

DESCRIPCIÓN SEMÁNTICA DE LOS OBJETOS DE APRENDIZAJE PARA LA POTENCIACIÓN DE SU REUSABILIDAD

Perla SEÑAS – Norma MORONI

[psenas/nem]@cs.uns.edu.ar

Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Informática y Educación (LIDInE)

Instituto de Investigación en Ciencias y Tecnología Informática (IICTI)

Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación

Universidad Nacional del Sur - Bahía Blanca

Resumen

En el diseño de actividades para los Sistemas de Aprendizaje Basados en la Web, el concepto de Objeto Didáctico u Objeto de Aprendizaje, se ha perfilado como el eje de un nuevo paradigma que se preocupa por la reutilización de contenidos y actividades, por su organización desde lo conceptual, el uso de metadatos en formatos conocidos y por el establecimiento de estándares. En este artículo se analiza el concepto de reusabilidad en el contexto de los sistemas mencionados y se proponen los Mapas Conceptuales a la Sowa y los Mapas Conceptuales Hipermediales como esquemas aptos para la representación de conocimiento, ya que permite una clara visualización y tienden a habilitar funcionalidades automatizadas conocidas, de manera precisa. Los mencionados recursos están orientados a completar la información de los metadatos en lo referente al aspecto semántico.

Palabras Clave: aprendizaje basado en la Web - objeto de aprendizaje - semántica - reusabilidad

1. Introducción

La educación basada en la Web en los últimos años ha evolucionado según un eje conformado por los llamados objetos de aprendizaje (OA), en torno al cual se estructura un conjunto de tecnologías y estándares. Si bien no existe consenso en relación a una única definición del concepto OA, se puede observar que en todas se hace algún tipo de referencia, ya sea implícita o explícitamente, a la reusabilidad y a la reutilización de los mismos, constituyéndose en unas de sus potencialidades más importantes. “Desde un punto de vista económico, es fácil construir modelos de costo-beneficio para justificar el diseño de OA, análogos en cierta medida a los modelos que han justificado la Ingeniería del Software basada en componentes” [24].

La posibilidad de estructurar nuevos OA a partir de otros más elementales y en función de decisiones que se toman en forma dinámica es lo que permite crear estrategias de aprendizaje complejas a partir de otras más sencillas. Para que ello sea posible, hay que asegurar una correcta conexión y compatibilidad entre los diferentes OA y se torna indispensable el uso de estándares para su descripción. Es importante asegurar un lenguaje de metadatos común y lo suficientemente amplio y rico para poder expresar toda la información necesaria que permitirá luego hacer las composiciones que se necesiten. De la misma forma, es necesario un sistema basado en reglas para poder expresar las relaciones entre OA y poder construir secuencias o itinerarios de aprendizaje a partir de ellos [30].

2. Sobre los objetos de Aprendizaje

Actualmente el diseño de los Sistemas Educativos basados en la Web (SEBW), se fundamenta en gran medida en el uso los OA, piezas elementales que se organizan para conformar experiencias educativas. Dichas piezas, caracterizadas como de grano fino, componen los cursos que son

estructurados según una planificación didáctica algorítmica (WebQuest). Los SEBW cerrados contienen sólo OA computacionales, mientras que en los abiertos puede haber de distinto tipo.

La idea es que para crear una experiencia educativa y luego ponerla a disposición de los usuarios se debe contar con OA, creados especialmente u obtenidos en alguno de los almacenes existentes, y componerlos dando lugar a recursos educativos más complejos. El uso de piezas elementales y la posibilidad de ensamblarlas a voluntad para construir con ellas modelos agregados de estructura superior al estilo de las piezas de un mecano es una de las características más atractivas de esta tecnología. Ahora bien, si para conformar una experiencia educativa debemos ensamblar OA, se presentan cuestiones fundamentales, tales como:

a) Los OA deben ser fácilmente accesibles y reutilizables: se deben desarrollar en forma independiente del contexto en el que se usarán en una primera instancia. Lo ideal es que estos los OA se construyan como componentes reutilizables normalizados, lo que beneficia tanto a los desarrolladores de material educativo, como a quienes arman las diferentes WebQuest.

b) La estructuración de la experiencia debe responder a una planificación didáctica que contemple las diferentes características individuales de los participantes y que pueda plasmarse en forma algorítmica.

Se pueden citar numerosos esfuerzos para desarrollar estándares sobre la creación y utilización de OA; en ello se han involucrado numerosas organizaciones e instituciones entre las que se pueden destacar: el grupo LTSC de IEEE, la Advanced Distributed Learning (ADL) initiative del Departamento de Defensa de los Estados Unidos, el Consorcio para el aprendizaje Global learning consortium (IMS), el Aviation Industry Computer Based Training Committee (AICC), ISO (ISO-SC36), el Dublin Core Metadata Initiative (DCM); y proyectos tales como GESTALT, PROMETEUS, ARIADNE, CEN-ISSS o GEM [1], [8], [32].

