

ONTOLOGÍA SISTÉMICA DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE OBJETOS DIGITALES DE APRENDIZAJE

Resumen

La universidad colombiana se plantea hoy la necesidad de una formación flexible. Dicha circunstancia demanda nuevos roles y competencias tanto de los profesores como de los estudiantes universitarios, entre ellas, las competencias mediacionales dada la incorporación de las tecnologías de información y comunicación, TIC, en los procesos educativos. El estudio "Diseño de objetos digitales de aprendizaje basado en modelos de representación de conocimiento jerárquico y sistémico"² abordó las implicaciones que la representación de conocimiento genera en el diseño de software educativo que elaboran los docentes, de una parte, y de otra, las representaciones de los docentes que pueden inferirse del diseño del objeto digital de aprendizaje. Se pretende aquí hacer una mirada a la ontología sistémica del proceso de construc-

ción de objetos digitales de aprendizaje generada en el estudio. Para ello, se hace una aproximación a los modelos de proceso de construcción de objetos digitales de aprendizaje, dada la diversidad de propuestas existentes, y al proceso de construcción propiamente dicho que se asume en el estudio, a partir de la aproximación mencionada y el propuesto por el *Diplomado de Objetos de Aprendizaje*, realizado entre 2009 y 2010 por la Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet, CUDI (México), y la Red Nacional Académica de Tecnología Avanzada, RENATA (Colombia). Luego se establece un marco de referencia en torno a la representación de conocimiento y la ontología sistémica. Finalmente se presenta la ontología y el sistema de marcos elaborado en torno al dominio en referencia.

Palabras claves:

Representación del conocimiento, Competencias docentes, Proceso de construcción de objetos digitales de aprendizaje

Keywords:

Knowledge representation, Teaching competences, Construction process of digital learning objects

¹ Director de pedagogía y meditaciones tecnológicas. IDEAD-UT.

² Trabajo de grado en la Maestría en Tecnologías de Información Aplicadas a la Educación de la Universidad Pedagógica Nacional, dirigido por David Macías Mora, del Grupo Técnico, y Sindy Paola Díaz Better, del Grupo Cognitek, en dos momentos diferentes. Agradecimientos a Jorge Manuel Pacheco Casadiego, Profesor de la Universidad Cooperativa de Colombia en Ibagué, por su comentarios y aportes en la elaboración de la ontología.

Introducción

La universidad colombiana se plantea hoy la necesidad de una formación flexible, esto es, de la formación en y para la autonomía, requiriéndose de transformaciones en la pedagogía universitaria. Esta, la formación flexible, define una nueva concepción de los procesos de enseñanza y de aprendizaje en la universidad. Dicha circunstancia demanda nuevos roles y competencias, tanto de los profesores como de los estudiantes universitarios, entre ellas las competencias mediacionales (Chan, 2004) dada la incorporación de las tecnologías de información y comunicación, TIC, en los procesos educativos.

La Universidad del Tolima en su *Proyecto Educativo Institucional* desde 2001 se orienta hacia una formación flexible y considera diferentes factores asociados a la flexibilidad, tales como los tecnológicos. Así, ha ido introduciendo TIC como soporte de los procesos de docencia, investigación, proyección social y de gestión (Universidad del Tolima, 2010). De manera específica, la incorporación de TIC en la formación docente implica, entre otros aspectos, la apropiación, producción y el uso de ambientes digitales de aprendizaje, y como elementos de éstos, de materiales educativos como los objetos digitales de aprendizaje.

Diferentes estudios, como los referidos por Maldonado, Ortega, Sanabria y Macías (2003) y Maldonado (2004, pp. 13-21), convergen en concebir competencias de un docente que usa ambientes digitales para potenciar procesos de aprendizaje. Algunas de las investigaciones desarrolladas en relación con la formación docente usando ambientes de aprendizaje basados en computador han identificado algunas dimensiones que se convierten en fundamentales en el contexto de las TIC y de la pedagogía computacional³, como es la representación de conocimiento. Tal dimensión se constituye

"en un enfoque de representación de conocimiento para el diseño de software y en una aproximación metodológica al estudio de la formación de competencias cognitivas y metacognitivas" (Maldonado et al., 2003).

En tal perspectiva, el estudio "Diseño de objetos digitales de aprendizaje basado en modelos de representación de conocimiento jerárquico y sistémico" abordó las implicaciones que la representación de conocimiento genera en el diseño de software educativo que elaboran los docentes, en particular de objetos digitales de aprendizaje, de una parte, y de otra, las representaciones de los docentes que pueden inferirse del diseño del objeto digital de aprendizaje.

El estudio, de corte cualitativo, caracterizó el diseño de los objetos digitales de aprendizaje elaborados por los profesores aprendices, estudiantes de Maestría en Educación de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad del Tolima, quienes realizaron el Taller "Diseño de objetos de aprendizaje" en el Semestre A de 2012. Realiza un análisis comparativo de los procesos seguidos por seis profesores aprendices, en las dos primeras fases de un modelo de formación de competencias que se adapta y valida. Analiza entonces la influencia que tienen los dos modelos de representación de conocimiento (jerárquico y sistémico) que estructuran el contenido de los objetos digitales de aprendizaje con los cuales interactúan los dos grupos, respectivamente, en el diseño de los objetos digitales de aprendizaje elaborado por los participantes.

El taller en mención, en modalidad *b-learning*, se desarrolló a partir de cuatro sesiones de orientación y el estudio en dos ambientes digitales de aprendizaje, que incluyeron materiales educativos, algunas actividades y recursos informativos. El mo-

³ Para Maldonado, la pedagogía computacional "es una tendencia de pensamiento centrada en la representación de los procesos de interacción entre profesor y estudiante y que se orientan a logros educativos" (2004).

⁴ Trabajo de grado en la Maestría en Tecnologías de Información Aplicadas a la Educación de la Universidad Pedagógica Nacional, dirigido por David Macías Mora, del Grupo Tecnice, y Sindy Paola Díaz Betler, del Grupo Cognitek, en dos momentos diferentes.

delo pedagógico del ambiente digital se basó en el aprendizaje significativo a partir de organizadores previos.

Para cada uno de los dos grupos de profesores aprendices se configuró un espacio en Moodle y en cada uno se incluyó un objeto digital de aprendizaje cuyo dominio de conocimiento fue el proceso

de construcción de objetos digitales de aprendizaje. La organización del contenido de cada objeto digital de aprendizaje se soportó en una representación de conocimiento a partir de sistemas de marcos y cada uno en un modelo de representación (jerárquico o sistémico). Tales objetos constituyen entornos hipertextuales (Maldonado et al., 2007).

