos metadatos indican el valor inicial y el valor mínimo del OA de acuerdo con el criterio del autor/submitter.

**Grupo Tópicos:** este grupo de metadatos permite indicar los temas que trata el OA. Cada Grupo tiene una jerarquía específica de temas.

**Grupo Autorías:** es la información acerca de los usuarios que participan en la autoría del OA. El submitter puede indicar, con estos metadatos, los distintos autores que crearon el objeto, el grado de participan de cada uno de ellos, además de especificar cual de los autores es el responsable del objeto.

**Grupo Colaboradores:** es la información acerca de las personas que a pesar de no ser usuarios del sistema, han colaborado de alguna manera en el diseño o producción del objeto.

**Grupo Relaciones:** en este grupo de metadatos se establecen las relaciones que existen entre el OA que se está describiendo y los demás OAs del repositorio, como por ejemplo: parte-de, versión-de, generalización-de, entre otros.

**Grupo Tipos:** indica el tipo de material desde el punto de vista pedagógico, por ejemplo se puede indicar que el OA es un ejercicio, una simulación, un ejemplo, etc.

**Grupo Imágenes:** incluye imágenes asociadas al OA, estas imágenes aparecen en el contenido del objeto o están en relación con él, como por ejemplo una carátula que describa al objeto en el sistema, la cual no tiene porque ser parte del objeto en sí mismo.

**Grupo Otra Información:** este grupo de metadatos contiene información como los derechos de autor, editoriales, métodos instruccionales, cobertura u orígenes del objeto.

## ***6.2 Propuesta: Proceso para la Valoración de OAs de BOA***

Para llegar a la propuesta aquí descrita se analizaron las características de la plataforma BOA y sus OAs (comunidad, objetos, contexto, políticas de uso), se tomó en cuenta la estrategia utilizada por BOA (bolsa de valores) para la valoración de sus objetos a lo largo del tiempo y los objetivos establecidos, y se extendieron mecanismos conceptos, y propuestas analizadas en los trabajos relacionados siguiendo las tendencias actuales identificadas en ellos.

La propuesta específica los factores considerado relevantes en la valoración inicial de los OAs de BOA, estos son: reusabilidad, granularidad, complejidad, portabilidad, completitud y procedencia de los metadatos. Identifica las características de los OAs que determinan cada uno de dichos factores, algunas de las cuales están asociadas a la relación entre los objetos y los autores y/o contexto. Como resultado del análisis de los factores desde una perspectiva pedagógica y tecnológica, y de las características de los OAs desde una óptica estructural, de contenido y de relacionamiento del OA con su contexto, se llega a establecer las métricas propuestas para calcular el valor de los OAs. También se proponen mecanismos y estrategias para la carga de los metadatos (manual y automática), y se sugiere agregar metadatos que permitiría mejorar el proceso de valoración propuesto.

A continuación se describen los factores en función de las características (metadatos) de los OAs, y luego se describen las métricas que llevan al valor del OA.

### 6.2.1 Factores Relevantes

Como se describió en la sección anterior, BOA actualiza el valor de los OAs a lo largo del tiempo según el uso que la comunidad hace del objeto (downloads de los OAs. Por lo tanto, siguiendo la estrategia del sistema, consideramos que la capacidad de reutilización de los OAs es uno de los factores más importantes en la valoración de estos, y proponemos medirla a través de otros factores los cuales se describen a continuación:

- **Completitud:** está basada en la cantidad de metadatos opcionales del OA que el autor halla llenado, los cuales son ponderados según su importancia. Valorizar este factor fomentará que los autores brinden la información opcional que describa a sus OAs, de esta manera se continúa con la política de BOA de motivar la participación de sus usuarios en la creación de OAs de calidad.
- **Granularidad:** nos basamos en el criterio usado por [ Meyer, Hannappel, Rensing, Steinmetz, 2007] el cual indica que producir OAs grandes, como por ejemplo todo un curso, provee la mejor usabilidad en el primer momento pero decrece la probabilidad de re usar el objeto en otros contextos. Aplicado a la realidad de BOA consideramos que la granularidad está determinada por la cantidad de temas tratados por el OA, teniendo mayores valores aquellos OAs más específicos es decir que cubren menor cantidad de temas.
- **Complejidad** de un OA es considerada como la dificultad para entender el OA, y se propone medirla en función de la cantidad de información que contenga el OA. Suponiendo que a mayor cantidad de información mayor es el desarrollo de los temas, por lo tanto el OA será más entendible. La cantidad de información es medida a través de la cantidad de páginas/transparencias, palabras, párrafos, [e](#)

imágenes. La importancia de los elementos antes mencionados estará determinada por el tipo de archivo y el contexto de uso del OA. Por ejemplo en una presentación las transparencias son más importantes que la cantidad de palabras.

- **Portabilidad:** es la capacidad de llevar un objeto de un contexto a otro (cursos, plataformas, y los usuarios), y es un factor muy importante en términos de reusabilidad. Desde el punto de vista pedagógico consideramos que la portabilidad está determinada por los factores granularidad y complejidad, antes descriptos, y por el contexto para el cual el autor creó el objeto (perfil de usuarios finales). Mientras que desde el punto de vista tecnológico la portabilidad estará determinada por el formato del objeto.
- **Procedencia:** siguiendo la idea propuesta por Ochoa & Duval (2006) [27], consideramos la procedencia como la reputación de la fuente que brinda los metadatos, y es un factor relevante en la valoración de los OAs. En el caso de BOA esta fuente de información son los autores, por lo tanto se propone una forma de medir la reputación de los autores a través de su participación y del éxito de su trabajo.

Todos estos factores están medidos a través de las características de los OAs, de los usuarios y del contexto. En la siguiente sub sección se describe el proceso de valoración propuesto.

## 6.2.2 Proceso de Valoración

Como se muestra en la figura 6.2 se propone determinar el valor de un OA en términos de: los autores, el contexto, y el objeto junto con sus metadatos.

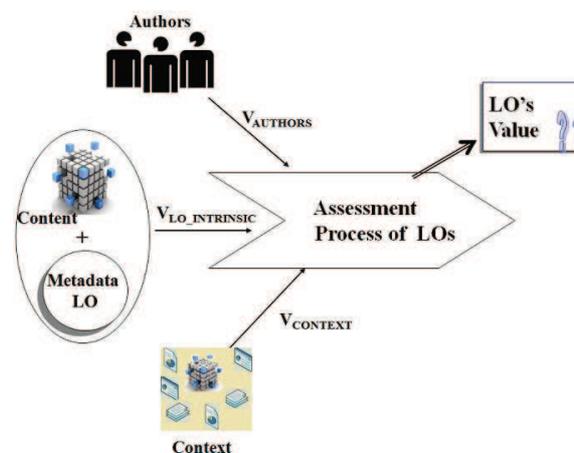


Figure 6.2: Assessment Process of LOP Objects.

La propuesta busco seguir el principio de simplicidad, funciones y procesos fáciles de entender, aplicar y procesar, llegando a un proceso para determinar el valor inicial de un OA basado en: el valor de los autores, el valor del contexto y el valor dado por las características intrínsecas del objeto. La métrica final propuesta es la suma ponderada de los valores de los elementos antes mencionados considerando la importancia de los mismos, como se muestra en la siguiente fórmula:

$$(1) V_{LO} = \alpha_A V_{AUTHORS} + \beta_C V_{CONTEXT} + \mu_{LO} V_{LO\_INTRINSIC}$$

$$t.q. 0 \leq \alpha_A, \beta_C, \mu_{LO} \leq 1 \quad \alpha_A + \beta_C + \mu_{LO} = 1$$

Donde:

- $V_{AUTHORS}$  representa el valor de la reputación de los autores del OA, es decir la procedencia.
- $V_{CONTEXT}$  representa la importancia del contexto de uso del OA y la granularidad pedagógica del mismo asociada al nivel de especificidad del objeto. El Contexto en BOA está determinado por los Grupos (usuarios, tópicos y perfiles) y los Temas en los cuales el OA puede ser usado. Aspectos relacionados con la portabilidad.
- $V_{LO\_INTRINSIC}$  representa el valor de las propiedades intrínsecas del OA, estas son medidas en función de los metadatos. La portabilidad es determinada por los metadatos extraídos automáticamente (complejidad), mientras que la completitud es el factor relevante respecto de los metadatos opcionales.

La importancia asignada a los valores  $V_{AUTHORS}$ ,  $V_{CONTEXT}$  y  $V_{LO\_INTRINSIC}$  en el cálculo del valor inicial del OA es especificada mediante las constantes  $\alpha_A$ ,  $\beta_C$ ,  $\mu_{LO}$  que se observan en la fórmula (1).

A continuación se describen las métricas propuestas para calcular los valores de los autores, del contexto y de los metadatos intrínsecos del OA ( $V_{AUTHORS}$ ,  $V_{CONTEXT}$  and  $V_{LO\_INTRINSIC}$ )

### a) Los Autores

Respecto a los autores la propuesta consiste en medir la reputación de un autor asociándola con su perfil (estudiante, profesor, etc.), con el nivel de participación de éste en tareas de creación de OAs, y con el nivel de éxito obtenido. Este último vinculado el valor y aceptación de los OAs del autor por parte de la comunidad.

Por lo tanto consideramos el  $V_{AUTHOR}$  como una función de: el valor inicial del tipo de autor ( $V_{AUTHOR\_TYPE}$ ), la cantidad de OAs publicados por el autor en el repositorio

( $N_{LO\_PUB}$ ), la cantidad de descargas de los OAs del autor ( $N_{DOWNLOAD}$ ), y el valor del éxito de sus OAs ( $V_{LO\_DWN}$ )

Esto se representa mediante la siguiente fórmula:

$$(2) V_{AUTHOR} = V_{AUTHOR\_TYPE} + N_{LO\_PUB} + N_{DOWNLOAD} + V_{LO\_DWN}$$

El valor de  $V_{AUTHOR\_TYPE}$  es inicializado con un valor fijo dependiendo del tipo de autor, y es configurable por el administrador del sistema. BOA cuenta con cuatro tipos de autores: estudiantes, profesores, representantes de los estudiantes (por ejemplo, padres), y otros. En general, en el dominio de aplicaciones de e-Learning el profesor es el tipo de usuario más valioso (experto).

El nivel de actividad de los autores ( $N_{LO\_PUB}$ ) incide directamente en el valor del autor debido a la estrategia del sistema BOA, es decir para motivar la participación de los miembros de la comunidad en la tarea de producir OAs.

El éxito del autor es medido no solo por la cantidad de descargas de sus objetos ( $N_{DOWNLOAD}$ ), sino también por el valor del éxito de sus OAs ( $V_{LO\_DWN}$ ). Este último es calculado según se muestra en la fórmula (2.1), como el promedio de los valores de los OAs que han tenido un éxito especial. Considerado que un OA tiene un éxito especial si se ha descargado al menos un mínimo número de veces ( $k$ ). Por ejemplo, el 10% del número de miembros de la comunidad.

$$(2.1) V_{LO\_DWN} = [ \sum_{i:1..n} V_{LO}(O_i) ] / N_{LO\_PUB}$$

$$\text{t.q. } N_{DOWNLOAD}(O_i) > k, \quad k = 10\% \text{ N-members}$$

Por último, el valor de un LO con respecto al valor de sus autores ( $V_{AUTHORS}$ ) es el promedio de los valores de los autores ( $V_{AUTHOR}$ ) afectados por el porcentaje de participación que cada autor ha tenido en la autoría del objeto.

## b) El Contexto

En el sistema BOA, cuando un OA es cargado al repositorio, el autor puede indicar el Grupo y los Tópicos para los cuales es más apropiado el uso del OA, según su criterio. Si bien los Grupos están formados por Tópicos, éstos se refieren a todos los temas tratados por los integrantes del grupo, el autor debería indicar los tópicos específicos cubiertos por el OA, a los que llamaremos Tópicos Seleccionados.

El Grupo y los Tópicos Seleccionados determinan el perfil del contexto en el cual el objeto puede ser usado, se propone que el valor del contexto esté dado por el valor del Grupo y de los Tópicos Seleccionados.

Bajo la premisa de que cuanto más fina es la granularidad de un OA más valioso es éste, la cantidad de tópicos cubiertos por el objeto (Tópicos Seleccionados) es una medida de la granularidad del mismo. Por lo tanto, los objetos con un único tópico son los más especializados y los más valiosos, mientras que los objetos que tratan varios tópicos tendrán un valor menor en relación con la cantidad de tópicos seleccionados.

Basado en las consideraciones anteriores, proponemos la siguiente fórmula para calcular el valor del contexto de un OA:

$(3) \quad V_{\text{CONTEXT}} = \alpha_G * V_{\text{GROUP}} + \beta_T * V_{\text{TOPICS}} \quad \text{donde} \quad 0 \leq \alpha_G < \beta_T \leq 1 \quad \alpha_G + \beta_T = 1$
$(3.1) \quad V_{\text{TOPICS}} = V_{\text{SELTOPIC}} \quad \text{un t\u00f3pico seleccionado}$
$= V_{\text{SELTOPIC\_MIN}} / N_{\text{Topics}} \quad >1 \text{ t\u00f3picos seleccionados}$

El valor inicial de los grupos y de los t\u00f3picos son configurables por el administrador del sistema.

Aunque la propuesta permite dar diferentes pesos, importancia, a los grupos que a los t\u00f3picos ( $\alpha_G$ ,  $\beta_T$ ), nosotros consideramos que la informaci\u00f3n de los t\u00f3picos es m\u00e1s importante porque \u00e9sta se refiere al conocimiento transmitido por el OA, mientras que el grupo brinda informaci\u00f3n general del contexto del OA.

### c) Los Metadatos

La propuesta tiene como objetivo estimar el valor de las caracter\u00edsticas intr\u00ednsecas del OA ( $V_{\text{LO\_INTRINSIC}}$ ) descritas mediante metadatos, algunos de los cuales se pueden obtener de forma autom\u00e1tica ( $V_{\text{LO\_AM}}$ ), mientras que otros son dados manualmente por el autor ( $V_{\text{LO\_MM}}$ ).

BOA describe sus OAs mediante 39 campos de metadatos formados por los metadatos Dublin Core y metadatos especializados propios del repositorio de BOA. Sin embargo, los metadatos manuales no siempre son proporcionados por el/los autor/es, por lo que consideramos un factor relevante en la determinaci\u00f3n de la calidad de un OA la completitud de los metadatos opcionales, es decir la cantidad de metadatos manuales realmente cargados ( $V_{\text{LO\_MM}}$ )

Basado en lo anterior y continuando con la filosof\u00eda de simplicidad, proponemos calcular el valor de las caracter\u00edsticas intr\u00ednsecas de la LO de la siguiente manera:

$(4) \quad V_{\text{LO\_INTRINSIC}} = \beta_{\text{MA}} * V_{\text{LO\_AM}} + \alpha_{\text{MM}} * V_{\text{LO\_MM}}$
<p>Donde <math>0 \leq \alpha_{\text{MM}} &lt; \beta_{\text{MA}} \leq 1 \quad \alpha_{\text{MM}} + \beta_{\text{MA}} = 1</math></p>

La propuesta pondera los metadatos automáticos y manuales ( $\beta_{MA}$ ,  $\alpha_{MM}$ ) de acuerdo a su importancia, la cual está relacionada con la forma en cómo se cargan dichos metadatos. La extracción automática es un mecanismo confiable, por lo tanto, consideramos que la información obtenida automáticamente es más valiosa que la información proporcionada por el autor ( $\beta_{MA} > \alpha_{MM}$ ).

En las secciones siguientes se describen: las características de los OAs considerados (metadatos del OA) en el proceso de valoración, los criterios utilizados para evaluar los metadatos que se obtienen automáticamente, y los criterios utilizados para evaluar los metadatos que el usuario debe ingresar.

### c.1) Metadatos Extraídos Automáticamente

Los metadatos extraídos automáticamente corresponden a las características de los OAs como: formato, tamaño, cantidad de páginas, fecha de creación, y otros. Sin embargo no todos los metadatos son relevantes, la importancia de los mismos depende de tipo de OA y del uso que se le dé. Por ejemplo, si consideramos una presentación, la cantidad de transparencias será más importante que el tamaño del archivo, pero si consideramos un video será más importante la duración del mismo que la cantidad de frames que tenga. En particular este trabajo se enfoca en archivos de texto y presentaciones, por ser los tipos de OA más frecuentes en BOA.

Nosotros proponemos el *formato* del archivo del OA como determinante en cuanto a la portabilidad técnica del objeto, considerando el actual grado de difusión de los tipos de archivos como medida de dicha portabilidad. Por ejemplo, un archivo PDF, hoy día, puede ser leído en casi cualquier PC; por otro lado los archivos DOCX, por ser un formato comercial no todos los PC tienen el software requerido para leerlo. Por lo tanto el formato PDF es más portable que el DOCX. En resumen, se propone que un usuario administrador configure el sistema asignándole valores a los distintos formatos MIME.

Otro aspecto a considerar sobre el contenido de los OAs es la cantidad de información que posee. Esta cantidad puede ser vista como una medida del detalle o profundidad en que los temas son tratados por el OA (complejidad del objeto). En este sentido, cuanta más información tiene el objeto lo consideramos más valioso, bajo el supuesto de que será menos complejo entenderlo, por lo tanto será más fácil usarlo en una variedad de contextos, es decir será pedagógicamente más portable y reusable.

Los elementos del contenido de un OA considerados son: las palabras, los párrafos, las imágenes y las fórmulas. Siendo las *palabras* elementos atómicos que brindan algún tipo de información, mientras que los *párrafos*, las *imágenes* y las *fórmulas* son consideradas más importantes en el entendido de que estos transmiten una idea o una

unidad de conocimiento. Es decir, el criterio para valorar estas propiedades está basado en un análisis pedagógico de las mismas, donde una *idea* es más valiosa que una *información*.

En base a lo antes descrito se propone las siguientes fórmulas (4.1, 4.1.1, 4.1.2) para calcular el valor de un OA dado por las propiedades del mismo que pueden ser analizadas automáticamente:

$$(4.1) \quad V_{LO\_AM} = V_{Content} + V_{Format}$$

$$(4.1.1) \quad V_{Content} = V_{Info} / N_{PageORSlices}$$

$$(4.1.2) \quad V_{Info} = V_{OneInfo} * N_{Words} + V_{OneIdea} * (N_{Paragraphs} + N_{Images} + N_{Formula})$$

$$\text{Donde} \quad 1 \leq V_{OneInfo} < V_{OneIdea}$$

Donde

- El valor del formato MIME del OA es asignado en la configuración del sistema
- El valor de las ideas y de la información ( $V_{OneIdea}$ ,  $V_{OneInfo}$ ) son configurados por el administrador del sistema de acuerdo al perfil de la instancia de BOA.
- $N_{Words}$ ,  $N_{Paragraphs}$ ,  $N_{Images}$  y  $N_{Formula}$  son la cantidad de palabras, párrafos, imágenes y formulas respectivamente.

## c.2) Metadatos Cargados Manualmente

Los metadatos manuales son aquellas propiedades que, por ser muy difícil su obtención por mecanismos automáticos, deben ser dadas por personas que conocen el objeto. Por ejemplo, el objetivo pedagógico de un objeto, o la audiencia apropiada para usar determinado OA. Algunos metadatos son requeridos mientras que otros son opcionales. En particular nosotros valoramos aquellas características de los OAs dadas a través de metadatos opcionales midiendo el grado de completitud de los mismos, siendo esta una medida de la preocupación del autor por describir su objeto.

Como se vio en la sección anterior los metadatos de BOA están agrupados en 8 categorías, de las cuales solo los campos de metadatos del grupo de 'información general' son requeridos. Cada uno de los grupos de metadatos opcionales tendrá asociado un valor, asignado en la configuración del sistema por el administrador. En la Tabla 6.2 se muestran los grupos de metadatos de BOA con los campos de metadatos que posee cada grupo.

Grupo de Metadato	Campos de metadatos	Opcional o Requerido	Valor del Grupo
Información General	Palabras Clave, Descripción, Título, Grupo, submitter, fecha de creación, formato MIME, nivel de audiencia, etc.	Requerido	...
Tópicos	Temas del OA	Opcional	V%M_TOPICOS
Autoría	Autores, Grado de Participación, Responsable del OA	Opcional	V%M_AUT
Imágenes	Imágenes, Información complementaria	Opcional	V%M_IMGS
Tipos	Tipo de OA (ej: ejercicio, ejemplo, simulación, etc.)	Opcional	V%M_TIPOS
Colaboradores	Colaboradores que no son usuarios de BOA	Opcional	V%M_COLAB
Relaciones	Relaciones con otros OAs (ej.: es parte de, es versión de, es referenciado por, etc.)	Opcional	V%M_REL
Otra Información	Covertura, derechos de autor, método instruccional, editor, etc.	Opcional	V%M_OTRAS

*Tabla 6.2: "Clasificación de Grupos de Metadatos"*

Para calcular el valor intrínseco de un OA, por concepto de los metadatos manuales, se considera el nivel de completitud logrado por el autor en cada grupo de metadato opcional ( $V_{\%M\_TOPICOS}$ ,  $V_{\%M\_AUT}$ , etc.).

$$(4.2) V_{LO\_MM} = V_{\%M\_Topics} + V_{\%M\_Auth} + V_{\%M\_Imgs} + V_{\%M\_Types} + V_{\%M\_Colab} + V_{\%M\_Rel} + V_{\%M\_Others}$$

En la siguiente sección ("Experimentación y Resultados Preliminares – Configuraciones: Valores y Pesos") se detallan los valores de completitud sugeridos para cada grupo de metadatos y los criterios utilizados para asignar dichos valores.

