

Análisis de los Lenguajes de Modelado Educativo basado en Descomposición por Partes

Manuel Caeiro Rodríguez

Departamento de Enxeñería Telemática, E.T.S.E. Telecomunicación
Lagoas-Marcosende S/N
Vigo, Pontevedra, 36310
Manuel.Caeiro@det.uvigo.es

Resumen

Los Lenguajes de Modelado Educativo (EMLs, atendiendo a sus siglas en inglés) han sido propuestos para permitir el modelado de prácticas educativas con el propósito de que los modelos resultantes puedan ser soportados por sistemas computacionales que faciliten y controlen el desarrollo de dichas prácticas. Estos lenguajes caracterizan los elementos que participan en las prácticas educativas junto con la coordinación que se debe realizar para que la interacción entre ellos se produzca de una manera determinada. El objetivo final de los EMLs es permitir modelar distintos tipos de prácticas educativas, desde los típicos cursos Web basados en la entrega de contenidos, hasta prácticas educativas más novedosas que involucren la colaboración o el trabajo práctico de los alumnos. De esta forma, se ofrece una solución homogénea basada en la coordinación a la variedad de formas educativas que se pueden plantear. En el artículo se analizan los EMLs siguiendo una aproximación basada en descomposición por partes de acuerdo a distintos componentes de coordinación que identificamos.

Palabras clave: Lenguaje de Modelado Educativo, Descomposición pro partes, Coordinación, E-learning.

1. Introducción

En el dominio del E-learning es posible identificar dos grandes incongruencias [Conole et al. 05]: una entre el potencial de las herramientas disponibles y su utilización actual; otra entre las características de las teorías más recientes sobre el aprendizaje y el predominio de las aproximaciones orientadas a la entrega de contenidos. En el primer caso, la utilización de tecnologías web para ofrecer educación presenta una gran cantidad de posibilidades. Prueba de ello es que durante los últimos años se han desarrollado numerosos prototipos de investigación, como los Sistemas de Tutorización Inteligentes, aplicaciones hypermedia adaptativas, laboratorios virtuales, simuladores, etc.

Sin embargo, estos sistemas no se utilizan en la práctica y permanecen aparcados en su posterior desarrollo. El problema principal es de reusabilidad, puesto que no es sencillo trasladar las experiencias piloto realizadas de forma controlada a experiencias a gran escala y en otros contextos distintos del considerado durante su desarrollo experimental. En relación con la segunda incongruencia, ciertas compañías de e-learning han conseguido productos de éxito, como Blackboard [Blackboard05], WebCT [WebCT05], o Moodle [Moodle05] en la comunidad del software libre. Sin embargo estos sistemas se desarrollan sobre modelos basados en la entrega de contenidos, cuyo enfoque es el de un único alumno accediendo a contenidos y realizando cuestionarios tipo test. Sin embargo, hoy en día muchos profesores en las escuelas utilizan aproximaciones pedagógicas y didácticas diferentes de la simple

transmisión de contenidos [Reigeluth99; Smith et al. 05]. En el caso de que estos profesores quisieran desarrollar sus prácticas educativas en un contexto web, la única alternativa con la que cuentan actualmente es el desarrollo de un sistema propio y a medida, lo cual es inviable para la mayoría de los profesores.

En este contexto nuestro objetivo principal es proporcionar una solución que permita desarrollar distintos tipos de prácticas educativas utilizando el mismo sistema de aprendizaje electrónico. La consecución de este objetivo se fundamenta en la existencia de un lenguaje de modelado que permita la descripción de prácticas educativas para que puedan ser posteriormente soportadas por un sistema computacional apropiado. Estos lenguajes han sido propuestos hace no muchos años y se denominan en general como Lenguajes de Modelado Educativo (EMLs: *Educational Modelling Languages*) [Koper01; Rawling et al. 02]. Los EMLs se han propuesto tratando de abstraerse de cuestiones tecnológicas y pedagógicas, centrándose en los elementos que participan en las prácticas educativas (e.g. alumnos, profesores, documentos, tareas) y en la interacción que puede producirse entre dichos elementos. El propósito de los EMLs es permitir la descripción de prácticas educativas y que dichas descripciones puedan ser procesadas por sistemas adecuados que coordinen los elementos considerados y su interacción en los términos previstos.

Nuestro objetivo es contribuir al desarrollo de los EMLs como lenguajes que permitan el modelado de prácticas educativas permitiendo distintas aproximaciones pedagógicas. Las ideas que presentamos en este artículo se basan en la separación de los EMLs en varias partes y en su análisis independiente. En la sección siguiente realiza una descripción detallada de los EMLs existentes actualmente y un análisis de sus objetivos. A continuación, en la sección tercera presentamos nuestras ideas principales en cuanto al estudio por partes de los EMLs. El artículo finaliza con algunas conclusiones.

2. Modelado de Prácticas Educativas

En su concepción más general los EMLs se proponen para permitir modelar prácticas educativas. El concepto de práctica educativa se considera de forma abierta, involucrando desde simples lecciones de corta duración a cursos completos de un año; o bien, desde los tradicionales

cursos a distancia basados en la entrega de contenidos y la realización de cuestionarios a aproximaciones centradas en la resolución de problemas o el desarrollo de proyectos; etc. Es decir, un EML debiera permitir el modelado de distintos tipos de prácticas educativas, de acuerdo a distintas aproximaciones pedagógicas, contextos, etc.