Panorama sobre los modelos de construcción de objetos digitales de aprendizaje

Se refieren algunos trabajos sobre modelos de construcción de objetos digitales de aprendizaje. Aunque en la literatura sobre software educativo en general refiere diversos modelos de proceso de desarrollo, han surgido metodologías específicas para los objetos digitales de aprendizaje. Es de tener en cuenta que algunos modelos están inspirados propiamente en el diseño educativo con tendencia al enfoque de objetos de aprendizaje, otras en la ingeniería del software, particularmente la orientada a objetos, y otras articulan estos dos ámbitos, dada la naturaleza interdisciplinar de la construcción de los objetos de aprendizaje.

Cisco Systems (2003) ha planteado su proceso de desarrollo de objetos de aprendizaje ajustado del modelo genérico de diseño instruccional denominado ADDIE (análisis, diseño, desarrollo, implementación y evaluación), presentado por R. M. Gagné, que soporta las arquitecturas de aprendizaje planteadas por R. C. Clark: receptiva, directiva, descubrimiento guiado y exploratoria. Las fases ajustadas en este modelo son: análisis granular; diseño y minería; reúso y desarrollo; entrega y referencia; mantenimiento; y, evaluación.

Al decir de Williams, Schrum, Sangrà y Guàrdia (2004), el diseño educativo constituye el proceso imprescindible que define y concreta de manera específica cómo tienen que ser y cómo deben relacionarse todos los elementos didácticos, pedagó-

gicos y tecnológicos de los materiales educativos. Para tales autores el diseño educativo de materiales educativos es adecuado y eficaz si se desarrolla en seis etapas fundamentales: análisis y definición, diseño y concreción, desarrollo de la propuesta, prototipo/test, implementación y evaluación. Al respecto, estos autores describen diferentes modelos de diseño instruccional, ya integren TIC o no, partiendo de ADDIE y lo presentan como el modelo a aplicar también en la formación basada en web (Williams et al., 2004, pp. 21-39).

Osorio, Muñoz, Álvarez y Arévalo (2006) presentan una metodología para elaborar objetos de aprendizaje e integrarlos a un sistema de gestión de aprendizaje en la Universidad Autónoma de Aguascalientes, basada en el modelo ADDIE, orientada al cumplimiento de las características básicas de los objetos de aprendizaje y el mejoramiento del proceso, mediante el uso de plantillas. Las fases de AODDEI son: análisis y obtención, diseño, desarrollo, evaluación e implantación. Muñoz y Barajas (2007) incorporan a esta metodología el análisis de competencias y el diseño basado en patrones. González (2006) presenta una experiencia de diseño educativo de objetos de aprendizaje, realizada en el Sistema de Universidad Virtual de la Universidad de Guadalajara, que parte del diseño e implementación de patrones de objetos de aprendizaje.⁵ Ello, como estrategia para favorecer el aprendizaje desde un enfoque por competen-

⁵ La "estructura pedagógica, que tienen los objetos de aprendizaje en su construcción, capaz de articular diversos elementos informativos, y que se constituye en un componente constante, altamente configurable y actualizable" (González, 2006, p. 3).

cias y para responder a la necesidad de creación de cursos y materiales formativos para los diversos programas.

Torres, Cárdenas y Gutiérrez (2006) exponen una propuesta metodológica de diseño de objetos de aprendizaje para el aprendizaje de conceptos, sustentada por la teoría de aprendizaje significativo. Proponen que el profesor construya el diseño didáctico del objeto de aprendizaje utilizando las técnicas de modelado que ofrece la ingeniería de software a través del Lenguaje Unificado de Modelado, UML, colaborando a la par con el especialista en tecnologías para llevar a cabo la creación de un producto de calidad. La creación de algunos artefactos se presenta en la fase de inicio y elaboración del ciclo de vida en el desarrollo del objeto de aprendizaje, de acuerdo al proceso unificado. A estas dos etapas le siguen la de construcción y transición, relacionadas de manera más directa con la implementación del objeto de aprendizaje.

Medina y López (2006) analizan los aspectos a ser considerados durante la construcción de un objeto de aprendizaje, tomando como base para la construcción la metodología *Rational Unified Process*, RUP, e incorporan a ésta los aspectos pedagógicos e instruccionales asociados. Proponen entonces la *Learning Objects Construction Methodology*, LO-CoMe, que toma del RUP las fortalezas necesarias para el desarrollo de proyectos de software, y le incorpora aquellas condiciones adicionales que se requieren para construir objetos de aprendizaje con altos niveles de calidad. LOCoMe contempla cuatro fases dentro del ciclo de vida iterativo: análisis, diseño conceptual, construcción y evaluación pedagógica.

Chiappe (2006) en la búsqueda permanente de elementos que permitan definir indicadores de calidad

para los ambientes virtuales de aprendizaje, ha formulado un modelo de diseño instruccional basado en objetos de aprendizaje. Este modelo considera cinco aspectos fundamentales relacionados con la calidad, a saber: los contenidos, el proceso de virtualización, los aspectos de tecnología, los recursos humanos involucrados, y la gestión administrativa y de soporte. Las etapas propuestas son: análisis del proyecto, diseño instruccional, producción de medios, implementación en plataforma y emisión.

Peláez, Zapata y Hernández (2007) presentan una propuesta metodológica para la construcción de objetos de aprendizaje constructivistas sociales, basada en la interdisciplinariedad, en la Pontificia Universidad Bolivariana. El diseño de un objeto de aprendizaje se produce de la misma manera como cualquier otro recurso multimedial, basado en tres fases no lineales: la preproducción, que planea y discute lo que se producirá; la producción, que hace efectivamente lo que podría llamarse el trabajo de campo (la programación, el diseño gráfico y de las actividades, etc.); y finalmente, la postproducción, que elabora la documentación que soporta el proceso, pone en operación y entrega. Patiño, Peláez y Villa (2009) presentan la experiencia de implementación del modelo, destacando las siguientes fases: preproducción (planeación conjunta, propuesta didáctica y comunicativa, diseño de la enseñanza, diseño del aprendizaje, elaboración del mapa de navegación, escritura del guión), producción y postproducción. Borrero, Cruz, Mayorga y Ramírez (2009) describen una metodología para la elaboración de objetos de aprendizaje para la Universidad del Valle, fundamentada en un modelo pedagógico constructivista social, en la definición de objetos de aprendizaje de D. Wiley y del Ministerio de Educación Nacional, y en el modelo de proceso de ingeniería web.

