

# Modelo de asociación entre objetos y estilos de aprendizajes para una Plataforma de aprendizaje adaptativo

Luis Maza Arnao<sup>1</sup>, Carlos Raymundo<sup>2</sup>, Francisco Dominguez<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Informática, Instituto Superior Tecnológico - Tecsup, Lima,  
[lmaza@tecsup.edu.pe](mailto:lmaza@tecsup.edu.pe)

<sup>2</sup> Escuela de Ingeniería de Sistemas y Computación, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Lima,  
[Carlos.raymundo@upc.edu.pe](mailto:Carlos.raymundo@upc.edu.pe)

<sup>3</sup> Escuela Superior de Ciencias Experimentales y Tecnología, Universidad Rey Juan Carlos (URJC), Madrid,  
[francisco.dominguez@urjc.es](mailto:francisco.dominguez@urjc.es)

## Resumen

*Los sistemas de aprendizaje adaptativos constituyen un nuevo enfoque en los sistemas de aprendizaje virtual, pues permiten adaptar los contenidos a las características individuales de los estudiantes. Dos de sus principales componentes son el Modelo de Dominio y el Modelo del Estudiante, cuyos elementos fundamentales son los objetos de aprendizaje (OA) y el estilo de aprendizaje, respectivamente. Los OAs constituyen el contenido educativo digital proporcionado por el curso, mientras que el estilo de aprendizaje define la forma como el estudiante aprende. Dentro de este contexto la motivación del presente estudio es plantear un modelo de asociación que permita relacionar los OAs con los estilos de aprendizaje del estudiante.*

*Luego de realizar una revisión sistemática de trabajos previos relacionados se presenta un modelo matemático de asociación de OAs y estilos de aprendizaje tomando como referencia su tipo de formato y tipo de recursos que permita determinar que OAs se asocia mejor al estilo de aprendizaje del estudiante.*

**Palabras Claves:** Hipermedia, Sistemas Adaptativo, Objetos de Aprendizaje, Metadatos. Estilos de aprendizaje.

## Abstract

*Adaptive learning systems constitute a new approach to e-learning systems, they allow adapting the content to the individual characteristics of students. Two of its main components are the domain model and the student model, whose key elements are the learning objects (OA) and learning style, respectively. LOs are digital educational content provided by the course while learning style will define how the student learns. Within this context the motivation of this study is to propose a partnership model for relating the LOs with student learning styles.*

*After conducting a systematic review of previous work related a mathematical model of partnership LOs and learning styles by reference to their type of format and content type to determine which is associated LOs better student learning style is presented.*

**Keyword:** Hypermedia, Adaptive Systems, Learning Objects, Metadata, Learning Styles.

## 1. Introducción

Los sistemas hipermedia adaptativos (SHA), permiten producir adaptaciones distintas para usuarios permitiendo un equilibrio entre la enseñanza totalmente guiada de los sistemas tutoriales inteligentes y la búsqueda libre en los sistemas hipermedia.

Un sistema hipermedia adaptativo, está formado principalmente por tres componentes: el modelo de dominio, el modelo alumno y el modelo de adaptación. Uno de los componentes más importantes de los sistemas hipermedia adaptativos es el modelo de dominio, el cual se compone de un conjunto de pequeños elementos del dominio del conocimiento denominado Objetos de Aprendizaje (OA).

Los OA se convierten en un componente primordial para los sistemas hipermedia adaptativos, pues es a través de ellos se realiza la adaptación de los contenidos al perfil del estudiante. Es necesario establecer mecanismos para la asociación de los OAs a los estilos de aprendizaje de los estudiantes que aseguran que estos se ajustan a las características del estudiante y proporcionan un valor sustancial de conocimiento del segmento de dominio que se está consultando.

Dentro del presente trabajo de investigación realizaremos un análisis teórico conceptual de la bibliografía consultada que nos permitan diseñar un modelo de asociación de los OA y estilos de aprendizaje que sirve de complemento a la arquitectura de un sistema hipermedia adaptativo y mejore su acceso a los materiales educativos disponibles.

El trabajo se encuentra organizado como se indica a continuación: la sección 2 describe el marco conceptual referente a Estilos de aprendizaje y Objetos de aprendizaje. En la sección 3 se detallan los antecedentes en relación a las referencias de asociación entre OA y estilos de aprendizajes. En la sección 4 se hace un análisis de las fuentes y se presenta el modelo propuesto. Por último se presentan las conclusiones y el trabajo futuro.

## 2. Marco Conceptual.

### 2.1. Estilos de Aprendizaje

Los estudiantes utilizan sus propios métodos o estrategias a la hora de aprender. Los estilos de aprendizaje son los rasgos cognitivos, afectivos y fisiológicos que sirven como indicadores de cómo los alumnos perciben interacciones y responde a sus ambientes de aprendizaje (Figuroa et al, 2005). Los psicólogos de la educación atribuyen a los estilos de aprendizaje las formas particulares de comportarse de cada persona en el proceso de aprendizaje.