2.1. Reutilización y reusabilidad de los OA

La reutilización de un OA es un hecho observable que puede darse dentro de una misma organización o involucrar a varias de ellas. Mientras que la reusabilidad de un OA es uno de sus atributos y puede ser usado como una medida de calidad a priori. “En el caso de la reusabilidad – como ocurre en la disciplina de la Ingeniería del Software – no existen medidas precisas, sino sólo indicadores, que podrán o no ser confirmados por tasas de reutilización elevadas a posteriori, sin que desdigan en nada la potencial reusabilidad” [27].

La reusabilidad de un OA es un concepto que abarca fundamentalmente tres aspectos: el formato, la interpretación y la adecuación desde lo didáctico. Los estándares y especificaciones actuales cubren el primero de los aspectos, pero son necesarias mejoras y nuevos conceptos en los dos segundos aspectos. Por otro lado, hay diferentes puntos de vista – incluyendo perspectivas de valor y calidad –, que justifican el esfuerzo añadido que requiere la producción de los metadatos para los OA. El diseño de los cursos en el marco del paradigma de OA está claramente orientado por la reutilización. Los criterios de diseño y de descripción técnico- pedagógica y de organización de los OA, tanto para los autores como para quienes los organizan para la EBW se basan en este concepto de reutilización

Un OA debe ser propenso al reuso, es una propiedad fundamental, intrínseca a su caracterización. De un modo u otro, este aspecto aparece en las definiciones del término que se manejan actualmente. Por ejemplo, para Wiley un OA es “cualquier recurso digital que puede ser reutilizado para proporcionar aprendizaje” [34], para Polsani un OA es “una unidad independiente y auto contenida de contenido de aprendizaje que esta predispuesta a ser reutilizada en múltiples contextos de aprendizaje” [18]. Obviamente, desde una perspectiva económica, “el uso repetido es la fuente de valor y de economía de escala para el caso de los proveedores de contenidos” [26].

Es importante tener en cuenta que como la EBW está cada vez más difundida y que tal tendencia es marcadamente positiva, la reusabilidad de los OA estará en función de la facilidad que se tenga para accederlos y ensamblarlos; no depende sólo de su contenido sino también de lo que se conoce como metadatos, sobre todo si pensamos que en un futuro cercano el acceso a los OA se realizará casi exclusivamente a través de herramientas de software. Los metadatos son especificaciones que nos permiten encontrar los OA que necesitamos. Pero esas descripciones deberían ser orientadas fundamentalmente a las máquinas, y no a la lectura humana. “Pensar en la reutilización a gran escala sin la mediación de software especializado es perder la perspectiva del fenómeno que pretendemos caracterizar” [25]. Si se busca reusabilidad hay que pensar en metadatos que vayan más allá un registro compatible con LOM (IEEE, 2002) o un paquete compatible SCORM [27]. Es cierto que la creación de metadatos LOM o SCORM es útil, pero no garantiza la reusabilidad, ya que permiten metadatos que aunque estén completos y sean correctos, no necesariamente son aptos para el procesamiento automatizado, que es lo que se necesita si se piensa en la universalización de la EBW. Es sabido que no todo los formatos que permiten un procesamiento humano necesariamente hacen posible su manejo computacional.

Si bien algunos formatos (SCORM, por ejemplo) permiten el intercambio de contenidos entre plataformas aptas para la EBW, eso no pasa de ser un pase de archivos, es decir se trata de una reutilización técnica. Obviamente, como el intercambio es posible, el formato proporciona reusabilidad, aunque se puede dar el caso de un contenido SCORM sea reutilizado muy pocas veces por ser semánticamente muy general o demasiado específico para la experiencia educativa en cuestión. Es decir, adhiriendo a LOM o SCORM, se pueden lograr OA con alto grado de reusabilidad aunque no es una condición suficiente, para lograrlo es necesario que los metadatos tengan formatos adecuados para su procesamiento automatizado. Un ejemplo en esta dirección lo constituye el “diseño por contrato” de OA que se esmera en proporcionar una semántica clara de los metadatos para que las herramientas de software puedan seleccionarlos y combinarlos, verdaderas tareas de reutilización que hasta hoy algunos diseñadores de experiencias educativas y muchos tutores y profesores siguen resolviendo en forma artesanal (cortar y pegar).

Los principales aspectos de la reusabilidad que se deben considerar son:

- a) Un aspecto técnico de formato que implica que los materiales estén formateados de acuerdo a ciertas reglas y convenciones. Con los estándares actuales se ha avanzado notablemente en este punto.
- b) Un aspecto técnico de interpretación referido a que los metadatos utilizados permitan habilitar en forma automatizada y de manera precisa ciertas funcionalidades conocidas. LOM no es suficiente en esta área, pero puede extenderse con técnicas y prácticas especiales.
- c) Un aspecto de diseño instruccional, de manera tal que el diseño de los contenidos y su granularidad esté orientado a la reutilización, pensando en posibles entornos de usos futuros. Sobre este tópico se ha propuesto un esbozo de caracterización del concepto donde se relaciona la reusabilidad en diferentes contextos educativos del OA con la reusabilidad total [25].

