

Arquitectura para la Recuperación de Objetos de Aprendizaje de calidad en Repositorios Distribuidos

Erla Morales

Dept. de Teoría e Historia de la
Educación
Univ. de Salamanca
37008 Salamanca
solis15@usal.es

Ana Gil

Dept. de Informática y Automática
Univ. de Salamanca
37008 Salamanca
abg@usal.es

Francisco García

Dept. de Informática y Automática
Univ. de Salamanca
37008 Salamanca
fgarcia@usal.es

Resumen

Los mayores esfuerzos en *e-learning* se llevan a cabo para permitir la interoperabilidad de los recursos generados, tales como Objetos de aprendizaje (OAs). Tales recursos educativos han de ser gestionados de manera automática en diferentes Sistemas de Gestión de Contenidos (*Learning Management Systems* (LMS)) así como en repositorios de Objetos de Aprendizaje (*Learning Object Repositories* (LOR)). El movimiento básico y central de la reutilización automática pasa por dotar a estos OAs de contenido semántico que permita la búsqueda eficiente, la selección y composición de éstos.

Para estas tareas es necesaria la incorporación de aspectos relacionados con la calidad de los OAs dentro de su descripción semántica que facilitará su gestión. A través de esta propuesta se sugiere una metodología para promover OAs de calidad y la propuesta de una arquitectura multiagente para su búsqueda y catalogación personalizada de OAs.

1. Introducción

La posibilidad que ofrecen los estándares educativos de gestionar la información, facilitando su interoperabilidad y reutilización en componentes para diversas plataformas, y la existencia de lenguajes de modelado educativo que permiten además estructurarla de manera que tenga sentido pedagógico, abren una importante posibilidad de mejora para los sistemas de educación en línea en el futuro.

Las especificaciones permitirán el intercambio de los OAs sin problemas de interoperabilidad pero ¿qué entendemos por OA?, ¿cómo es posible garantizar la calidad de sus contenidos? La toma de decisiones acertadas se basan en el análisis de los datos e

información, por tanto, la evaluación de la calidad de los OAs debe partir por un concepto concreto de lo que es un OA, qué significa que sea de calidad y cómo se pretende alcanzarla.

Una de las características de los OAs es que son recursos a los que se les han agregado metadatos para su gestión. Es decir que los metadatos son creados de forma independiente al recurso para luego anexarlos a ellos, empaquetarlos y convertirse en OAs.

Actualmente, existen investigaciones que sugieren cómo evaluar OAs como recurso tales como la indicada por Nesbit et al. ([15], [16]) o Vargo et al. [20] y materializada en el *Learning Object Review Instrument* (LORI) que es utilizada por repositorios tan conocidos como MERLOT o CLOE y DLNET, pero aún no hay una propuesta que sea ampliamente utilizada que considere evaluar los OAs y sus características desde un punto de vista técnico y pedagógico, con una clara definición de quienes participan, con qué criterios e instrumentos.

Los OAs son depositados en repositorios de OAs para su búsqueda. Los repositorio de objetos de aprendizaje (MERLOT¹, CAREO², CLOE³, etc.) son sistemas software que almacenan recursos educativos y sus metadatos (o solamente estos últimos), y generalmente proporcionan algún tipo de interfaz de búsqueda que permite la recuperación de los mismos. Cualquier interacción para recuperación de OAs puede ser llevada a cabo de manera manual o ser automatizada a través de distintos sistemas software por ejemplo a través de una arquitectura de Agentes o incluso tratándolos como Servicios Web Semánticos.

¹ <http://www.merlot.org/>

² <http://careo.ucalgary.ca>

³ <http://cloe.on.ca/>

Los OAs de los repositorios tienen un alto grado de heterogeneidad en sus caracterizaciones. La falta de estándares propios de mayor granularidad debidos al pronto crecimiento y no consistencia así como la heterogeneidad de estándares existentes nos remiten a la inexistencia de un vocabulario común, así como la coexistencia de diferentes definiciones de OA, señalan la necesidad de formalizar la arquitectura de los repositorios a la vez que hacerlos más flexibles otorgándoles la posibilidad de almacenar todas las conceptualizaciones existentes.