Existen varias propuesta de modelos de estilos de aprendizaje, para nuestra investigación utilizaremos el modelo de Felder-Silverman, que según (Gascuña et al, 2004) se ha utilizado con éxito en muchos sistemas educativos basado en computador. El modelo incluyen cuatro dimensiones o categorías que están relacionadas con la percepción, sensitivo/intuitivo; el procesamiento, activo/reflexivo; la presentación de la entrada, visual/verbal; y la comprensión, secuencial/global. Los estilos de aprendizaje se obtienen por la combinación de todas las categorías. De esta manera es posible tener 16 estilos de aprendizaje distintos. Las características de los estilos de aprendizaje son resultado de la combinación de las características de cada una de las escalas (Zatarain y Barrón, 2011). En la Tabla No. 1 se describe esta clasificación.

| Dimensión     | Clasificación                       | Característica  |
|---------------|-------------------------------------|---|
| Percepción    | Sensitivos (Aprende hechos)         | Concretos, prácticos, orientados hacia los hechos y los procedimientos                          |
|               | Intuitivos (Aprende conceptos)      | Conceptuales, innovadores, orientados hacia las teorías   |
| Entrada       | Visuales (Requiere dibujo)          | Prefieren la presentación visual del material tal como películas, cuadros, o diagramas de flujo |
|               | Verbales (Requiere leer o disertar) | Prefieren las explicaciones escritas o habladas   |
| Procesamiento | Activos (Hace)                      | Aprenden manipulando las cosas y trabajando con otros   |
|               | Reflexivo (Piensa)                  | Aprenden pensando acerca de las cosas y trabajando solos  |
| Comprensión   | Secuenciales (Paso a Paso)          | Aprenden poco a poco en forma ordenada  |
|               | Globales (Marco general)            | Aprenden de forma holística   |

Tabla 1. Estilos de Aprendizaje de Felder y Silverman. Fuente (Figuerola et al. 2005; Pureco2012)

## 2.2. Objetos de Aprendizaje y Metadatos

En (Ossandón y Castillo, 2005) y (Rojas y Defude, 2010), encontramos diferente definiciones de OAs, las cuales hacen referencia o no a elementos digitales. Para fines de nuestro estudio un OA se define como cualquier recurso digital que puede ser utilizado o reutilizado para apoyar el aprendizaje. Debemos tomar en cuenta que los OAs pueden ser utilizados por un estudiante que desea aprender un tema, o pueden ser utilizados por un docente que desea preparar material didáctico para su clase.

Un OA está constituido por dos elementos básicos: una colección de recursos o contenidos y un conjunto de descriptores de las características del objeto, denominados metadatos (Menéndez et al, 2010). Los OAs están almacenados en repositorios estructurados como una base de datos con metadatos asociados. Los metadatos, es decir, datos sobre datos, se utilizan con el propósito de poder encontrar, gestionar, reusar y almacenar objetos de aprendizaje de manera efectiva (Rouyet y Martin, 2004). El metadato contiene información del autor, fecha, tema, descripción, idioma y dependiendo del estándar diferentes contenidos. En (Arias et al., 2009), se describen dos de los estándares para metadatos más utilizados: LOM (Learning Object Metadata) y DC (Dublin Core). LOM, contiene más de 60 metadatos agrupados en 9 categorías, mientras DC está compuesto por 15 metadatos. Una descripción detallada de los metadatos de LOM se encuentra en (Fernández et al., 2006) y de los metadatos de DC en (Weibel y Koch, 2000).

En (Ochoa et al., 2011) se analiza el uso y calidad de las elementos de metadatos del GLOBE (Global Learning Objects Brokered Exchange), una alianza que comparte repositorios de objetos de aprendizaje de todo el mundo y se identifica la frecuencia de uso de los elementos de los estándar LOM y DC. Los elementos más utilizados en LOM son: Título, Lenguaje, Descripción, Ubicación, Tipo de recurso de aprendizaje, Costo, Copyright, ruta taxonómica y en DC: Creador, identificador, título, fecha y tipo.

Del total de los elementos del estándar LOM, se estima que en la práctica tan sólo se utilizan entre un 50 y un 60 por ciento. Muchos de los elementos utilizados coinciden con los del Dublin Core (Marzal et al., 2006) y (Rouyet, J.I y Martin, V., 2004). En la Tabla No. 2 se ha preparado una correspondencia entre los elementos de DC y LOM.

| Elemento DC                  | Descripción   | Elemento LOM                        |
|------------------------------|---|-------------------------------------|
| Título                       | Nombre asignado al documento  | 1.2. Título                         |
| Creador                      | Entidad que ha contribuido a la creación  | 2.3.2. Entidad (2.3. Colaborador)   |
| Tema (palabras claves)       | Contenido temático  | 1.5. Palabras claves                |
| Descripción                  | Descripción textual del contenido   | 1.4. Descripción                    |
| Editor                       | Entidad responsable de hacer que el recurso se encuentre disponible                     |                                     |
| Colaborador                  | Entidad responsable de hacer colaboraciones al contenido del recurso                    | 2.3. Colaborador                    |
| Fecha                        | Año de la creación  | 2.3.3. Fecha                        |
| Tipo (contenido del recurso) | Descripción del tipo de contenido del recurso (incluye categorías, funciones o géneros) | 5.2. Tipo de recurso de aprendizaje |
| Formato                      | Formato de archivo  | 4.1. Formato                        |

Tabla 2. Correspondencia de Elementos del Estándar DC y LOM. Fuente (Basado en Marzal et al., 2006 y Rouyet, J.I y Martin, V., 2004)

De los atributos definidos en los estándar DC y LOM, son el Tipo de Recurso y Tipo de Formato los que ayudarán a determinar si el contenido del OA se ajusta al estilo de aprendizaje de un estudiante. Por ello es importante determinar los valores posibles de estos atributos y relacionarlos con los estilos de aprendizaje para determinar el grado de aporte a sus capacidades de aprendizaje.