Consideran los autores que "se necesitan modelos que estén diseñados para adaptarse a una evolución temporal o progresiva, donde los requerimientos preliminares son conocidos, aunque no estén bien definidos a nivel de detalle" (p. 41).

La metodología integra el modelo pedagógico, una propuesta de diseño gráfico y de producción y utilización de medios, en cinco fases: formulación y planificación, análisis, ingeniería, generación de páginas y pruebas y evaluación del cliente.

De lo referido queda entonces por relevar algunos aspectos. El primero, es la articulación que en el proceso de construcción del material educativo di-

gital se requiere tanto del diseño educativo y de la ingeniería del software, lo cual permite una aproximación tanto a la calidad educativa como a la calidad del software. El segundo, y consecuencia del primero, es la necesaria co-laboración entre profesionales con diversas miradas en torno a la construcción de materiales educativos digitales. El tercero, la necesidad de visualizar y definir el proceso de construcción de objetos digitales de aprendizaje según el contexto, y en particular, el énfasis en modelos de procesos de desarrollo evolutivo. Y, el cuarto, la relevancia de un enfoque ontológico, o basado en conocimiento, para los procesos de construcción de objetos digitales de aprendizaje frente a la emergencia de la web semántica.

Diseño de objetos digitales de aprendizaje desde un enfoque ontológico

Gros considera que en la construcción de software educativo, "el diseño adoptado condiciona una cierta forma de aprendizaje ya que la organización del contenido, actividades y forma de interacción están previamente determinadas" (1997, p. 16). Suponiendo que "el producto [educativo] provocará un cambio en el usuario, le proporcionará (o facilitará) un determinado aprendizaje", requiere decisiones en torno a la organización de los contenidos y las estrategias didácticas (pp. 20-21). Al señalar que "las teorías del diseño instructivo constituyen una especie de enlace, entre las teorías sobre el aprendizaje y sobre la enseñanza" (p. 26), la autora

afirma que "la mayor parte de los modelos de elaboración de software educativo se ha basado en modelos didácticos ya existentes" (p. 21). Los modelos de construcción de software educativo son de carácter general cuando pueden adaptarse a los diversos modelos didácticos y, de carácter particular, cuando incorporan la teoría de aprendizaje y la teoría de enseñanza subyacente a un modelo didáctico. Así, la autora se centra en los modelos didácticos que se emplean en el contexto de la producción de software educativo, describiendo modelos lineales y no lineales, en relación a la secuencia en las fases del proceso.

De igual manera, Montes y Valencia (2008) plantean que para producir materiales educativos digitales se utiliza un modelo de diseño instruccional, o didáctico. Tales autores adaptan las fases de un proceso de construcción de objetos de aprendizaje, síntesis de los aspectos comunes y más relevantes en la revisión de modelos de diseño instruccional. Tal adaptación se ha revisado en la Tabla 1, teniendo en cuenta tanto el panorama visualizado en el aparte anterior como los planteamientos de Gros (1997), Rodríguez (2000) y Guàrdia (2005). Allí se considera que la organización del conocimiento esté soportada en ontologías, dadas las posibilidades que brindan estas para el diseño de objetos digitales de aprendizaje tanto en lo educativo como en lo informático.

En principio, podría pensarse que esta adaptación corresponde a un modelo lineal, como el analizado por Gros (1997, p. 21). La misma autora expresa que en la práctica las fases enunciadas son claras

en su definición pero no pueden cerrarse hasta tanto el producto no está totalmente elaborado. Por lo tanto, bien podría complementarse este modelo en una perspectiva evolutiva, que en el contexto de la tecnología a objetos se orienta por el modelo basado en componentes. Así, interpretando a Rodríguez (2000), el proceso de diseño de un objeto digital de aprendizaje se plantea a un nivel de descripción abstracto, en el que se van a desarrollar mecanismos para describir de forma independiente de la tecnología, todos aquellos componentes que constituyen un entorno educativo. En relación al diseño educativo, el objeto digital de aprendizaje es resultado de una labor de diseño en dos ámbitos: cognitivo, donde se modeliza el conocimiento de dominio de una materia, tratado aquí, y estructural, donde se describen los elementos del ambiente de aprendizaje. Y, en relación al diseño informático, se establece el modelo lógico, físico y de interactividad.