### 6.2.3 Experimentación y Resultados Preliminares

La primera etapa para la experimentación, según se vio en las secciones anteriores, es la asignación de valores y pesos para algunos elementos y características, por lo tanto a continuación se describirán las configuraciones realizadas a tales efectos. Luego se describe la experimentación propiamente dicha y los resultados obtenidos.

### a) Configuraciones: Valores y Pesos

La Tabla 6.3 especifica los criterios, las condiciones y los valores sugeridos en la asignación de los pesos requeridos por las fórmulas (1) (3) y (4).

Criterio	Referencia	Condiciones	Valores Sugeridos
Las características intrínsecas de los OAs son más importantes que la reputación de los autores.  El contexto es el menos importante de los elementos.	Fórmula (1)	$1 > \mu_{LO} > \alpha_A > \beta_C > 0$ Y $\mu_{LO} + \alpha_A + \beta_C = 1$	$\mu_{LO} = 0.5$ $\alpha_A = 0.3$ $\beta_C = 0.2$
Los Tópicos son más importantes que los Grupos	Fórmula (3)	$1 > \beta_T > \alpha_G > 0$ y $\beta_T + \alpha_G = 1$	$\alpha_G = 0.4$ $\beta_T = 0.6$
Los Metadatos Automáticos son más importantes que los Opcionales	Fórmula (4)	$0 \leq \alpha_{MM} < \beta_{MA} \leq 1$ Y $\alpha_{MM} + \beta_{MA} = 1$	$\alpha_{MM} = 0.4$ $\beta_{MA} = 0.6$

Tabla 6.3: Configuraciones de Pesos

Las fórmulas (2) (3) y (4.2) requieren que sean configurados los siguientes elementos y características: tipo de autor ( $V_{AUTHOR\_TYPE}$ ), grupos ( $V_{GROUP}$ ), tópicos ( $V_{TOPIC}$ ), además de darle valor a los distintos tipos de formatos de archivos ( $V_{FORMAT}$ ), y a cada uno de los grupos de metadatos de BOA ( $V_{M\_TOPICS}$ ,  $V_{M\_AUTH}$ ,  $V_{M\_IMGS}$ ,  $V_{M\_TYPES}$ ,  $V_{M\_COLAB}$ ,  $V_{M\_RELS}$ ,  $V_{M\_OTHERS}$ ).

El valor por defecto para un autor que no tiene OAs en BOA será dado según el tipo de autor. Los profesores tendrán valor 4, a los estudiantes se les asignará valor 3, los responsables de la enseñanza del alumno (ej: tutores, padres) tendrán valor 2, y los demás tendrán valor 1.

El criterio usado para asignar valores a los grupos y tópicos es la existencia o no de referencias acerca del grupo o tópicos. Si no existen referencias el valor del grupo o tópico es de 1, si existe alguna referencia tendrá valor 2, y si existen muchas referencias el valor sugerido es 3. Estos valores deberán ser asignados por la persona encargada de cargar los nuevos grupos y tópicos al sistema.

Los grupos de metadatos de BOA tienen distinta importancia según su participación en el proceso de valoración, de tal forma que los grupos más importantes en los cálculos ( $V_{M\_TOPICS}$ ,  $V_{M\_AUTH}$ ) tendrán valor 40; luego le siguen los grupos de Tipos y Relaciones ( $V_{M\_TYPES}$  and  $V_{M\_RELS}$ ) que con valor 30; finalmente los menos importantes ( $V_{M\_IMGS}$ ,

$V_{M\_COLAB}$ ,  $V_{M\_OTHERS}$ ) tendrán valor 20. El valor final para cada grupo será el valor asignado afectado según el porcentaje de completitud logrado y normalizado.

Respecto de los elementos que pueden ser identificados en el contenido del objeto, se consideran las *palabras* (una pieza atómica de información) con valor 2 ( $V_{OneInfo}$ ), las *imágenes párrafos o fórmulas* (una idea básica a transmitir) con valor 3 ( $V_{OneIdea}$ ).

La propiedad formato del objeto tiene un valor asignado según el grado de difusión del mismo así como su calidad de comercial o libre. Los formatos no generalizados/difundidos deben valer 1, los que siendo ampliamente difundidos no son formatos libres o abiertos tendrán valor 2, y los difundidos y con formato libre tendrán valor 3. Las pruebas fueron realizadas con archivos DOC, PPT y PDF, por ser los formatos más usados en la plataforma, para los cuales se usaron los valores 2, 2, y 3 respectivamente.

## **b) Experimentación**

Se realizó un testeo preliminar de las métricas propuestas para valorar los OAs de BOA con el fin de mostrar la factibilidad de las métricas, identificar las condiciones en las cuales un testeo completo debe realizarse, así como identificar los indicadores necesarios para obtener un buen resultado de las métricas.

Las pruebas se realizaron sobre la instancia VemAprender.net de BOA [2], cuyo repositorio contenía 7 grupos, 53 autores y 163 OAs.

A continuación se describen los indicadores considerados: autoría, metadatos (propios de los OAs y los especificados por el autor), y contexto.

### **b.1) Autoría**

Para simplificar la experimentación se supuso que los OAs tenían un único autor. El valor de la reputación del autor fue calculada de acuerdo a la fórmula (2), por lo tanto se usaron los valores asociados al tipo de autor y los valores de los OAs (recordar que los OAs de BOA tienen un valor asociado). Del repositorio se extrajo, para los cálculos requeridos por las fórmulas, la siguiente información: cantidad de objetos por autor y la cantidad de descargas por objeto y por autor. Los resultados fueron analizados con el fin de verificar la existencia de alguna relación entre los valores calculados y el comportamiento de la comunidad. Se analizaron los autores de los objetos más exitosos (y los menos exitosos) con los mejores (peores) autores según el valor de la reputación calculados usando las fórmulas propuestas. No se encontró ningún OA malo (menos exitoso) que haya sido creado por un buen autor (con mayores valores de

reputación), y análogamente no se encontró ningún OA exitoso creado por un autor de poca reputación.

El análisis fue realizado en términos generales pues los cálculos usan el valor de los OAs calculados por BOA los cuales si bien son actualizados periódicamente parten de un valor inicial dado por el autor según su propio criterio. Por lo tanto el conjunto de datos fue filtrado eliminando los casos extremos. Los autores que tenían menos de tres descargas de sus objetos fueron removidos. Dos autores fueron eliminados porque habían inicializado sus objetos con valores muy altos o bajos comparados con el valor inicial del resto de los objetos. Algunos autores terminaron con valores bajos por ser autores muy recientes en la plataforma. Estos casos fueron identificados mediante un análisis manual. De los 53 autores que tenía el sistema solo 15 autores fueron usados finalmente en la experimentación.

El experimento se ejecutó con 15 autores seleccionados según los criterios antes descritos, cada autor con su valor de autoría y de éxito (en el rango de 107 a 263). Estos autores fueron clasificados en tres intervalos: buenos, medios y bajos. Ninguno de los autores reconocido como exitoso fue mal valorado, y ninguno de los autores fue mal clasificado. Para los casos clasificados como medios no se pueden identificar tendencias pues su valor está fuertemente afectado por el valor inicial del OA asignado por el autor, el cual no está basado en procesos ni criterios uniformes, siendo esa la razón del caso de estudio (un proceso que asigne este valor inicial)

## b.2) Metadatos de los OAs

Existen una variedad de características de los OAs, dadas a través de metadatos, que son relevantes en la valoración de los OAs. Algunos valores de esos metadatos pueden ser extraídos automáticamente, mientras que otros deben ser brindados por el propio autor. Respecto al primer grupo la métrica propuesta está dada por la fórmula (4.1). En los siguientes párrafos nosotros usamos esta fórmula para evaluar el OA durante las pruebas.

Primer grupo de pruebas: Los OAs fueron agrupados según el tipo de archivo: PDF (15 OAs), DOC (4 OAs) y PPT (29 OAs). Luego los objetos fueron categorizados de acuerdo con dos criterios: el nivel de éxito (alto, medio, bajo), y el valor del OA (alto, medio, bajo). Finalmente se realizaron los siguientes análisis:

- los OAs categorizados, al mismo tiempo, como ‘los más exitosos y menos valiosos’, y como ‘menos exitoso y más valiosos’. El objetivo fue situaciones de inconsistencia.

- los OAs categorizados como ‘medianamente exitoso y medianamente valioso’. El objetivo fue identificar las características del comportamiento general.

Segundo grupo de pruebas: se analizaron los OAs más exitosos, comparando sus niveles de éxito con la cantidad de imágenes, fórmulas, páginas, párrafos y palabras que tenían sus archivos.

Tercer grupo de pruebas: se compararon los OAs con similar nivel de éxito pero con diferentes formatos de archivos.

Los primeros resultados mostraron la necesidad de tener valores dados por algún mecanismo confiable e independiente del ambiente (contexto y autores) para validar los valores calculados. En estas pruebas preliminares nosotros usamos el éxito de los OAs (cantidad de descargas) como referente en los análisis realizados. Pero aunque el éxito del OA da una idea acerca del valor dado al OA por la comunidad éste está fuertemente influenciado por factores del ambiente como autores, tiempo y contexto. Por ejemplo, nosotros podemos encontrar muchos objetos con bajo valor y alto nivel de éxito debido a la reputación de los autores, mientras otros objetos tienen valores altos y bajo nivel de éxito debido al poco tiempo que están disponibles en la plataforma.

Otro indicador erróneo aparece cuando la métrica para evaluar el OA está basada en algún metadato que no puede ser extraído debido al formato específico del tipo de archivo. Con el fin de refinar el corpus del experimento, los OAs en las situaciones descritas anteriormente fueron eliminados, y las pruebas fueron repetidas.

### b.3) Metadatos especificados por el Autor

Aunque las características cargadas por el autor son relevantes, la métrica propuesta (fórmula 4.2) es simple porque la propuesta solo mide el nivel de completitud (cantidad de campos llenados por el autor). La importancia de esta clase de información se basa en la identificación de la necesidad de agregar metadatos a la plataforma.

### b.4) Contexto

Las métricas para medir el valor del contexto de un OA es dado por la fórmula (3). Estos valores son calculados considerando los valores configurados para los grupos y tópicos relacionados al OA. Sin embargo las pruebas realizadas mostraron que la mayoría de los OAs de BOA tenían asociado el grupo del autor (es cual es asignado por defecto si el autor no especifica este metadato), y no tenían información de los temas

tratados por el OA. Ambos son metadatos opcionales que en su mayoría no están siendo brindados por el autor.

Otro de los problemas que aparecieron durante las pruebas fue la diferencia entre el nivel de especificidad en que se cargan los temas en los OAs. Algunos OAs tienen un solo tema por ejemplo, "Introducción a las TICs", mientras que otros tenían varios temas con diferentes niveles de generalidad, por ejemplo: "la informática", "TICs", "programación". Esta diferencia en la forma de especificar el dato afecta la métrica ya que la propuesta considera la cantidad de temas seleccionados por el autor.

### **c) Resultados Preliminares**

Estos resultados preliminares permitieron determinar las condiciones para un próximo testeo completo, además de identificar posibles extensiones para la plataforma y los metadatos los cuales podrían mejorar los resultados. Ellos son:

- Para un testeo completo debe contarse con un conjunto de OAs evaluados por expertos. Dichas evaluaciones permitirían validar los valores calculados mediante las métricas propuestas.
- El testeo preliminar verificó que la reputación de los autores puede sesgar o determinar el valor de las características intrínsecas de los OAs. Por lo tanto, una conclusión es que en el testeo completo se debería aislar la reputación de los autores para poder evaluar otros factores. Por lo tanto, nosotros sugerimos que los OAs deben ser sometidos/cargados por un único y desconocido autor.
- Se identificaron algunos problemas con la antigüedad de los OAs y los autores. Un OA puede tener pocas descargas debido a ser nuevo en la plataforma y no por su calidad. Una situación análoga ocurre con la antigüedad de los autores en la plataforma. Por lo tanto nosotros sugerimos que los OAs usados en las pruebas tengan el mismo tiempo y sean hechos por un mismo y nuevo autor.
- Respecto al resultado de los valores de los contextos, se observó que la forma de capturar de la información de tópicos no es clara, como nuestra propuesta mide la especificidad de los OAs según los tópicos, el valor calculado es afectado. Por lo tanto la plataforma debe ser clara acerca del criterio para capturar este metadato. Una posible solución puede ser usar una taxonomía de los tópicos de los grupos, presentarla como árbol al usuario el cual debe seleccionar los tópicos.
- Las pruebas hechas verificaron que uno de los elementos más importantes en el uso de OAs es la comunidad. Por lo tanto, un valor agregado es el conocer y considerar en más detalle este factor. Por ejemplo el registro de la filiación de los

usuarios que hacen las descargas puede mejorar la estimación del valor de los OAs y del valor de los autores.

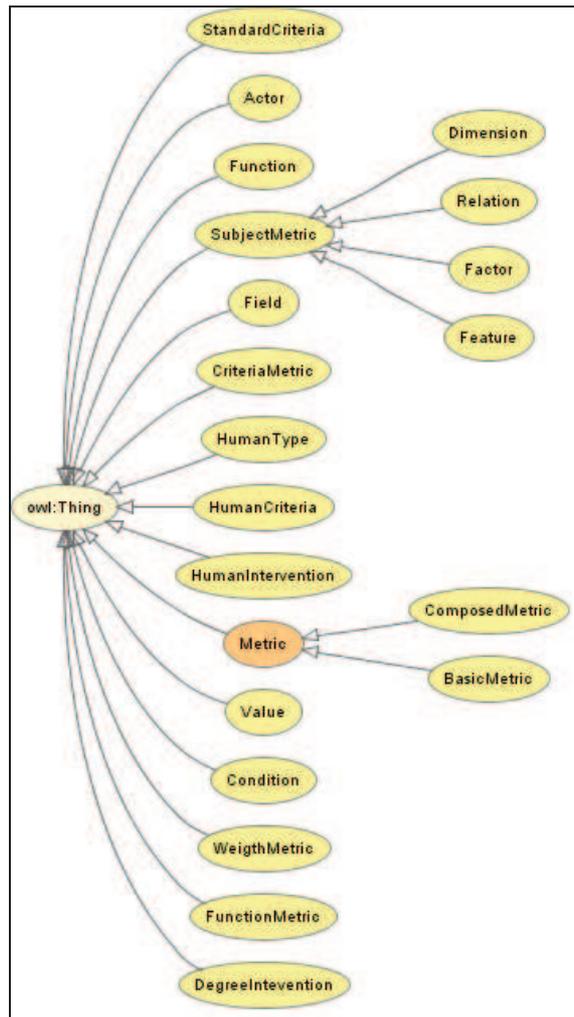
- Agregar objetivos pedagógicos al OA podrían permitir mejorar la medición de la granularidad y portabilidad desde el punto de vista educacional. Por ejemplo, una posibilidad para describir los objetivos pedagógicos es a través de verbos asociados con la Taxonomía de Bloom [58]
- Limitaciones que la herramienta extractora de metadatos pueda tener debe ser considerado. Las herramientas usadas para extraer metadatos que serán usados en el proceso de valoración podrían afectar las conclusiones que se extraigan.

## Capítulo 7: Uso del Modelo SLOE

En la sección 7.1 de este capítulo tiene por objetivo mostrar que el modelo SLOE propuesto permite especificar formalmente evaluaciones con distintos tipos de dificultades, para ello se presentan especificaciones SLOE de modelos evaluativos de OAs de los principales trabajos analizados en capítulos anteriores (trabajos relacionados - Capítulo 4, propuesta de valoración de OAs de BOA - Capítulo 6). En la sección 7.2 se presenta una propuesta de uso del modelo SLOE según una perspectiva de análisis uniforme de los objetos de aprendizaje en la cual se consideran lo tecnológico y lo pedagógico-social de forma holista en el mismo proceso de evaluación pero analizando cada uno de ellos por el eje de contenido, de estructura y de contexto

### ***7.1 Especificación SLOE de Modelos de Evaluación de OAs***

La Figura 7.1 muestra el diagrama de clases de la ontología SLOE generada por la herramienta Protegè utilizada para la implementación de la ontologías, mientras que la Figura 7.2 muestra las relaciones de dicha ontología, las instancias con los individuos correspondientes se muestran en los ejemplos que se presentan en las siguientes secciones.



7.1 Diagrama de Clases de SLOE

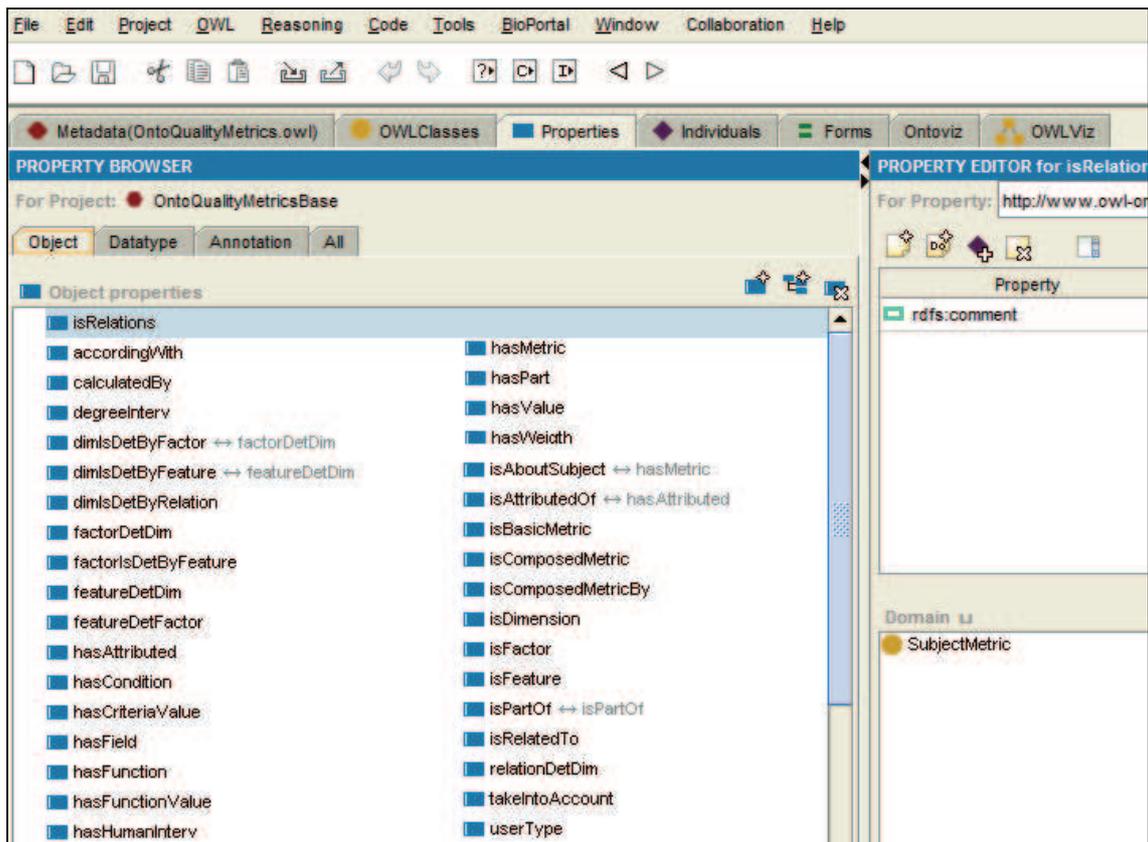


Figura 7.2 Propiedades de la Ontología SLOE

En la sub sección 7.1.1 se presenta la instancia SLOE que especifica el valor de un OA de BOA por concepto de la reputación del autor esta métrica tiene criterios definidos por la propuesta, participación indirecta de usuarios en la evaluación (configuraciones realizadas por administradores) y cálculos basados en métricas auxiliares [[www.fing.edu.uy/inco/grupos/sis/jguzman/OntoBOAValueOFLO.owl](http://www.fing.edu.uy/inco/grupos/sis/jguzman/OntoBOAValueOFLO.owl)]. En la sub sección 7.1.2 se presenta instancias de la ontología SLOE que especifica una serie de métricas del trabajo de Ochoa y Duval [26] basado en dimensiones y relaciones [[www.fing.edu.uy/inco/grupos/sis/jguzman/OntoQualityMetricsOchoaDuval.owl](http://www.fing.edu.uy/inco/grupos/sis/jguzman/OntoQualityMetricsOchoaDuval.owl)]. Finalmente, en la sub sección 7.1.3 se presenta la especificación formal de métricas de la propuesta de Sanz et. Al [27] basadas en factores con uso de estándares y participación de usuarios (evaluadores) [[www.fing.edu.uy/inco/grupos/sis/jguzman/OntoQualityMetricsSanz.owl](http://www.fing.edu.uy/inco/grupos/sis/jguzman/OntoQualityMetricsSanz.owl)].