## 3. Antecedentes

En (Arias et al., 2009), se indica que es relevante tener mecanismo que permitan relacionar a los OA con los estilos de aprendizaje. Para ello se deben describir a través de un estándar de metadatos. Se propone que en el metadato "Tipo de Recurso" se debe colocar alguna de las siguientes etiquetas: Ejemplo, Ejercicio, Juego, Simulación, Documento o Gráfico y en el metadato tipo de formato se debe colocar alguna de las siguientes etiquetas: pdf, doc, txt, swf, ppt, wav, mp3, jpg, png, gif, avi o mpg. En el artículo se relaciona los estilos de aprendizaje, con los tipos de recursos y formatos. Sin embargo solo se incluye las etiquetas indicadas y no se menciona la referencia para estos valores.

Según (Özpolat E y Akar G., 2009), se presenta un sistema de detección automática de estilos de aprendizajes compuesto por 3 unidades: La unidad de conversión, la unidad de agrupación y la unidad de decisión. En la unidad de conversión se obtiene la tabla de perfil de alumno. La tabla de perfil de alumno se compone de cuatro columnas

correspondientes a los atributos (metadatos), los dos primeros atributos son campos de metadatos de IEEE LOM y los otros dos atributos son campos extendidos. En la Tabla No. 3 se muestran los valores de los atributos predeterminados para cada metadato.

|  |   |
|--|---|
| Learning resource type   | Required degree of collaboration                                    |
| Exercise/simulation-demo/visual resources/experiment/written text/lecture                      | Individual work/team work/with the assistance of the teacher        |
| Type of coverage   | The art of presenting content                                       |
| Theoretical-concepts, discover relationships/practical-known methods, applicable to real world | Sequentially, step by step/globally-with the big picture of subject |

Tabla No. 3. Tabla de Perfil de Alumno con valores de atributos predeterminados Fuente: (Ózpolat E y Akar G., 2009).

En (Tabares, V. et. al. 2013), se presenta una propuesta de evaluación de la calidad de OAs que considera la completitud, consistencia y coherencia. La consistencia comprueba si los valores de los metadatos son los apropiados de acuerdo al estándar, es decir evalúa la pertinencia de los valores contenido en los metadatos. En el artículo se detalla los valores permitidos por el estándar IEEE LOM, incluyendo Tipo de Recurso de Aprendizaje

En (Rojas y Defude, 2010) se proponen una serie de indicadores para mejorar la calidad de los objetos de aprendizaje utilizando estilos de aprendizaje (según el modelo de Kolb). Se han definido, a partir de la opinión de los expertos, los valores asociados a los indicadores que son favorables, desfavorables y neutrales por cada estilo de aprendizaje. Finalmente, a partir de 15 mediciones, el resultado fue: 5 favorable (+), 5 neutral (O) y 5 desfavorable (-) por cada estilo de aprendizaje (ver Tabla No. 4).

| Metrics | Pedagogic Quality Metrics               | Activist | Reflective | Theorist | Pragmatic |
|---------|---|----------|------------|----------|-----------|
| 1       | M1: Number of persons who can take part | +        | -          | 0        | 0         |
| 2       | M2: Level of the people who takes part  | 0        | 0          | -        | +         |
| 3       | M3: Number of theoretical concepts      | 0        | +          | +        | -         |
| 4       | M4: Number of practices concepts        | +        | -          | -        | +         |
| 5       | M5: Number of videos                    | -        | 0          | 0        | +         |
| 6       | M6: Number of visual models and images  | 0        | +          | +        | 0         |
| 7       | M7: Number of text content              | -        | 0          | +        | -         |
| 8       | M8: Number of sound contents            | -        | +          | 0        | 0         |
| 9       | M9: Time by content                     | -        | +          | 0        | -         |
| 10      | M10: Number of structure contents       | 0        | 0          | +        | -         |
| 11      | M11: Number of linear contents          | 0        | -          | -        | +         |
| 12      | M12: Number of exercises or questions   | +        | -          | -        | +         |
| 13      | M13: Number of complex content          | -        | +          | +        | -         |
| 14      | M14: Number of simple content           | +        | 0          | -        | 0         |
| 15      | M15: Number of new concepts             | +        | -          | 0        | 0         |

Tabla No.4. Niveles de aplicación de métricas. Fuente: (Rojas y Defude, 2010).

En (Quang, y Magda, 2012) se hace una relación entre las características de los objetos de aprendizajes y los estilos de aprendizaje de Felder y Silverman. En la Tabla No.5 se muestra esta relación.

| Active  | Reflective                                  | Sensing  | Intuitive               | Visual                                       | Verbal      | Sequential                                   | Global                              |
|---|---|--|-------------------------|--|-------------|--|-------------------------------------|
| Self-assessment exercises, multiple-question-guessing exercises | Examples, outlines, summaries, result pages | Examples, explanation, facts, practical material | Definitions, algorithms | Images, graphics, charts, animations, videos | Text, audio | Step-by-step exercises, constrict link pages | Outlines, summaries, all-link pages |

Tabla No 5. Niveles de aplicación de métricas. Fuente: (Quang y Magda, 2012).