2.2. Diseño de OA y evaluación de la reusabilidad

El paradigma de los OA tiene un valor superior a otras aproximaciones existentes para el diseño de contenidos y actividades educativas, se puede destacar:

- a) Desde lo que significa una generación de valor: el valor puede referirse a elementos de carácter económico o a la capacidad de servicio, entre otros. Si se expresarse en términos de la relación costo-beneficio sería el valor de la adquisición o de la producción de los OA necesarios para la experiencia educativa vs. el incremento en las competencias y/o conocimiento de los destinatarios. Las actividades didácticas en el contexto organizativo, forman parte de un ciclo de adaptación, por lo que el valor se

conceptualiza como un incremento final en la capacidad competitiva de la organización. Además, la economía de escala a la que pueden llegar los fabricantes de OA estandarizados seguramente llevará a una reducción de los costos globales de producción.

b) Desde la perspectiva de la conformidad técnica: para los sistemas de e-learning, los estándares actuales son la base de la interoperabilidad de contenidos y actividades educativas. Su capacidad en esta área está probada, y los organismos de especificación continúan una actividad intensa para abarcar más áreas de conformidad.

c) Desde el punto de vista de la adecuación pedagógica: para el diseñador de experiencias educativas que busca OA para una situación concreta, la disponibilidad de herramientas automatizadas de búsqueda y composición le ahorran tiempo de diseño y le amplían las posibilidades de encontrar OA adecuado a sus necesidades concretas. Cabe destacar en este punto que las posibilidades efectivas de reuso se incrementan en forma proporcional a la calidad descriptiva de los metadatos. Es importante notar que el uso de metadatos estructurados y con interpretaciones no ambiguas abre un escenario completamente diferente a la construcción de herramientas de búsqueda.

d) Desde la calidad proveniente del uso repetido: encuadrados en un marco de investigación-acción, los contenidos y actividades educativas se evalúan y perfeccionan con la práctica, en este caso con su uso repetido, esto es, la evaluación permanente y la experiencia repetida permite incrementar la calidad de los OA. Existen emprendimientos que añaden una dimensión de meta-información sobre calidad y adecuación que posee ya que se trata de un valor intrínseco muy importante.

3. Propuesta para la descripción semántica de los OA

Esta propuesta se centra en el uso de los Mapas Conceptuales Hipermediales (MCH) y de los Mapas Conceptuales a la Sowa (MC^S) como esquemas de representación de conocimiento [22]. Cuando se examina el límite computacional sobre el razonamiento automatizado y su efecto sobre la representación del conocimiento, se advierte que no se razona correctamente y con igual facilidad sobre los distintos lenguajes de representación. Además, generalmente el grado de dificultad aumenta en forma paralela con el poder expresivo de los lenguajes. El esquema de representación de conocimiento que se presenta es suficientemente flexible para el manejo humano y riguroso para poder realizar razonamiento automatizado.

3.1. Sobre Mapas Conceptuales Hipermediales y Mapas Conceptuales a la Sowa

Los MCH se basan en los Mapas Conceptuales de Novak (MC) e incorporan la flexibilidad y riqueza que permite la tecnología hipermedial. En el área educativa, ambos esquemas han sido probados con éxito como potentes estructuras capaces de contribuir con la construcción de aprendizajes significativos en las personas. Se destaca el valor del recurso hipermedial, no sólo en el aspecto operacional sino en los planos relacionados con la percepción y la abstracción [36]. Se detectan falencias al querer extender el modelo para realizar gestión automática con base semántica. Por esa razón, se realiza una extensión de los MC incorporando elementos de los Grafos Conceptuales de Sowa. Se definen entonces, los MC^S y una arquitectura para la representación de una base de conocimiento, con capacidad para realizar razonamiento en forma automática.

3.2 Esquema de la Base de Conocimiento

Los MCH constituyen una representación exitosa entre agentes humanos, pero es incompleta como esquema de representación en ambientes de aprendizaje mixtos (compuestos por agentes humanos y de software). Dichas falencias se centran en la jerarquización de los conceptos, en la definición de clases e

individuos y en el manejo de la aridad de las relaciones. Para solucionarlo se enriquece el modelo de la siguiente manera: se crea un esquema de clases y un esquema de representación de proposiciones [22]. El esquema de clases es un reticulado representado por medio de un MCH basado en el modelo de los MC de Novak. Para la representación de las proposiciones se migra a un modelo fundamentado en los GC de Sowa [29], para los cuales ya están resueltos los problemas anteriormente planteados. Se elige el modelo de los GC por ser intuitivo, por la simpleza de su notación, su impacto visual, su capacidad para ser visualizado y por la lógica subyacente. Los GC forman una base fuerte para el razonamiento lógico, se pueden usar las relaciones y conceptos resultantes y mantener la consistencia. Se definen así, los MC^S y se presentan reglas canónicas y operaciones lógicas para la formación de nuevos MC^S a partir de otros existentes. Se logra una representación que es equivalente a la notación del cálculo de predicados y que permite razonar con mayor facilidad.