### 7.1.1 Valor de los Objetos de Aprendizaje de BOA - Reputación de los Autores [4]

El modelo de evaluación de los OA de BOA presentado en el capítulo 6 propone determinar el valor de un OA en función del valor dado por los autores (reputación), por el contexto (granularidad y portabilidad), y por las características intrínsecas al OA (metadatos, completitud y contenido). En particular la métrica que evalúa la reputación del autor está definida en función por el tipo de autor, de la cantidad de objetos que el autor ha publicado, y la cantidad y valor de sus objetos que han tenido éxito (han sido bajados más de K veces). Las fórmulas para calcular esta métrica son las siguientes:

$$(F2) \quad V_{AUTHOR} = V_{AUTHOR\_ACTIVITY} + V_{AUTHOR\_SUCCESS} + V_{AUTHOR\_TYPE}$$

$$V_{AUTHOR\_ACTIVITY} = N_{LO\_PUB}$$

$$V_{AUTHOR\_SUCCESS} = N_{DOWNLOAD} + [ \sum_{i:1..n} V_{LO}(O_i) ] / N_{LO\_PUB}$$

t.q.  $N_{DOWNLOAD}(O_i) > k$  &  $k = 10\%$

N-members

La especificación de cómo es la valoración de la reputación de un autor se presenta a continuación mediante el modelo SLOE.

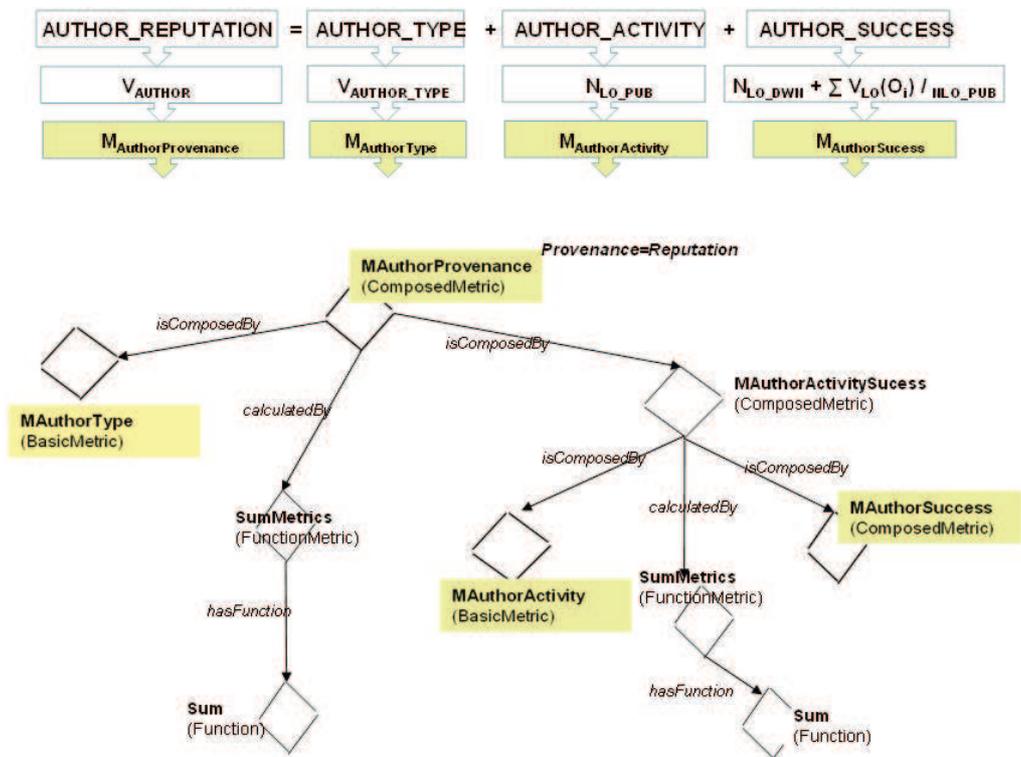


Figura 7.3: Valoración de la Reputación del Autor

Como se muestra en la Figura 7.3, el valor dado por la reputación del autor es una métrica compuesta (*MAuthorProvenance*) calculada por una función *Sum* entre una métrica que obtiene el valor dado por el tipo de autor (*MAuthorType*) y otra métrica *MAuthorActivitySuccess*. Esta última es una métrica compuesta que se calcula con una función *Sum* entre el valor de la actividad del autor (*MAuthorActivity*), y la cuantificación del éxito del autor medido a través de la métrica *MAuthorSuccess*. La Figura 7.4 muestra el diagrama Ontoviz de Protege [25] de la ontología SLOE *MAuthorProvenance* (reputación del autor).

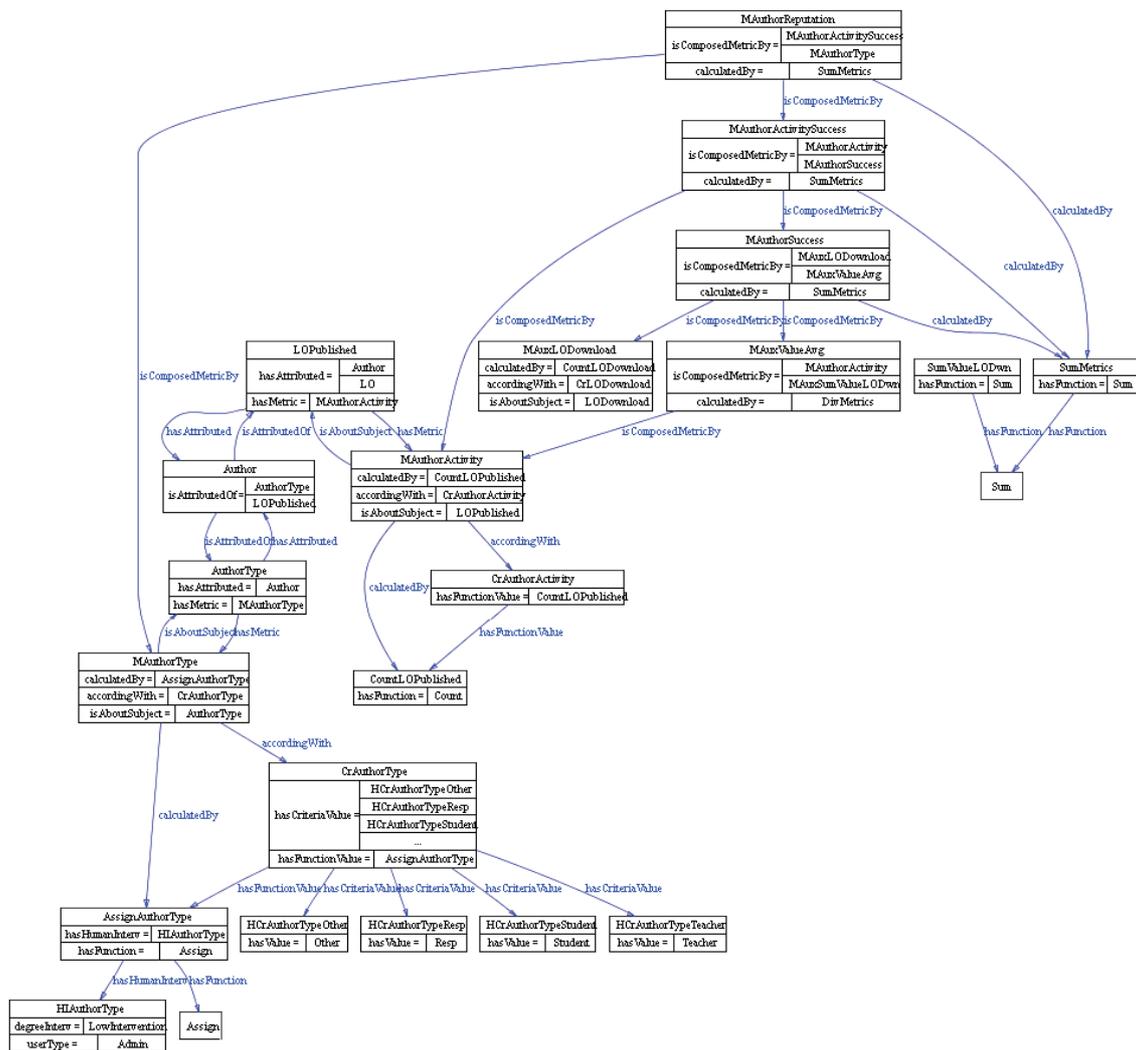


Figura 7.4: Diagrama SLOE de Métrica de valor de la Reputación de un Autor

A continuación se describen las especificaciones SLOE de las métricas para el cálculo del valor dado por la actividad del autor (*MAuthorActivity*) y del valor dado por el éxito del autor (*MAuthorSuccess*). La especificación de la métrica para el cálculo del valor

dato por la reputación del autor fue descrita en el capítulo 5, el cual explica el modelo propuesto y presenta dicha métrica como ejemplo final.

### **Valor por Actividad del Autor (MAuthorActivity)**

La métrica que calcula el valor dado al autor por su actividad es descrita en la Figura 7.5, esta evalúa la cantidad de objetos que el autor tiene publicados, de esa forma se asegura un mínimo de valor por el solo hecho de publicar objetos. La especificación indica que ésta métrica *MAuthorActivity* está definida en base a la propiedad *LOPublished* la cual es una propiedad de los objetos. El criterio de cálculo (*CrAuthorActivity*) indica que el valor es el resultado de un cálculo realizado aplicando la función *Count* a la propiedad *LOPublished*.

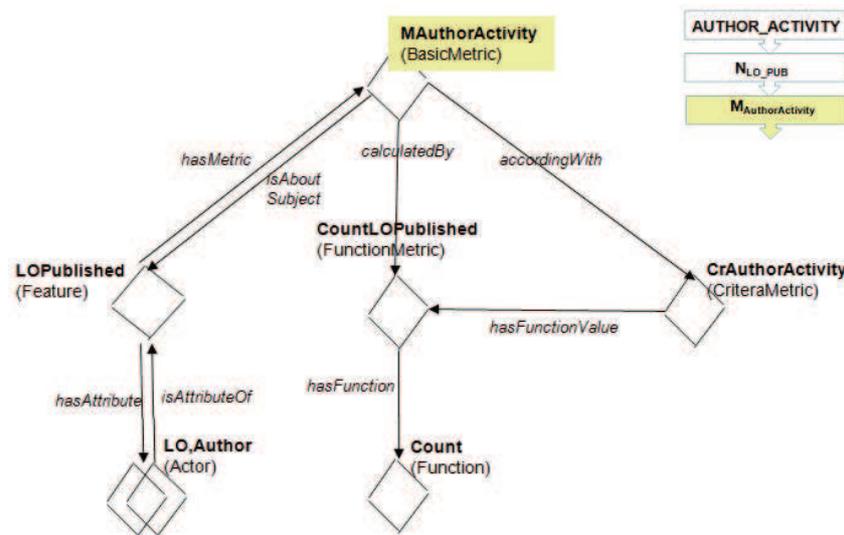


Figura 7.5: Valoración según Actividad del Autor

### **Valor Por Éxito del Autor (MAuthorSuccess)**

Como se ve en la Figura 7.6 el valor estimado del éxito del autor está dado por la suma de dos cálculos intermedios, por un lado la cantidad de veces que alguien uso los objetos del autor (*MAux\_LODownload*) especificado en la Figura 7.7 (a), y por otro una suerte de ‘promedio’ de los valores de los objetos con determinado nivel de éxito (*MAux\_ValueAvg*). Esta última métrica considera la suma de los valores de los objetos exitosos (*MAux\_SumValueLODown*), descrita más adelante, Figura 7.7 (b), promediado con la cantidad de objetos que el autor ha publicado es decir *MAuthorActivity* descrita en el apartado anterior.

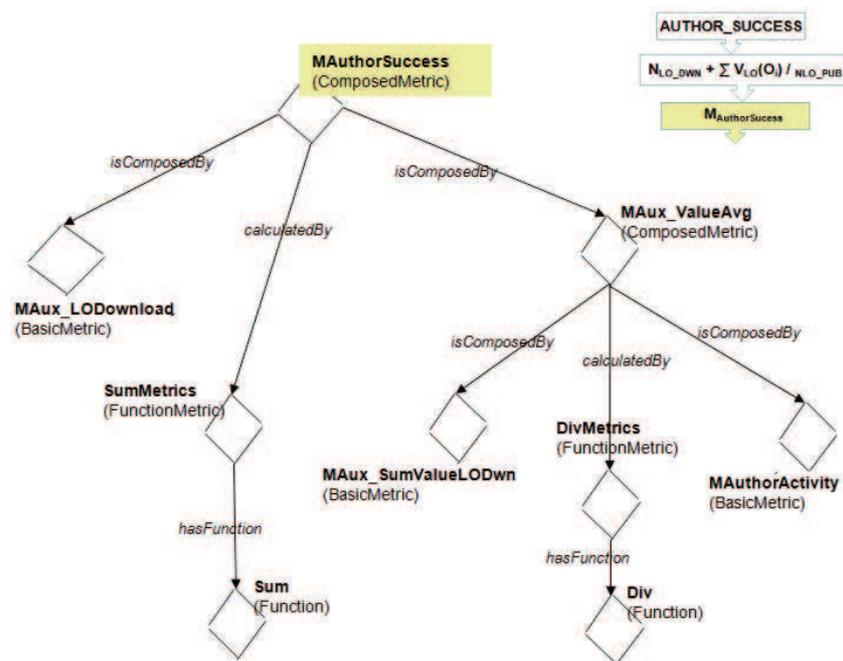


Figura 7.6: Valoración por Éxito del Autor

La Figura 7.7 (a) y (b) muestra la especificación SLOE de las métricas *MAux\_LODownload* y *MAux\_SumValueLODwn* respectivamente. El criterio para calcular *MAux\_LODownload* está representado por el individuo *CrLODownload* e indica que, la métrica es el resultado de aplicar una función (*hasFuntionValue*) llamada *Count* a una relación *LODownload*. Esta relación es una relación entre los actores *LO* y *Users*. Cabe observar que la especificación no describe a *LODownload* como una propiedad del objeto sino como una relación entre el objeto y los usuarios, esto está indicando que a los efectos de la valoración lo importante es el uso o comportamiento del objeto por parte de los usuarios.

Por otra parte, la especificación de la métrica *MAux\_SumValueLODwn*, Figura 7.7 (b), muestra que hay un criterio (*CrSumValueLODwn*) para su cálculo el cual es definido por los autores (*HumanCriteria*) que indica que ante una determinada condición (*MoreThan3Downloads*) se realiza una suma del valor que tenga la relacion *LOValue*. Esta relación está relacionada con los objetos y los usuarios (actores *LO* y *Users*). Cabe recordar que, en el caso de BOA el valor de un objeto varía con el uso que la comunidad haga de él a lo largo del tiempo, por lo cual *LOValue* no se especifica como una propiedad (*feature*) de los objetos sino como una relación que describe comportamiento del entorno en respecto del objeto.

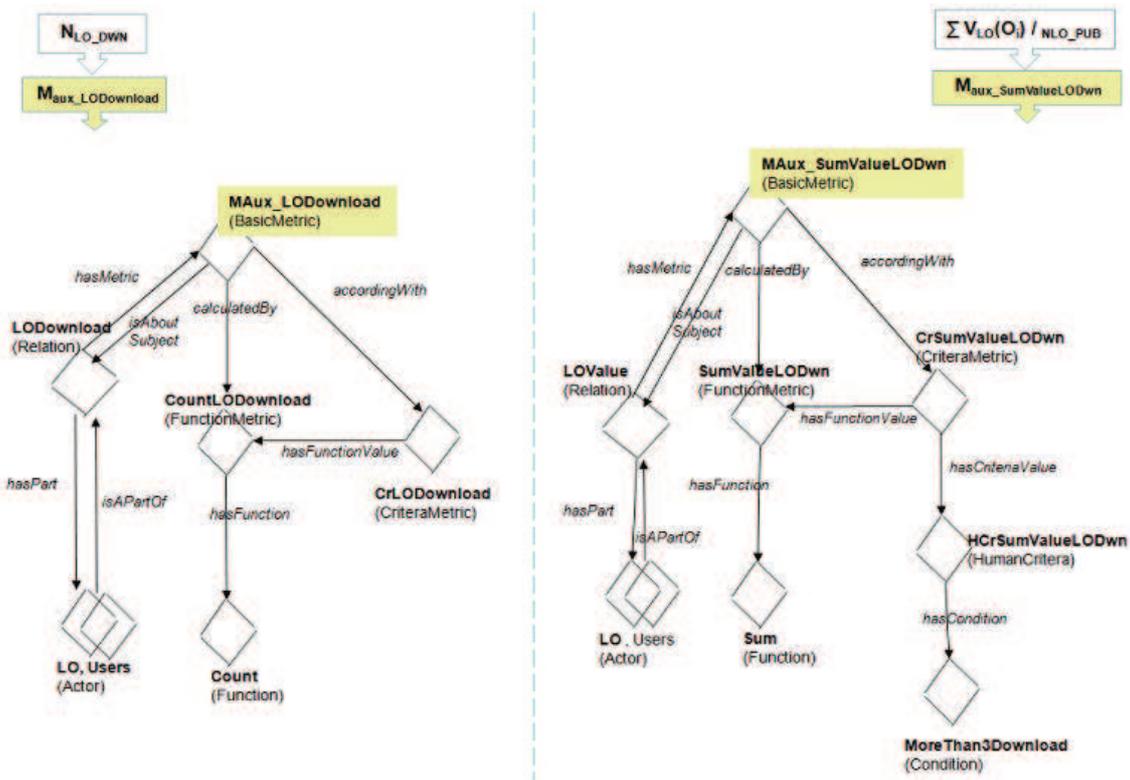


Figura 7.7: Valoraciones auxiliares para la métrica de éxito del autor

Finalmente en la Figura 7.8 se muestra la especificación del valor final que tendrá el objeto por concepto del grado de participación en la autoría que tenga el autor.

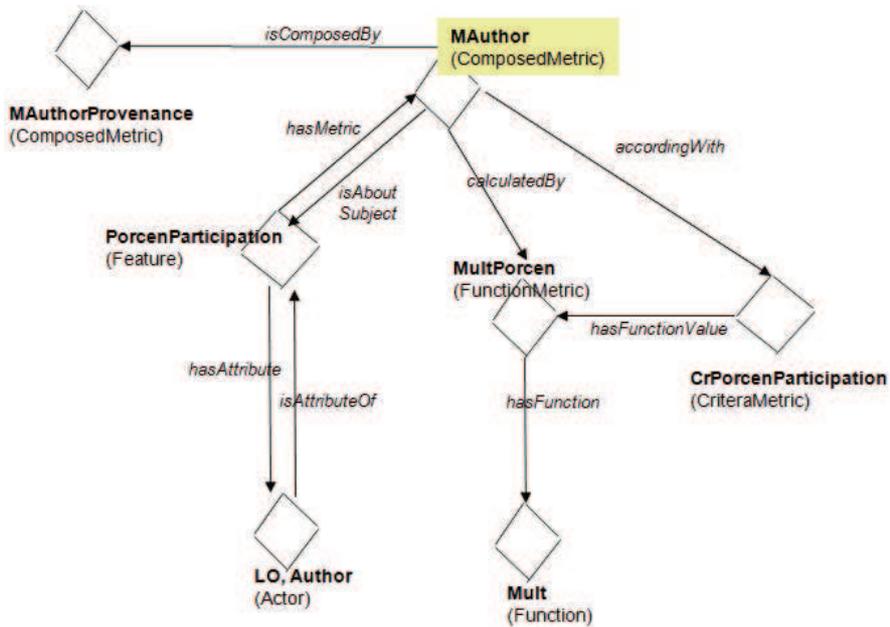


Figura 7.8: Valor del Autor para un determinado OA según su participación en la autoría

## 7.1.2 Especificación de evaluaciones de Ochoa y Duval [26]

Ochoa y Duval en su trabajo “Relevance Ranking Metrics For Learning Objets” proponen una serie de métricas sobre OA basadas en las dimensiones: Tópico, Situación y Usuarios, las cuales fueron descrita en el Capítulo 4. En el presente capítulo se muestra que el modelo SLOE propuesto en este trabajo permite la especificación formal de tales métricas, para lo cual se presenta la especificación SLOE de la métrica “Basic Topical Relevance Metric” relacionada a la dimensión Tópico. Las restantes métricas propuestas en por los autores son similares, por lo tanto su especificación SLOE será similar a la desarrollada en esta sección. La métrica Basic Topical Relevance Metric (BT) se calcula según la siguiente fórmula:

$$BT(O, q) = \sum [ Distancia(q, q_{ant}) * FueSeleccionado(O, q_i) ]$$

Tal que: Distancia = Función de Distancia Semántica,

por ejemplo basada en WordNet.