Por otra parte, el modelado de prácticas educativas que se considera en los EMLs debe proporcionar una solución formal que permita el funcionamiento de aplicaciones computacionales que soporten el desarrollo de dichas prácticas educativas. No se trata de un modelado cuyo objetivo es proporcionar una visión más clara u ordenada de un problema determinado, o que permita la comunicación entre un grupo de autores que tengan que diseñar dicha práctica educativa. Por el contrario, debe ser un modelado que pueda ser interpretado computacionalmente con el fin de que permita soportar el desarrollo de las prácticas educativas modeladas.

En las secciones siguientes mostramos cuál es la aproximación que siguen los EMLs para obtener estos objetivos, junto con las características del que a día de hoy se considera el EML de referencia: IMS Learning Design (IMS LD) [Koper et al. 2003].

2.1. Lenguajes de Modelado Educativo

Independientemente del tipo de práctica educativa, la aproximación para el modelado seguida en los EMLs se centra no en cuestiones pedagógicas o tecnológicas como podría pensarse, sino en la descripción de los que elementos que participan en la práctica y en la coordinación que debe realizarse entre ellos para que se produzcan determinadas interacciones. Por ejemplo, el lenguaje debe permitir modelar los participantes (alumnos y profesores), los artefactos que tendrán disponibles, la comunicación que puede producirse entre los participantes, la forma en que los participantes podrán acceder a los artefactos, las tareas que deben realizar, etc. De esta forma, abstrayéndose de la pedagogía y la tecnología, y centrándose en la coordinación, es posible modelar la variedad de prácticas educativas anteriormente descritas. Aunque esta aproximación de modelado pueda resultar extraña si consideramos que el objetivo final es permitir el funcionamiento de aplicaciones computacionales no lo es tanto, ya que lo que dichas aplicaciones deben gestionar son los elementos que participan en las prácticas educativas y la

interacción que se pretende entre ellos. Por ello, los EMLs pueden ser considerados como lenguajes de coordinación.

En la práctica, para modelar los elementos y la coordinación de las prácticas educativas, los EMLs se organizan de acuerdo a un meta-modelo formal de elementos y relaciones que determinarán la sintaxis y la semántica del lenguaje¹. En el caso concreto de IMS LD, propuesto como EML estándar por el IMS Global Consortium², el meta-modelo se organiza entorno a un esquema básico de Actividad en el que están involucradas tres componentes principales: (i) los Objetivos que tienen que ser alcanzados en cada Actividad, que normalmente están asociados con un resultado que tiene que ser producido (e.g. la solución a un problema, un documento); (ii) el(los) Participante(s) que tienen que realizar la Actividad (e.g. alumnos y personal académico); y el Entorno en el que dicha Actividad tiene que ser realizada, compuesto por artefactos, aplicaciones y servicios (e.g. objetos de aprendizaje). Estos tres elementos constituyen la estructura básica de los EMLs existentes y en concreto de IMS LD. Además de estos elementos, la mayoría de las prácticas educativas no incluyen una sola actividad, sino que se componen de varias actividades, cada una de ellas con objetivos particulares y pudiendo disponer de participantes y entornos específicos. En este caso, puede ser necesario considerar el orden en que estas actividades tienen que realizarse. Las actividades se proponen a los participantes en cierto orden, por ejemplo permitiendo que se asignen diversos participantes a diversas actividades en paralelo. IMS LD también considera propiedades, condiciones y notificaciones para permitir la variación del plan prescrito según condiciones particulares durante su ejecución o la aparición de determinados eventos.

Siguiendo este esquema básico de Actividad, IMS LD proporciona una notación para permitir el modelado de prácticas educativas. Dicha notación se expresa utilizando etiquetas XML que deben ser organizadas de acuerdo al meta-modelo de IMS LD. Con ello, es posible modelar prácticas educativas de distinta naturaleza y desarrollar aplicaciones que permitan su soporte computacional.

¹ Se denomina meta-modelo porque los elementos y relaciones considerados en los meta-modelos de EMLs permiten construir otros modelos, los modelos de prácticas educativas.

² IMS Global Consortium es uno de los principales grupos de estandarización de tecnologías educativas. <http://www.imsglobal.org>

2.2. EMLs en un Esquema de Tres Niveles de Abstracción

En la concepción intrínseca de los EMLs es importante tener en cuenta la existencia de tres niveles de abstracción claramente diferenciados. La existencia de estos tres niveles está directamente ligada a los objetivos que pretenden conseguir. Por una parte, los EMLs se han propuesto con la intención de permitir el modelado de cursos de acuerdo a distintas aproximaciones pedagógicas, desde los tradicionales cursos a distancia basados en la entrega de contenidos, a prácticas basadas en la realización de proyectos o que involucren un fuerte componente de trabajo en grupo y colaboración. Por otra parte, también es un objetivo de los EMLs permitir que los cursos modelados puedan ser ejecutados, o quizás mejor desarrollados, en distintos sistemas computacionales. Esto es, que no estén ligados a un entorno concreto, como podría ser el entorno Web, sino que pudieran desarrollarse en otros soportes, como en una clase convencional.