3.3. Esquema de clases: La herencia es una herramienta natural para representar el conocimiento en forma taxonómicamente estructurada. Esta organización garantiza que todos los miembros de una clase hereden las propiedades adecuadas, asegurando consistencia con la definición de las clases. Con esta estrategia se reduce el tamaño de la base de conocimiento, y se permite la implementación de valores por defecto y excepciones. Los valores por defecto se heredan simplemente desde las superclases apropiadas. Un modelo que es capaz de representar aquellas jerarquías que permiten una multiplicidad de clases padre es más expresivo. Aunque estas jerarquías de herencia múltiples pueden introducir dificultades en la definición de los lenguajes de representación, sus beneficios son grandes en relación con estas desventajas [11]. Los reticulados constituyen una forma común para el caso de herencia múltiple. Se establece un orden parcial en el conjunto de las clases, indicado por el símbolo \subseteq (\subseteq representa la inclusión entre clases). Se definen los conceptos de subclase y superclase, y como se trata de un reticulado, las clases pueden tener múltiples padres y múltiples hijos. Sin embargo, cada par de clases debe tener una superclase común mínima y una subclase común máxima. La superclase común mínima de una colección de clases es el lugar apropiado para definir las propiedades que son comunes sólo a esas clases. Para resolver el problema que se presenta cuando hay clases que no tienen superclases o subclases comunes naturales, se incorporan dos clases especiales que cubren esas funciones. Se logra así que la \subseteq de clases sea un verdadero reticulado.

En esta propuesta la jerarquía de clases es representada por un MCH que cuenta con dos clases estándares: una clase Universal como superclase de todas las clases y una clase Absurda como subclase de todas las clases. Siguiendo las convenciones de MC, si C_2 es una subclase de C_1 , C_1 aparece en la representación en un nivel superior al de C_2 . Las clases quedan vinculadas a través de la relación “es un”, por lo tanto es necesario el dibujo explícito de una flecha, como se muestra en la figura 1.

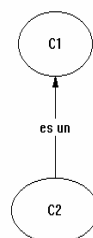


Figura 1

Para jerarquías de gran número de clases, el uso de MCH marca una diferencia importante en lo

operacional.

3.4. Representación de las proposiciones: Cada proposición simple se representa por medio de un MCS que es un grafo dirigido finito caracterizado por:

Los nodos del mapa representan conceptos, gráficamente los conceptos se dibujan como elipses rotuladas.

Todas las relaciones son binarias. Se mantiene la representación tradicional para las relaciones de los MC, es decir mediante arcos etiquetados con el nombre de la relación.

Los nodos representan objetos del universo de discurso; pueden ser concretos o abstractos. Los conceptos concretos incluyen conceptos genéricos y conceptos específicos.

Las proposiciones verbales se representan de la siguiente manera: el concepto verbo es raíz del MCS que representa la proposición. Por ejemplo, para la proposición El oso toma agua, la relación agente vincula el concepto toma con el concepto oso y la relación objeto vincula el concepto toma con el concepto agua como puede observarse en la figura 2.

En las proposiciones nominales, el concepto al que se le asocia una propiedad es el concepto raíz del MCS. Por ejemplo para la proposición Pájaro color azul el MCS asociado es el de la figura 3.

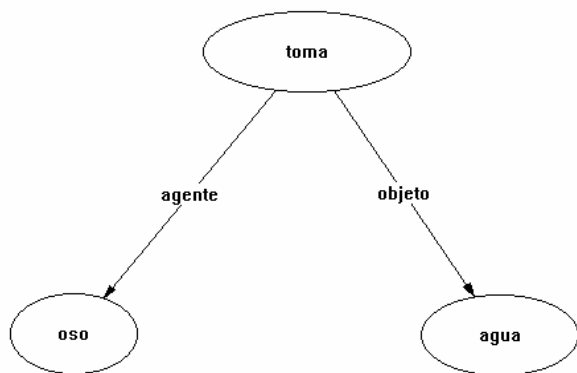


Figura 2

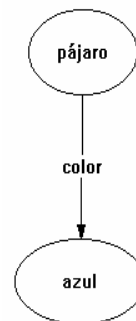


Figura 3

En los MCS que representan las proposiciones, siguiendo la propuesta de los GC, cada concepto sustantivo es un individuo único de una clase particular. Puede tratarse de un individuo genérico o de un individuo específico. La notación para los distintos casos en las respectivas elipses es la siguiente:

individuo genérico	sin marcador genérico	< Nombre de clase >
	usando marcador genérico	< Nombre de clase > : *
individuo específico	usando nombre	<Nombre de clase> : <Nombre de individuo>
	usando marcador	<Nombre de clase> : # <Número de individuo>