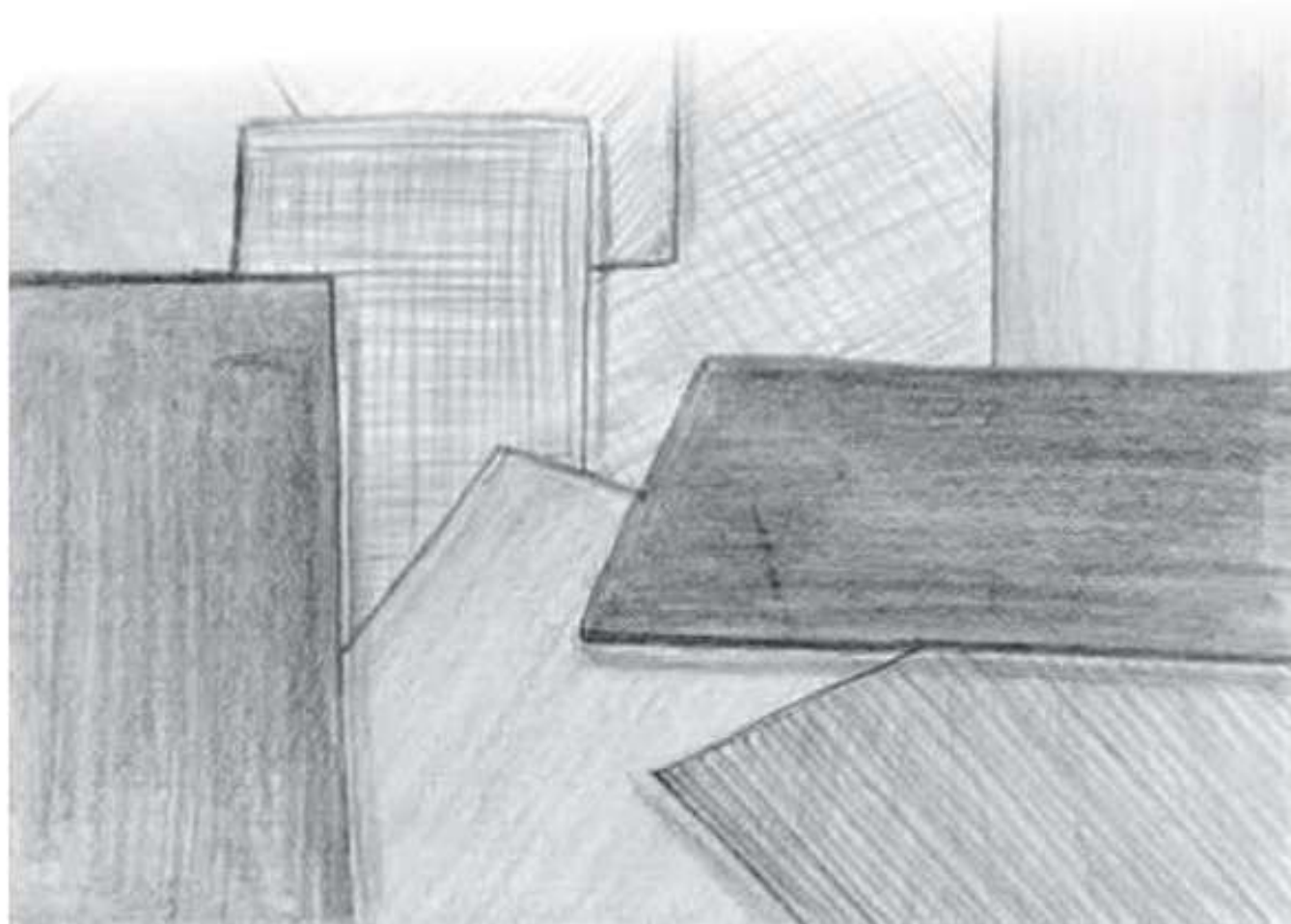


Tabla 1. Fases de un modelo de construcción de objetos digitales de aprendizaje a partir de Gros (1997), Rodríguez (2000), Guardia (2005) y Montes y Valencia (2008)

FASE	PROPÓSITO	TAREAS	ENTREGAS
Análisis	<p>Se identifican las problemáticas o las necesidades educativas y los aspectos que condicionan el diseño de cualquier acción formativa, muchos de los cuales son determinados por el contexto sociocultural e institucional. El análisis de requerimientos permite especificar las características operacionales del objeto de aprendizaje, indicar la interfaz y establecer restricciones.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación del escenario y modos de uso del material. • Definición del tipo de material a desarrollar, según el contexto de aplicación • Definición de los fundamentos. • Definición de los componentes del objeto digital de aprendizaje: intencionalidades formativas, contenidos de formación, estrategias metodológicas, estrategias de evaluación, y recursos y medios. • Captación de requerimientos del objeto de aprendizaje. • Definición del proceso de construcción y de los recursos requeridos. 	<p>Caracterización del objeto de aprendizaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Título • Escenario y modos de uso - Contexto de aplicación (Institución, Facultad, Programa / Modalidad presencial, distancia o mixto) - Problema o necesidad - Perfil del estudiante - Perfil del profesor - Infraestructura y soporte tecnológico - Normas y políticas de autoría • Tipo de material - Granularidad - Reutilización • Fundamentos • Intencionalidades formativas • Contenidos de formación • Estrategias metodológicas • Estrategias de evaluación • Recursos y medios • Requerimientos • Proceso de construcción y recursos requeridos • Bibliografía

FASE	PROPÓSITO	TAREAS	ENTREGAS
Diseño	<p>El diseño educativo se refiere al enfoque de enseñanza y aprendizaje, y a las estrategias. El proceso del diseño traduce los requerimientos en una representación del software donde se pueda evaluar su calidad antes de que comience el desarrollo. Implica la definición de las formas de presentación de información desde el punto de vista del lenguaje gráfico. También, decisiones referentes a la infraestructura computacional y herramientas de programación a ser utilizadas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Representación del contenido de formación a partir de la abstracción de conceptos, identificación de categorías, jerarquización y formalización en estructuras conceptuales. • Descripción de los componentes del ambiente de aprendizaje: intencionalidades formativas, contenidos de formación, estrategias metodológicas, estrategias de evaluación, y recursos y medios. • Definición del modelo computacional, que incluye los modelos funcional, estático y dinámico. - Definición del sistema de exploración, que incluye: organización de la información, sistema de navegación y sistema de rotulación. • Diseño interactivo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ontología del dominio. • Guión didáctico: <ul style="list-style-type: none"> - Título. - Componente: <ul style="list-style-type: none"> § Intención pedagógica y didáctica. § Contenido de formación. § Actividades de formación. § Evaluación de los aprendizajes. § Recursos y medios. • Modelo computacional (funcional, estático y dinámico). • Esquema del sistema de exploración. • Guión
Desarrollo	<p>Se refiere a la producción de los materiales, entendido como aquella acción en donde se prepara el contenido de acuerdo con el diseño realizado en la fase previa. Traduce el diseño en una forma legible por la máquina mediante la generación de programas fuentes y ejecutables. Para tales programas se realizan pruebas de detección de errores y se asegura que la entrada definida produce los resultados reales de acuerdo con los resultados requeridos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo o adaptación de materiales de contenido, actividades y evaluación. • Desarrollo o adaptación de recursos y medios. • Definición de recursos computacionales y herramientas de desarrollo. • Digitalización de recursos y medios. • Integración total de los medios y navegación. • Programación. • Elaboración de los módulos ejecutables. • Montaje de las actividades. • Montaje de la evaluación. • Montaje total de las guías para el estudiante. Pruebas intensivas de desempeño de las actividades. 	<ul style="list-style-type: none"> • Materiales de contenido, actividades y evaluación desarrollados. • Recursos y medios desarrollados. • Selección de recursos computacionales y herramientas de desarrollo. • Recursos y medios digitalizados. • Objeto de aprendizaje desarrollado. • Resultados de las pruebas de desempeño de las actividades y ajustes derivados de esos.