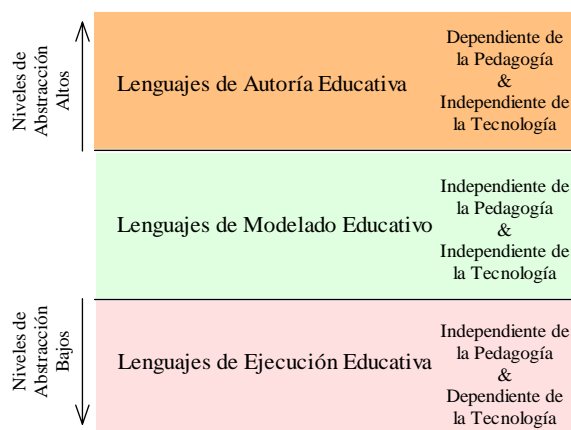


Figura 1. EMLs en un esquema de tres niveles de abstracción

Pues bien, la satisfacción de estos dos objetivos (independencia pedagógica y tecnológica) puede explicarse considerando los EMLs en un nivel de abstracción intermedio entre otros dos que se ocupen respectivamente de la pedagogía y de la tecnología. En particular se pueden considerar los siguientes tres niveles de abstracción:

- *Lenguajes de Autoría Educativa* que se sitúan en los niveles de abstracción más altos. Estos lenguajes se ocuparían de la autoría de los modelos de prácticas educativas, permitiendo y facilitando el trabajo de los

usuarios finales (e.g. profesores, diseñadores instructivos) durante el modelado de dichas prácticas. Normalmente, estos lenguajes deben ser dependientes de la pedagogía, pues de esta forma será posible proporcionar abstracciones más adecuadas a las distintas aproximaciones pedagógicas consideradas y en definitiva, facilitar la autoría (hay que tener en cuenta que normalmente los usuarios finales no son expertos en la utilización de las tecnologías de la comunicación y la información). Por tanto, estos lenguajes son dependientes de la pedagogía pero pueden ser independientes de la tecnología, ya que no necesitan ceñirse a ningún entorno.

- Los *Lenguajes de Modelado Educativo* se sitúan en los niveles de abstracción medios. Básicamente, un EML tiene como propósito proporcionar una capa intermedia que permita proporcionar independencia tecnológica y pedagógica. Por una parte, un EML debe ser independiente de la tecnología, permitiendo que los modelos de prácticas educativas puedan ser traducidos a diferentes lenguajes dependientes de la tecnología de bajo nivel. Por otra parte, un EML debe ser independiente de la pedagogía, permitiendo que modelos de prácticas educativas desarrollados con lenguajes de alto nivel puedan ser traducidos al EML. Por tanto, la capacidad de un EML se puede valorar en cuanto a cómo se permite el paso de los modelos realizados con un nivel de abstracción alto al modelo a un nivel de abstracción bajo.
- Los *Lenguajes de Ejecución Educativa* se sitúan en los niveles de abstracción más bajos. El principal objetivo de estos lenguajes es permitir el procesamiento de los modelos de prácticas educativas en un determinado entorno de ejecución. A grandes rasgos un entorno de ejecución podría ser el Web o un entorno presencial, similar al de clase tradicional. La forma en que se gestionen los elementos y la coordinación entre ellos dependerá del entorno de ejecución elegido. Por ejemplo, si se considera un entorno Web, el formato de los documentos o la forma en que se pueden realizar comunicaciones es diferente a si se considera un entorno presencial. Como resultado, estos lenguajes son dependientes de la tecnología pero pueden ser independientes en relación a la pedagogía.

Esta separación en niveles de abstracción se plantea por comparación con el dominio de los lenguajes de programación de ordenadores, en los que se han planteado varios niveles de abstracción. En los niveles de abstracción más bajos se pueden situar los lenguajes ensambladores (que dependen del microprocesador en el que se ejecutan), en los intermedios los lenguajes de propósito general (e.g. C, Java) y en los niveles superiores los lenguajes visuales y naturales, específicos para la resolución de determinado tipos de problemas. Como consecuencia de esta separación en niveles de abstracción es posible separar las necesidades relativas al dominio del problema (alto nivel de abstracción) de las correspondientes al dominio de la solución, o más concretamente, del sistema de ejecución (bajo nivel de abstracción). En nuestro caso, es posible separar entre el modelado de distintas aproximaciones pedagógicas y la tecnología necesaria para su ejecución. Visto en otro sentido, lo que se consigue es proporcionar una separación clara y al mismo tiempo permitir la integración de la labor realizada por los autores educativos del trabajo de los desarrolladores de aplicaciones de e-learning. Los primeros sólo deben preocuparse del diseño didáctico de las prácticas educativas, mientras que los segundos pueden centrarse en exclusiva en las aplicaciones que dan soporte a los EMLs.