La Figura 7.9 muestra parte de la ontología SLOE que especifica la métrica BT, la cual es explicada mediante diagramas más detallados mostrados más adelante.

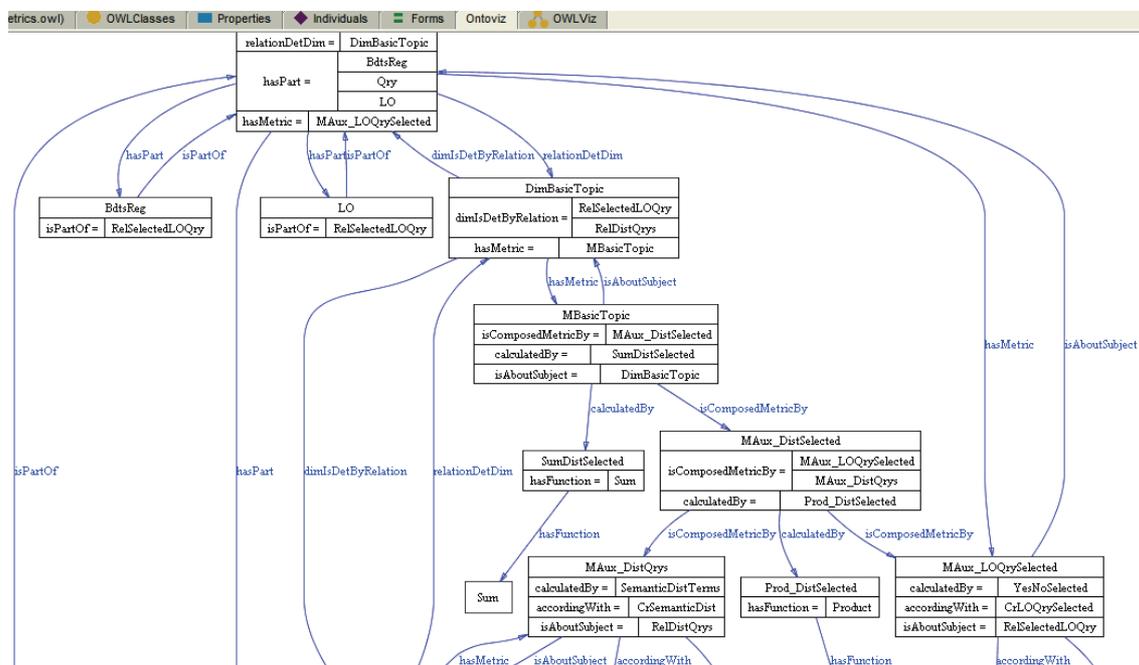


Figura 7.9: Vista Parcial de la ontología SLOE correspondiente a la Métrica BT

El diagrama de la Figura 7.10 muestra la especificación de la métrica BT (*MBasicTopic*), se puede observar que está basada en la dimensión Tópico (*DimBasicTopic*) la cual está determinada por dos relaciones *RelDistQrys* y *RelSelectedLOQrys* (ver Figura 7.9). *MBasicTopic* se calcula como una suma (*SumDistSelected*, *Sum*) sobre la métrica auxiliar *MAuxDistSelected*, la cual es una función *Product* sobre dos métricas auxiliares *MAux\_DistQrys* y *MAux\_LOQrySelected* que son mostradas en detalle en la Figura 7.11

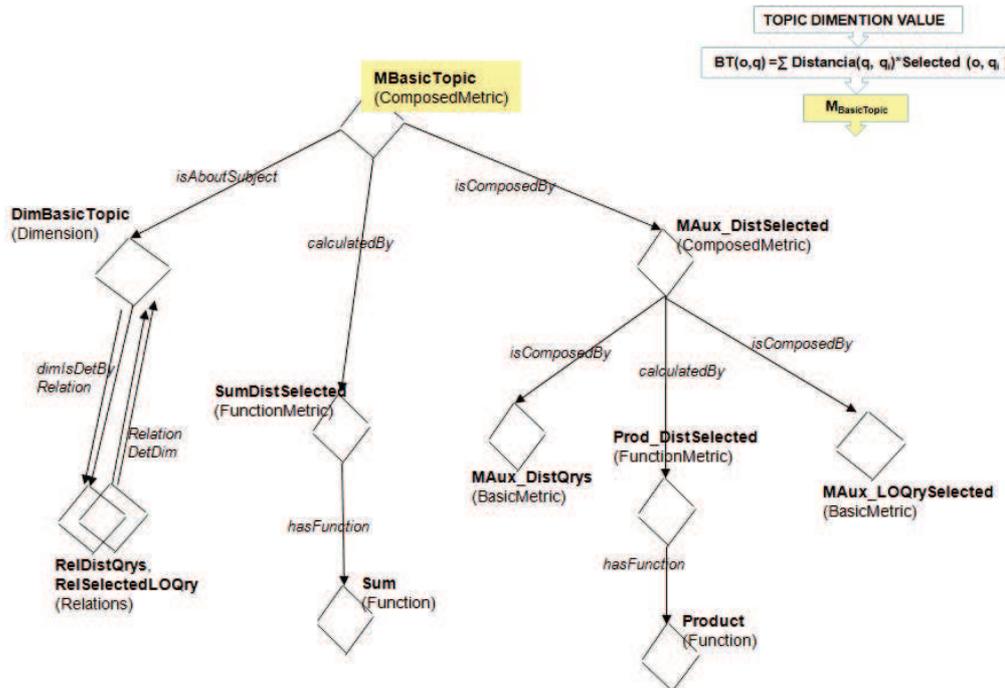


Figura 7.10: SLOE de la Métrica BT (*MBasicTopic*)

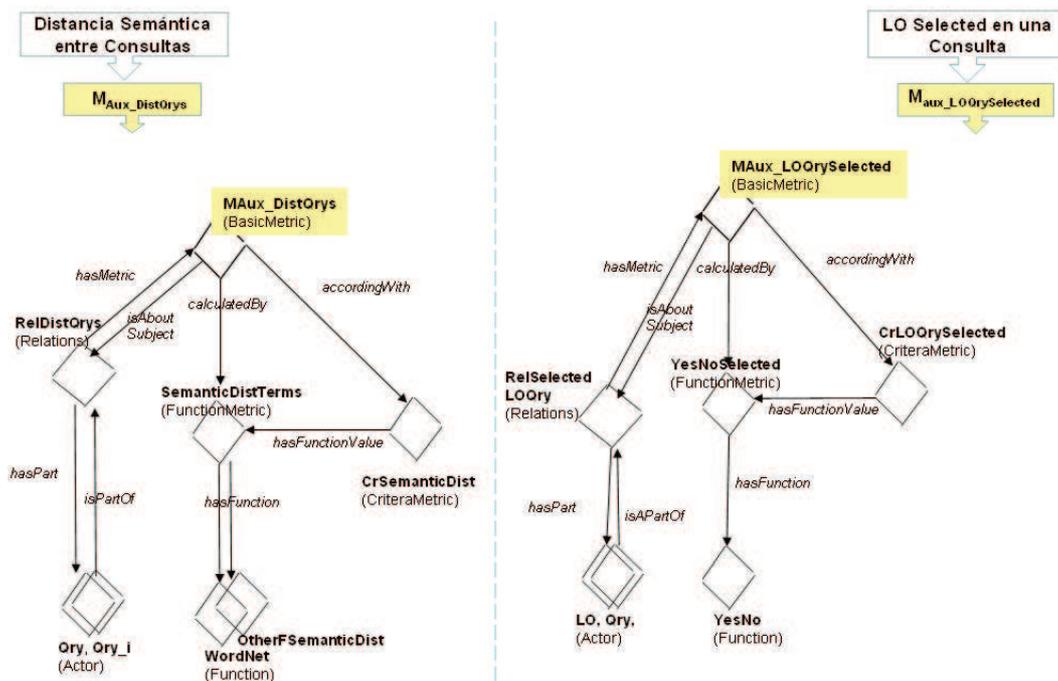


Figura 7.11: SLOE de la Métrica BT (MBasicTopic) - Continuación

La relación *RelDistQrys*, como se puede ver en la Figura 7.11, es una relación entre consultas (*Qqy*, *Qry\_i*). La métrica *MAux\_DistQrys* es acerca (*isAboutSubject*) de dicha relación y se calcula mediante (*calculatedBy*) una función *SemanticDistTerms* la cual tiene asociada una función de cálculo *hasFunction* que puede ser *WordNet* u otras (*OtherFSemanticDist*).

Por otro lado está la relación *RelSelectedLOQrys* sobre la que se basa la segunda métrica auxiliar, *MAux\_LOQrySelected*. En dicha relación están vinculados los actores *LO*, *Qry* y *BdtsReg*. A su vez la métrica es calculada mediante una función *YesNoSelected*.

### 7.1.3 Especificación de evaluaciones de Sanz, Dodero, Sanchez-Alonso [27]

La propuesta de evaluación de OA de Sanz et. al., descrita en el capítulo 4, se basa en la cuantificación de cinco factores deseables en los OA (cohesión, acoplamiento, portabilidad tecnológica, portabilidad educacional, tamaño y complejidad). Cada factor es valorado por expertos según criterios definidos en la propuesta, y luego sumados en forma ponderada en función de la importancia dada a cada factor. En esta sección se muestra la especificación SLOE de la valoración de los factores portabilidad tecnológica y educacional.

La propuesta de los autores, enfocada en el factor portabilidad es la mostrada en las siguientes Figuras 7.12 y 7.13 extraídas de las tablas presentadas en [27]

Technical portability	Description	Value
Very high	The object is based on a technology available on practically all systems and platforms (e.g. html).	5
High	The object is based on a technology available on many systems and platforms (e.g. pdf).	4
Medium	The object is based on a technology that is not available on many systems (i.e. common platform-specific file format).	3
Low	The object is based on a technology that is hardly available on different systems (i.e. uncommon proprietary file formats).	2
Very low	The object is based on a proprietary technology that is not available on many systems (i.e. a specific server technology)	1

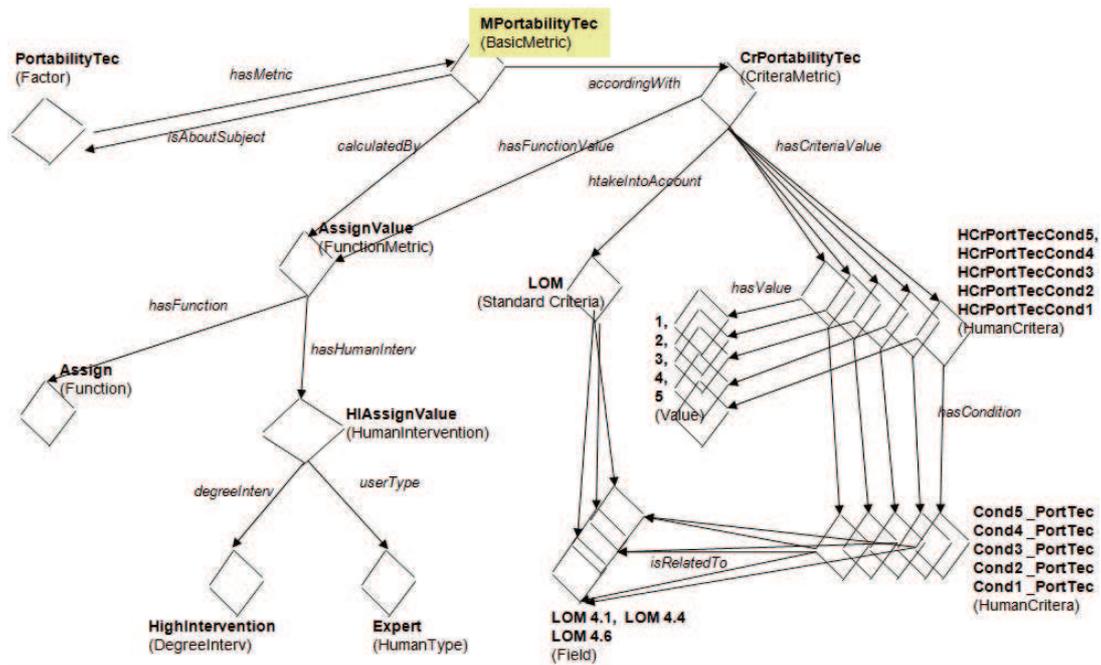
Figura 7.12: Criterios para Evaluar el Factor Portabilidad Tecnológica

Educational portability	Description	Value
Very high	The object is generic, pedagogically neutral and can be used on different educational levels	5
High	The object can be used for several disciplines and educational levels	4
Medium	The object can be used without modifications on a specific area and educational level	3
Low	The object depicts educational dependencies and can be reused with several modifications on a different educational context and level	2
Very low	The object depicts many educational dependencies and can be hardly reused on different educational contexts and levels	1

Figura 7.13: Criterios para Evaluar el Factor Portabilidad Pedagógica

La Figura 7.14 muestra el modelo SLOE para especificar el Valor del factor portabilidad tecnológica ( $PortabilityTec \in Factor$ ) mediante la métrica  $MPortabilitTec$ , la cual está definida de acuerdo a (*accordingWith*) criterios ( $CrPortabilityTec$ ) definidos por los autores (*HumanCriteria*) teniendo en cuenta (*takeIntoAccount*) el estándar LOM ( $LOM \in StandardCriteria$ ). Como se puede observar los valores posibles son del 1 al 5 existiendo un criterio por cada posible valor. Los criterios están basados (*isRelatedTo*)

en campos de LOM (*LOM4.1, LOM4.4, LOM4.6 ∈ Field*). La métrica es calculada mediante la función asignación (*Assign*) la cual requiere la intervención de personas (*HumanIntervention*), en particular un experto (*Expert ∈ HumanType*), el cual tiene un alto grado de intervención (*HighIntervention ∈ DegreeInterv*) en el cálculo.



7.14 Especificación SLOE para la Portabilidad Tecnológica

La Figura 7.15 muestra parte de la ontología SLOE la cual especifica los criterios para los distintos valores que puede tomar la portabilidad tecnológica.

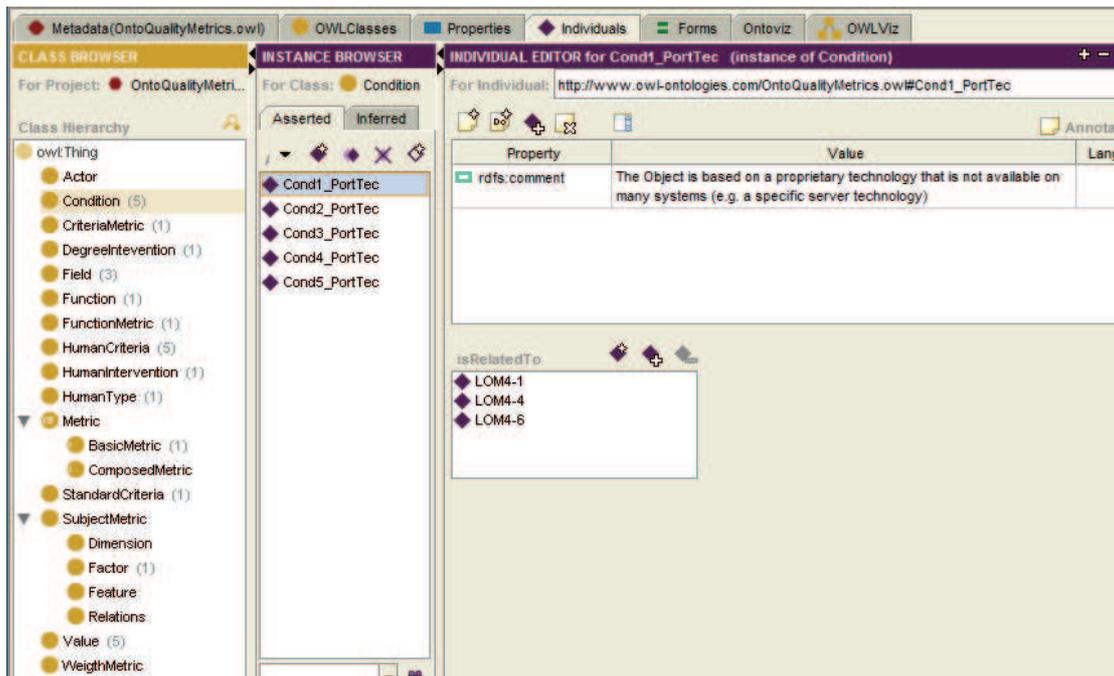


Figura 7.15: Ontología SLOE-Sanz – Criterios para la portabilidad tecnológica

La especificación de la Portabilidad Educativa es muy similar, diferenciándose en los campos LOM tomados como Referencia para los criterios. Es decir en la ontología las instancias de la clase *Field* son: LOM 5-5, LOM 5-6, LOM 5-11 y LOM 9. Mientras que las instancia de la clase *HumanCriteria* son *HCrPortEduCond1* al *HCrPortEduCond5*, y las de *Criteria* son: *Cond1\_PortEdu* al *Cond5\_PortEdu* respectivamente.

De manera similar pueden especificarse las demás métricas propuestas por los autores.

## 7.2 Perspectiva de Análisis de OAs y el Modelo SLOE

Como se vió en los primeros capítulos en el problema de darle valor a un OA se deben analizar los OAs desde una perspectiva tecnológica así como desde una perspectiva socio-pedagógica identificando de esta forma los factores y características relevantes en la valorización de los objetos de aprendizaje en una determinada realidad

El análisis de los OAs a partir de sus características tecnológicas y pedagógicas así como en estructurales y de contenido aparece con frecuencia en trabajos actuales como los de Sanz et. al [27]. Nosotros proponemos considerar un tercer grupo de características, las relacionadas al 'Contexto', las cuales describirían cómo se vincula el objeto de aprendizaje con su entorno. Considerando los tres ejes (estructural, de contenido y de contexto) de manera uniforme se obtendrá una visión holística del

problema más completa que permitirá analizar de manera uniforme los impactos que tienen las distintas características entre sí desde el punto de vista tecnológico y desde el punto de vista pedagógico.

En cuanto al modelo SLOE este puede ser usado de tal forma de mantener el enfoque pedagógico y tecnológico basado en las características que describen la estructura, el contenido y el vínculo de los OAs con su entorno (contexto). Las características de contexto en general van a estar especificadas mediante individuos de la clase *Relation* o de la clase *Dimention* según el nivel de abstracción de la propuesta evaluativa, mientras que las características de contenido y de estructura pueden ser representadas mediante la clase *Features*.

### Ejemplo de análisis del factor ‘Complejidad’

A continuación se explica cómo sería el análisis del factor complejidad de un OA considerando la visión holística propuesta anteriormente, para ello simplificaremos el ejemplo considerando algunas características de los OAs.

En una realidad donde se establece el factor complejidad como determinante en el valor de los OAs (los objetos tienen más valor cuanto más simples son) la Tabla 7.3 muestra un posible análisis del factor complejidad realizado según las perspectivas tecnológica y pedagógicamente analizadas en función de algunas características de su estructura, contenido y del contexto.

	<b>Estructura</b>	<b>Contenido</b>	<b>Contexto</b>
<b>Visión Tecnológica</b>	- Formato - Duración	- Palabras - Páginas - Imágenes	- Herramientas - Plataforma -Tipo de Curso (ej: a distancia, semi presencial)
<b>Visión Pedagógica</b>	- Nivel de Agregación (según definición que se maneje)	- Imágenes - Densidad semántica	- Tipo de Curso - Duración - Perfil de usuario

Tabla 7.3: análisis del factor complejidad

En el ejemplo mostrado en la tabla anterior el ‘*nivel de agregación*’ se entiende en función de una estructura organizativa que puede realizarse entre los temas que trata un OA, por ejemplo el índice del contenido del OA. Bajo esta concepción el ‘*nivel de agregación*’ es una característica de naturaleza estructural y pedagógica. En general

algunas características tienen una naturaleza clara, por ejemplo el *formato* es una característica netamente estructural relativa al aspecto tecnológico del objeto, así como las *herramientas* y *plataforma* son características tecnológicas relativas al contexto. La *densidad semántica*, en el entendido de la definición dada por LOM, es una característica del contenido del objeto analizado desde el punto de vista pedagógico, y a su vez depende de las características cognitivas del usuario, las cuales en el ejemplo son representadas por el *perfil de usuario*.