FASE	PROPÓSITO	TAREAS	ENTREGAS
Integración	<p>Se pone a prueba los contenidos, las guías de aprendizaje, las actividades y la evaluación.</p> <p>Incluye el rol del tutor como mediador entre los materiales y los estudiantes, dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje. Se realiza en el ambiente de uso, la cual consiste en "publicar" el objeto de aprendizaje en los ambientes propios de uso y dar las pautas para su utilización.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración y presentación de pautas de uso educativo e informático. • Uso educativo del objeto de aprendizaje en el contexto proyectado. • Publicación del objeto de aprendizaje en un repositorio y/o en un sistema de gestión del aprendizaje. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pautas de uso educativo e informático del objeto de aprendizaje. • Uso educativo del objeto de aprendizaje. • Empaquetado del objeto de aprendizaje. • Objeto de aprendizaje publicado en un repositorio y/o en sistema de gestión de aprendizaje.
Desarrollo	<p>Tiene en cuenta la evaluación del plan de formación que evalúa aspectos como: calidad en el contenido, estructuración del material, actividades, actuación de los docentes, interacción de los grupos, desempeño de los recursos tecnológicos, entre otros.</p> <p>El objetivo es el de identificar posibles problemas para luego efectuar ajustes y correcciones.</p> <p>El proceso de evaluación genera cambios en el software, ya sea por los errores encontrados o por mejoras funcionales o de rendimiento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación del plan de formación. • Evaluación de la calidad del objeto de aprendizaje. 	<ul style="list-style-type: none"> • Resultados del plan de formación. • Elementos educativos e informáticos que favorecen y que desfavorecen la calidad del objeto de aprendizaje.

Representación de conocimiento y ontología sistémica

El uso de software educativo a partir de formatos de representación de conocimiento, como los sistemas de marcos, y modelos de representación de conocimiento, como el sistémico, permiten la generación de ambientes digitales de aprendizaje, donde los estudiantes tienen la posibilidad de comprender las representaciones del profesor, reconstruirlas y generar las suyas. Es decir, la introducción de modelos conceptuales explícitos de los profesores, como expertos, en ambientes digitales para formar modelos mentales en los estudiantes, como aprendices, se evidenciarán luego en nuevos modelos conceptuales (Maldonado et al., 2007).

En esta aproximación a la relación entre representación de conocimiento y aprendizaje, se han seleccionado elementos de la psicología cognitiva y de la ingeniería de conocimiento. Desde la primera (Smith y Kosslyn, 2008), se entiende que la representación mental utiliza un formato y un contenido dentro de un sistema de procesamiento; ésta, la representación, tiene intencionalidad y transmite información. Dichas representaciones son los medios y el conocimiento, implicando procesos cognitivos. El estudio se interesa en la memoria declarativa, específicamente la semántica, en relación a la intencionalidad derivada del uso de un formato amodal, el sistema de marcos, para organizar el conocimiento sobre un

dominio. Desde la segunda se hace aplicación de la lógica y la ontología a la tarea de construir modelos computacionales de algún dominio para algún propósito (Sowa, 2000, p. 132). Es decir, se analiza el conocimiento sobre algún tema y lo transforma en una forma computacional para algún propósito. Para ello, dispone de varios métodos (como los sistemas de marcos) que permiten analizar el conocimiento en primitivas de bajo nivel y organizarlo en estructuras de alto nivel. Aunque en filosofía una ontología es una explicación sistemática de la existencia, en los sistemas basados en el conocimiento, lo que existe es exactamente lo que se puede representar, y lo que se representa, mediante un formalismo declarativo, se conoce como universo de discurso. El universo de discurso de una ontología es el conjunto de objetos que están representados en ella y sobre los cuales se puede hablar y razonar.

Sanabria y Macías interpretan una ontología como "un sistema específico de representación de entidades del mundo" (2006, p. 35). Para tales autores, un modelo de representación es un conjunto de relaciones y categorías que permiten ver alguna parte del mundo; en primera instancia constituyen un modelo mental del mundo y, en segunda instancia, dan origen a representaciones en símbolos para compartir con los semejantes. Con esta concepción,

los modelos de representación de conocimiento se podrían establecer a partir de compromisos ontológicos. Según Guarino, Carrara y Giarretta (1994) y Maldonado, Ortega, Ibáñez, Sanabria y Quintero (2002), el compromiso ontológico se refiere a la captura, de manera intencional, de ciertos significados de los modelos por parte del diseñador. Es decir, dan respuesta a la pregunta sobre qué y cómo se ve el mundo (Davis, Shrobe y Szolovits, 1993). Dicho de otra manera, cada modelo de representación del conocimiento implica ciertos significados.

Para Maldonado et al., la ontología de la organización sistémica del mundo se considera como "un todo compuesto por un gran número de partes" (2002, p. 35). A partir del compromiso ontológico, se trata de modelar de manera específica un sistema, utilizando la relación *hace parte y todo*. Uno de los sentidos para la relación parte de y todo es el establecimiento de una asociación a través de la función entre las categorías componente y objeto integral, es decir, los componentes tienen una función respecto al objeto integral. Según Sanabria y Macías la representación de un sistema conceptual es "un conjunto de entidades que establecen vínculos funcionales entre ellas para aportar hacia el logro de un objetivo común del objeto representado" (2006, p. 36).

Al respecto, Herrera (2007), plantea que el enfoque sistémico está fundamentado en el concepto de sistema. Afirma que un objeto complejo es un sistema siempre y cuando dos o más de sus componentes estén interrelacionados formando así una integridad. Dichos objetos o sistemas pueden ser individuales o colectivos, naturales o artificiales, materiales o conceptuales (constructos). Considera que todo sistema constituye una totalidad, pero no toda totalidad es un sistema; además, que la integridad o sistematicidad de un sistema material depende de los vínculos entre sus componentes, es decir, del grado de adherencia. Enfatiza que la propiedad emergente de los sistemas se resume en la tesis del emergentismo ontológico, es decir, "todo sistema posee propiedades distintas a la de sus componentes". Entonces, propone un modelo abstracto de sistema material denominado CAEMS y conformado por la quintupla ordenada $\square: \{C, A, E, M, S\}$, tal que el significado de los términos es: C (composición), A (ambiente), E (estructura), M (mecanismo), y, S (superestructura). Como podrá observarse en esta ontología se relieván los elementos de un sistema y no sólo sus componentes.