#### 4. Modelo de Asociación entre Objetos y Estilos de Aprendizaje.

La propuesta de modelo de asociación entre objetos y estilos de aprendizaje busca relacionar los estilos de aprendizaje del estudiante con el estilo de aprendizaje de los objetos de aprendizaje, a fin de determinar cuál es el más apropiado para él. En la Figura No.1, se muestran los componentes del modelo

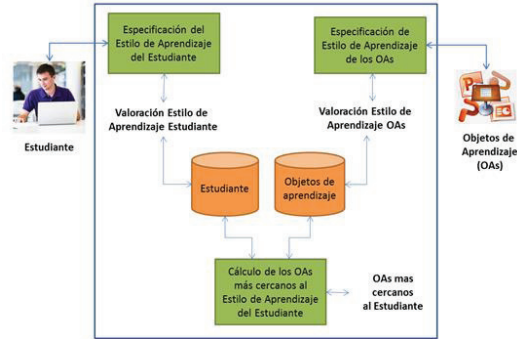


Figura No. 1. Modelo de Asociación entre Objetos y estilos de Aprendizaje. Fuente: (Elaboración Propia).

##### 4.1. Especificación del estilo de aprendizaje del estudiante.

A fin de determinar el estilo de aprendizaje del estudiante se hace uso del cuestionario de Felder-Silverman que evalúa las 4 dimensiones de estilos de aprendizaje (activo / reflexivo, sensorial / intuitivo, visual / verbal, secuencial / global) en base a un cuestionario de 44 preguntas, 11 para cada dimensión. Se hace una variación del cálculo de los resultados a fin de obtener valores numéricos porcentuales que sean posibles de comparar. Los valores se obtienen de dividir el número de respuesta que corresponden a cada estilo de aprendizaje entre el total de preguntas de la dimensión. El estudio se realizó en base a 22 estudiantes del curso de Base de Datos. En la Tabla No. 6, se muestran los resultados de la aplicación del cuestionario.

| Respuestas Cuestionario de Felder-Silverman | % Estilo de Aprendizaje |           |            |           |         |        |            |        |
|---|-------------------------|-----------|------------|-----------|---------|--------|------------|--------|
|   | Procesamiento           |           | Percepción |           | Entrada |        | Compresión |        |
|   | Activo                  | Reflexivo | Sensorio   | Intuitivo | Visual  | Verbal | Secuencial | Global |
| Estudiante 1                                | 64                      | 36        | 45         | 55        | 100     | 0      | 27         | 73     |
| Estudiante 2                                | 64                      | 36        | 27         | 73        | 9       | 91     | 82         | 18     |
| Estudiante 3                                | 27                      | 73        | 18         | 82        | 100     | 0      | 73         | 27     |
| Estudiante 4                                | 100                     | 0         | 91         | 9         | 91      | 9      | 64         | 36     |
| Estudiante 5                                | 55                      | 45        | 82         | 18        | 55      | 45     | 18         | 82     |
| Estudiante 6                                | 9                       | 91        | 82         | 18        | 45      | 55     | 18         | 82     |
| Estudiante 7                                | 45                      | 55        | 82         | 18        | 100     | 0      | 91         | 9      |
| Estudiante 8                                | 55                      | 45        | 55         | 45        | 91      | 9      | 100        | 0      |
| Estudiante 9                                | 9                       | 91        | 100        | 0         | 9       | 91     | 73         | 27     |
| Estudiante 10                               | 64                      | 36        | 64         | 36        | 9       | 91     | 9          | 91     |
| Estudiante 11                               | 27                      | 73        | 9          | 91        | 36      | 64     | 27         | 73     |
| Estudiante 12                               | 64                      | 36        | 64         | 36        | 91      | 9      | 64         | 36     |
| Estudiante 13                               | 91                      | 9         | 9          | 91        | 100     | 0      | 45         | 55     |
| Estudiante 14                               | 45                      | 55        | 9          | 91        | 100     | 0      | 91         | 9      |
| Estudiante 15                               | 91                      | 9         | 27         | 73        | 45      | 55     | 27         | 73     |
| Estudiante 16                               | 73                      | 27        | 73         | 27        | 91      | 9      | 64         | 36     |
| Estudiante 17                               | 9                       | 91        | 27         | 73        | 91      | 9      | 64         | 36     |
| Estudiante 18                               | 91                      | 9         | 45         | 55        | 91      | 9      | 55         | 45     |
| Estudiante 19                               | 64                      | 36        | 27         | 73        | 36      | 64     | 36         | 64     |
| Estudiante 20                               | 36                      | 64        | 55         | 45        | 55      | 45     | 73         | 27     |
| Estudiante 21                               | 18                      | 82        | 73         | 27        | 82      | 18     | 82         | 18     |
| Estudiante 22                               | 64                      | 36        | 36         | 64        | 36      | 64     | 18         | 82     |
| Promedio                                    | 53                      | 47        | 50         | 50        | 67      | 34     | 55         | 45     |

Tabla No. 6. Valoración del estilo de aprendizaje de Estudiantes según el resultado de aplicación de cuestionario de Felder-Silverman (Fuente: Elaboración Propia).



**4.2. Especificación de Estilo de Aprendizaje de los OAs.**

**4.2.1. Selección de atributos y valores relacionados a los estilos de aprendizaje del OA.**

Para determinar una propuesta de valores para los atributos tipo de recurso y tipo de formato, se revisó los valores recomendados por ambos estándares para estos atributos.

