

Modelos de representación de conocimiento en el diseño de objetos digitales de aprendizaje¹

Juan Carlos Solano Guerrero²

Resumen. El estudio caracteriza el diseño de los objetos digitales de aprendizaje (ODA), elaborados por profesores aprendices, quienes realizaron un proceso de formación. Ello, con el fin de analizar la influencia que tienen los dos modelos de representación de conocimiento (jerárquico y sistémico) que estructuran el contenido de los ODA con los cuales interactúan los dos grupos de profesores aprendices. Se comparan los procesos seguidos por seis profesores aprendices en las dos primeras fases de un modelo de formación de competencias que se adapta y valida. La introducción de los ODA con contenidos estructurados en el proceso de formación propicia el enriquecimiento de las representaciones de los profesores aprendices y se enriquece con mayor fuerza la configuración de ambientes de aprendizaje en aquellos diseños en que se hicieron representaciones sistémicas en el dominio.

Palabras clave: aprendizaje, representación de conocimiento, competencias docentes, objetos digitales de aprendizaje.

Abstract. The study characterizes the design of digital learning objects —DLO— developed by teachers trainees, who conducted a training process. This, in order to analyze the influence of both knowledge representation models (hierarchical and systemic) that structure the content of DLO that interact with the two groups of teachers trainees. It compares the processes followed by six teachers apprentices in the first two phases of a skills training model that adapts and valid. The introduction of DLO with structured content in the training process promotes the enrichment of representations of teachers and learners are more strongly enriched setting learning environments in those designs in systemic representations were made in the domain.

Key words: learning, knowledge representation, teacher skills, digital learning objects

¹ Informe del estudio “Diseño de objetos digitales de aprendizaje basado en modelos de representación de conocimiento jerárquico y sistémico”, realizado como trabajo de grado en la Maestría en Tecnologías de Información Aplicadas a la Educación de la Universidad Pedagógica Nacional, desde la Línea de investigación “Ambientes de aprendizaje para el desarrollo del aprendizaje autónomo” dirigida por D. Macías del Grupo de Investigación TECNICE y por S. P. Díaz del Grupo de Investigación COGNITEK.

² Magister en Tecnologías de Información Aplicadas a la Educación. Director de Pedagogía y Mediación Tecnológica, Instituto de Educación a Distancia –IDEAD-, Universidad del Tolima, Colombia. jcsolano@ut.edu.co

Introducción

La universidad colombiana se plantea hoy la necesidad de una formación flexible, requiriéndose de transformaciones en la pedagogía universitaria (Díaz, 2002, pp. 29-58). Esta formación define una nueva concepción de los procesos de enseñanza y de aprendizaje en la universidad, y ello demanda nuevos roles y competencias tanto de los profesores como de los estudiantes.

La Universidad del Tolima se orienta hacia una formación flexible y se ha ido introduciendo en la incorporación de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en los procesos de docencia, investigación, proyección social y gestión. En el ámbito de los procesos de acreditación, la Facultad de Ciencias de la Educación ha planteado orientaciones para la incorporación del componente de TIC en la formación docente (Erazo, Vera y Solano, 2010), lo cual implica la formación de competencias docentes, tanto de los docentes en formación, como de los docentes universitarios.

Tal perspectiva requiere, entre otros aspectos, la producción de materiales educativos como los objetos digitales de aprendizaje (ODA). Chan (2004), al referirse a los procesos sociales y educativos en los cuales los ODA se implican, señala que la representación de conocimiento hace parte de las competencias mediacionales que los sujetos ejercen sobre objetos de conocimiento en entornos digitales.

Al respecto, Maldonado (2004, pp. 12-13) considera: “La [...] incorporación de desarrollos tecnológicos a la actividad educativa induce a la pedagogía a resolver problemas que antes no enfrentaba”, de ahí que se hace necesaria la reflexión sobre las competencias de los docentes. 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 de aprendizaje; algunas investigaciones sobre la formación docente identifican la representación de conocimiento como una dimensión en este contexto (Maldonado, Ortega, Sanabria y Macías, 2001; Maldonado, López, Ibáñez, Rojas y Sarmiento, 2002; Sanabria y Macías, 2006; Maldonado, 2008; y, Maldonado, Sarmiento, Sanabria, Ortega y Macías, 2009).