Objetos digitales de aprendizaje y ontologías

Pahl y Holohan (2009) señalan que la tecnología ontológica ya se ha utilizado en los sistemas de aprendizaje, con diferentes propósitos que van desde la definición de una terminología específica del dominio hasta el uso de modelos conceptuales y la inferencia en la generación y composición de los contenidos y sistemas de aprendizaje. Así mismo, plantean oportunidades que

emergen de la tecnología ontológica, señalando que van más allá de la búsqueda y la recuperación de información, y pueden afectar todo el proceso de desarrollo y despliegue de contenidos de aprendizaje. No obstante, esta tecnología ha sido desarrollada hasta cierto punto. En relación a tales sistemas de aprendizaje, los autores distinguen dos elementos centrales: el contenido

y los componentes de gestión de aprendizaje, consideran los objetos digitales de aprendizaje como contenidos de aprendizaje representados digitalmente en un sistema de aprendizaje. En el concepto de objeto digital de aprendizaje expuesto anteriormente, el contenido es uno de sus elementos e incluye otros dos elementos: el contexto y las actividades.

Modelo de representación sistémica del dominio

En el estudio se desarrollaron ontologías de dominio, orientadas a la organización, secuenciación y presentación de los contenidos del ambiente de aprendizaje. Las ontologías sobre el concepto de objeto digital de aprendizaje y sobre su proceso de construcción, se han estructurado jerárquica y sistémicamente, como sistemas de marcos. La construcción de las ontologías es un proceso iterativo permanente, en el cual se generaron varias versiones. Cada modelo relievaa aspectos diferentes en torno a

los objetos de conocimiento, en uno las tipologías y en otro los elementos de un sistema.

Para elaborar la ontología sistémica (Figura 1) se tuvo en cuenta los planteamientos de Sanabria y Macías (2006, pp. 20-29) sobre modelos de representación, y para describir los objetos de conocimiento (proceso de construcción de objetos digitales de aprendizaje) se utilizó el modelo abstracto de sistema material propuesto por Herrera (2007). Esta ontología se hace explícita en un sistema de marcos.

Teniendo en cuenta la ontología confeccionada se elaboró un sistema de marcos sobre el concepto de proceso de construcción de objetos digitales de aprendizaje. Es de resaltar que el sistema de marcos constituye el contenido propiamente dicho de uno de los objetos digitales de aprendizaje que se utilizaron en el estudio, generando un entorno hipertextual. En la Tabla 2 se describen las ranuras para este modelo, para el nodo padre. Los nodos hijos tienen adicionalmente la ranura "Hace parte de".

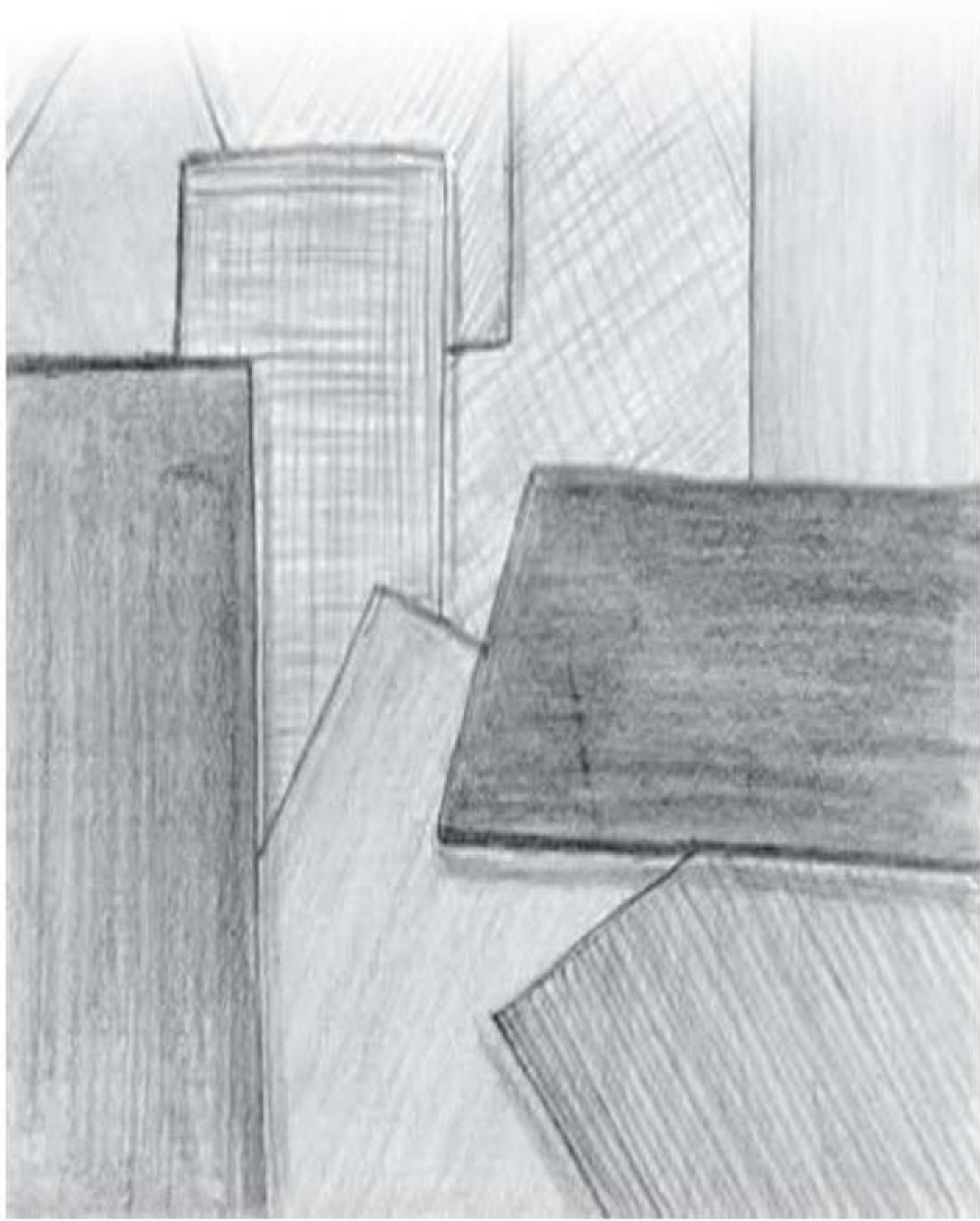


Tabla 2. Ranuras de la representación sistémica sobre proceso de construcción de objetos digitales de aprendizaje en el nodo padre