Debido a la citada heterogeneidad de los OAs, el éxito de cualquier desarrollo con OAs depende de manera inicial de la extracción de estos de un repositorio así como su integración con otros OAs. Dicho protocolo implica varios aspectos: extracción de OAs de distintas fuentes, clasificación de OAs para la gestión mantenible y accesible, reclasificación de los OAs de acuerdo a diferentes peticiones, personalización y mapeados entre las diferentes representaciones de los OAs.

En este momento la solución que permita mecanizar estos procesos pasa por estructurar y homogeneizar la descripción de los OAs a través de los metadatos mediante una ontología formal. Esta tarea se hace posible a través del desarrollo de ontologías de dominio que permitan flexibilizar la cobertura sintáctica y semántica que configuran la global o descriptiva, permitiendo seleccionar y comparar los términos y representaciones de manera óptima y tratándose de aprendizaje también personalizada.

Este planteamiento permitirá un correcto mantenimiento de los repositorios así como la evaluación y extracción de una métrica de calidad en la evaluación de los OAs.

Los metadatos de los OAs pueden ser utilizados para registrar la calidad reflejada en su evaluación y los agentes inteligentes constituyen una poderosa herramienta para buscar información de una forma automática según las necesidades de los usuarios.

Sobre esta base, se propone evaluar los OAs desde una perspectiva técnica y pedagógica elaborando un rango de valoración que se incluirá en sus metadatos con el objetivo de que estos puedan ser buscados de forma automática través de agentes inteligentes incluyendo el

criterio de la calidad del OA en su selección.

2. Conceptos y características de los OAs

Los OAs surgen principalmente a partir de la idea de reutilizar los recursos educativos y reducir los costes de su producción. Desde entonces se ha tratado de explicar su concepto a través de diversas definiciones ([9], [16], [21], [14]). Sin embargo, no existe un consenso general entre todas ellas, para IEEE LOM [9] un OA puede ser "cualquier cosa" que pueda ser reutilizada y para Polsani [17] se trata de una unidad independiente predispuesta a ser reutilizada en múltiples contextos instruccionales.

Sin embargo, existe consenso acerca de las características de los OAs, la principal es que sea **reutilizable** para diversas situaciones educativas como también para diversos tipos de plataformas, por tanto, otra característica es que sea **interoperable**. Para poder buscar y recuperar los OAs deben ser **accesibles** lo cual esa posible a través de sus metadatos. También se discute la característica de que sean **usables**, es decir que no baste con que se puedan intercambiar sino que además sean útiles para ese nuevo contexto instruccional [18].

Sobre la base de lo anterior, se propone una definición propia que considere el concepto de OA tomando en cuenta sus características y finalidad pedagógica [12], esto es "una unidad educativa con un objetivo mínimo de aprendizaje asociado a un tipo concreto de contenido y actividades para su logro, caracterizada por ser digital, independiente, y accesible a través de metadatos con la finalidad de ser reutilizadas en diferentes contextos y plataformas".

Se considera que los OAs deben representar una unidad o lección mínima con un objetivo que guíe los contenidos de enseñanza y el material relacionado a ellos. Su definición como elementos digitales descarta la posibilidad de que un objeto sea "cualquier cosa". Una unidad con un objetivo mínimo de aprendizaje es aquella cuya finalidad es lograr ese objetivo propuesto y proporcionar los recursos necesarios para su logro, de esta manera se asegura de que se trata de una unidad pequeña de aprendizaje con altas posibilidades de reutilización.

2.1. Aspectos Semánticos de los OAs

El etiquetado de los OAs mediante esquemas de metadatos (e.g. RDF⁴, OWL⁵, etc.) hace posible el procesamiento automático de éstos. El procesamiento automático de contenidos electrónicos es un prerrequisito para la sustentación de servicios inteligentes dentro de la Web Semántica que Tim Berners-Lee [3] y otros visionaron.

La Web Semántica se fundamenta sobre dos pilares básicos que conectan la descripción de contenidos dentro de una estructura definida previa bien estructurada esto es la semántica y también la sintaxis. La semántica, es detallada por el contenido del dominio así como las relaciones taxonómicas de los significados y está definida a través de las ontologías. La sintaxis hace posible la manipulación automática de estos significados semánticos estableciendo la estructura común para la inserción de dicha semántica del dominio.