Cada individuo en el mundo del discurso tiene asociado un único token, llamado marcador numérico, que lo identifica plenamente. Esto permite indicar individuos específicos pero sin nombre. Los MCS permiten el uso de variables con nombre. Éstas son representadas por un asterisco seguido del nombre de la variable (por ejemplo *X). Esto es útil si dos elipses distintas indican el mismo individuo, pero se trata de un individuo no especificado. El mapa de la figura 4 representa la afirmación El niño apoya la frente sobre sus rodillas. Aunque no se especifica cuál es el niño al que se refiere la proposición, la

variable *X indica que la frente y las rodillas pertenecen al mismo niño. También permiten nodos proposicionales para representar proposiciones subordinadas o coordinadas. De tal forma, además de usar los MC^S para definir relaciones entre objetos del mundo se puede también definir relaciones entre proposiciones. Un nodo proposicional se representa como un nodo del mapa que está etiquetado con un MC^S que representa una proposición, es decir se indica como una elipse que contiene otro MC^S . Por ejemplo la sentencia Juan cree que el pájaro es azul se representa por el MC^S que muestra la figura 5. En este caso cree es una relación que toma como argumento una proposición. Cada MC^S representa una proposición simple. Los MC^S pueden ser arbitrariamente complejos, pero son siempre finitos. Una base de conocimiento típica contendrá un cierto número de estos mapas, además del MCH que representa el esquema de clases. Los conceptos proposicionales pueden ser usados con relaciones apropiadas para representar conocimiento acerca de proposiciones. Se muestra así cómo los MC^S con nodos proposicionales pueden ser usados para expresar los conceptos modales de conocimiento y creencia.

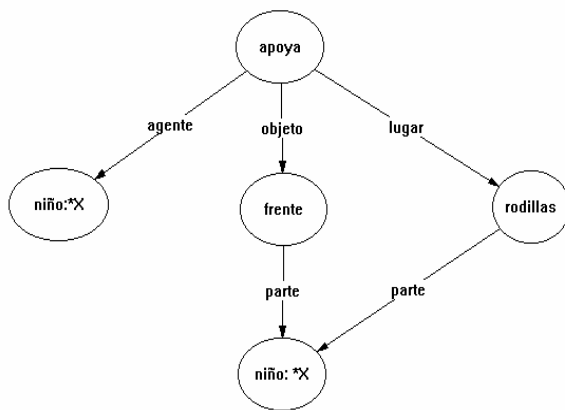


Figura 4

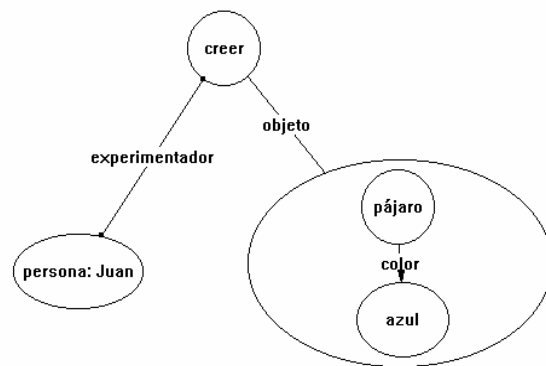


Figura 5

3.5. Creación de nuevos MC^S

Para crear nuevos MC^S a partir de MC^S existentes se incluyen operaciones que permiten tratar la generalización y la especialización (reglas de formación canónica) y operaciones lógicas. En el primer grupo se encuentran las operaciones copiar, restringir, unir y simplificar y en el segundo, negación conjunción y disyunción.

3.5.1. Reglas de formación canónica

Dados los MC^S m_1 y m_2 , el resultado de aplicar cada una de las reglas da como resultado un nuevo MC^S como se indica en la figura 6.

La regla de restricción puede usarse para hacer que aparezca una correspondencia entre dos conceptos y así se pueda aplicar luego la regla Unir. Las reglas Restringir y Unir juntas permiten la implementación de la herencia. El reemplazo de un marcador genérico por uno individual implementa la herencia de una de las propiedades de la clase a un individuo. Por ejemplo en el MC^S m_3 , el profesor Juan hereda la propiedad de nacionalidad argentina originalmente definida en m_1 para un individuo genérico de la clase profesor. El reemplazo de la etiqueta de una clase por la etiqueta de una subclase define la herencia entre una clase y una subclase. Es el caso de la propiedad heredada por la subclase profesor en m_4 desde la clase persona en m_2 .

Además, uniendo un MC^S con otro y restringiendo ciertos conceptos, se puede implementar herencia de una variedad de propiedades. Como los MC^S se basan en el modelo de los GC, también se puede aplicar

a ellos unión y restricción para implementar supuestos plausibles que juegan un rol importante en la comprensión del lenguaje común, por ejemplo de la sentencia María y Tomás salieron juntos a comer pizza puede ser modelado con MC^S .