3. Hacia la Mejora del Modelado de Prácticas Educativas

Nuestro objetivo final es contribuir a la obtención de un EML que permita el modelado de prácticas educativas de forma independiente tanto de la pedagogía como de la tecnología. Según lo que hemos visto hasta el momento, dicho lenguaje debe ocuparse del modelado de los elementos que participan en la práctica educativa y de la coordinación que debe aplicarse para que dichos elementos interactúen entre sí de una forma determinada. En este sentido se trata de especificaciones de coordinación. En cualquier caso, cabe destacar que no se trata de una coordinación pasiva o re-activa, esto es, que re-acciona a las posibles interacciones. En muchos casos se trata de una coordinación activa, que provoca la interacción y dirige la misma en un sentido determinado. Finalmente, se espera que como resultado de dichas interacciones un alumno o un grupo de alumnos obtenga un cierto aprendizaje.

Es importante señalar que no se intenta proporcionar un modelado completo de la variedad de

funcionalidades que pueden ser soportadas de forma computacional. Los EMLs se centran en el modelado de la coordinación. A modo de ejemplo, los EMLs no se ocupan del modelado de Sistemas de Tutorización Inteligentes (ITS: *Intelligent Tutoring Systems*), sino que se permitirán su integración como una entidad externa (quizás como un participante software) que interacciona con los participantes considerados en una cierta actividad. De forma similar, los EMLs no tratan de sustituir por medios computacionales las capacidades intrínsecamente humanas, sino que en lugar de eso su aproximación consiste en facilitar la interacción de las personas que poseen las capacidades deseadas en los momentos que sea necesario y tratando de ser lo más eficientes posibles.

Llegados a este punto este punto queremos hacer una reflexión sobre la complejidad del objetivo que se ha planteado para los EMLs. Si consideramos la tremenda variedad de prácticas educativas podemos imaginar un gran número de elementos y de formas de coordinación que debieran ser modeladas en los EMLs. Por otra parte, las interacciones que pueden producirse entre los elementos de una práctica educativa pueden ser muy complejas.

Para solucionar este problema tan grande y complejo proponemos una aproximación hacia la misma basada en la descomposición por partes. En vez de abordar el problema como un todo, consideramos su división en varias partes lo más separadas posibles entre sí. Entonces, cada parte puede ser modelada y resuelta de forma independiente. Esta aproximación se inspira en una serie de trabajos realizados en el dominio del *workflow* [Aalst et al. 03; Russel et al. 04; Petkov et al. 05]. El objetivo de estos proyectos era evaluar la expresividad de lenguajes y sistemas de *workflow*. Están basados en la separación del problema de evaluación completo en varias perspectivas (hasta el momento sólo han considerado tres: procesal, de datos y de recursos) y en la evaluación por separado de cada una de ellas. Para ello, identifican un conjunto básico de patrones con las que caracterizan la mayoría de las situaciones que pueden producirse en cada una de las perspectivas. En nuestro trabajo hemos aplicado y extendido estas tres perspectivas para evaluar EMLs, identificando once perspectivas y más de doscientos patrones para prácticas educativas [Caeiro et al. 05]. Ahora estamos utilizando las mismas perspectivas y patrones para dirigir el desarrollo de un nuevo EML en el que las perspectivas nos permiten considerar la división del problema de modelado en varias partes y los

patrones nos proporcionan los casos de uso o requisitos que debieran ser modelados.

3.1. Perspectivas de Coordinación en Prácticas Educativas

En nuestro trabajo consideramos una perspectiva como una característica que involucra un cierto propósito y que tiene un cometido particular. Tratamos de identificar las perspectivas EMLs de forma que sean lo más independientes entre sí posibles. Actualmente consideramos once perspectivas que aparecen representadas en la figura 2. Esta figura muestra el esquema de actividad considerado en el modelo de Mediación Extendido de la Teoría de la Actividad [Engestrom97] y en ella se sitúan las distintas perspectivas de acuerdo a su propósito y características.

Identificamos las siguientes perspectivas para la coordinación de prácticas educativas:

1. *Perspectiva Estructural*. Responde a la pregunta sobre *cómo se agrupan los distintos elementos que participan en una tarea*. Esta perspectiva permite relacionar los elementos indicados en las perspectivas presentadas a continuación en unidades básicas con un propósito educativo concreto. Se considera como la unidad básica de reutilización de modelos de prácticas educativas.
2. *Perspectiva Funcional*. Responde a la pregunta sobre *qué tiene que hacerse*. Esta perspectiva caracteriza los objetivos que tienen que ser realizados teniendo en cuenta las relaciones entre dichos objetivos. En particular se distinguen entre objetivos obligatorios, optativos y prohibidos, y se considera la multiplicidad de un objetivo como el número de veces que dicho objetivo tiene que/puede ser realizado. Sin embargo, en esta perspectiva no se tienen en cuenta cuestiones como la persona o personas que deben conseguir dicho objetivo o el momento en el que se debe proponer dicho objetivo.
3. *Perspectiva Social*. Responde a la pregunta sobre *quién es la persona responsable de realizar una tarea determinada*. En otras palabras, esta perspectiva se ocupa de la caracterización de los participantes que deben realizar las tareas tratando de satisfacer determinados objetivos. Los participantes son personas o agentes software que tendrán que intervenir en la tarea asumiendo roles

determinados, como el de alumno, profesor, moderador, etc. Cada uno de los roles lleva asociados propósitos y responsabilidades particulares. En cualquier caso, el punto más importante de esta perspectiva es coordinar como se realiza la asignación de participantes a los roles que se consideran en cada tarea.