Debido a la proliferación en la producción de ontologías y la diversidad de lenguajes lógicos de modelado existe una gran dispersión en el trabajo. Esto se complica debido a la infinidad de entornos y metodologías de construcción de ontologías ([6], [19], [10]) que dificultan aún más la interoperabilidad entre ellas. Nos encontramos así con uno de los problemas básicos que hay que resolver estableciendo mecanismos de integración de los componentes de las ontologías que describen los OAs dentro de los repositorios existentes.

Las ontologías sirven como punto consensuado de intercambio en la interpretación de la información. Es claro que cuanto mayor es el ámbito de la ontología mayor resulta su utilidad en la interpretación y el intercambio. Esto requiere por tanto una compatibilidad a nivel sintáctico así como en la descripción a nivel semántico de modelos de contenido educativo.

Dicha descripción es realizada a través de extensiones de lenguajes de marcado muy utilizados en Web [5] y que son los conocidos lenguajes para ontologías. Estos lenguajes permiten escribir formalmente los conceptos

relativos a modelos de dominio [8]. Los principales requerimientos de dicha descripción formal resumiendo son:

1. una sintaxis bien definida
2. una semántica bien definida
3. soporte al razonamiento eficiente
4. potencia expresiva suficiente
5. calidad de la expresividad

Este conjunto de requisitos son ampliamente detallados en [1], de manera que configuran con claridad un sistema lógico. Cumplir simultáneamente el requisito cuarto y quinto entraña una gran dificultad, cuanto más expresivo o amplio sea la descripción de un dominio mayor será la dificultad en generar un razonamiento eficiente, luego la potencia expresiva decaerá.

Estos requisitos, manifestados en áreas tan avanzadas ya en el uso del etiquetado semántico como el comercio electrónico ([4], [7], [11]), que aplican las ontologías de dominio a través de lenguajes estándar (en particular basados en RDF/RDFS y XML/XMLS) tales como OWL⁶ (*Ontology Web Language*) o su aplicación en los servicios Web tales como WSMO⁷.

El formalismo lógico en el que se basa OWL está basado, como en otros lenguajes para ontologías, en lógicas descriptivas. Sin embargo, estos lenguajes en sí mismos no definen ningún sistema razonador. Las lógicas descriptivas (LD) pertenecen a la familia de formalismos que permiten la representación y el razonamiento sobre conocimiento conceptual estructurado semánticamente [2]. Algunas de estas LDs combinan representación abstracta con niveles lógicos en dominios concretos. Estas LDs híbridas son la base de los lenguajes para generación y razonamiento en sobre las ontologías.

3. Instrumento y criterios de evaluación

Sobre la base de la definición propuesta del concepto de OA es importante determinar qué se entiende por OA de calidad.

⁴ <http://www.w3.org/RDF/>

⁵ <http://www.w3.org/TR/owl-features/>

⁶ <http://www.w3.org/2004/OWL/>

⁷ <http://www.w3.org/Submission/WSMO/>

Según la RAE (ww.rae.es), calidad es una característica inherente a una cosa que la hace mejor o peor que otra. En relación a los OAs, esta comparación puede ser enfocada a diversos aspectos en relación al OA en sí como a su gestión. A través de esta investigación se pretende definir criterios que permitan valorar los OAs como recurso educativo y asignar esta valoración a sus metadatos para realizar una adecuada búsqueda según su calidad a través de agentes.

Para garantizar que los OAs tengan los elementos necesarios en relación a su diseño y contenido se proponen criterios de evaluación en concordancia con aspectos pedagógicos y de usabilidad, junto a un rango de valoración numérico que permita incorporar un valor específico a sus metadatos que definen su calidad.

Los aspectos pedagógicos permiten evaluar cuestiones asociadas al usuario (significatividad psicológica) y al currículo (significatividad lógica). Sobre esta base, se han propuesto criterios para evaluar aspectos pedagógicos a través de las categorías “Psicopedagógica” y “Didáctico-Curricular”. Por otra parte, se proponen criterios para valorar la usabilidad de los OAs en cuanto al diseño de contenidos (texto, colores, tamaños, etc.) y el diseño de la navegación.

Los criterios de evaluación se formalizan en una herramienta, a través de la cual se recoge la valoración de diversos expertos con respecto a la calidad de un OA [13].

Los criterios agrupados en aspectos pedagógicos y de usabilidad permiten valorar los OAs desde un punto de vista educativo y técnico, sobre esta base los expertos deberán valorar el OAs con el siguiente rango de valoración.