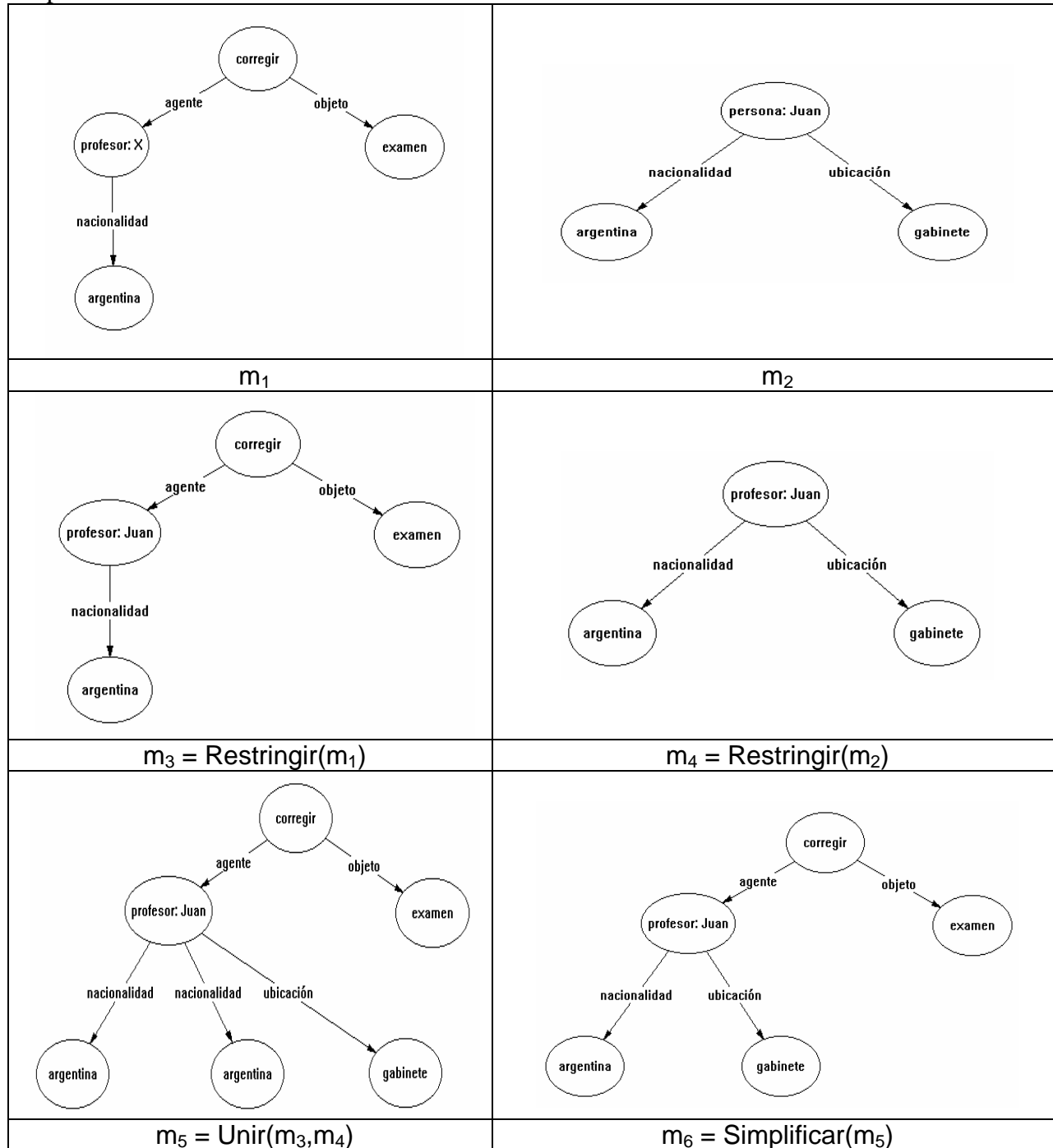


Figura 6

Como en el caso de los GC, la unión y la restricción de MC^S son reglas de especialización. Ellas definen un orden parcial sobre el conjunto de los MC^S derivables. Si un MC^S m_1 es una especialización de m_2 entonces se puede decir que m_2 es una generalización de m_1 . Como Luger ha mencionado, las jerarquías

de generalización son importantes en la representación de conocimiento; ellas, junto con la provisión de bases para herencia y otros esquemas de razonamiento del sentido común, se usan en muchos métodos de aprendizaje. Obviamente, no se trata de reglas de inferencia, ellas no garantizan que desde MC^S verdaderos se derivarán siempre MC^S verdaderos. En la restricción del mapa m_3 de la figura 6 el resultado podría no ser verdadero, por ejemplo si Juan no es un profesor. Otro ejemplo representativo de no preservación de la verdad lo constituye m_5 en la misma figura, ya que el profesor que está en el gabinete podría ser una persona distinta del que corrige el examen. Estas operaciones no preservan verdad pero tienen la importante propiedad de preservar la condición de significatividad, es decir las reglas de formación canónica no permiten formar MC^S sin sentido desde otros que sí lo tienen, lo que constituye una propiedad importante. “Aunque ello no suena a reglas de inferencia, las reglas de formación canónica forman las bases para muchos de los razonamientos plausibles realizados en comprensión del lenguaje natural y razonamiento del sentido común” [11].