4. *Perspectiva de Datos.* Responde a la pregunta sobre *qué información está disponible*. Para realizar cada una de las tareas se puede considerar un conjunto de datos y de artefactos diferentes. En esta perspectiva se caracteriza dicha información así como la forma en que la información es transferida de unas tareas a otras. Dos ejemplos típicos de transferencia de información entre tareas son la transferencia síncrona, en la que la transferencia de datos se produce cuando la tarea *emisora* termina y la tarea *receptora* se inicia, y la transferencia asíncrona, que tiene lugar durante la ejecución de dos tareas.
5. *Perspectiva Operacional.* Responde a la pregunta sobre *qué operaciones están disponibles*. Esta perspectiva engloba las aplicaciones y los servicios que pueden utilizarse en las tareas (e.g. simuladores, editores, servicios de comunicación y colaboración). Estos sistemas pueden ser muy diferentes en cuanto a sus funcionalidades, pero desde el punto de vista del modelado educativo su utilización debiera ser homogénea. Por ello, se considera el modelado de la funcionalidad y

de la forma en que se produce la interacción con dichas aplicaciones y servicios. El objetivo final es permitir automatizar la utilización de distintas aplicaciones y servicios de forma general e independiente, sin ligar los diseños de prácticas educativas a sistemas o herramientas concretos.

6. *Perspectiva Procesal.* La perspectiva procesal responde a la pregunta sobre *el orden en qué deben realizarse las tareas*. Hasta el momento solo la perspectiva funcional permite indicar qué tareas pueden o deben ser realizadas (objetivos obligatorios, optativos y prohibidos), sin embargo aún no se ha considerado la posibilidad de establecer un orden determinado en el que dichos objetivos deben ser realizados. En esta perspectiva se considera la posibilidad de indicar el orden de realización para un conjunto de tareas: en secuencia, en paralelo, siguiendo un cierto bucle, etc.
7. *Perspectiva Temporal.* Responde a la pregunta sobre *cuándo puede realizarse una tarea*. Esta perspectiva se considera para permitir indicar condiciones sobre el momento en que se inicia y finaliza la realización de una tarea. De esta forma se complementa la perspectiva procesal y se consideran por separado distintos tipos de restricciones: (i) sin restricciones en cuanto al orden o al tiempo; (ii) con restricciones de orden pero no de tiempo; (iii) con restricciones de tiempo pero no de orden; (iv) con restricciones de tiempo y de orden.

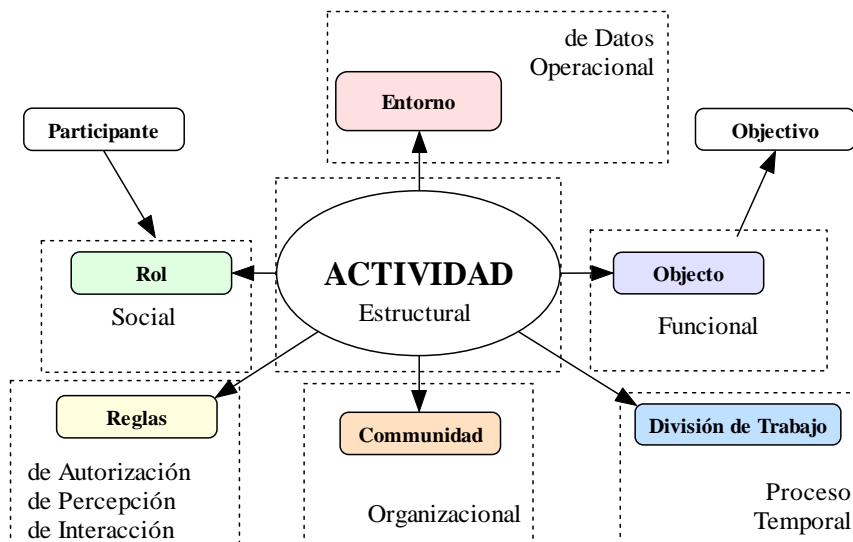


Figura 2. Perspectivas identificadas para el modelado de prácticas educativas con EMLs