Por otro lado, considerando el contenido del objeto, en el ejemplo se muestran elementos del mismo que describen aspectos tecnológicos del objeto (palabras, páginas, imágenes), los cuales también podrían determinar el valor del objeto desde el punto de vista pedagógico. Por ejemplo, la cantidad de palabras es una característica que puede utilizarse para medir el tamaño de un objeto en un sentido tecnológico, también es usado con frecuencia (como se vio en trabajos relacionados) como un indicador del valor del objeto en general (pedagógico y tecnológico). Así mismo las *imágenes*, en general, en un OA tienen asociada algún tipo de información a transmitir por lo tanto es una característica que puede ser vista tecnológicamente o pedagógicamente, como se utilizó en la propuesta BOA presentada en el capítulo 6.

Puede observarse que en general las características relacionadas a aspectos tecnológicos están más desacopladas entre sí, mientras que las pedagógicas pueden depender de múltiples aspectos o características.

En resumen a partir de este tipo de análisis se desprenden las principales relaciones, propiedades y actores que describen a los objetos de aprendizaje en una determinada realidad. Así como también se puede expresar el valor de los OAs en base a dimensiones como la pedagógica, tecnológica, contextual, etc.

### **Uso de SLOE en el Ejemplo**

A continuación se describe cómo utilizar el modelo SLOE en base al tipo de análisis propuesto utilizando el ejemplo que se viene analizando (valor de los OAs determinado por la complejidad). Para acotar el problema se va a trabajar sobre el análisis pedagógico del objeto, siendo similar la utilización para la visión tecnológica del objeto.

En base al análisis del objeto realizado anteriormente, el valor pedagógico del objeto podría expresarse en función del valor del contexto pedagógico ( $M_{\text{CONTEXTOPEDAGOGICO}}$ ), del contenido pedagógico ( $M_{\text{CONTENIDOPEDAGOGICO}}$ ) y de la estructura pedagógica ( $M_{\text{ESTRUCTURAPEDAGOGICA}}$ ).

La Figura 7.16 muestra un diagrama SLOE en el cual se especifica una posible forma de llegar al valor  $M_{\text{CONTEXTOPEDAGOGICO}}$  de acuerdo a la Tabla 7.3, es decir en función del perfil de usuario, el tipo de curso y la duración. Para simplificar consideramos que el perfil del usuario está determinado por el tipo de usuario. Como se puede observar en la figura, se propone valorizar el contexto pedagógico, métrica de tipo compuesta ( $M_{\text{ContextoPedagogico}}$ ), aplicando una función ( $Func_{TU\_TC\_D}$ ) a tres métricas básicas que calculan los valores por: tipo de curso ( $VTipoCurso$ ), tipo de usuario ( $VTipoUsuario$ ) y Duración ( $VDuracion$ ).

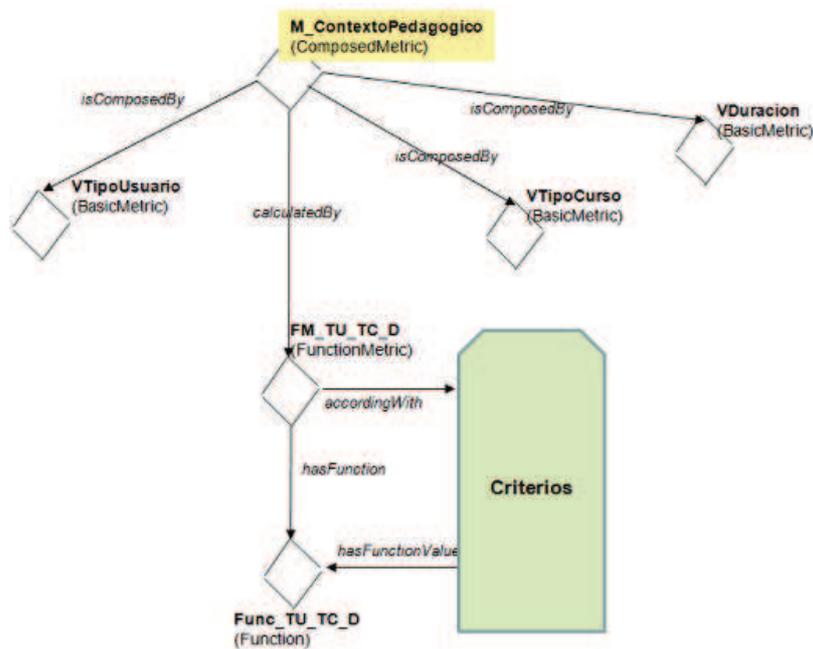


Figura 7.16: Métrica del Contexto Pedagógico de un OA

La Figura 7.17 muestra la valoración del tipo de curso, métrica  $VTipoCurso$  definida en base a la propiedad  $TipoCurso \in Feature$ . La función de cálculo utilizada es  $Func_{TC}$  y los criterios a aplicar se pueden expresar mediante la componente  $Criterios$  descrita en el capítulo 5.

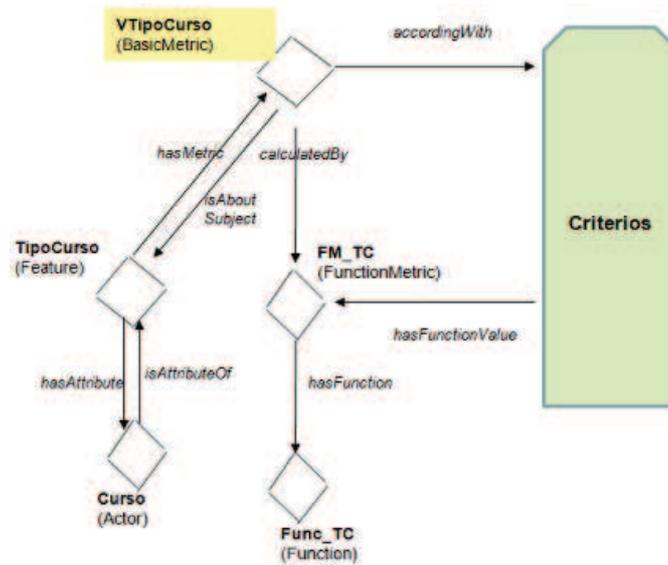


Figura 7.17: Métrica sobre del Tipo de Curso

Las valorizaciones por tipo de usuario (VTipoUsuario) y por duración (VDuracion) se pueden especificar usando SLOE de manera similar.

En cuanto al valor dado por contenido pedagógico del objeto, éste se puede especificar usando SLOE en forma similar al contexto pedagógico teniendo en cuenta las características de la Tabla 7.3. La Figura 7.18 muestra una especificación donde *MContenidoPedagogico* es una métrica compuesta basada (función de cálculo *Func\_DS\_I*) en el valor dado por la densidad semántica de contenido (*VDensidadSem*) y el valor dado por las imágenes que se encuentran en el contenido del objeto (*Vimagenes*).

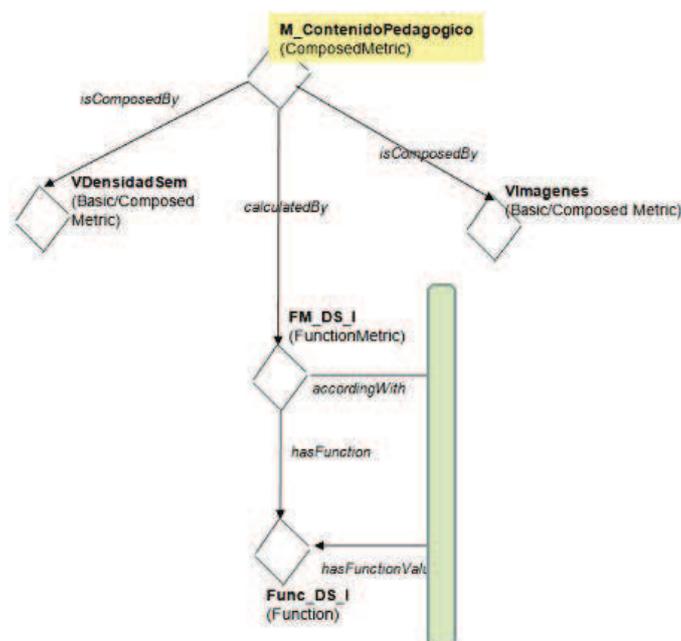


Figura 7.18: Métrica del Contenido Pedagógico de un OA

El valor dado por las imágenes que contiene el objeto se podrá especificar de forma similar a las anteriores. En cuanto a la densidad semántica, ésta se podría especificar como una métrica compuesta que combine el valor de una propiedad (*Feature*) *densidad semántica* del OA y el valor dado por el tipo de usuario *VTipoUsuario*, el cual fue usado en el cálculo de *MContextoPedagogico*. También podría definirse la densidad semántica como una métrica simple basada en una relación entre el OA y el usuario (perfil de usuario o tipo de usuario), como se muestra en la Figura 7.19.

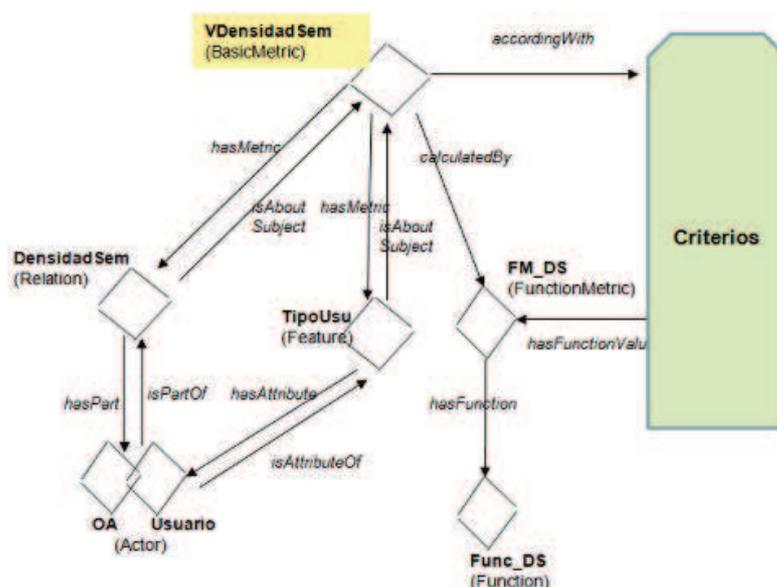


Figura 7.19: Métrica sobre Densidad Semántica

El valor pedagógico asociado a los aspectos estructurales es similar a los anteriores.

Se puede observar que el valor de un objeto en función de la complejidad del mismo también puede ser expresado en base al factor complejidad directamente, en forma similar a los ejemplos de uso de la clase *Factor* descritos en el capítulo 5, la diferencia entre ambos tipos de especificaciones está dada por el nivel de abstracción de la propuesta de evaluación que se quiera especificar.

En resumen, a partir de un análisis del tipo propuesto en esta sección se llega a una visión holística del objeto de aprendizaje donde quedan en evidencia la naturaleza de las características de los objetos, las dependencias entre ellas y su aporte al valor pedagógico y/o tecnológico, aspectos que se pueden especificar usando el modelo SLOE.

## Capítulo 8: Conclusiones Y Trabajos Futuros

En este trabajo se analiza el problema de valorar los OAs a través de un exhaustivo estudio de modelos de evaluación de OAs, llegando a que:

- Los objetos de aprendizaje deben ser analizados y evaluados dentro de un contexto de enseñanza, con objetivos pedagógicos donde las preferencias y necesidades de los usuarios juegan un rol esencial.
- Es necesaria la utilización de metadatos y estándares capaces de describir los OA considerando el punto anterior.
- La tendencia actual en cuanto a repositorios, y propuestas de evaluación consideran el rol de la comunidad como un elemento relevante no solo por el aspecto de percepción relacionado a la valoración de los OAs, sino por ser en última instancia el que puede decir si un OA cubre o no sus necesidades.

El análisis del problema de valorar objetos de aprendizaje fue profundizado mediante un caso de estudio. Se propuso un modelo evaluativo para los Objetos de Aprendizaje del repositorio BOA. Se analizó el repositorio BOA y se llegó a una propuesta para valorar sus objetos que considera: a la comunidad (administradores, autores, usuarios finales), el contexto (perfil de usuarios finales, temas), las propiedades intrínsecas de los OAs (tamaños, formatos), y la completitud de los metadatos.

Del relevamiento y análisis de los modelos evaluativos existentes, y de la experiencia del caso de estudio BOA, se llegó a una perspectiva de análisis uniforme de los OAs en la cual se consideran tres grupos de características: Estructurales, del Contenido y de las relaciones de los OAs con el Contexto en un sentido amplio, es decir incluyendo objetivos y usuarios. Además de analizarlas tanto desde el punto de vista tecnológico como desde el punto de vista pedagógico.

También se concluye que los trabajos y proyectos actuales relacionados a repositorios de OAs reconocen la necesidad tener algún tipo de valoración de sus objetos y utilizan algún proceso evaluativo. Esto sumado a la tendencia actual a trascender la propia comunidad, buscando y compartiendo OAs más allá de un repositorio particular, hace que la propuesta realizada en este trabajo, la especificación formal de los modelos evaluativos, sea un aporte valioso.

El modelo SLOE no solo es un aporte, que consideramos valioso, en cuanto a especificar los conceptos, criterios y características de las evaluaciones propuestas,

sino que al ser un modelo ontológico es una especificación formal y automatizable. De esta forma se podrá buscar no solo OAs de calidad sino que se podrá garantizar que dicha calidad esta medida según criterios de interés del usuario final. Logrando así favorecer la reutilización y la integración de OAs de calidad.

Se mostró que el modelo SLOE permite la especificación de una gran variedad de métricas analizadas en los trabajos relacionados. Las métricas especificadas mediante SLOE fueron seleccionadas de tal forma que cubrieran la diversidad de situaciones identificadas. Además también se especificó la propuesta de valoración de los OAs de BOA con SLOE.

La principal limitación que tiene el modelo SLOE es que no se realizaron pruebas experimentales que utilizaran las ontologías SLOE que describieran alguna propuesta de valoración. Otro aspecto que no se llevó a cabo fue el testeado completo de la propuesta para valorar los OAs de BOA. En cuanto al análisis del problema, éste se realizó centrado en los objetos de aprendizaje, pero aunque se dio principal importancia al aspecto pedagógico, no se analizaron los temas relacionados al proceso de aprendizaje. Por ejemplo, no se profundizó sobre los estándares del consorcio IMS. Quedó fuera del alcance del trabajo lo relacionado a la generación de OAs.

## **Trabajos Futuros**

Un trabajo interesante es continuar es el testeado y refinamiento de la propuesta de valorizar los OAs de BOA.

Una línea de trabajo interesante de continuar es la utilización efectiva de la ontología SLOE en búsquedas que consideren los criterios de evaluación como parte de los parámetros de búsqueda. Además de llevar el problema anterior al contexto de publicaciones abiertas de OAs.

Repositorios que publiquen en forma abierta no solo sus objetos de aprendizaje sino la descripción de los modelos evaluativos que utilizan, promoviendo de esta forma la reutilización de sus OAs.

Ampliar el trabajo realizado llevando el análisis al proceso de aprendizaje, los estilos cognitivos y el diseño instruccional.

## Referencias

- [1] Frondizi R. (Ed). (1992). *¿Qué son los valores? : Introducción a la Axiología*. 3era. Ed., Breviarios del Fondo de Cultura Económica.
- [2] Bolsa de Objetos de Aprendizajem (BOA): <http://vemaprender.net>  
Última visita 23/10/2012
- [3] Jacqueline Guzmán, Regina Motz (2012). "A Review of Learning Object Quality Factors". Proceedings (pp 258-267). 3er Congreso de Calidad y Accesibilidad de la Formación Virtual. CAFVIR 2012
- [4] Jacqueline Guzman, Regina Motz, Alberto Rodrigues da Silva. "Valuing Learning Objects inside a Community". *Handbook of Research on Enterprise 2.0: Technological, Social, and Organizational Dimensions*, 2012, IGI Global.
- [5] LTSC (Learning Technology Standads Committee): <http://www.ieeeltsc.org>  
Última visita 23/09/2012
- [6] Wiley, D. A. (2002). "Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy". In D. A. Wiley (Ed.), "The instructional use of learning objects" (pp. 3-23). Bloomington, IN: Tichenor.
- [7] ARIADNE: [www.ariadne-eu.org/](http://www.ariadne-eu.org/)  
Última visita 08/11/2012
- [8] Educational Software Components to Tomorrow (ESCOT):  
<http://ctl.sri.com/projects/displayProject.jsp?Nick=escot>  
Última visita: 15/10/2012
- [9] MERLOT: <http://www.merlot.org/merlot/index.htm>  
Última visita 23/10/2012
- [10] Canabal, M., Sarasa, A., Sacristán, J.C.: LOM-ES (2008). "Un perfil de aplicación de LO" Sitio Web: [http://www.educaplan.org/documentos/lom-es\\_v1.pdf](http://www.educaplan.org/documentos/lom-es_v1.pdf)  
Visitado: 05/04/2011
- [11] Vicente, Motz, Llamas, Caeiro (2011). "LOM4CE: LOM For The Content Ecosystem". Frontiers in Education Conference (FIE) (pp T2E-1 - T2E-2).
- [12] Willey, D. (2000) "Learning Object design and sequencing theory", PhD Thesis, Brigham Young University
- [13] Dublin Core Standard: <http://www.dublincore.org/>

- [14] Learning Object Metadata (LOM) del LTSC:  
[http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM\\_1484\\_12\\_1\\_v1\\_Final\\_Draft.pdf](http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM_1484_12_1_v1_Final_Draft.pdf)  
Última visita 12/11/2012
- [15] IMS Global Learning Consortium: <http://www.imsglobal.org>
- [16] IMS Content Packaging : <http://www.imsglobal.org/content/packaging/>
- [17] IMS Simple Sequencing :  
<http://www.imsglobal.org/simplesequencing/index.html>
- [18] IMS Learning Design: <http://www.imsglobal.org/learningdesign/>
- [19] IMS Question & Test Interoperability Specification:  
<http://www.imsglobal.org/question/>  
Última visita 23/10/2012
- [20] Ochoa X. & Duval E. (2006). "*Quality Metrics for Learning Object Metada*". World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications 2006, pp. 1004-1011
- [21] Gruber, T.R. (1993) "*Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing*". Int. Workshop on Formal Ontology in Conceptual Analysis. Pádua 1993.
- [22] Web Ontology Language (OWL): <http://www.w3.org/TR/owl-ref/>  
Última visita 23/10/2012
- [23] Resource Description Framework RDF:  
<http://www.w3.org/TR/2004/REC-rdf-concepts-20040210/>  
Última visita 23/10/2012
- [24] RDF–Schema: <http://www.w3.org/TR/2004/REC-rdf-schema-20040210/>  
Última visita 23/10/2012
- [25] Protegè: <http://protege.stanford.edu/>  
Última fecha de visita: 05/10/2012
- [26] Ochoa X., Duval E. (2008). "*Relevance Ranking Metrics for Learning Objects*". IEEE Transactions on Learning Technologies, Vol. 1(1), pp. 34-48.
- [27] Sanz J., Doderó J. M., Sanchez-Alonso S. (2009). "*A Preliminary Analysis of Software Engineering Metrics-based Criteria for the Evaluation of Learning Objects Reusability*". In iJET, Vol 4.
- [28] Meyer M., Hannappel A., Rensing C., Steinmetz R. (2007). "*Automatic Classification of Didactic Functions of e-Learning Resources*". In Proceedings of 15th international Conference on Multimedia (pp 513-516). Augsburg, Germany: ACM

- [29] Web Content Accessibility Guidelines (WCAG):  
<http://www.w3.org/WAI/intro/wcag.php>  
 Última visita 23/10/2012
- [30] Brajnik G., Lomuscio R. (2007). “SAMBA: a Semi-Automatic Method for Measuring Barriers of Accessibility”. ASSESTS’07, Proceedings of the 9th international ACM SIGACCESS conference on Computers and Accessibility. Pages 43-50.
- [31] Brajnik G.  
[http://sole.dimi.uniud.it/~giorgio.brajnik/projects/bw/bw.html#nv\\_d7e325](http://sole.dimi.uniud.it/~giorgio.brajnik/projects/bw/bw.html#nv_d7e325).  
 Visitado 07/09/2012
- [32] Haifeng Man, Qun Jin (2010). “Putting adaptive granularity and rich context into learning objects”. Proceeding, ITHET’10 Proceedings of the 9th international conference on Information technology based higher education and training. (pp 140-145)
- [33] Willey, D. (2000). “Learning Object design and sequencing theory”, PhD Thesis, Brigham Young University
- [34] Tankeleviciene and Damasevicius (2009). “Towards a conceptual model of learning context in e-learning”. In Proceedings of ICALT’09, pages 645–646.
- [35] Downes Stephen (2003). “Design and Reusability of Learning Objects in an Academic 4 Context: A New Economy of Education?”. United States Distance Learning Association (USDLA) Journal. January 2003, Vol 17: Nro 1.  
[http://www.usdla.org/html/journal/JAN03\\_Issue/article01.html](http://www.usdla.org/html/journal/JAN03_Issue/article01.html)
- [36] Plodzien J., Stemposz E., Stasiecka A., (2006) "An approach to the quality and reusability of metadata specifications for e-learning objects".  
 Online Information Review, Vol. 30 Iss: 3, pp.238 - 251
- [37] Wiley, D. (2004) “The Reusability Paradox”.  
 Connexions Web site <http://cnx.org/content/m11898/1.18/>  
 Apr 20, 2004.  
 Última visita 23/10/2012
- [38] South, J. B. & Monson, D. W. (2000). A university-wide system for creating, capturing, and delivering learning objects. In D. A. Wiley (Ed.), *The Instructional Use of Learning Objects: Online Version*. Retrieved 02/04/2011 from the World Wide Web: <http://reusability.org/read/chapters/south.doc>
- [39] Wolpers M., Naijar J., Verbert K. Duval E. (2007) “Tracking actual usage: the attention metadata approach”. Educational Technology and Society, volume 10, issue 3, pages 106-121.