Para el atributo tipo de recurso, en el site oficial del estándar Dublin (<http://dublincore.org/>), se recomienda como mejor práctica el utilizar un vocabulario controlado tal como el tipo DCMI (Dublin Core Metadata Initiative) (<http://dublincore.org/documents/dcmi-terms>). Revisando la información referente al vocabulario relacionado a cada termino DCMI se ha elaborado la Tabla No. 7, donde se detallan los posibles valores para este atributo.

El estándar LOM se detalla en el documento IEEE Std 1484.12.1-2002 LOM, (IEEE Standard for Learning Object Metadata). En (Anido y Rodriguez, 2010) se proporciona la traducción al castellano de este estándar. Revisando esta información se ha elaborado la Tabla No. 8, donde se muestra los posibles valores para el atributo tipo de recurso de aprendizaje.

| Termino DCMI          | Valores DCMI   |
|-----------------------|--|
| Colección             | Describe un grupo. No se propone   |
| Conjunto de datos     | Listas, tablas y bases de datos.   |
| Evento                | Exposición, por Internet, conferencia, taller, jornada de puertas abiertas, el rendimiento, la batalla, el juicio, boda, fiesta del té, conflagración.                                   |
| Imagen                | Imágenes y fotografías de los objetos físicos, pinturas, grabados, dibujos, otras imágenes y gráficos, animaciones e imágenes en movimiento, el cine, diagramas, mapas, notación musical |
| Recursos interactivos | Páginas Web, applets, objetos de aprendizaje multimedia, servicios de chat, o entornos de realidad virtual   |
| Imagen en movimiento  | Animaciones, películas, programas de televisión, videos, zóotrofos o salida visual de una simulación   |
| Objeto físico         |  |
| Servicio              | Servicio de fotocopias, un servicio bancario, un servicio de autenticación, los préstamos interbibliotecarios, un Z39.50 o el servidor Web   |
| Software              | Archivo fuente C, MS Windows ejecutable .exe, o script en Perl   |
| Sonido                | Formato de archivo splayback C, un disco compacto de audio y archivo de voz o sonido grabado   |
| Imagen fija           | Pinturas, dibujos, diseños gráficos, planos y mapas. Mejor práctica recomendada es asignar el tipo de texto a las imágenes de los materiales textuales                                   |
| Texto                 | Libros, cartas, disertaciones, poemas, periódicos, artículos, archivos de listas de correo   |

**Tabla No. 7.** Detalle de valores DCMI para atributo tipo de recurso estándar Dublin. Fuente: (Elaboración propia)

| Tipo de Recurso de Aprendizaje.   |
|---|
| Ejercicio, simulación, cuestionario, diagrama, figura, gráfico, índice, diapositiva, tabla, texto narrativo, examen, experimento, planteamiento de problema, autoevaluación, conferencia. |

**Tabla No. 8.** Valores posible para atributo tipo de recurso estándar LOM. Fuente: (Elaboración propia)

Para el atributo Tipo de Formato, en el site oficial del estándar Dublin (<http://dublincore.org/>), se recomienda como mejor práctica el utilizar también un vocabulario controlado tal como la lista de tipos de medios de Internet (MIME) (<http://www.iana.org/assignments/media-types/media-types.xhtml>). En (Anido y Rodriguez, 2010), donde se proporciona una traducción del documento oficial del estándar LOM, se recomienda también utilizar definición de formatos tipos MIME.

Los tipos MIME son unas especificaciones usadas para dar formato a mensajes no ASCII. MIME clasifica los diversos tipos y subtipos de contenidos que pueden darse en la Web, separados por una barra inclinada (/). Un ejemplo de un

tipo MIME es image/jpeg. El tipo de medio en este ejemplo es image y el identificador de subtipo es jpeg. En general, el tipo se utiliza para declarar el tipo general de los datos, mientras que el subtipo especifica un formato específico para ese tipo de datos. Hay 5 tipos generales, con múltiples subtipos: texto, imágenes, audio, vídeo y aplicación; y 2 subtipos compuesto: multiparte y mensaje.

El RFC original define siete tipos de contenido: Text (datos tipo texto), Image (imágenes estáticas), Audio (sonido digitalizado), Video (imágenes en movimiento), Application (datos binarios formateados para una aplicación en particular), Multipart (Permite integrar datos compuestos por múltiples secciones independientes) y Message (datos que están dentro de un mensaje de correo encapsulado MIME).

La IANA proporciona una lista amplia que permite asociar las extensiones de los archivo con los tipos MIME. Revisando los tipos de archivos utilizados en la actualidad se ha elaborado la Tabla No. 9, que muestra una lista de los tipos MIME más comunes.