3.5.2 Operaciones Lógicas

a) Negación: La existencia de los nodos proposicionales en los MC^S hace que se pueda implementar con facilidad la negación de una proposición. Se define una operación llamada neg que toma como argumento un concepto proposicional y afirma ese concepto como falso. Para la representación gráfica, se muestra la proposición que se quiere negar como un nodo proposicional, y para establecer la negación se usa un nodo ficticio desde el que parte la relación neg hacia el nodo proposicional. El uso de ese nodo ficticio es al solo efecto de tratar a la operación neg como binaria.

b) Conjunción: se pueden formar MC^S que representen aserciones disyuntivas. Si cada uno de los MC^S que representan las proposiciones a coordinar tiene un nodo raíz, se puede establecer la relación “y” vinculando ambos nodos raíz; de lo contrario puede representarse cada una de las proposiciones a vincular por medio de un nodo proposicional y luego relacionarlos con “y”.

c) Disyunción: De acuerdo con las reglas de la lógica, usando negación y conjunción se pueden formar MC^S que representen aserciones disyuntivas. Para simplificar esto también se puede definir una relación “o” la cual toma dos proposiciones y representa su disyunción en forma análoga a como se representa la conjunción.

3.5.3 Cuantificación de variables

a) Se asume que en los MC^S los conceptos genéricos están existencialmente cuantificados. Por ejemplo en el caso del MC^S de la figura 3, el concepto genérico pájaro representa una variable existencialmente cuantificada. Este MC^S se corresponde con la expresión lógica:

$$\exists X \exists Y (\text{pájaro}(X) \wedge \text{color}(X,Y) \wedge \text{azul}(Y))$$

b) Se puede representar cuantificación universal mediante el uso de negación y cuantificación existencial. Por ejemplo, Para el MC^S que representa la negación de la proposición El pájaro es amarillo se tiene la siguiente expresión lógica:

$$\forall X \forall Y (\neg(\text{pájaro}(X) \wedge \text{color}(X,Y) \wedge \text{amarillo}(Y)))$$

c) Un MC^S que hace referencia a un individuo particular, por ejemplo el que representa la proposición El oso Simón es de color marrón, se corresponde con la siguiente expresión del cálculo de predicados

$$\exists X_1(\text{oso}(\text{Simón}) \wedge \text{color}(\text{Simón},X_1) \wedge \text{marrón}(X_1))$$

3.6. Poder expresivo de los MC^S

Como los ejemplos precedentes sugieren, existe una correspondencia directa desde los MC^S hacia la

notación del cálculo de predicados. Los MC^S resultan equivalentes al cálculo de predicados en su poder expresivo. El siguiente algoritmo permite obtener la expresión del cálculo de predicados equivalente a un MC^S dado.

<p><u>Algoritmo</u> Expresión Lógica Equivalente <u>Entrada:</u> MC^S m <u>Salida:</u> expresión del cálculo de predicados equivalente a m</p>
<p><u>Pasos:</u> 1- Asignar una única variable X_1, \dots, X_n a cada uno de los n conceptos genéricos en m. 2- Asignar una única constante a cada concepto individual en m. Esta constante puede simplemente ser el nombre o el marcador usado para indicar el referente del concepto. 3- Representar cada nodo concepto por un predicado un-ario con el mismo nombre del tipo de ese nodo y cuyo argumento es la variable o constante asignada a ese nodo. 4- Representar cada relación conceptual en m como un predicado binario cuyo nombre es el mismo que el de la relación. Esto permite que cada argumento del predicado sea la variable o la constante asignada al correspondiente nodo concepto vinculado a tal relación. 5- Tomar la conjunción de todas las sentencias atómicas formadas en los puntos 3 y 4. Éste es el cuerpo de la expresión del cálculo de predicados. Todas las variables en la expresión son existencialmente cuantificadas.</p>

Es importante destacar que aunque los MC^S , así como los GC, pueden reformularse usando la sintaxis del cálculo de predicados, ellos soportan un número de mecanismos de inferencia de propósito especial tales como unión y restricción que no son normalmente parte del cálculo de predicados.

4. Conclusiones

El paradigma de los SEBW basados en OA pone el énfasis en la reusabilidad de los contenidos y de las actividades orientadas al aprendizaje. Se espera que los OA puedan ser encontrados, visualizados, agregados para poder construir experiencias educativas en el marco del e-learning y en base a este paradigma, por diseñadores didácticos y docentes que no cuentan con una formación informática específica. En este artículo se ha tratado el concepto de reusabilidad en el contexto del modelo de SEBW basado en OA y se proponen los Mapas Conceptuales a la Sowa y los Mapas Conceptuales Hipermediales como esquemas aptos para la representación de conocimiento. Se muestra su potencial para una clara visualización y para habilitar funcionalidades automatizadas de manera precisa tales como búsquedas orientadas por la semántica o composición desde lo conceptual. Los mencionados esquemas se proponen para completar la información de los metadatos actuales en lo referente al aspecto semántico.

Referencias

- [1] ADL (2004). Sharable Content Object Reference Model (SCORM) overview. <http://www.adlnet.org/index.cfm>
- [2] Ausubel, D. P., Novak J. D. Educational Psychology: A Cognitive View. 2nd Ed. New York: Holt , Rinerhart and Winston. 1978.
- [3] Berners-Lee, T., Hendler, J., Lassila, O. (2001). The Semantic Web. Scientific American, 284(5)
- [4] Chan, M. E. Fundamentos del diseño instruccional con e-learning, chapter Conceptualización de materiales multimedia. Universitat Oberta de Catalunya. 2003.