N/S = No Sabe

1 = Presenta el criterio de forma muy baja

2 = Presenta el criterio de forma baja

3 = Presenta el criterio medianamente

4 = Presenta el criterio de forma alta

5 = Presenta el criterio de forma muy alta

Según este rango se promedian las valoraciones para obtener un valor único que refleje su calidad a través de los metadatos del OA, para luego ser gestionados mediante

agentes inteligentes como se explica a continuación.

4. Evaluación a través de agentes inteligentes

Para buscar OAs de forma automática a través de agentes inteligentes se requiere de más información sobre el OA para lo cual se hace necesario definir una ontología que considere otros metadatos que den información contextual del OA.

Metadatos	Información a manejar por agentes inteligentes
1.2. Título	Palabras significativas
1.5. Palabras clave	Palabras relacionadas al tema
1.6. Ámbito	Palabras relacionadas al contexto
5.1. Tipo Interactividad	Expositiva, mixta, activa
5.2. Tipo de recurso de aprendizaje	Cuestionario, módulo...
5.3. Nivel de interactividad	Muy bajo, bajo, medio, alto, muy alto
5.4. Densidad Semántica,	Muy bajo, bajo, medio, alto, muy alto
5.6. Contexto	Educación primaria...
5.8. Dificultad	Muy fácil, fácil, medio, difícil, muy difícil
5.11. Lenguaje	
9. Clasificación	(según su calidad en la tabla 2)

Tabla 1. Selección de elementos de metadatos para la búsqueda de OAs

Los metadatos de LOM constan de nueve categorías opcionales, sin embargo, en la práctica no se utilizan todas para describir los OAs debido a que cada una de ellas está compuesta por numerosos elementos muchas veces innecesarios y que dificultan su gestión. Ante esta situación, Morales et. al. sugieren [13] la consideración de ciertas categorías de metadatos que son necesarias para la gestión de recursos educativos y los elementos que pueden contener datos objetivos, sobre esta base (Tabla 1) se define la ontología que ayude a buscar los OAs con tecnología de agentes y que entre sus criterios de búsqueda considere la calidad.

Nº	Nombre	Etiqueta XML	Etiquetado propuesto	
9	Clasificación	Classification		
9.1	Propósito	Purpose	calidad	
9.2	Ruta taxonómica	Taxon path		
	9.2.1	Fuente	Source	("calidad OAs")
	9.2.2	Taxón	Taxon	["3,6", ("alta")]
	9.2.2.1	ID	ID	"3,6"
	9.2.2.2	Entrada	Enter	"alta"
9.3	Descripción	Description	"OA tiene calidad alta debido a..."	
9.4	Palabras clave	Keywords	"alta", "Id=3,6", "calidad"etc.	

Tabla 2. Tabla de clasificación en función de la categoría de metadatos "Clasificación" propuesta

Dentro de las categorías de metadatos de LOM ninguna de ellas ha sido diseñada concretamente para definir la calidad de un OA. Sin embargo, la categoría clasificación según LOM, describe dónde se sitúa este objeto educativo dentro de un sistema de clasificación concreto según determinados "propósitos"

Entre los diferentes "propósitos" de clasificación establecidos por LOM (disciplina, idea, prerrequisito, objetivo educativo, accesibilidad, restricciones, nivel educativo, nivel de habilidad, nivel de seguridad y competencia) no se encuentra la calidad, por esta razón se propone clasificar los OAs a través del propósito calidad tal como muestra la Tabla 2.

Identificador	Entrada
1,0-1,5	Deficiente
1,6-2,5	Regular
2,6-3,5	Aceptable
3,6-4,5	Alta
4,6-5,0	Muy Alta

Tabla 3. Valores de los OAs

El elemento "9.2. Ruta Taxonómica", se utiliza para definir el sistema de clasificación. Esta ruta se compone de los elementos "9.2.1. Fuente", que es donde se introduce el nombre del sistema de clasificación.

El elemento "9.2.2. Taxón", según LOM se debe utilizar para definir el término concreto

dentro de la taxonomía lo cual puede ser a través de datos alfanuméricos.

Tal como muestra la tabla 3, a través del elemento "9.2.2 Taxón" se definen cada uno de los identificadores según el rango 1,0 a 5,0 con su correspondiente valor de entrada.