- [40] Sanz R.(2010). “*Evaluación Apriorística de la Reusabilidad de los Objetos de Aprendizaje*”. Tesis Doctoral  
<http://dbspace.uah.es/dbspace/handle/10017/8715>
- [41] eLERA: <http://www.elera.net>  
 Última fecha de visita: 17/01/2012  
 eLERA: <http://209.87.56.111/drupal>  
 Última fecha de visita: 11/09/2012
- [42] LORI: <http://elera.net/eLera/Home/Articles/LORI%201.5.pdf>  
 Última fecha de visita: 17/01/2012  
<http://smithsite.wikispaces.com/file/detail/LORI%25201.5.pdf/>  
 Última fecha de visita: 11/09/2012
- [43] Leacock, T. L., & Nesbit, J. C. (2007). “*A Framework for Evaluating the Quality of Multimedia Learning Resources*”. *Educational Technology & Society*, 10 (2), 44-59.
- [44] Eccles, J.S. y Wigfield, A. (2002). “*Motivational beliefs, values and goals*” *Annual Review of Psychology*, 53, 109-132.
- [45] Dodero et al. 2004, Dodero, J. M., Fern\_andez, C. & Sicilia, M. A. (2004), ‘*On the use of the choquet integral for the collaborative creation of learning objects*’. *Computing and Informatics* 23, 1001-1013
- [46] Meder (1999) N.:Didaktische Ontologien. Globalisierung und Wissensorganisation: Neue aspekte fur Wissen, Wissenschaft und Informationssysteme, 2000, 401-416.
- [47] OpenCourseWare: <http://ocw.mit.edu/index.htm>  
 Última fecha de visita: 12/11/2012
- [48] Duval E. (2005). “*LearnRank: The Real Quality Measure for Learning Materials*”. In *Policy and Innovation in Education-Quality Criteria*. European Schooet, chapter, pp. 457-463
- [49] Yen Neil Y., Timothy K. Shih, Louis R. Chao, and Qun Jin (2010). “*Ranking Metrics and Search Guidance for Learning Object Repository*”. *IEEE Transactions on Learning Technologies* 2010, Vol. 3, (pp 250-264).
- [50] Cechinel C., Salvador Sánchez-Alonso (2011). “*Analyzing Associations between the Different Ratings Dimensions of the MERLOT Repository*”. *Interdisciplinary Journal of E-Learning and Learning Objects*.
- [51] Blumenstock J. E. (2008). “*Size Matters: Word Count as a Measure of Quality on Wikipedia*”. In *WWW’08 Proceeding of the 17th international conference on World Wide Web*.

- [52] Christian Bizer (2009). *"The Emerging Web of Linked Data"*. IEEE Intelligent Systems 24 (5): 87-92 (2009)
- [53] Guzman J., Motz R., Rodrigues da Silva A. (2011) *"Hacia la Publicación Abierta de Objetos de Aprendizaje"*. Proceedings of VI Congresso Ibero-americano de Telemática (CITA 2011), Gramado RS (Brasil).
- [54] Dinis P., Rodrigues da Silva A. (2007) *"Design Experiences with the Learning Objects Board System"*. Proceedings of the 40th of Hawaii International Conference on System Sciences.
- [55] Dinis P., Rodrigues da Silva A. (2009). *"Application Scenarios for the Learning Objects Pool"*. In Journal of Universal Computer Science, 15(7) (pp 1455-1471).
- [56] <http://isg.inesc-id.pt/BOA-GPI>  
Última fecha de visita: 23/10/2012
- [57] <http://isg.inesc-id.pt/BOA>  
Última fecha de visita: 23/10/2012
- [58] Anderson, L.W., & D. Krathwohl (Ed.) (2001). *"A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing: a Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives"*. Longman, New York.

## Anexo BOA-SLOE

Este anexo muestra la utilización del modelo ontológico SLEO en la descripción del proceso de valoración de los objetos de aprendizaje de BOA. La ontología BOA-SLOE que describe dichas evaluaciones [[www.fing.edu.uy/inco/grupos/sis/jguzman/OntoBOAValueOFLO.owl](http://www.fing.edu.uy/inco/grupos/sis/jguzman/OntoBOAValueOFLO.owl)] está desarrollada con Protegè 3.4.7.

La Figura A.1 muestra las clases y relaciones existentes en la ontología.

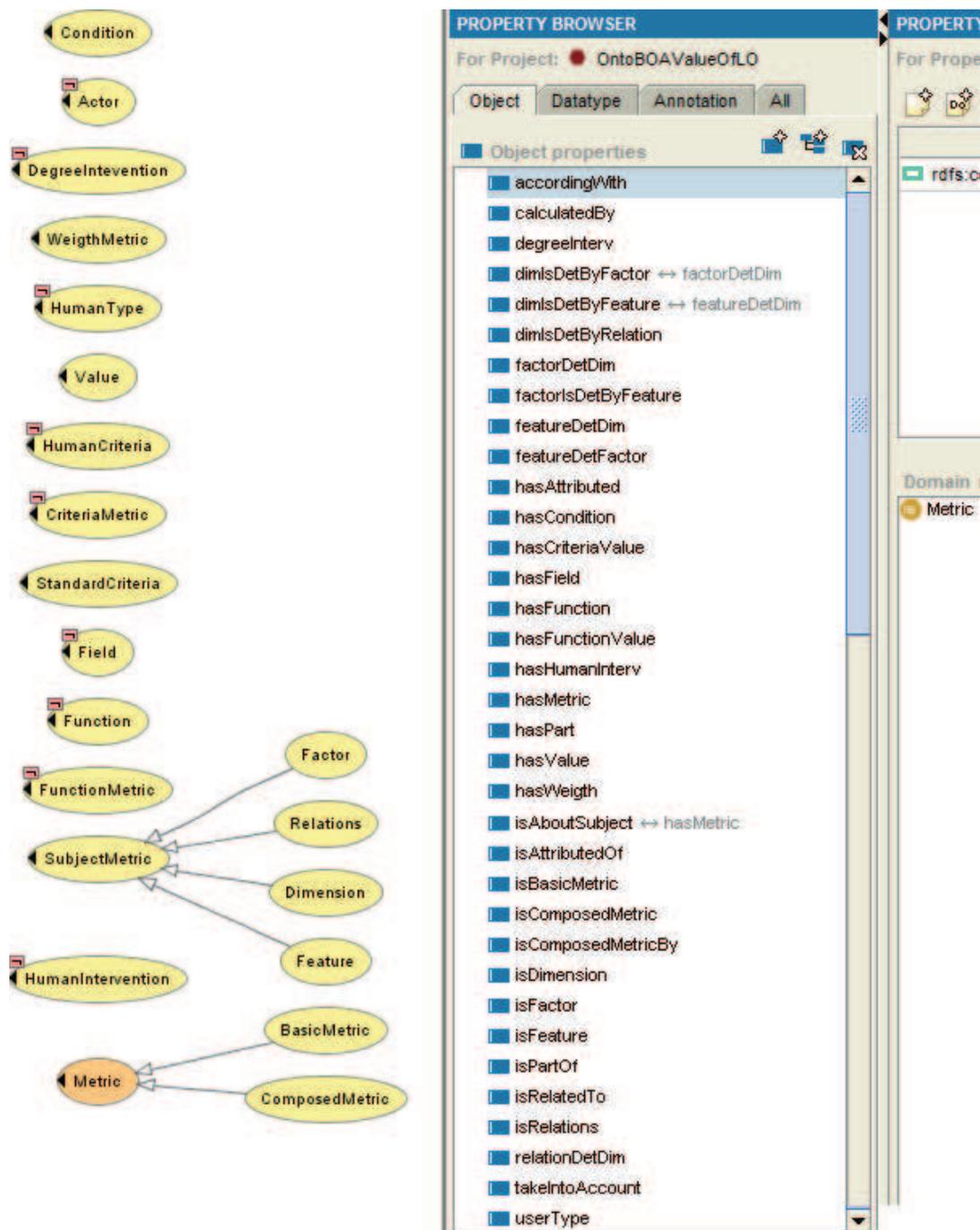


Figura A.1: Diagrama de Clases y Propiedades de la ontología BOA-SLOE

Para la descripción de la ontología se utilizan vistas parciales de diagramas Ontoviz (plugin de Protegè) los cuales muestran las clases, individuos y relaciones que describen: (1) los principales elementos que determinan el valor del objeto; (2) los criterios utilizados; (3) y la forma de combinar las mediciones para llegar al valor final del objeto.

Los diagramas muestran las clases como rectángulos con el nombre de las mismas, los individuos también son mostrados como rectángulos (color azul) etiquetados con el nombre del individuo, las relaciones son presentadas como flechas etiquetadas como *io* en el caso de vínculos individuos-clases y etiquetadas con el nombre de la relación en el caso de vínculos entre individuos. En particular los principales individuos de cada figura se muestran mediante rectángulos que además contienen un resumen de la información del mismo.

La propuesta de valoración de OAs de BOA indica que el valor de un OA está dado por la suma de los valores de: los autores, el contexto del OA, y las características intrínsecas del objeto, ponderados según la importancia de los mismos. La Figura A.2 muestra que la métrica correspondiente al valor de un objeto (*VALUEOFLO*) está compuesta (*isComposedMetricBy*) por las métricas *MAUTHORS*, *MCONTEXT* y *MLO\_INTRINSIC*. Además *VALUEOFLO* tiene una relación *calculatedBy* que lo vincula con *SumMetrics*, individuo encargado de describir la forma de cálculo, el cual tiene asociado la función *Sum*. También puede observarse que las métricas tienen una relación *hasWeigth* que las vinculan con los individuos *AlfaAuthors*, *BetaContext* y *MuLOIntrinsec*, los cuales representan la importancia o ponderación de dichas métricas.

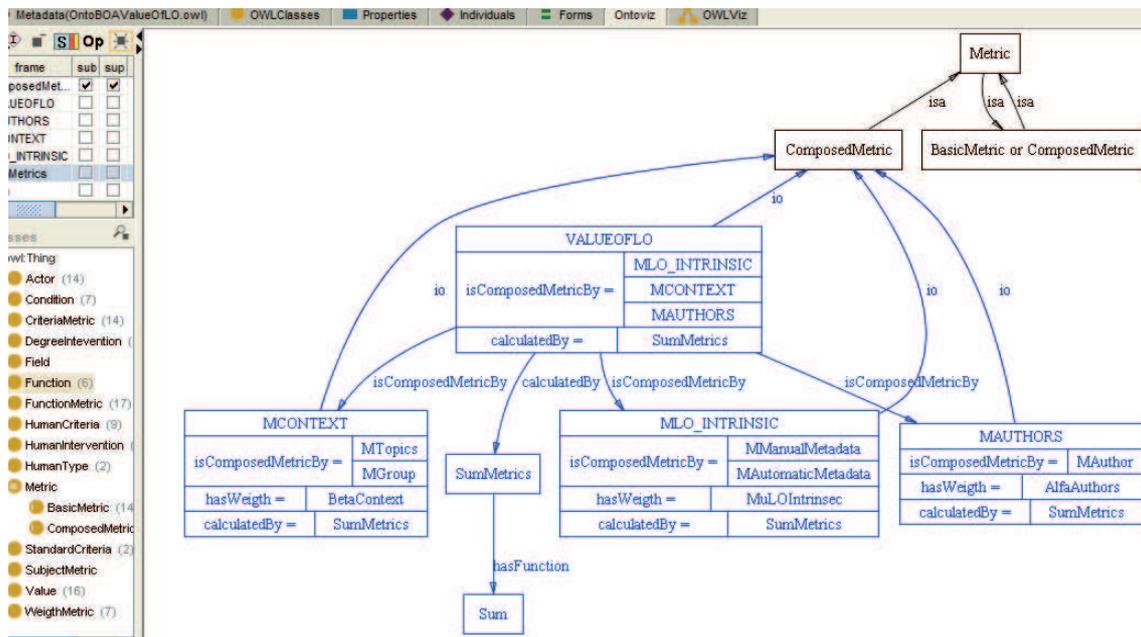


Figura A.2: Ontología BOA-SLOE – Valor del un Objeto de Aprendizaje

En las siguientes sub secciones se presentan diagramas parciales que muestran la especificación ontológica BOA-SLOE de las métricas de contexto (*MCONTEXT*), de autores (*MAUTHORS*), y de las características de los OAs (*MLO\_INTRINSEC*).

## A.1 BOA-SLOE: Métrica de Contexto (MCONTEXT)

En la evaluación del contexto se consideran los temas que trata el objeto (tópicos) y el grupo al que pertenece (grupo en BOA es un perfil determinado por integrantes y cursos del grupo, según se describió en el capítulo 6). Como muestra en la sección anterior (Figura A.2) el contexto (*MCONTEXT*) es una métrica compuesta por las métricas *MTopics* y *MGroups*, y tiene una relación *calculatedBy* que indica que *SumMetrics* es la forma de cálculo de *MContext*. La Figura A.3 presenta un resumen de las métricas *MGroup* y *MTopics* las cuales se describen en detalle más adelante, además especifica que tanto el valor dado por los grupos como el dado por los tópicos son ponderados por la importancia que se le asigne a estos elementos (*MGroup* está vinculado con *AlfaGrp* mediante la relación *hasWeigth*, análogamente aparece *MTopics* asociado a *BetaTopics*).

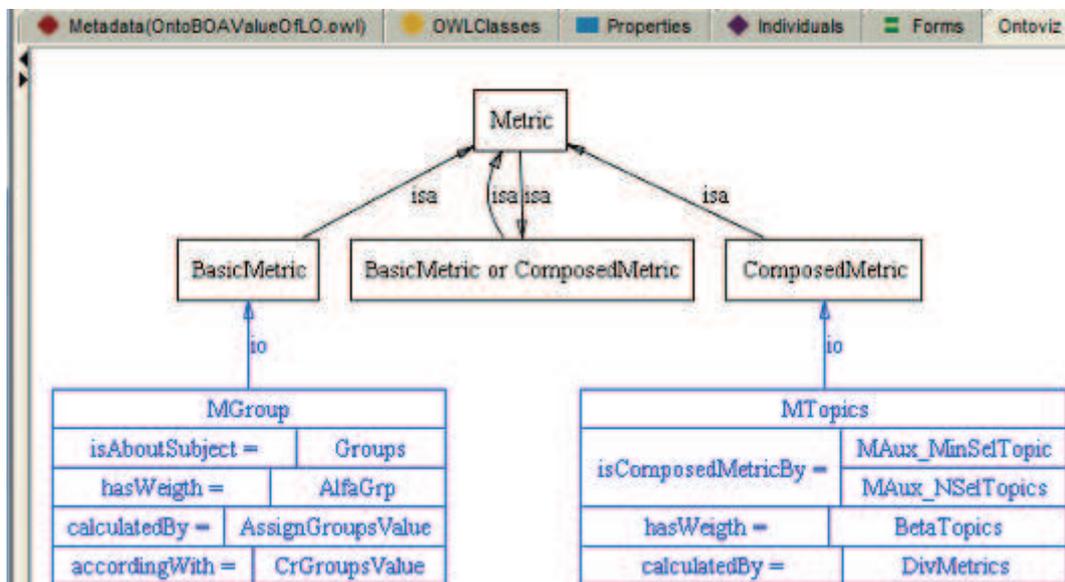


Figura A.3: BOA-SLOE – Valor del Contexto dado por el Valor del Grupo y de los Tópicos

### Valor del Grupo (MGroup)

La Figura A.4 muestra que la métrica *MGroup* está vinculada con *Groups* (*Groups* es un individuo de la clase *Relations*) mediante la relación *isAboutSubject*, la cual se utiliza para indicar el principal elemento sobre la cual se mide la métrica. La ontología también especifica que el valor de la métrica es calculado por *AssignGroupsValue*, la cual es una función de asignación (*Assign*). La métrica *MGroup* tiene (*accordingWith*) un criterio para la asignación de los valores (*CrGroupsValue* es un individuo de la clase *CriteriaMetric*) el cual es definido por *HCrGroupsValue*. Los valores posibles son: *someRef*, *noRef*, *aLotOfRef*, y se asignan según la condición asociadas a *hasKnownReferences*. Algunas clases no aparecen en el diagrama por simplificación del mismo.

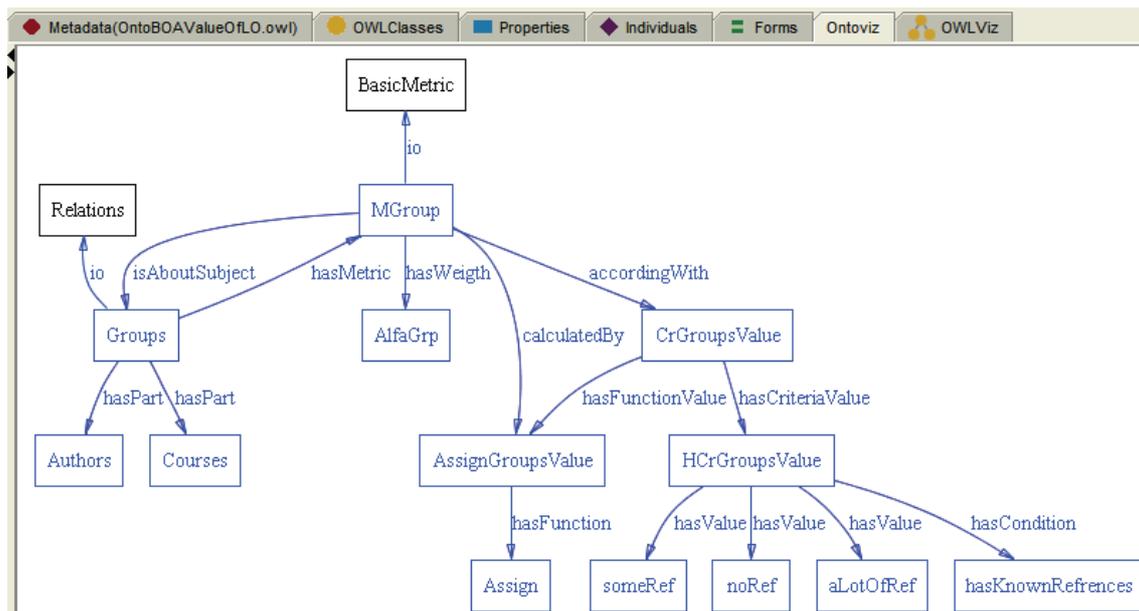


Figura A.4: BOA-SLOE – Contexto – Valor del Grupo

## Valor dado por los Tópicos (MTopics)

La Figura A.5 muestra que la métrica *MTopics* es calculada por *DivMetrics*, el cual es una división *Div*, entre las métricas *MAux\_NSelTopics* y *MAux\_MinSelTopics* las cuales se muestran en las Figuras A.5 y A.6 respectivamente.

*MAux\_NSelTopics* es calculada por *CountTopicsSelected* la cual es una función contador (*Count*), y está basada en (*isAboutSubject*) la propiedad *TopcisSelected* (*TopicsSelected* es un individuo de la clase *Feature*) del objeto (*LO*). La métrica describe los criterios que utiliza mediante la clase *CriteriaMetric*, en este caso *CrTopicsSel* es el individuo de dicha clase el cual esta especificando únicamente la función de cálculo que se establece como criterio (*CrTopicsSel* está vinculado a *CountTopicsSelected* mediante la relación *hasFuncionValue*).