8. *Perspectiva Organizacional.* Responde a la pregunta sobre *en qué estructura organizativa se desarrolla la tarea.* Esta perspectiva describe la estructura de los participantes y sus relaciones, de forma independiente a la práctica educativa a desarrollar. Dicha estructura puede condicionar el desarrollo de las tareas de la práctica educativa en diversos aspectos: la asignación de participantes a tareas puede depender de la posición organizativa que se ocupe, la disponibilidad de ciertos documentos puede estar condicionada a la posesión de privilegios, la organización en grupos puede venir determinada por la existencia de ciertas unidades organizacionales, etc. Generalmente, la perspectiva organizacional es muy importante en sistemas de soporte de trabajo colaborativo, dado que muchas empresas se estructuran de acuerdo a organizaciones muy concretas. En el modelado de prácticas educativas puede no tener el mismo grado de importancia, pero en cualquier caso creemos que es conveniente no dejar de considerarla.
9. *Perspectiva de Autorización.* Responde a la pregunta sobre *qué permisos tienen los participantes.* Esta perspectiva permite indicar para cada uno de los participantes de una tarea las operaciones concretas que puede realizar sobre los artefactos, aplicaciones y servicios disponibles en el entorno de la misma. De esta forma es posible permitir que varios participantes interactúen en un mismo entorno aunque con permisos diferentes (e.g. los profesores tienen mayores permisos que los alumnos).
10. *Perspectiva de Percepción.* Responde a la pregunta sobre *cómo procesar la información producida durante la ejecución.* En este contexto la percepción se refiere a cómo se hace visible o disponible a ciertos participantes lo que otros participantes están haciendo o han hecho. En prácticas educativas es frecuente que los profesores reciban información sobre las acciones que realizan los alumnos. Esta perspectiva se ocupa de determinar qué información debe recogerse durante la ejecución, cómo debe procesarse y a quién debe enviarse.
11. *Perspectiva de Interacción.* Esta perspectiva responde a la pregunta sobre *cómo se debe gestionar la interacción* entre los participantes. Los participantes pueden interactuar entre sí a través de las aplicaciones y servicios

disponibles en las tareas en lo que denominamos como conferencias (comunicación o colaboración). La perspectiva de interacción se ocupa de distintos puntos relativos a la interacción en dichas conferencias: (i) *control de sesión*, para gestionar el inicio y la finalización de las conferencias; (ii) *control de pertenencia*, para gestionar los participantes que pueden/deben estar involucrados en la conferencia; (iii) *control de turno*, para gestionar dinámicamente los permisos que se utilizan en la conferencia; y (iv) *control de conversación*, para gestionar los mensajes que se pueden intercambiar.

Hemos identificado una perspectiva adicional, pero no la incluimos entre las anteriores porque no considera asuntos de coordinación específicamente. Se trata de la *perspectiva causal*, que respondería a la pregunta sobre *por qué realizar una práctica educativa.* Es decir, proporciona información sobre los objetivos de aprendizaje que se pretende alcanzar con dicha práctica educativa, los pre-requisitos que se consideraran necesarios en cuanto a conocimientos previos de los alumnos, etc. En el dominio de los estándares educativos para sistemas electrónicos esta perspectiva ya ha sido analizada y discutida en los Objetos de Aprendizaje (LO: *Learning Objects*). En concreto, supuso el desarrollo del primer estándar de E-learning: IEEE Learning Object Metadata (LOM) [LTSC 2002].

Como planteamos anteriormente, cada perspectiva involucra un cierto propósito y puede ser analizada de forma independiente a las demás. Sin embargo esta separación entre perspectivas no es perfecta y es posible considerar cuestiones de una perspectiva que tengan influencia en otras. Por ejemplo, es posible plantear situaciones en las que variables pertenecientes a la perspectiva de datos sean utilizadas para determinar la obligatoriedad de objetivos considerados en la perspectiva funcional. Con la clasificación de perspectivas propuesta consideramos que conseguimos una adecuada separación por partes.

Por último señalar que las perspectivas propuestas se pueden considerar de forma incremental, desde perspectivas más básicas a más específicas. Como ejemplo, la perspectiva funcional se necesita para el modelado de cualquier tipo de práctica educativa para caracterizar los objetivos de la misma. Sin embargo, las perspectivas de proceso y temporales no siempre son necesarias, pues sólo se utilizarán en aquellos casos en los que quiera considerarse un

cierto orden de realización de actividades o restricciones temporales para las mismas.

3.2. Aspectos de Coordinación en Prácticas Educativas

Además de las perspectivas, para facilitar el desarrollo de situaciones de emergentes y dinámicas hemos identificado tres componentes transversales a las perspectivas que denominamos como aspectos. Estos aspectos se cruzan con las perspectivas anteriores, de forma que cada perspectiva puede estar influida por cuestiones consideradas en los aspectos. Los tres aspectos identificados son:

1. *Condiciones.* Las condiciones permiten establecer dependencias en función del valor de ciertas propiedades o atributos. En muchos casos los objetivos, las tareas, los contenidos o cualquiera de las demás perspectivas de un curso deben adaptarse a las características de los alumnos, la situación o la forma en la que se desarrolla. Por ejemplo, en función de las características del alumno un curso puede variar sus lecciones. Las condiciones deben poder realizarse sobre el conjunto de propiedades utilizadas en un curso, haciendo referencia tanto a participantes, como a artefactos disponibles, permisos, etc. Además, deben poder considerarse tanto condiciones simples (e.g. igualdad, mayor que, distinto) como complejas (e.g. condiciones múltiples, combinaciones binarias).
2. *Decisiones.* Las decisiones son similares a las condiciones pues permiten modificar el curso durante su desarrollo. Sin embargo, a diferencia de las condiciones, las decisiones involucran un componente humano que es el encargado de indicar la opción o el valor que se desea indicar. De esta forma se considera otro tipo de flexibilidad que depende no sólo de reglas pre-establecidas, sino que se posibilita la intervención humana. Por ejemplo, un profesor decide la práctica que debe realizar un alumno de entre varias posibles. Además, es importante tener en cuenta que no sólo se debe considerar la toma de decisiones de forma individual, por una sola persona, sino que se deben poder considerar situaciones de toma de decisión en grupo en la que participan varias personas. Por ejemplo, la nota de un trabajo realizado por un alumno puede tener que ser decidida por el conjunto de los profesores.