A modo de ejemplo, como muestra la tabla 2, en caso de que el valor de la calidad del OA sea "3,6", el elemento "9.2.2.1. Identificador" será "3,6" y el valor del elemento "9.2.2.2. Entrada" será "Alta".

Dentro de esta evaluación es importante también describir situaciones y contextos en los que los OAs pueden ser reutilizados, esta información puede ser agregada, como muestra la tabla 2 a través del elemento 9.3 Descripción.

A través este elemento es posible ver los comentarios acerca de la valoración del objeto y las posibilidades de mejora. En este caso, la descripción se debe enfocar a las características del OA que justifican su calidad. En la tabla 2 aparece un ejemplo de una posible descripción para un OA de calidad alta. En caso de que la calidad no sea óptima es importante destacar las carencias para una posible mejora.

Finalmente, el elemento "9.4.Palabras clave" resulta fundamental para buscar los OAs según la clasificación definida, por esta razón es importante que las palabras clave sean significativas.

La clasificación expuesta en la tabla 2 es genérica para cualquiera de los valores mencionados. La asignación del valor del OA a sus metadatos, permite que sea buscado y

seleccionado según los criterios de valor que figuran en las palabras claves, ya sea por un valor textual “calidad”, “valor”, “bien” ó un valor numérico como “3,6”.

Gracias a la evaluación numérica de los OAs, definida en el metadato clasificación, la búsqueda se podría realizar por el valor asignado a su calidad. Según los valores indicados en la tabla 3, si se buscan OAs con una valoración entre 4,6 a 5,0 retornarían los OAs valorados con un nivel de calidad muy alto.

Al quedar registrada la evaluación en los metadatos se pueden realizar procedimientos automáticos para calcular el valor que reflejaría la calidad de los OAs según el rango de valoración definido en esta propuesta, generación de gráficos comparativos, mejorando

la gestión de los recursos. Para que esto sea posible, se requiere la intervención de diversos agentes como se verá a continuación.

4.1. Arquitectura MultiAgente Propuesta

El intercambio de datos entre repositorios de OAs y el usuario implicado en la búsqueda, así como la posterior publicación automática de los resultados de dicha búsqueda, están basados en un formato de almacenamiento y publicación expresado en términos de metadatos, algunos de los cuales han sido ampliados en apartados anteriores.

La arquitectura del sistema se define en base a un sistema multiagente donde los agentes