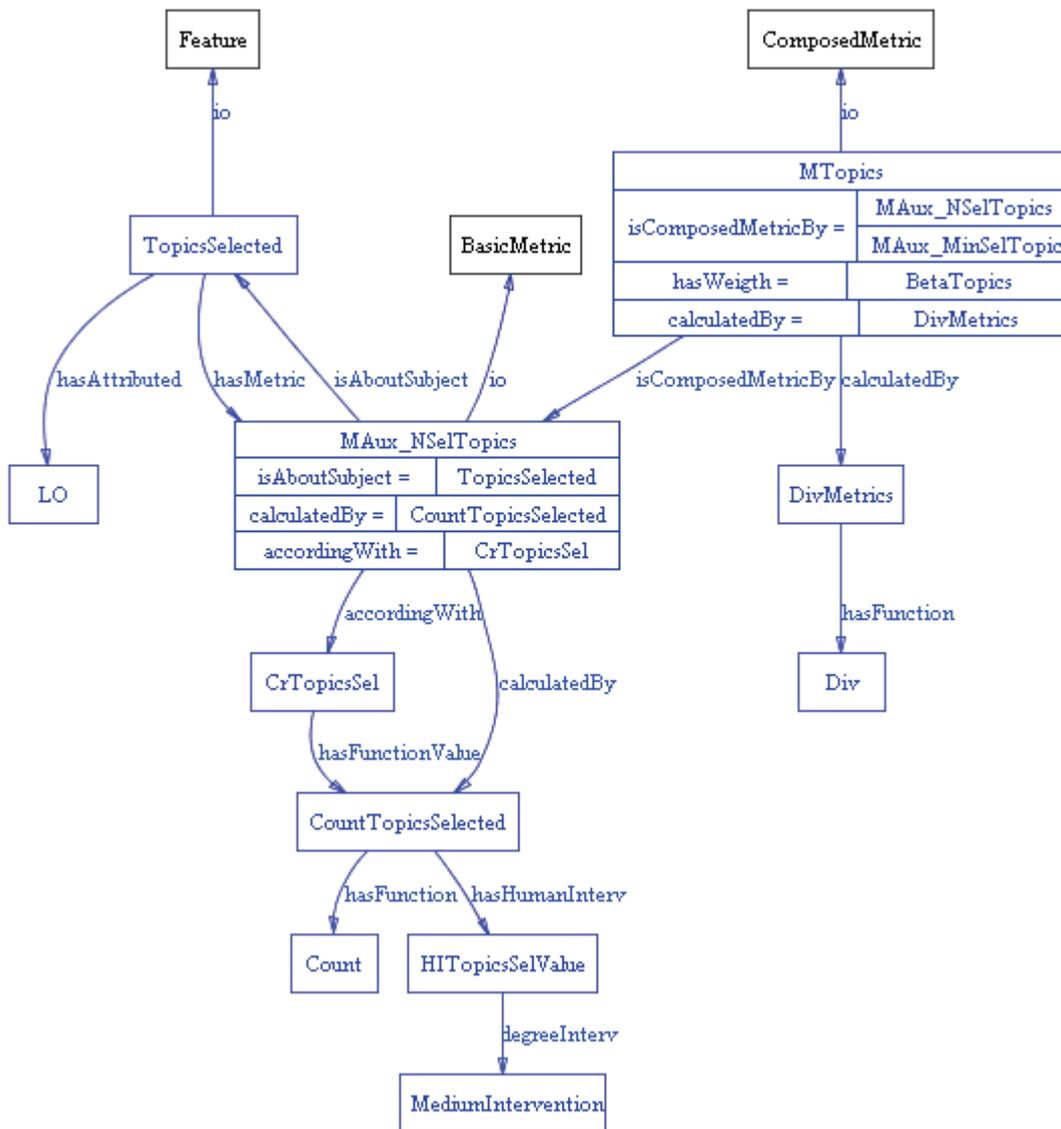


Figura A .5: BOA-SLOE – Contexto – Valor de Tópicos –Cantidad de Tópicos del OA

La Figura A.6 muestra la especificación de la métrica *MAux\_MinSelTopics*. Es una métrica compuesta por la métrica *MTopic*, basada en la propiedad *TopicsSelected* descrita anteriormente, es calculada por *MinValueSelTopic* la cual tiene la función *Min*. En cuanto a la métrica *MTopic* está basada en la propiedad *Topics* (*Topics* es un individuo de la clase *Feature*) relacionada con los objetos y los cursos (*LOs*, *Courses*). La forma de cálculo es descrita por *AssignTopicsValue* que tiene asociada la función *Assign* y también está vinculada a un individuo *HITopicsValue* de la clase *HumanIntervention*, esta clase permite indicar que un usuario de tipo *Admin* tiene un grado de intervención *LowIntervention* en la función asignación.

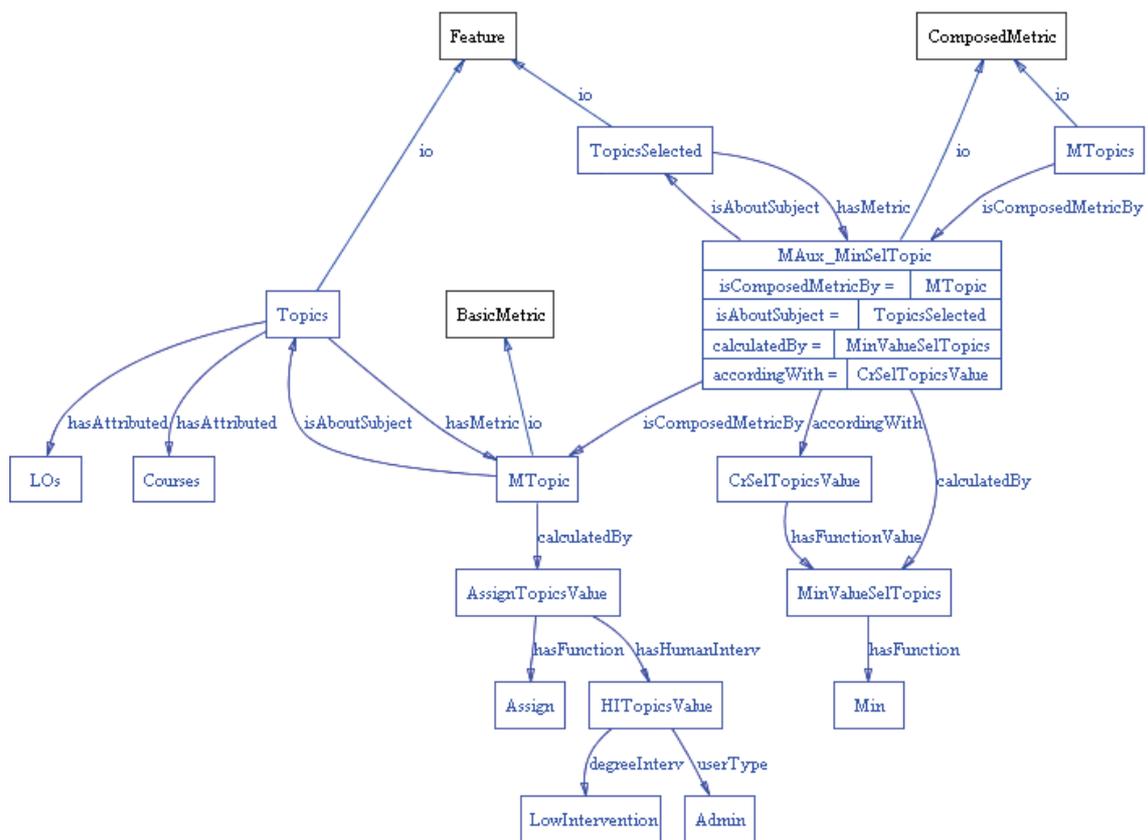


Figura A.6: BOA-SLOE – Contexto – Valor de Tópicos – Valor según Tópicos del OA

## A.2 BOA-SLOE: Métrica de Características Intrínsecas del Objeto (MLO\_INTRINSIC)

La evaluación de las características de los objetos está basada en los metadatos de los mismos, los cuales pueden ser obtenidos automáticamente o manualmente, según se describió en el capítulo 6. Como se ve en la Figura A.2 de este anexo, el valor dado por las características del objeto (*MLO\_INTRINSIC*) es una métrica compuesta por las métricas *MManualMetadata* y *MAutomaticMetadata*, y que tiene una relación *calculatedBy* que indica que *SumMetrics* es su forma de cálculo. La Figura A.7, que se muestra a continuación, presenta un resumen de las métricas *MManualMetadata* y *MAutomaticMetadata* las cuales se describen en detalle más adelante, ambas métricas están ponderadas según la importancia que se le asigne a estos elementos (*AlfaLO\_MM* y *BetaLO\_AM*).

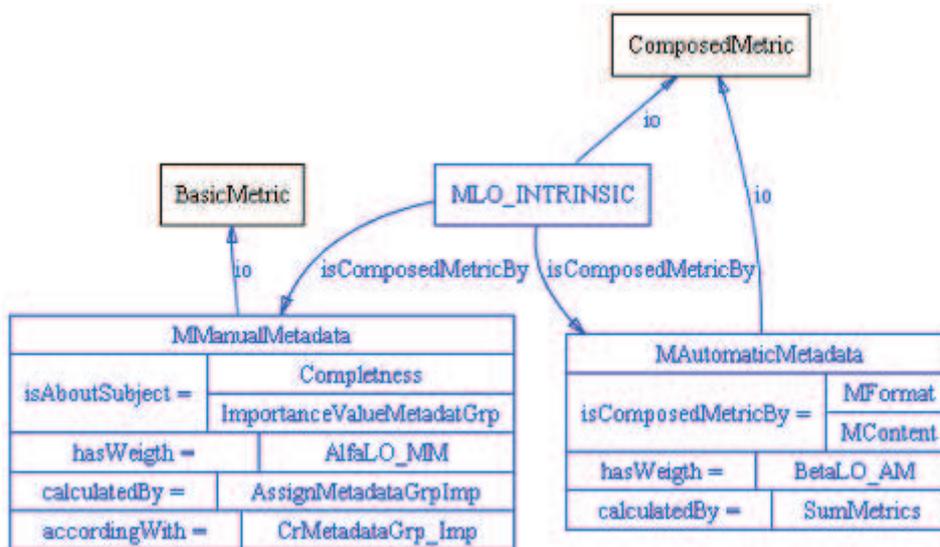


Figura A.7: BOA-SLOE – Valor de las Características del OA

## Valor dado por los metadatos manuales del OA (MManualMetadata)

La Figura A.8 muestra una imagen parcial de la ontología BOA-SLOE en la cual se puede observar que la métrica *MManualMetadata* es una métrica básica (*BasicMetric*) basada en dos elementos principales: (1) el factor completitud (*MManualMetadata* se vincula con *Completness* mediante la relación *isAboutSubject*, *Completness* es un individuo de la clase *Factor*); y (2) la propiedad *ImportanceValueMetadatGrp*, la cual es una propiedad de los actores: *MetadataGrp\_Rels*, *MetadataGrp\_Auth*, *MetadataGrp\_Colab*, *MetadataGrp\_Imgs*, *MetadataGrp\_Types*, *MetadataGrp\_Others* (algunos de estos no se muestran en la figura por simplificación de la misma). La métrica *MManualMetadata* es calculada mediante *AssignMetadataGrpImp*, la cual es una función *Assign* en la cual interviene el administrador (*Admin*) con un grado de intervención bajo (*LowIntevention*). La métrica tiene asociada un criterio para la asignación (*CrMetadataGrp\_Imp* *hasFunctionValue* *AssignMetadaGrpImp*), el cual toma encuentra los estándares *LOM* y *Dublin Core* (*CrMetadataGrp* se vincula con los individuos *DublinCore* y *LOM* mediante la relación *takeIntoAccount*, y dichos individuos son de la clase *Standard*). El criterio también determina los valores que pueden ser asignados y la condición a tener en cuenta en dicha asignación, para ello la ontología utiliza las clases *HumanCriteria*, con el individuo *HCrMetadataGrp\_Imp*, el cual se vincula con los posibles valores mediante la relación *hasValue* y con la condición a considerar mediante la relación *hasCondition*, como se puede ver en la figura los posibles valores son: muy importante (*VeryImportant*), Importante (*Important*), poco importante (*LittleImportant*), no importante (*UnImportant*), y la condición es *UsedInValueProcess*.

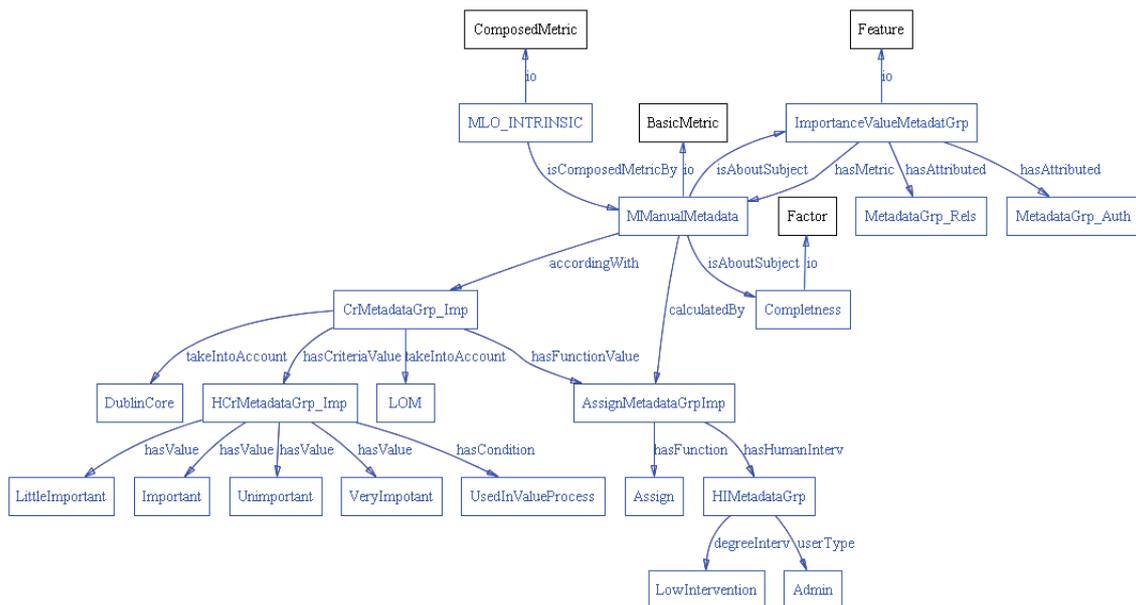


Figura A.8: BOA-SLOE – Valor de las Características del OA - Manual Metadata

## Valor dado por los metadatos extraídos automáticamente del OA (MAutomaticMetadata)

La Figura A.9 muestra la métrica *MAutomaticMetadata* como individuo de la clase *ComposedMetric*, compuesta por las métricas *MFormat* y *MContent* descritas más adelante, y calculada mediante *SumMetrics*, y con una ponderación asociada (*BetaLO\_AM*) que permite establecer la importancia que se le da a esta métrica en el proceso de valoración de las características del objeto (*MLO\_INTRINSIC*).

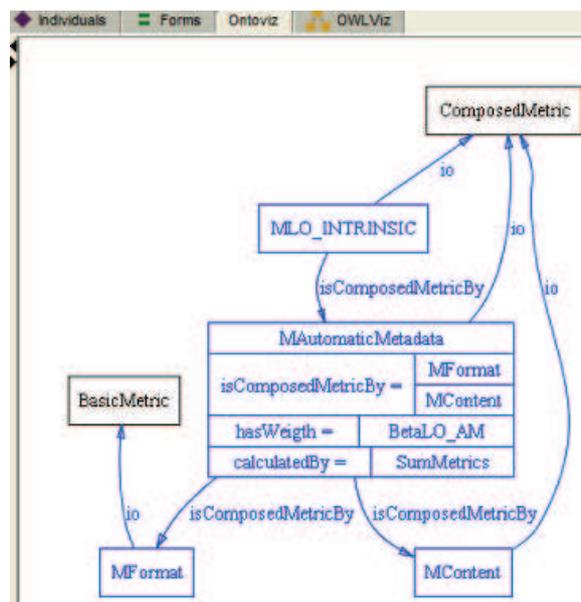


Figura A.9: BOA-SLOE – Valor de las Características del OA - Automatic Metadata

La métrica básica *MFormat* es mostrada en el diagrama de la Figura A.10. *MFormat* está basada en la propiedad *MimeFormat* de los objetos de aprendizaje (*MimeFormat* es de la clase *Feature* y está relacionada con el actor *LO*). Es calculada mediante *AssignFormatValue* la cual es la asignación de valor a dicha propiedad según el criterio *CrFormatValue*. La asignación requiere la intervención de personas (*HIFormatValue* es un individuo de la clase *HumanIntervention*) que deben ser administradores (*userType Admin*) y su grado de intervención es baja (*LowIntervention*). El criterio para la asignación de valor está basado en la condición *difussionDegree*, y los valores que pueden ser asignado son: *highDifussion*, *mediumDifussion*, *lowDifussion*.

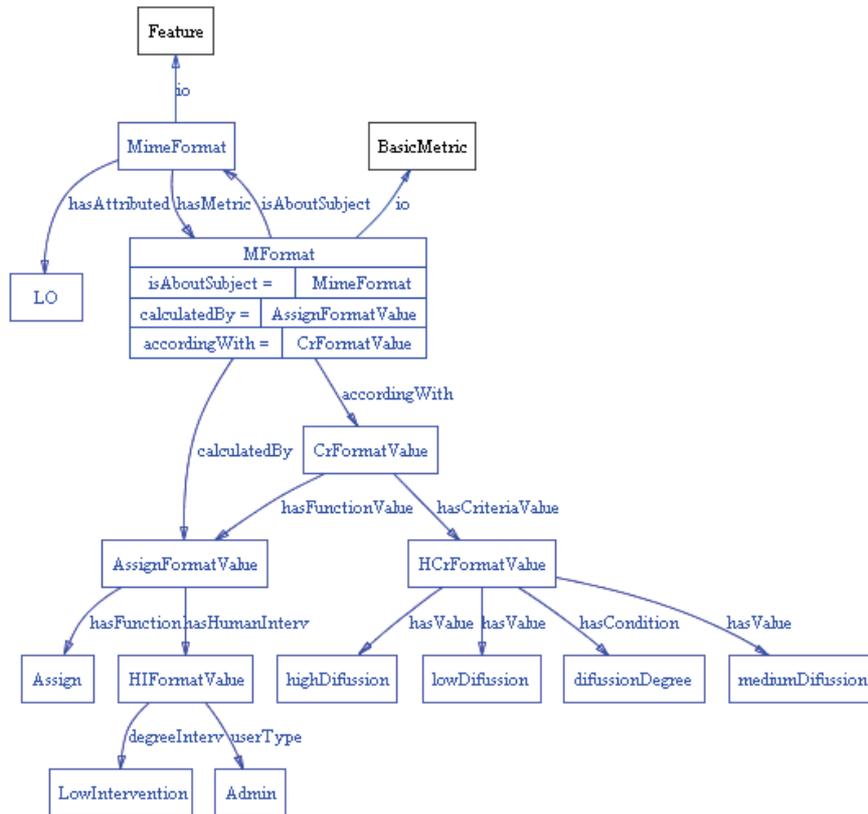


Figura A.10: BOA-SLOE – Valor de las Características del OA - MFormat

La métrica básica *MContext*, mostrada en la Figura A.11, está compuesta por las métricas *MAux\_Containers* y *MAux\_VInfo*, y es calculada mediante *DivMetrics*. La métrica *MAux\_Containers* está basada en la propiedad *PagesORSlices* de los *LOContent*, y se calcula según lo descrito por *CountPagesOrSlices*, usando la función *Count*. La métrica *MAux\_VInfo* es una métrica compuesta por las métricas *MAux\_Words*, *MAux\_Paragraphs*, *MAux\_Formulas*, *MAux\_Images* presentadas en la figura A.12