| Tipo de archivo           | Tipo de MIME                  | Extensión asociada |
|---------------------------|-------------------------------|--------------------|
| JavaScript                | application/javascript        | js                 |
| AutoCAD                   | application/dxf               | dxf                |
| MPEG4                     | application/mp4               | mp4                |
| Binarios no interpretados | application/octet-stream      | bin                |
| Documentos Word           | application/msword            | doc, docx          |
| Adobe Acrobat             | application/pdf               | pdf                |
| Texto enriquecido         | application/rtf               | rtf                |
| Hojas de cálculo Excel    | application/vnd.ms-excel      | xls, xlsx          |
| Presentación Powerpoint   | application/vnd.ms-powerpoint | Ppt                |
| XML                       | application/xml               | xml                |
| Audio MPEG                | audio/mpeg                    | mpg, mp3           |
| Audio MPEG-4              | audio/mp4                     | mp4                |
| Audio WMA                 | audio/x-ms-wma                | wma                |
| Audio RAM                 | audio/x-pn-realaudio          | ram                |
| Audio WAV                 | audio/x-wav                   | wav                |
| Imágenes Jpeg             | image/jpeg                    | jpg, jpeg, jpe     |
| HTML                      | text/html                     | htm, html          |
| Videos 3GP /3GP2          | video/3gpp, video/3gpp2       | 3gp, 3gp2          |
| Flash Video               | video/x-flv                   | Flv                |
| Microsoft Windows Video   | video/x-ms-wmv                | wmv, asf           |
| Videos MPEG               | video/mpeg                    | mpeg, mpg, mpe     |
| Videos QuickTime          | video/quicktime               | qt, mov            |
| Videos Microsoft Windows  | video/msvideo                 | Avi                |
| RealMedia                 | application/vnd.m-realmedia   | rm, ram, rmvb      |

**Tabla No. 9.** Tipo MIME más comunes. Fuente: (Elaboración propia)

**4.2.2. Valoración del estilo de aprendizaje del OA.**

En base a las investigaciones previas, (Peña et al, 2002), (Arias et al., 2009), (Quang y Magda, 2012), las facilidades proporcionadas por los diferentes formatos y las características predominantes de cada estilo de aprendizajes (Zatarain y Barrón, 2011), se ha elaborado la Tabla No. 10, que relaciona los Tipos de Formatos con los estilos de aprendizaje. Ahí encontrará referencia a los formatos de aparición más reciente incluyendo los utilizados en dispositivos móviles.

| Extensión de archivo  | Estilo de Aprendizaje |           |           |           |        |        |            |        |
|---|-----------------------|-----------|-----------|-----------|--------|--------|------------|--------|
|   | Activo                | Reflexivo | Sensitivo | Intuitivo | Visual | Verbal | Secuencial | Global |
| pdf, doc, docx, txt, rtf, xls, xlsx, html, sgml, xml                  | x                     |           |           | x         | x      | x      |            |        |
| swf, js   |                       | x         | x         | x         | x      |        | x          |        |
| Ppt   |                       |           | x         | x         | x      |        | x          |        |
| wav, mp3, au, snd, mid, aif, aiff, aifc, ram, au, snd, oga            |                       |           | x         | x         |        | x      |            |        |
| Jpg, jpeg, jpe, png, gif, png, tiff, tif, bmp, dxf, dwg               | x                     |           | x         | x         | x      |        |            | x      |
| Avi, mpg, mpeg, mpe, flv, wmv, asf, qt, mov, rm, ram, rmvb, 3gp, 3gp2 |                       | x         | x         | x         | x      |        |            | x      |

**Tabla No. 10.** Relación entre tipos de formatos y estilos de aprendizaje. Fuente: (Elaboración propia)

En base a los valores posibles para el atributo tipo de recurso permitido por los estándar LOM y Dublin, se ha revisado los estudios previos (Peña et al, 2002), (Quang y Magda, 2012) y analizando las características de los estilos de aprendizajes (Zatarain y Barrón, 2011), se ha asociado en la Tabla No. 11, los tipos de recursos y estilos de aprendizaje. Un mismo tipo de recurso puede aplicar a varias de las dimensiones de los estilos de aprendizaje.

| Tipo de Recurso                         | Estilo de Aprendizaje |           |           |          |        |        |            |        |
|---|-----------------------|-----------|-----------|----------|--------|--------|------------|--------|
|   | Activo                | Reflexivo | Sensitivo | Inuitivo | Visual | Verbal | Secuencial | Global |
| Tabla, Lista, Diagrama, Base de Datos   |                       | x         |           | x        |        | x      |            | x      |
| Ejercicio, simulación                   | x                     |           | x         |          |        | x      | x          |        |
| Ejemplo, explicación                    |                       | x         | x         |          |        | x      | x          |        |
| Cuestionarios, autoevaluación, examen   | x                     |           | x         |          |        | x      |            | x      |
| Experimento                             | x                     |           | x         |          | x      |        | x          |        |
| Conferencia, Exposición                 |                       | x         | x         |          |        | x      | x          |        |
| Diagramas, Mapas conceptuales           |                       | x         |           | x        | x      |        |            | x      |
| Imágenes, fotografías, gráficos, Dibujo |                       | x         |           | x        | x      |        |            | x      |
| Resúmenes                               |                       | x         | x         |          |        | x      |            | x      |
| Texto narrativo, página web             |                       | x         |           | x        |        | x      | x          |        |
| Animación                               | x                     |           | x         |          | x      |        | x          |        |
| Película                                | x                     |           | x         |          | x      |        | x          |        |

Tabla No. 11. Relación entre tipos de recurso y estilos de aprendizaje. Fuente: (Elaboración propia)

### 4.3. Cálculo de los OAs más cercanos al estilo de aprendizaje del estudiante.

La especificación del estilo de aprendizaje del OA, se obtiene de la relación de los resultados obtenidos de la asociación de las características correspondientes al OA con las tablas que relacionan el tipo de formato (Tabla No. 10) y el tipo de recurso (Tabla No. 11) con el estilo de aprendizaje. Según la correspondencia con cada estilo de aprendizaje se determina el peso porcentual

Para nuestro estudio, se tomara el caso de 2 OAs: OA No. 1: Formato, Swf y tipo de recurso, simulación; OA No. 2: Formato, PDF y tipo de recurso, Diagrama. El cálculo realizado se muestran en la Tabla no. 12.