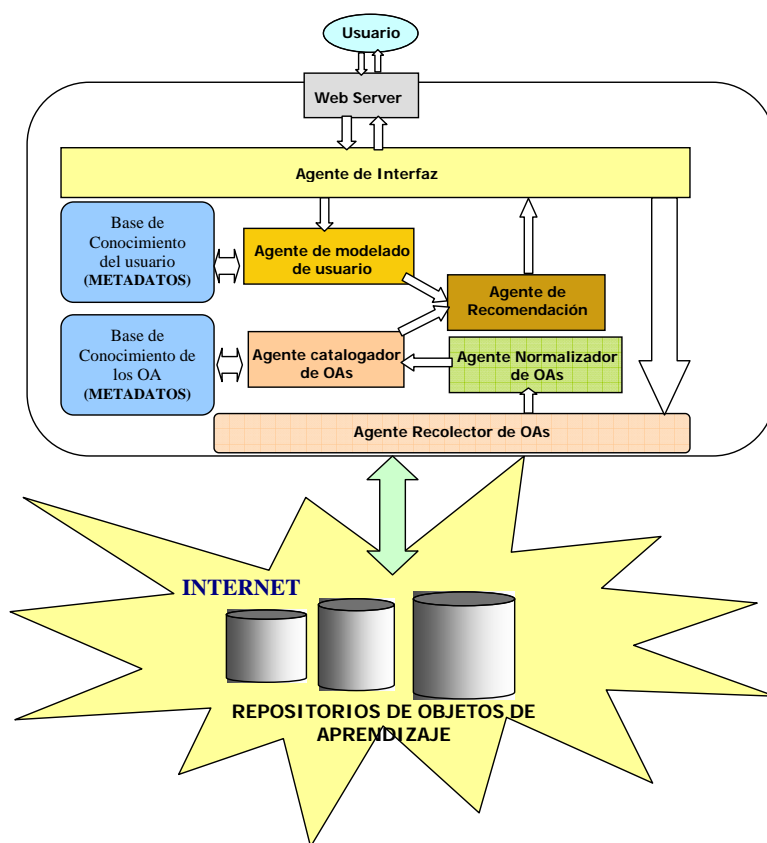


Figura 1. Arquitectura conceptual Multiagente de recuperación OAs

software se coordinan para identificar y recuperar los OAs relevantes a la petición de información suministrada por el usuario. En una primera aproximación, se han identificado los agentes necesarios, un total de seis, y sus relaciones, para dar soporte a la propuesta de arquitectura del sistema. Estos agentes visualizados en la Figura 1, se presentan en una arquitectura de gruesa granularidad y alto nivel de abstracción, debido a que se está definiendo la capa arquitectónica del sistema en clave de agentes para los principales componentes presentados.

La Figura 1 presenta los agentes involucrados en el sistema de búsqueda y recomendación de OAs teniendo en cuenta aspectos de calidad del OA en un contexto que precisa de personalización para el desempeño de su tarea por lo cual necesariamente aparece un agente de personalización referenciado en el agente de modelado del usuario. Resulta necesario ajustar el contexto de definición de la calidad de los OAs en un ámbito de competencias que cuadre con el del usuario que realiza la petición por lo tanto el agente de modelado del usuario y el catalogador de OAs dan soporte al agente de recomendación.

Aparece así por un lado la información contextual del OA, a través de los metadatos LOM, y por otro lado la información sobre el propio usuario que realiza las búsquedas de los OAs con una ontología propia que almacena la interacción del usuario con el sistema, sus competencias, etc.

Esta información será recopilada por el sistema intermediario y almacenada en la base de conocimiento, por un lado de los OA y por otro del usuario. Ambas bases de conocimiento serán utilizadas en el proceso de recomendación por el agente de recomendación que cruzará los OAs recuperados de los repositorios y catalogados por el agente catalogador con la información almacenada del usuario permitiendo realizar un ranking de los OAs personalizado mediante inferencia los metadatos del contexto del usuario.

El proceso de recomendación comienza para el usuario con la petición explícita de OAs mediante una interfaz de búsqueda basada en las entradas de la tabla 1. Estas palabras clave permitirán realizar la búsqueda del OA en una serie de repositorios disponibles en Internet. Todos los OAs recuperados a través del agente recolector pasarán a ser normalizados por el agente de normalización, según una ontología que define la estructura de los OAs recolectados [12] que se basa en la definición propuesta de OA. Es

en este proceso de normalización en donde se le añadirá la calidad del OA tal como se ha indicado anteriormente.

Una vez que los OAs han sido normalizados incluyendo además su información de calidad serán baremados de acuerdo a los metadatos del contexto del OA en su conjunto estableciendo un ranking entre todos ellos por el agente catalogador. A continuación, el agente de recomendación realizará nuevamente un reestructuración de esta catalogación incluyendo los metadatos relativos al contexto del usuario implicado. Este mecanismo generará un modelo de relevancia de estos OAs con respecto al usuario. Esta información a través de reglas de inferencia sobre el contexto del usuario añade características de personalización en la recuperación y ordenación de los OAs mostrados al usuario peticionario.

5. Agradecimientos

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia a través del proyecto FEDER Keops (TSI2005-00960).

Conclusiones

Este artículo propone la inclusión de un valor que refleje la calidad de los OAs y detalla su implementación en base a los metadatos LOM considerando el elemento de metadato "9.clasificación". Se explica cómo la calidad de los OAs es valorada desde diversos puntos de vista. La valoración obtenida se traduce en un número que permite que los OAs sean catalogados en un contexto atendiendo al elemento de metadato mencionado. Este nuevo descriptor propuesto permite la inclusión de la calidad en la gestión de los OAs mediante la definición de ontologías de dominio para su búsqueda y catalogación. De esta manera, los metadatos pueden ser utilizados no solo para buscar OAs sino también para valorarlos y acceder a los que han sido considerados como de calidad.

Se presenta una arquitectura basada en un sistema multiagente para la recuperación de OAs desde los Repositorios distribuidos en Internet y su catalogación de modo que satisfaga las necesidades del usuario. Dicha búsqueda y catalogación de OAs incluye la calidad del objeto y se esboza el punto particular que ocupa el trabajo de nuestro grupo en la actualidad, el

diseño e implementación de un sistema de recomendación de OAs que se pueda integrar en dicha arquitectura.