RANURAS	DESCRIPCIÓN	CONTENIDO
Composición	Es el conjunto de los subprocesos (conjunto de tareas y productos) del proceso de construcción de objetos digitales de aprendizaje.	El proceso de construcción de objetos digitales de aprendizaje está conformado por los siguientes subprocesos (o fases): Análisis, Diseño, Desarrollo, Integración y Validación.
Entorno	Es el conjunto de los procesos diferentes a los subprocesos del proceso de construcción de objetos digitales de aprendizaje que actúan sobre ellos o las acciones de estos sobre el entorno.	Los ambientes digitales de aprendizaje, pueden definirse como "el conjunto de entornos de interacción, sincrónica y asincrónica, donde, con base en un programa curricular, se lleva a cabo (procesos de enseñanza y aprendizaje), a través de un sistema de administración de aprendizaje" (López, Escalera y Ledesma, 2002). Tales entornos son: conocimiento, colaboración, asesoría y experimentación. Dicho de otra manera, los ambiente digitales implican la interacción de los sujetos educativos en procesos de formación. Por tanto, el proceso de construcción de objetos digitales de aprendizaje se enmarca dentro del proceso de construcción de ambientes digitales de aprendizaje.
Estructura	Es el conjunto de relaciones, adherencia o conexiones, que hay entre los subprocesos del proceso de construcción de objetos digitales de aprendizaje o entre estos últimos y el entorno.	El proceso de construcción de ambientes digitales de aprendizaje orienta entonces los procesos de construcción de los entornos que constituyen el ambiente digital. El modelo de proceso de construcción de objetos de aprendizaje constituye una estrategia de desarrollo de un proyecto que integra el proceso (los subprocesos o las fases genéricas), los métodos y las herramientas. Se selecciona un modelo según la naturaleza del proyecto y de la aplicación, los métodos y las herramientas a utilizarse, y los controles y las entregas que se requieren (Pressman, 2002, p. 19). En este proceso de construcción de objetos los subprocesos pueden ejecutarse en orden lineal o no, lo cual determina las interacciones entre los integrantes del equipo de trabajo.
Mecanismo	Es el conjunto de métodos/estrategias del proceso de construcción de objetos digitales de aprendizaje que hacen que este funcione, que mantenga su integridad.	<p>Diseño educativo por objetos</p> <p>"Los objetos de aprendizaje son solamente una herramienta educativa que puede insertarse en propuestas curriculares y metodologías de enseñanza y aprendizaje de muy diversa índole" (Chan, 2002, p. 4). "Los objetos colocados como contenido del espacio digital son fruto de un acto de representación y son susceptibles de interpretación. Lo que los completa como objetos es ese ciclo entre representar-interpretar-significar" (Chan, 2005, p. 15). En cualquier modelo de diseño educativo puede aplicarse la estrategia por objetos. El diseño educativo por de objetos de aprendizaje organiza los contenidos en niveles de granularidad, asociando desde objetos mediáticos e informacionales a los objetos de aprendizaje, hasta conglomerados de contenido educativo más complejos como secciones, unidades, cursos, programas de estudio, etcétera.</p> <p>Diseño de software por objetos</p> <p>El diseño de software por objetos configura objetos digitales de aprendizaje desde componentes de software, existentes o no. Desde la ingeniería de software, hace uso entonces de la tecnología de objetos. Se definen los componentes que se utilizarán para construir los objetos digitales de aprendizaje y las interfaces que conectarán los componentes. Se define la función del objeto digital de aprendizaje aplicando un enfoque basado en escenarios, desde el punto de vista de usuario y se acopla los componentes en un estilo arquitectónico (Pressman, 2002).</p>

RANURAS	DESCRIPCIÓN	CONTENIDO
Superestructura	Es un conjunto de sistemas conceptuales que condicionan y/o determinan el proceso de construcción de objetos digitales de aprendizaje.	<p>Modelo de proceso de construcción de objetos digitales de aprendizaje</p> <p>Existen diversos modelos del proceso de construcción de objetos de aprendizaje, derivados bien sea del diseño educativo y/o de la ingeniería del software. Desde el diseño educativo, los modelos del proceso de construcción pueden ser adaptados a posiciones teóricas y modelos diversos. Desde la ingeniería del software, los modelos del proceso de construcción son lineales o no lineales, según sea el orden en que se lleven a cabo los subprocesos, tareas y actividades. Estos modelos del proceso de construcción se concretan en metodologías específicas.</p> <p>Representación de conocimiento</p> <p>"La tarea de mediatización, basada en una delimitación previa de un objeto de conocimiento, supone la captación de los rasgos esenciales de ese objeto a representar. Del reconocimiento de los rasgos para la composición de los objetos se pasa a plantear para cada uno lo que serían las posibles fuentes de representación llevándola a cabo con todos los lenguajes integrables" (Chan, Galeana y Ramírez, 2006, p. 28-29). Desde la ingeniería de conocimiento, se aplica la lógica y la ontología a la tarea de construir modelos computacionales de algún dominio para algún propósito (Sowa, 2000, p. 132). Es decir, se analiza el conocimiento sobre algún tema y lo transforma en una forma computacional para algún propósito.</p> <p>Estándares para elearning</p> <p>En elearning, el estándar ISO/IEC 19796-1 es un modelo de proceso de referencia, para la gestión de calidad (Stracke, 2007). En relación a la estructura de contenidos, la especificación SCORM Content Packaging Mode consiste, básicamente, en diseñar los cursos como agregados de objetos de aprendizaje, que idealmente son independientes, reutilizables y combinables.</p>