- [5] Coll, C. Aprendizaje escolar y construcción del conocimiento. Ed. Paidós. 1989.
- [6] Grinstein G - Levkowitz H. Perceptual Issues in Visualization, Springer-Verlag, 1995.
- [7] <http://www.adlnet.org/index>
- [8] IEEE Learning Technology Standards Committee (2002). Learning Object Metadata. IEEE 1484.12.1.
- [9] Johnson, W. and Shaw, E. Using Agents to Overcome Deficiencies in Web-Based Courseware. Proceedings of the AI-ED 97 Workshop on Pedagogical Agents. 1997.
- [10] Lester, J., Converse, S., Stone, B., Kahler, S., and Barlow, T. Animated pedagogical agents and problem-solving effectiveness: A large-scale empirical evaluation. Eighth World Conference on Artificial Intelligence in Education. IOS Press, Amsterdam. 1997.
- [11] Luger, G. and Stubblefield, W. Artificial Intelligence: Structures and Strategies for Complex Problem Solving. Addison Wesley. 1997.
- [12] Lytras, M., Pouloudi, A., & Poulymenakou, A. (2002). Dynamic e-Learning setting through advanced semantics: The value justification of a knowledge management oriented metadata schema. International Journal of e-Learning, 1(4) (pp. 49-61).
- [13] Mortimer, L. A field guide to learning objects, ASTD and SmartForce. <http://www.learningcircuits.org/2002/jul2002>.
- [14] Najjar, J., Ternier, S. and Duval, E. (2003). The Actual Use of Metadata in ARIADNE: an Empirical Analysis. Proceedings of ARIADNE Conference 2003.
- [15] Neven, F. and Duval, E. (2002). Reusable learning objects: a survey of LOM-based repositories. In Proceedings of the tenth ACM international conference on Multimedia, pages 291–294. ACM Press.
- [16] Novak, J. Metalearning and metaknowledge strategies to help students learn how to learn. Cognitive Structure and Conceptual Change. New York. Academic Press. 1985.
- [17] Novak, J. y Gowin, D. Learning how to learn. Cambridge University Press. 1984.
- [18] Polsani, P. R. Use and abuse of reusable learning objects. Journal of Digital Information, 3(4). 2003
- [19] Revista de Educación a Distancia <http://www.um.es/ead/red/M2/>
- [20] Riecken, D. Personalized views of personalization. Communications of the ACM, 43(8:27–28). 2002.
- [21] Sarsa, J. and Gracia, L. 2004. Caracterización de contenidos de e-learning mediante un subconjunto reducido y racional de metadatos. Educa 2004, Barcelona, España.
- [22] Señas, P. Tesis de Magíster: MCH como herramienta para la Representación de Conocimiento en Agentes Inteligentes. Universidad Nacional del Sur. 2000.
- [23] Señas, P., Moroni, N., Vitturini, M. y Zanconi, M.: Hypermedial Conceptual Mapping: A Development Methodology. 13th International Conference on Technology and Education. University of Texas at Arlington, Department of Computer Science and Engineering. New Orleans 1996.
- [24] Sicilia, M.A. and García, E. On the Concepts of Usability and Reusability of Learning Objects. International Review of Research in Open and Distance Learning 4(2). 2003.
- [25] Sicilia, M.A. and Sánchez-Alonso, S. On the concept of learning object "Design by Contract". 2003.
- [26] Reusability and reuse of learning objects: Myths, realities and possibilities. Miguel-Angel Sicilia. <http://www.um.es/ead/red/M2/>
- [27] Sharable Content Object Reference Model) <http://www.adlnet.org>.
- [28] Sowa, J. Conceptual Structures: Information Processing in Mind and Machine. A. Wesley. 1984.
- [29] Sowa, J. Knowledge representation. Brooks Cole. 2000.

- [30] Srivastava, J., Cooley, R., Deshpande, M., and Tan, P.-N. Web usage mining: discovery and applications of usage patterns from web data. In *ACM SIGKDD Explorations*, volume 1(2), pages 12–23. 2000.
- [31] Verbert, K. and Duval, E. Towards a global architecture for learning objects: a comparative analysis of learning object content models. In *Proceedings of the ED-MEDIA 2004 World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications*, pages 202–208. AACE, AACE. 2004.
- [32] W3C XML specification. <http://www.w3.org/XML>. 1996-2003.
- [33] Wiley, D. A. *The Instructional Use of Learning Objects*. Association for Educational Communications and Technology, Bloomington. 2001.
- [34] Wiley, D. A. *The Instructional Use of Learning Objects*. Agency for Instructional Technology. 2002.
- [35] *WSEAS Transactions on Systems*, 2(3)
- [36] Zanconi, M., Moroni, N., Vitturini, M., Malet, A., Borel, C. y Señas, P. *Tecnología computacional y meta-aprendizajes*. RIBIE-98. 1998.