Según Sowa (2000, p. 132), la representación de conocimiento es la aplicación de la lógica y la ontología a la tarea de construir modelos computacionales de algún dominio para determinado propósito. En educación, permite construir software basado en conocimiento del cual o con el cual aprender (Maldonado et al., 2003); particularmente, tiene el potencial de desempeñar un papel relevante en el diseño de ODA (Pahl y Holohan, 2009). Y, en el estudio de la formación de competencias docentes se abordan las representaciones de conocimiento distinguiendo dos niveles: el conocimiento de la estructura y el conocimiento de su contenido (Maldonado et al., 2003). En resumen, la dimensión relevada 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). Desde este punto de vista, es relevante el estudio de las implicaciones que la representación de conocimiento genera en el diseño de software educativo que elaboran los docentes, y de las representaciones de los docentes que pueden inferirse del diseño de los ODA.

Según Minsky (1974), el ser humano procesa estructuras de información a partir de elementos y sus relaciones; esta capacidad de procesamiento se incrementa mediante la estrategia de agrupación de información en dichas estructuras. Puede entenderse que “la ontología es una forma de organización de conocimiento que procede por niveles de agregación o de integración” (Maldonado et al., 2001, p. 18).

Glasser (1988, p. 23-48) afirma que en muchos estudios se insistió en la organización de conocimientos como una dimensión dominante de la cual depende que las personas tengan capacidad de pensar y de resolver los problemas en sectores temáticos. Para Lawton, “el desarrollo de una estructura intelectual [...] aumenta la probabilidad de que los alumnos aprendan esas estructuras así como los procesos de pensamientos asociados con ellas, y que retengan mejor el material” (Joyce, Weil y Calhoun, 2002, p. 296). Además, “los efectos [...] pueden percibirse en la resolución de problemas cuando los alumnos aplican las estructuras a problemas que no habían confrontado previamente” (Joyce et al., 2002, p. 296).

En la investigación actual tienen relevancia las ontologías, esto es, los modelos de representación de conocimiento, y su relación con el aprendizaje significativo (Maldonado et al., 2003). “Un conocimiento [...] se estructura y explicita a través de la representación. Quien comprende la representación que otro hace de su conocimiento internaliza el conocimiento explicitado por aquel” (Maldonado et al., 2001, p. 47). Así, el software educativo basado en representaciones estructuradas de un dominio de conocimiento constituye un escenario de aprendizaje donde el estudiante tiene la posibilidad de estudiar las representaciones de un experto, comprenderlas y generar las suyas.

En el contexto de la Facultad se requiere, entonces, un proceso de formación en torno al diseño de ODA que pueda articularse en las perspectivas de incorporación de TIC. Se plantea, por tanto, una propuesta de formación b-learning (aprendizaje combinado) que incluye ODA basados en representación de conocimiento. El supuesto subyacente se puede expresar así: si un profesor aprendiz estudia la representación de un profesor tutor, ya sea mediante la interacción con el ODA elaborado por el experto o con el discurso de este, el profesor aprendiz la comprende y genera su propia representación. El modelo conceptual del experto, esto es, la representación explícita, es incluido en el ODA y en su discurso. La percepción por parte del profesor aprendiz lo llevaría a formarse su propio modelo mental, es decir, su representación implícita. El modelo mental del profesor aprendiz se haría explícito en la representación incluida en el ODA diseñado por él. Es decir, el profesor aprendiz introduce su modelo conceptual en el diseño de un ODA.

Teniendo en cuenta lo anterior, el estudio pretende contribuir al estudio de los compromisos ontológicos derivados del uso de modelos de representación utilizados para estructurar el contenido de los ODA, compromisos que pueden inferirse en la caracterización del diseño de los ODA elaborados por los profesores aprendices.

Metodología

Este estudio, realizado entre abril y mayo de 2012, de corte cualitativo, tiene un carácter descriptivo e interpretativo. Es decir, se establecieron y compararon las características en el diseño de los ODA que realizan dos grupos de profesores aprendices. Asimismo, explora el significado de tales características con relación al aprendizaje del diseño de ODA. Las competencias para el diseño de ODA comprenden las competencias en la representación del conocimiento propuestas por Sanabria y Macías (2006), esto es: habilidades cognitivas, metacognitivas, colaborativas y tecnológicas.