3. *Captura de Eventos.* Los eventos indican situaciones que se producen de forma dinámica durante el desarrollo de un curso. Es decir, no es posible determinar con antelación si se va a producir un determinado evento ni mucho menos el momento en que puede tener lugar. Sin embargo, el desarrollo de un curso puede depender de la aparición de un determinado evento. Por ejemplo, si se considera una práctica en un laboratorio puede ser interesante que cuando un alumno tiene dificultades en la misma se genere un determinado evento y el mismo permita iniciar una actividad de tutorización. En este sentido, la utilización de eventos permite adaptar el curso de forma dinámica, extendiendo las estructuras predefinidas que se pueden expresar con condiciones y decisiones. De forma similar a los dos casos anteriores se deben poder tener en cuenta eventos simples y eventos compuestos, que supongan una complejidad mayor. Por ello, es razonable utilizar los mecanismos proporcionados por la perspectiva de percepción para el procesamiento de los eventos.

Desde nuestro punto de vista, estos tres mecanismos pueden ser necesarios en las distintas perspectivas anteriores. Por ejemplo, en la perspectiva temporal el momento en el que se debe iniciar una actividad puede depender de que se cumpla una determinada condición, de la decisión de una persona o de que se produzca un determinado evento. Otro ejemplo, la determinación de si una actividad es optativa, obligatoria o prohibida puede depender de los mismos tres factores.

3.3. Patrones en las Perspectivas

En general, un patron es una abstracción que se encuentra frecuentemente en un cierto dominio. Se considera como una solución general que se proporciona a un determinado problema común [Alexander et al. 77]. Para nuestros propósitos, consideramos los patrones como una clase de “casos de uso de modelado”. Para cada una de las perspectivas anteriores identificamos un conjunto de patrones básicos con los que sea posible caracterizar las distintas formas de comportamiento que se pueden producir en dichas perspectiva. A continuación presentamos una pequeña descripción de los patrones que hemos identificado para la perspectiva funcional y que están clasificados en tres categorías:

- *Categoría de Caracterización de Objetivos.* En esta categoría se agrupan patrones que se ocupan de la descripción básica de los objetivos que se pueden considerar en una práctica educativa. Se incluyen objetivos tales que: (i) *Descripción Textual*, que señala la posibilidad de introducir información textual dirigida a las personas que participen en la práctica educativa; (ii) *Estado de Completitud*, para indicar la posibilidad de modelar los posibles estados o puntuaciones asociados con un determinado objetivo (e.g. superado, suspendido; 1..10; 'A' .. 'F'); (iii) *Evaluación del Estado de Completitud*, sobre la posibilidad de introducir condiciones, decisiones o procesamiento de eventos para determinar el estado o la puntuación del objetivo; (iv) *Parámetros de Entrada*, sobre la posibilidad de indicar que un determinado objetivo requiere ciertos artefactos de entrada; etc.
- *Categoría de Composición de Objetivos.* Esta categoría agrupa un conjunto de objetivos relacionados con la posibilidad de considerar objetivos compuestos, esto es, objetivos que pueden descomponerse en otros objetivos. En esta categoría hemos incluido patrones como: (i) *Objetivo Compuesto*; (ii) *Objetivo Obligatorio*, que indica que un sub-objetivo es obligatorio; (iii) *Objetivo Complementario*, que recoge la posibilidad de indicar que un la consecución de un estado determinado en un objetivo implica que otro objetivo pasa a ser obligatorio; (iv) *Objetivo Antagónico*, con el caso contrario al anterior en el que la consecución de un estado determinado en un objetivo hace que otro objetivo sea prohibido; etc.
- *Categoría de Multiplicidad de Objetivos.* Esta categoría agrupa varios patrones relacionados con la posibilidad de que un objetivo no se proponga una única vez durante una práctica educativa, sino que tenga que ser planteado en repetidas ocasiones. Por ejemplo, en la especificación IMS LD se considera la posibilidad de tener dos tipos de objetivos múltiples: los *objetivos de aprendizaje*, que deben ser realizados por cada uno de los participantes que exista en el rol asignado al objetivo; y los *objetivos de soporte* que se proponen tantas veces como instancias existan del rol de soporte.