| OAs      | Detalle OA   |            | % Estilo de Aprendizaje |           |           |          |        |        |            |        |
|----------|--------------|------------|-------------------------|-----------|-----------|----------|--------|--------|------------|--------|
|          |              |            | Activo                  | Reflexivo | Sensitivo | Inuitivo | Visual | Verbal | Secuencial | Global |
| OA No. 1 | Tipo Formato | SWF        | X                       | X         | X         | X        | X      |        | X          |        |
|          | Tipo Recurso | Simulación | X                       | X         |           |          |        | X      | X          |        |
|          |              | %          | 50                      | 50        | 67        | 33       | 50     | 50     | 100        | 0      |
| OA No. 2 | Tipo Formato | PDF        | X                       |           |           | X        | X      | X      | X          |        |
|          | Tipo Recurso | Diagrama   | X                       |           |           | X        | X      |        | X          |        |
|          |              | %          | 50                      | 50        | 0         | 100      | 50     | 50     | 50         | 50     |

Tabla No. 12. Valoración del estilo de aprendizaje del OA según la relación entre tipos de recurso y estilos de aprendizaje. Fuente: (Elaboración propia)

Para determinar el estilo de aprendizaje del OA más cercano al estilo de aprendizaje del estudiante, se utilizará la distancia euclídea que mide el parecido entre unidades de análisis que han sido evaluadas en un conjunto de variables métricas (cuantitativas). Las variables son el valor porcentual correspondiente a cada estilo de aprendizaje. La distancia euclídea es muy sensible a la métrica de las variables, pero este problema se resuelve en nuestro estudio debido a que las escalas y los rangos de valores utilizados para todas las variables son los mismos. Se calculara la distancia euclídea entre los estilos de aprendizajes del estudiante (Ei) y cada objeto de aprendizaje (OAj). La fórmula propuesta se base en la realizada en (Moreno et al., 2012), la fórmula mide la distancia euclidiana entre un vector que representa al

estudiante (Ei) y un conjunto de vectores que representan los objetos (OAj) disponibles para los valores de “d” estilos de aprendizaje. En el caso de los estudiantes tal vector se determina por medio del test de Felder para estilos de aprendizaje, pero para la evaluación de los OA se utilizará la ponderación obtenida en la Tabla No. 12.

$$D_{i,j} = \sqrt{\sum_{d=1}^d (E_{i,d} - OA_{j,d})^2}$$

La distancia euclídea entre el estilo de aprendizaje del estudiante (Ei) y el estilo de aprendizaje del objeto de aprendizaje (OAj) es igual a la raíz cuadrada de la sumatoria de la diferencia al cuadrado del valor del estilo de aprendizaje d del estudiante menos el valor del estilo de aprendizaje d del objeto de aprendizaje (OAj). En la tabla No. 13, se muestra los resultados obtenidos.

| Estudiante    | Distancia Euclídea |        | Vecino más cercano |
|---------------|--------------------|--------|--------------------|
|               | OA1                | OA2    |                    |
| Estudiante1   | 1.3724             | 0.5167 | OA2                |
| Estudiante2   | 0.8719             | 0.8521 | OA2                |
| Estudiante3   | 1.1099             | 0.8811 | OA2                |
| Estudiante 4  | 1.1003             | 1.5911 | OA1                |
| Estudiante 5  | 1.1831             | 1.2488 | OA1                |
| Estudiante 6  | 1.3157             | 1.3751 | OA1                |
| Estudiante 7  | 0.7525             | 1.4785 | OA1                |
| Estudiante 8  | 0.6083             | 1.2026 | OA1                |
| Estudiante 9  | 1.0178             | 1.6668 | OA1                |
| Estudiante 10 | 1.426              | 1.2373 | OA2                |
| Estudiante 11 | 1.3724             | 0.5167 | OA2                |
| Estudiante 12 | 0.7977             | 1.1108 | OA1                |
| Estudiante 13 | 1.454              | 0.926  | OA2                |
| Estudiante 14 | 1.0927             | 0.926  | OA2                |
| Estudiante 15 | 1.3142             | 0.7699 | OA2                |
| Estudiante 16 | 0.8417             | 1.2438 | OA1                |
| Estudiante 17 | 1.1187             | 0.926  | OA2                |
| Estudiante 18 | 1.0836             | 1.0404 | OA2                |
| Estudiante 19 | 1.1034             | 0.5132 | OA2                |
| Estudiante 20 | 0.4678             | 0.8689 | OA1                |
| Estudiante 21 | 0.694              | 1.2962 | OA1                |
| Estudiante 22 | 1.271              | 0.7365 | OA2                |

Tabla No. 13. Calculo del estilo de aprendizaje del OA más cercano a cada Estudiante. Fuente: (Elaboración propia)

El objeto de aprendizaje que mejor se adapta al estilo de aprendizaje es el que presenta una menor distancia, es decir el vecino más cercano. Según el cálculo realizado el OA No. 1, tiene estilo de aprendizaje más cercano, es decir se asocia mejor para 10 estudiantes, mientras que el OA No. 2 tiene el estilo de aprendizaje más cercano para 12 estudiantes. De esta forma se ha establecido un modelo que permite determinar los objetos de aprendizajes más apropiados para el estilo de aprendizaje del estudiante que permitirá realizar una mejor selección de los OA adecuados para su aprendizaje.