Referencias

- [1] Antoniou G., Franconi E. and Harmelen F. Introduction to Semantic Web Ontology Languages. In Reasoning Web, Proceedings of the Summer School, Malta. Lecture Notes in Computer Science 3564, 2005.
- [2] Baader, F., McGuinness, D. L., Nardi, D., & Patel-Schneider, P. The Description Logic Handbook: Theory, implementation and applications. Cambridge University Press, 2003.
- [3] T. Berners-Lee. Weaving the Web. Orion Business, 1999.
- [4] Corcho, O.; Gómez-Pérez, A. Solving integration Problems of E-Commerce Standards and Initiatives through Ontological Mappings. In the proceedings of the Workshop on Ontologies & Information Sharing held in IJCAI-01. Seattle, Washington, 2001
- [5] S. Decker, D. Fensel, F. van Harmelen, I. Horrocks, S. Melnik, M. Klein, and J. Broekstra. Knowledge Representation on the Web. In F. Baader, editor, International Workshop on Description Logics (DL'00), 2000.
- [6] Fensel, D. Ontologies: Silver Bullet for Knowledge Management and Electronic Commerce. Springer-Verlag, Berlin, 2001.
- [7] Fensel et al. Product Data Integration in B2B E-Commerce. IEEE Intelligent Systems, Vol. 16, Nº 4, 2001
- [8] Gruber, T. Ontolingua: A mechanism to support portable ontologies. Technical report, Technical Report KSL91-66, Stanford University, Knowledge Systems Laboratory. 1992
- [9] IEEE Standard for Learning Object Metadata: ANSI/IEEE (2002). <http://ltsc.ieee.org/wg12/>
- [10] P. Lambrix, M. Habbouche, M. Pérez. Evaluation of ontology tools for bioinformatics. Bioinformatics, 19(12):1564-1571, 2003.
- [11] McGuinness, D. Ontologies Come of Age. In Dieter Fensel, J im Hendler, Henry Lieberman, and Wolfgang Wahlster, editors. Spinning the Semantic Web: Bringing the World Wide Web to Its Full Potential. MIT Press, 2002.
- [12] Morales, E. M., García, F. J., Barrón, Á. "LOs Instructional Design based on an Ontological Model to Improve their Quality". In Proceedings of the 8th International Symposium on Computers in Education, SIIE'06. León, Spain, October 24th - 26th , 2006. Vol. 1. Pages 441-448. ISBN Obra completa 84-9773-303-7. ISBN Vol. 1 84-9773-301-0.2006.
- [13] Morales, E., García, F., & Barrón, Á. (2007). "Key Issues for Learning Objects Evaluation" 9th International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS'07). Funchal, Madeira, 12 al 16 de Junio del 2007.
- [14] Moreno, F. & Bailly-Baillièere, M.: Diseño instructivo de la formación *on-line*. Aproximación metodológica a la elaboración de contenidos, Editorial Ariel Educación (2002)
- [15] Nesbit, J. C., Belfer, K., & Vargo, J. (2002). A convergent participation model for evaluation of LOs. Canadian Journal of Learning and Technology, 28 (3), 1005-120.
- [16] Nesbit, J. C. & Belfer, K. (in press). Collaborative evaluation of learning objects. In R. McGreal (Ed.) *Online education using learning objects*. London: Routledge/Falmer.
- [17] Polsani, P. Use and abuse of reusable learning objects. Journal of Digital information, 3(4) (2003)
- [18] Sicilia, M. A., & García, E. (2003). On the Concepts of Usability and Reusability of Learning Objects, International Review of Open and Distance Learning. ISSN: 1492-3831.
- [19] Su, X.; Ilebekke, L. A Comparative Study of Ontology Languages and Tools. In Proceedings of Conference on Advanced Information System Engineering (CAiSE' 02), Toronto, Canada., Springer, 2002.
- [20] Vargo, J., Nesbit, J., Belfer, K., Archambault, A. Learning object evaluation: computermediated collaboration and inter-rater reliability, International Journal of Computers and Applications Vol 25 Nº 3 (2003)
- [21] Wiley, D. A.: Learning object design and sequencing theory, Unpublished Doctoral Dissertation, Brigham Young University, Provo,UT (2000)