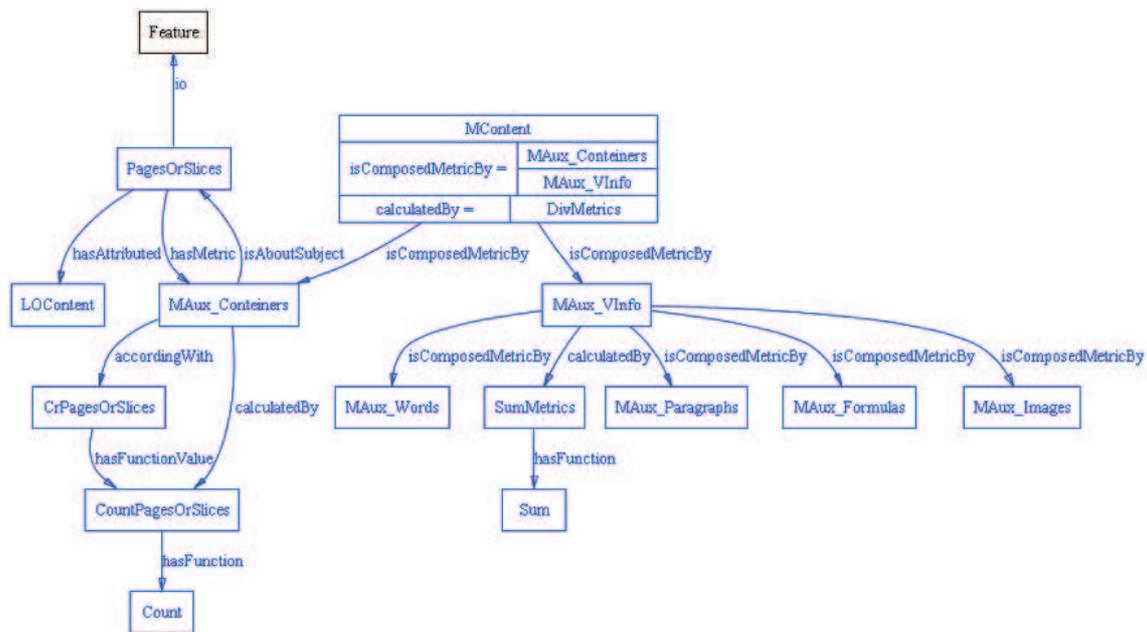


Figura A.11: BOA-SLOE – Valor de las Características del OA - MContent

La Figura A.12 muestra en detalle la especificación de la métrica *MAux\_Paragraphs*, las métricas *MAux\_Formulas* y *MAux\_Images* no se detallan por muy parecidas, cambia la propiedad (*Feature*), en vez de *Paragraphs* serán *Formulas* e *Images* según corresponda. *MAux\_Paragraphs* es una métrica basada en la propiedad *Paragraphs* del *LOContent*, es calculada considerando lo descrito por los individuos *CountWPIF* y *AssignIdealInfoValue*, los cuales tienen asociada las funciones *Count* y *Assign* respectivamente. Respecto a *AssignIdealInfoValue*, ésta está relacionada con el criterio definido para la métrica (*CrIdeaValue*) el cual es descrito por *HCrIdeaValue*. *HCrIdeaValue* indica que el valor a asignar es *highIdeaValue* y existe una condición para esta asignación que es *OnePIFOnIdea*

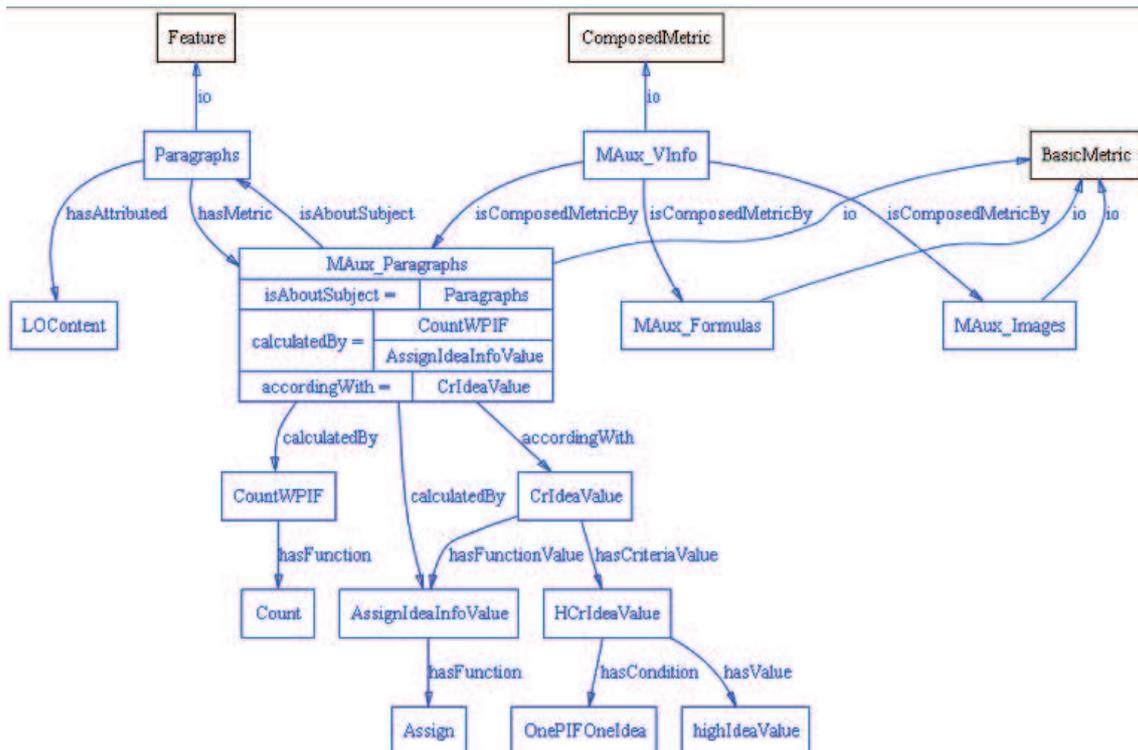


Figura A.12: BOA-SLOE – Valor de las Características del OA - Métricas Auxiliares

La métrica *MAux\_Word* no se describe por ser similar a la anterior, en vez de utilizar el criterio *CrIdeaValue* se usa *CrInfoValue*, y existe un *HCrInfoValue* que indica como valor *lowInfoValue* y como condición *OneWordOneInfo*.

### A.3 BOA-SLOE: Métrica de Autores (MAUTHORS)

La evaluación de los autores de un objeto de aprendizaje está basada en la reputación de los mismos y el grado de participación en la autoría del objeto evaluado, según se describió en el capítulo 6. La Figura A.2 de este anexo, muestra que la ontología BOA-SLOE especifica que el valor dado por los autores (*MAUTHORS*) es una métrica compuesta por las métricas que evalúan a cada autor (*MAuthor*) la cual se describe a continuación.

La Figura A.13 muestra las clases, individuos y principales relaciones que describen la métrica *MAuthor*. *MAuthor* es una métrica compuesta por la métrica *MAuthorReputation* y basada en la propiedad *PorcenParticipation* (*PorcenParticipation* es un individuo de la clase *Feature*) la cual está vinculada al objeto y al autor (*LO*, *Author*). *MAuthor* tiene un criterio asociado *CrPorcenParticipation* y una función de cálculo descrita por *MultPorcen* que tiene asociada la función *Mult*.

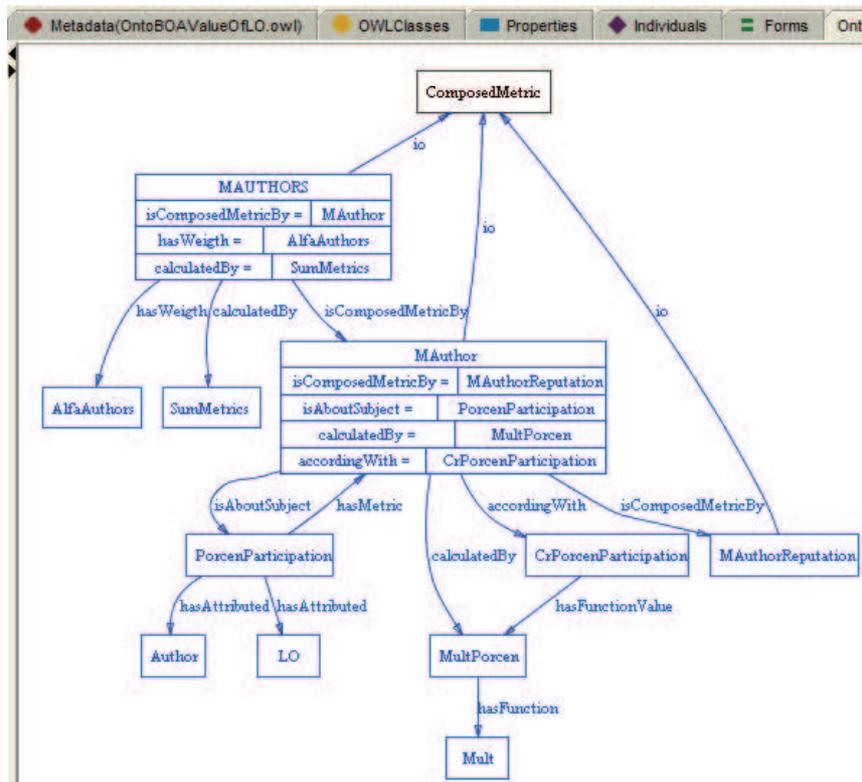


Figura A.13: BOA-SLOE – Valor de los Autores del OA - Valor de Un Autor

La Figura A.14 muestra que la reputación de un autor (*MAuthorReputation*) es una combinación del tipo de autor, medido con la métrica *MAuthorType*, y la actividad exitosa que haya tenido el autor, la cual está representada por la métrica *MAuthorActivitySuccess*. Esta última a su vez es una combinación de la actividad (*MAuthorActivity*) y el éxito del autor (*MAuthorSuccess*)

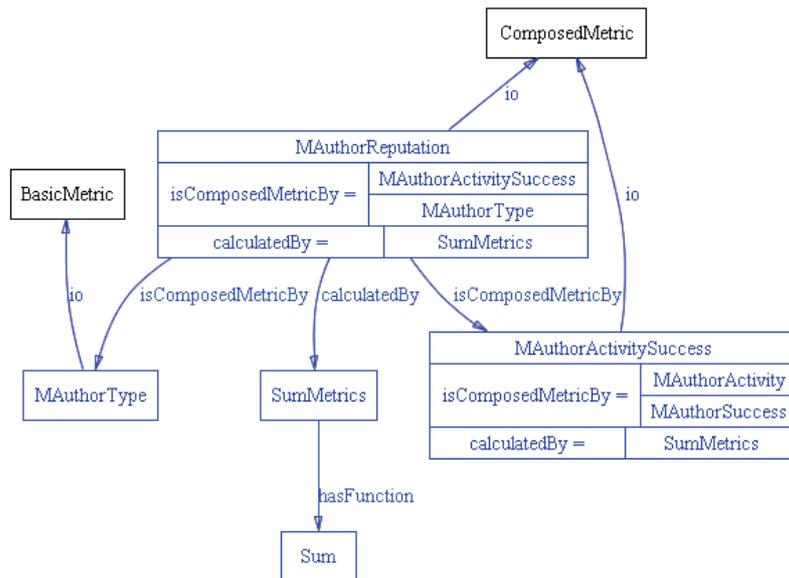


Figura A.14: BOA-SLOE – Valor de los Autores del OA - Reputación del Autor

## Valor dado por el Tipo de Autor (MAuthorType)

La Figura A.15 muestra la métrica *MAuthorType* como individuo de la clase *BasicMetric*. Es una métrica basada en el tipo de autor (*AuthorType*), la cual es una propiedad vinculada al autor (*AuthorType* es un individuo de la clase *Feature* relacionado con el actor *Author*). Además *MAuthorType* es calculada por *AssignAuthorType* que es una función *Assign*, que requiere la participación (*hasHumanInterv*) de un usuario administrador (*userType Admin*) cuyo grado de intervención en el proceso es bajo (*LowIntervention* es un individuo de la clase *DegreeIntervention*). *MAuthorType* tiene asociado un criterio *CrAuthorType* que indica los posibles valores para el tipo de autor, estos son: *Resp*, *Student*, *Teacher*, *Other*.

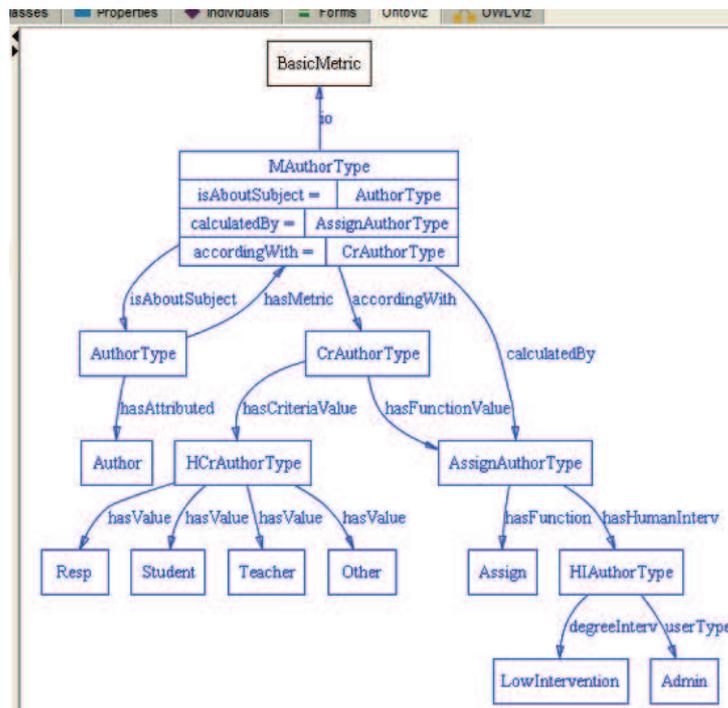


Figura A.15: BOA-SLOE – Valor de los Autores del OA - Tipo de Autor

## Valor dado por la Actividad del Autor (MAuthorActivity)

La Figura A.16 muestra la métrica *MAuthorActivity* basada en la propiedad *LOPublished* la cual está relacionada con el objeto y el autor (*LO*, *Author*), y se calcula según la descripción dada por *CountLOPulished*, es decir con la función de cálculo *Count*.

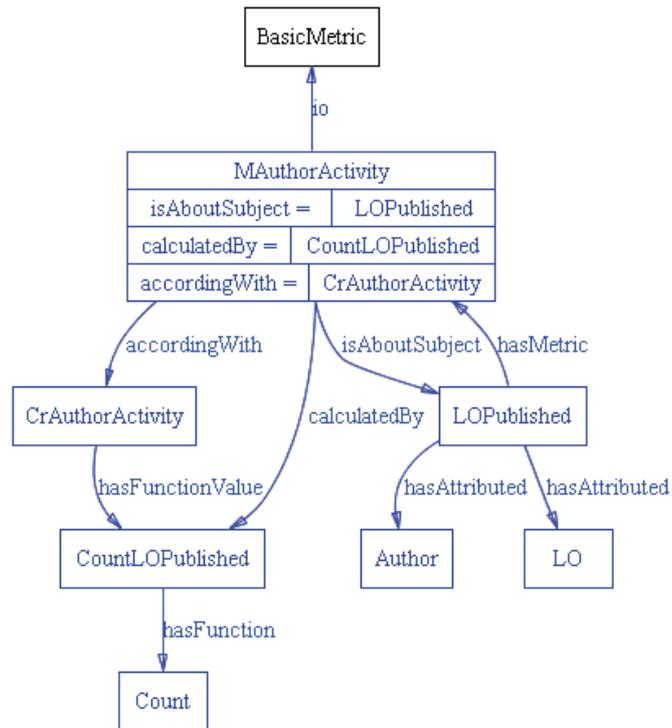


Figura A.16: BOA-SLOE – Valor de los Autores del OA - Actividad del Autor

### Valor dado por el Éxito del Autor (MAuthorSuccess)

La Figura A.17 describe la métrica *MAuthorSuccess*, la cual es una métrica compuesta por dos métricas auxiliares: *MAux\_LODownload* y *MAux\_ValueAvg*. A su vez *MAux\_ValueAvg* es también compuesta y está formada por el valor dado por la actividad del autor *MAuthorActivity* (descrita anteriormente) y *MAux\_SumValueLODwn*.

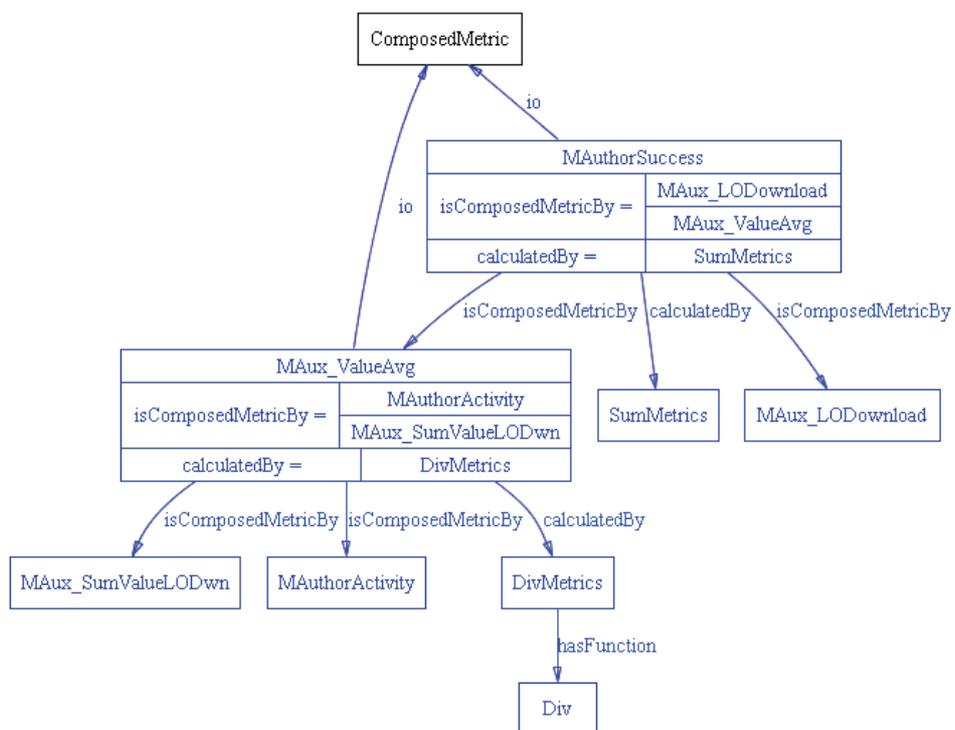


Figura A.17: BOA-SLOE – Valor de los Autores del OA - Exito del Autor

*MAux\_LODownload* es una métrica básica, basada en la propiedad *LODownload* relacionada con el objeto (*LO*) y los usuarios (*Users*), y calculada según *countLODownload* es decir usando la función *Count*. Esto es mostrado en el diagrama de la ontología BOA-SLOE de la Figura A.18

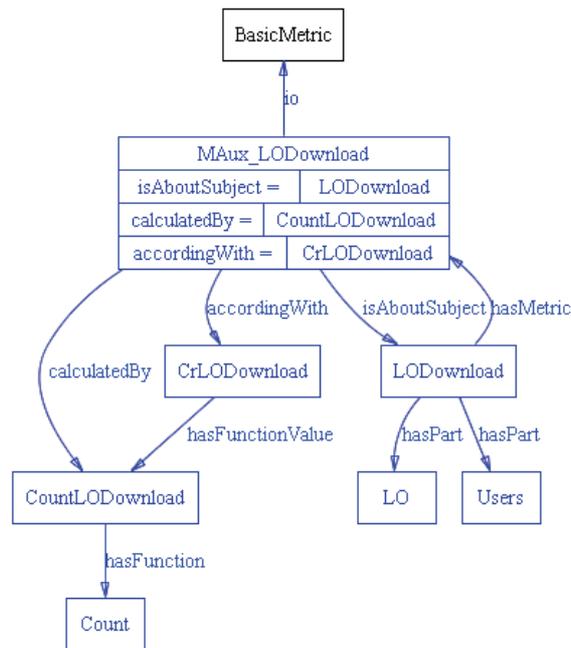


Figura A.18: BOA-SLOE – Valor de los Autores del OA - Métricas Auxiliares (MAux\_LODownload)

Según el diagrama de la ontología mostrado en la figura A.19, MAux\_SumValueLODwn es una métrica básica basada en la propiedad LOValue, la cual está relacionada con el objeto (LO) y los usuarios (Users), y es calculada según sumValueLODwn usando la función Sum. La ontología indica que MAux\_SumValueLODwn se calcula según un criterio CrSumValueLODwn el cual establece una condición a tener presente (MoreThan3Download)

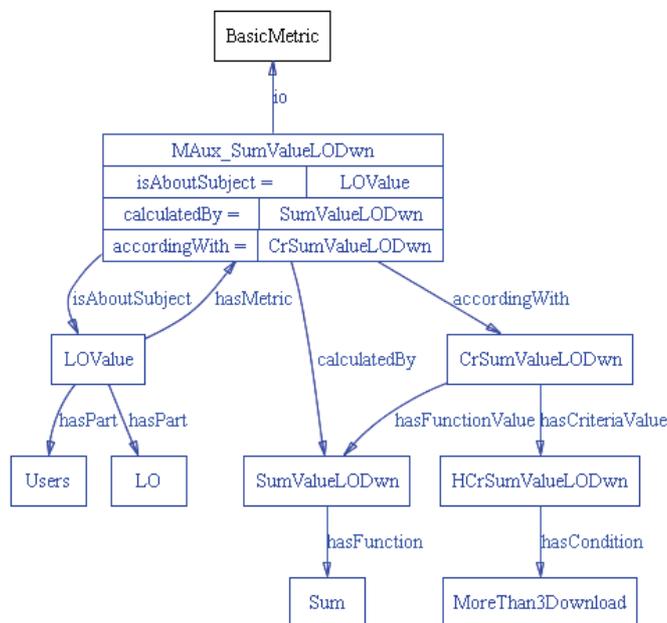


Figura A.19: BOA-SLOE – Valor de los Autores del OA - Métricas Auxiliares (MAux\_SumValueLODwn)