Referencias bibliográficas

- BORRERO, M. C., CRUZ, E., MAYORGA, S., RAMÍREZ, K. (2009). La experiencia de la Dirección de Nuevas Tecnologías y Educación Virtual de la Universidad del Valle. En Pontificia Universidad Javeriana Cali. *Objetos de aprendizaje: prácticas y perspectivas educativas*. Santiago de Cali, Autor.
- CHAN, M. E. (2004). *Propuesta metodológica para el análisis de las competencias mediacionales en procesos educativos en entornos digitales*. Tesis de Doctorado en Educación, Universidad de Guadalajara, Guadalajara.
- CHIAPPE, A. (2006). Validación y seguimiento de un modelo de diseño instruccional basado en objetos de aprendizaje. *Congreso Iberoamericano de Informática Educativa*, 8. San José, Costa Rica: Red Iberoamericana de Investigadores en Informática Educativa.
- CISCO SYSTEM. (2003). *Reusable learning object strategy: designing and developing learning objects for multiple learning approaches*. San José, Estados Unidos: Autor.
- DAVIS, R., SHROBE, H. & SZOLOVITS, P. (1993). What is a knowledge representation? *AI Magazine*, 14 1, 17-33. Recuperado de: <http://groups.csail.mit.edu/>.
- GONZÁLEZ, S. C. (2006). Diseño educativo con patrones de objetos de aprendizaje. *Encuentro Internacional de Ciencias de la Computación*, 7. Morelia: Sociedad Mexicana de Ciencias de la Computación. Recuperado de: <http://enc.smcc.org.mx>.
- GROS, B. (Coord.) (1997). *Diseños y programas educativos. Pautas pedagógicas para la elaboración de software*. Barcelona: Ariel.
- GUARINO, N., CARRARA, M. & GIARETTA, P. (1994). Formalizing ontological commitments. En *Proceedings of the 12th National Conference on Artificial Intelligence, Volume I*, 560-568. Seattle, Estados Unidos: Association for the Advancement of Artificial Intelligence. Recuperado de: <http://www.aaai.org/>.
- GUÀRDIA, L. (2005). El diseño formativo: un nuevo enfoque de diseño pedagógico de los materiales didácticos en soporte digital. Duart, J. M. & Sangrà, A. (comps.). *Aprender en la virtualidad*. Barcelona: Universitat Oberta de Catalunya y Gedisa.
- HERRERA, R. (2007). Sistema y lo sistémico en el pensamiento contemporáneo. *Ingeniería*, 17, 2.
- MALDONADO, L. F. (2004). Competencias docentes en el contexto de los ambientes virtuales de aprendizaje. *Revista Esquemas Pedagógicos*, 5.
- MALDONADO, L. F., LÓPEZ, O., SANABRIA, L. B., IBAÑEZ, J., MALDONADO, A. & MONROY, B. (2007). *Formación y competencias docentes en informática educativa*. Secretaría de Educación de Bogotá D.C.
- MALDONADO, L. F., ORTEGA, N., IBAÑEZ, J., SANABRIA, L. C. & QUINTERO, V. (2002). *Agente Q para la estructuración de sistemas conceptuales: validación en entornos hipertextuales y textuales*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- MALDONADO, L. F., ORTEGA, N., SANABRIA, L. B. & MACÍAS, D. (2003). Hilos conductores del aprendizaje autónomo y los procesos de razonamiento. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 13.

- MEDINA, J. M. & LÓPEZ, M. G. (2006). LOCOME: metodología de construcción de objetos de aprendizaje. *Seminario Pluridisciplinario sobre Diseño, Evaluación y Descripción de Contenidos Educativos Reutilizables*, SPDECE, 3. Oviedo: Universidad de Oviedo. Recuperado de: <http://spi03.sct.uniovi.es/>.
- MONTES, J. & VALENCIA, T. (2008). *El diseño instruccional en la construcción de objetos de aprendizaje*. Medellín: Ministerio de Educación Nacional de Colombia y Universidad de Antioquia. Recuperado de: <http://aprendeonline.udea.edu.co/boa/>
- MUÑOZ, A. & BARAJAS, A. (2007). Una metodología para la elaboración de objetos de aprendizaje. *Reunión de Primavera 2007 de la Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet*. Torreón: Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet. Recuperado de: http://www.cudi.edu.mx/primavera_2007/
- OSORIO, B., MUÑOZ, J., ÁLVAREZ, F. & ARÉVALO, C. (2006). Metodología para elaborar objetos de aprendizaje e integrarlos a un sistema de gestión de aprendizaje. *Conferencia Latinoamericana de Objetos de Aprendizaje*, 1. Quito: Comunidad Latinoamericana de Objetos de Aprendizaje. Recuperado de: <http://www.laclo.espol.edu.ec>.
- PAHL, C. & HOLOHAN, E. (2009). Applications of semantic web technology to support learning content development. *Interdisciplinary Journal of E-Learning and Learning Objects*, 5. Recuperado de: <http://ijello.org>
- PATÍÑO, M. R., PELÁEZ, A. F. & VILLA, V. (2009). Experiencia UPB en la construcción de una metodología para el diseño de objetos de aprendizaje desde una perspectiva social-constructivista. En Pontificia Universidad Javeriana Cali. *Objetos de Aprendizaje: prácticas y perspectivas educativas*. Santiago de Cali, autor.
- PELÁEZ, A., ZAPATA, S. & HERNÁNDEZ, P. (2007). Propuesta metodológica para el diseño y producción de objetos de aprendizaje desde una perspectiva constructivista social. *Revista Q: Educación, Comunicación, Tecnología*, 1, 2, 21. Recuperado de: <http://revistaq.upb.edu.co>.
- RODRÍGUEZ, M. (2000). *Una arquitectura cognitiva para el diseño de entornos telemáticos de enseñanza y aprendizaje*. Tesis de Doctorado en Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Control, Universidad Nacional de Educación a Distancia. Madrid, España.
- SANABRIA, L. B. & Macías, D. (2006). *Formación de competencias docentes. Diseñar y aprender con ambientes computacionales*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- SMITH, E. E. & KOSSLYN, S. M. (2008). *Procesos cognitivos: modelos y bases neurales*. Madrid: Pearson Educación.
- SOWA, J. F. (2000). *Knowledge Representation: Logical, philosophical and Computational Foundations*. Pacific Grove, EU: Brooks/Cole.
- TORRES, A., CÁRDENAS, D. & GUTIÉRREZ, J. E. (2006). Diseño de objetos de aprendizaje utilizando la herramienta de modelado UML. En Hernández, A. & Zechinelli, J. L. (eds.). *Avances en la ciencia de la computación 2006*. México: Sociedad Mexicana de Computación.
- UNIVERSIDAD DEL TOLIMA (2010). *Balance social y rendición de cuentas 2002-2009*. Ibagué.
- WILLIAMS, P., SCHRUM, L., SANGRÀ, A. & GUÀRDIA, L. (2004). Modelos de diseño instruccional. Stephenson, J., Sangrà, A., Williams, P., Schrum, L., Guàrdia, L., Gisbert, M., Salinas, J. & Chan, M. E. *Educación virtual, espacio para el conocimiento. Fundamentos del diseño técnico en E-learning*. Barcelona: Universitat Oberta de Catalunya.