### Conclusiones y Trabajo Futuro

El presente trabajo de investigación propone un modelo de asociación entre objetos y estilos de aprendizaje basado en la información almacenada en los metadatos y que busca explotar las facilidades que proporcionan los objetos

de aprendizaje para mejorar el proceso de aprendizaje en cursos virtuales.

Para la asociación de los estilos de aprendizaje se ha seleccionado los atributos Tipo de Formato y Tipo de Recursos, por ser los más relacionados al contenido del OA.

Las investigaciones previas proponen valores aleatorios para estos atributos, nuestro modelo utiliza las recomendaciones de los estándares LOM y DC.

El modelo establece una valoración porcentual de los estilos de aprendizaje para el estudiante y los OA y los compara. Aquel OA que presenta una menor desviación en relación al estilo de aprendizaje será el más apropiado.

La sencillez del modelo respecto a otros propuestos en la revisión bibliográfica permite que su implementación y uso sea viable, asegurando que los objetos de aprendizaje recuperados se ajusten al estilo de aprendizaje del estudiante.

El modelo propuesto complementará el proceso de aprendizaje llevado a cabo a través de los sistemas hipermedia adaptativo.

Para trabajo futuro se incluye la ampliación del modelo a fin de evaluar la calidad del OA recuperado.

## Referencias

Anido, L. y Rodríguez, M. (2002). Estándar para Metadatos de Objetos Educativos. Traducción al español del estándar IEEE LTSC P1484.12 LOM.

Arias, F., Moreno, J. y Ovalle, D. (2009). Modelo para la selección de objetos de aprendizaje adaptados a los estilos de los estudiantes Avances en Sistemas e Informática, Vol. 6, Núm. 1, junio-sin mes, pp. 57-68. Universidad Nacional de Colombia.

Fernández, B., Moreno, P., Sierra, J.L. y Martínez I. (2006). Uso de Estándares Aplicados a las TIC en Educación. Ministerio de Educación y Ciencia de España. Disponible en <http://ares.cnice.mec.es/informes/16/index.htm>.

Figuerola, N., Cataldi, Z., Méndez, P., Rendón, J., Costa, G. y Lage, F. (2005). Los estilos de aprendizaje y las inteligencias múltiples en cursos iniciales de programación. Laboratorio de Informática Educativa y Medios Audiovisuales (LIEMA). Facultad de Ingeniería Universidad de Buenos Aires

Gascueña J., Fernández A. & González P. (2004). Ontologías del modelo del alumno y del modelo del dominio en sistemas de aprendizaje adaptativos y colaborativos. Laboratory of User Interaction and Software Engineering (LoUISE), Instituto de Investigación en Informática de Albacete (I3A), Universidad de Castilla-La Mancha.

Marzal, M., Calzada-Prado, J y Cuevas, A. (2006). Desarrollo de un esquema de metadatos para la descripción de recursos educativos: el perfil de aplicación MIMETA. Revista española de documentación científica 29, 4, octubre-diciembre, 551-571, 2006. ISSN 0210-0614

Menéndez, V., Prieto M. y Zapata A. (2010). Sistemas de Gestión Integral de Objetos de Aprendizaje. IEEE-RITA Vol. 5, Núm. 2, May. 2010. pp. 56-62.

Monteagudo, J. y Virgos, F. (2006). Los estilos de aprendizaje en los materiales didácticos multimedia. Editorial UOC.

Moreno, J. , Ovalle, D, y Vicari, R. (2012). Doctus: Plataforma para la Creación de Cursos Virtuales Adaptativos en-Línea Soportados en Objetos de Aprendizaje. Seventh Latin American Conference on Learning Objects and Technologies, Guayaquil, Ecuador.

Ochoa, X., Klerkx, J., Vandeputte, B. y Duval, E. (2011). On the use of learning object metadata: the GLOBE experience. 6th European conference on Technology enhanced learning: towards ubiquitous learning.

Ossandón, Y. y Castillo, P. (2005). Propuesta para el diseño de objetos de aprendizaje. Tarapacá, vol. 14 N° 1, 2006. Rev. Fac. Ing. - Univ. Tarapacá, vol. 14 N° 1, 2006, pp. 36-48.

Peña C.I, Marzo J.L., De La Rosa J.L, Fabregat R. (2002). Un sistema de tutoría inteligente adaptativo considerando estilos de aprendizaje. Universitat de Girona, España

Pureco L. (2012). Estilos de aprendizaje en la enseñanza virtual. III Coloquio Nacional de Educación Media Superior a Distancia.

Rojas J. y Defude B. (2010). Application of Learning Styles in a Model Based on Ontology: SIMBAD.

Rouyet, J.I y Martin, V. (2004). A comparative study of the metadata in SCORM and Dublin Core. Proc. Of 1st SPDECE2004, Guadalajara, Oct. 2004, online CEUR-WS.org/Vol-117/paper35.pdf

Weibel, S y Koch, T. (2000). The Dublin Core Metadata Initiative: Mission, Current Activities, and Future Directions. D-Lib Magazine, Diciembre 200, Vol. 6 No. 12. Disponible en <http://mirror.dlib.org/dlib/december00/weibel/12weibel.html>.

Zatarain, R. y Barrón M. (2011). Herramienta de autor para la identificación de estilos de aprendizaje utilizando mapas auto-organizados en dispositivos móviles. EDIE vol.13 no.1 Ensenada ene. 2011