4. Conclusiones

El objetivo de los EMLs se ha planteado hacia la obtención de una capacidad de modelado que permita describir prácticas educativas de distinta naturaleza y su posterior procesamiento automático. El punto principal de los EMLs para soportar este modelado consiste en abstraerse de cuestiones pedagógicas y tecnológicas para centrar la atención en los elementos que participan en la práctica educativa y la coordinación entre ellas. En nuestro trabajo, hemos partido de esta idea principal y estamos tratando de extenderla, soportando más formas de coordinación que las consideradas en los EMLs actuales. Pero de esta forma llegamos a un problema muy extenso y complejo, en el que intervienen numerosos elementos y relaciones. Por ello, consideramos que la aproximación propuesta basada en la separación por partes puede ser apropiada. Esta propuesta permite analizar y resolver el problema de modelado de una forma más simple y sistemática.

La aproximación por perspectivas permite abordar el modelado y diseño de prácticas educativas de una forma simple e incremental. Por una parte, cuando se considera la labor de modelado de un curso las perspectivas permiten separar las distintas facetas del mismo. Es decir, cuando se consideran los participantes no se tienen en cuenta los artefactos que estarán disponibles. Por otra parte, las perspectivas se han definido de forma incremental, identificando un conjunto de perspectivas básicas que son necesarias en todos los cursos y otras que sólo deben utilizarse cuando sea necesario.

Sin embargo, también somos conscientes de que se pueden producir problemas de integración y dependencias entre las distintas perspectivas. Por ejemplo, entre las perspectivas funcional, procesal y temporal. No tiene sentido que un conjunto de objetivos sean opcionales si se tienen que realizar en serie. Tampoco puede establecerse una fecha de inicio para una tarea no pueda satisfacerse, pues tiene que realizarse después de otra tarea que no puede finalizar hasta después de dicha fecha. En cualquier caso consideramos que hemos obtenido una buena separación con las perspectivas propuestas.

La consideración de aspectos se hace atendiendo a la necesidad de comportamientos flexibles, dinámicos y emergentes que existe en las prácticas educativas y tratando de proporcionar una solución homogénea a los mismos.

Agradecimientos

Queremos agradecer al Ministerio de Educación y Ciencia por su soporte parcial a este proyecto a través del proyecto “*MetaLearn: metodologías, arquitecturas y lenguajes para sistemas E-learning adaptativos*” (TIN2004-08367-C02-01).

Referencias

- [Aalst et al. 03] W. M. P. van der Aalst, B. ter Hofstede, A. H. M. Kiepuszewski, and P. Barros ‘Workflow patterns’. *Distributed and Parallel Databases* 14(1) (2003).
- [Alexander et al. 87] C. Alexander, S. Ishikawa, M. Silverstein ‘A Pattern Language: Towns, Buildings, Construction’. Centre for Environmental Structure. Oxford University Press, New York (1977).
- [Blackboard05] Blackboard. Blackboard Course Management System (2005). <http://www.blackboard.com>
- [Caeiro et al. 05] M. Caeiro, L., Anido, M. Llamas, ‘Towards a benchmark for the evaluation of LD expressiveness and suitability’. *Journal of Interactive Media Education* (4) (2005).
- [Conole et al. 05] G. Conole, A. Littlejohn, I. Falconer, A. Jeffrey. ‘Pedagogical Review of Learning Activities and Use Cases’. Technical Report, JISC LADIE project (2005).
- [Engestrom87] Y. Engestrom ‘Learning by expanding: an activity-theoretical approach to developmental research’. *Oriente-Kosultit*, Helsinki, Finland (1987).
- [Koper01] R. Koper. ‘Modeling Units of Study from a Pedagogical Perspective: the Pedagogical Meta-model Behind EML’ Technical Report, Open University of the Netherlands (2001).
- [Koper et al. 03] R. Koper, B. Olivier, T. Anderson (editores). ‘IMS Learning Design Information Model’. IMS Global Learning Consortium, Inc., 2003.
- [LTSC02] IEEE LTSC. ‘Learning Object Metadata Standard’ (2002).
- [Moodle05] Moodle. Moodle Course Management System (2005). <http://moodle.org>
- [Rawlings et al. 02] A. Rawlings, P. van Rosmalen, M. Rodríguez-Artacho, P. Lefrere. ‘Survey of Educational Modelling Languages. Technical Report, CEN/ISSS Workshop on Learning Technologies (2002)
- [Reigeluth99] C. M. Reigeluth. ‘What Is Instructional-design Theory and How Is It Changing?’ En C. M. Reigeluth (editor) ‘Instructional-Design Theories and Models Volume II: A New Paradigm of Instructional Theory’ pp. 15-40, Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, NJ, USA (1999).
- [Russell et al. 04] N. Russell, A. H. M. ter Hofstede, D. Edmond, W. M. P. van der Aalst ‘Workflow data patterns’. Technical Report FIT-TR-2004-01, Queensland University of Technology, Brisbane, Australia (2004).
- [Petkov et al., 05] S. Petkov, E. Oren, A. Haller ‘Aspects in workflow management’. Technical Report DERI TR 2005-04-10, DERI Technical Report (2005).
- [Smith et al. 05] P. L. Smith, T. J. Ragan. ‘Instructional Design’. Wiley, Hossey-Bass Education, USA (2005).
- [WebCT05] WebCT. WebCT Course Management System (2005). <http://www.webct.com>