Con los momentos seguidos, se pretendió adaptar y validar las dos primeras fases (entrenamiento y aplicación) del modelo de formación de competencias en la representación de conocimiento propuesto por Sanabria y Macías (2006), en el dominio del diseño de ODA.

El estudio comprendió los siguientes momentos:

- Planeación de un proceso de formación sobre el proceso de construcción de ODA. Se elaboró la propuesta de un taller para desarrollarse en un ambiente mixto de aprendizaje, que incluye sesiones de trabajo orientado e independiente, soportado en un sistema de gestión de aprendizaje.

- Desarrollo de los ODA que se emplean en el proceso de formación. Los dos ambientes digitales de aprendizaje diseñados por el investigador se basaron en el aprendizaje significativo a partir de organizadores previos. La organización del contenido de cada ODA se soporta en un modelo de representación de conocimiento (jerárquico o sistémico) a partir de sistemas de marcos. Se hizo una aproximación a los modelos de proceso de construcción de ODA y, a partir de esta, se elaboraron los dos sistemas de marcos correspondientes al dominio, además de otros dos correspondientes al concepto de ODA como organizador previo. Tales sistemas de marcos se constituyen en ontologías de dominio, orientadas a la organización, secuenciación y presentación de los contenidos, generando un entorno hipertextual. Cada modelo de representación de conocimiento relievra aspectos diferentes en torno a los objetos de conocimiento: tipologías (Bermejo, 2006; Gros, 1997) en el modelo jerárquico (figura 1) y elementos de un sistema (Herrera, 2007) en el modelo sistémico (figura 2). Las figuras 3 y 4 hacen parte de la interfaz desarrollada a partir de tales modelos.

• Implementación del proceso de formación sobre el diseño de ODA:

- Fase de entrenamiento:
 - Perfil de los profesores aprendices, para lo cual respondieron un cuestionario sobre su formación, experiencia e intereses.
 - Orientación por el profesor tutor, que planteó un enfoque sobre representación de conocimiento desde la ingeniería del conocimiento, en la cual se trataron tres modelos de representación (jerárquico, sistémico y causal).
 - Estudio en los ambientes digitales de aprendizaje por parte de los profesores aprendices, como instrumento del cual aprender. El uso del respectivo ODA genera una interacción con base en su estructura, reflejada en un mapa de navegación y en la representación de cada nodo. Los participantes generaron tres representaciones a partir de la evaluación prevista en el objeto: una reflexión inicial, una reflexión final y una autoevaluación. En la experiencia no se controló el acceso a cada uno de los nodos que componen los contenidos; en la autoevaluación se condicionó a que los profesores aprendices hubiesen desarrollado la reflexión final, y a su vez, la reflexión final se condicionó a que los estudiantes hubiesen desarrollado la reflexión inicial; para los dos grupos de profesores aprendices se aplicaron las cuatro preguntas de la reflexión inicial a la reflexión final, permitiéndose al participante analizar ambas respuestas en la autoevaluación.
 - Comprensión de la ontología utilizada por el profesor tutor. El profesor aprendiz explicita su modelo mental en un modelo conceptual elaborando una ontología que resulta de la interacción con el ambiente digital.
- Fase de aplicación
 - Orientación por el profesor tutor, a partir de las guías de análisis y diseño para la construcción de ODA
 - Análisis y diseño de un ODA, en lo cual el profesor aprendiz puso en evidencia sus aprendizajes logrados en la fase previa; ello indica que estos desarrollos se consideran también la base para evaluar los anteriores. El trabajo del profesor aprendiz se centró en el diseño de un ODA sobre el concepto de currículo o el de modelo pedagógico desde el enfoque de representación de conocimiento.

- Análisis e interpretación de la información.

El primer análisis e interpretación se realizó en la fase de entrenamiento:

- *Análisis del perfil de los participantes*, en el que se destacan expectativas, aportes y compromisos.
- *Análisis ontológico de la evaluación del dominio*: describe entidades y relaciones sobre el proceso de construcción de ODA que el profesor aprendiz expresa en la evaluación realizada. Se tienen en cuenta como indicadores: conceptos, validación, categorías, profundidad y amplitud para entidades, y categorías, valoración de categorías, ubicación y asignación para relaciones, relacionados por Sanabria y Macías (2006, p. 71).
- *Análisis ontológico del reconocimiento del dominio*. Describe entidades y relaciones que sobre el proceso de construcción de ODA elabora el profesor aprendiz a partir del estudio en el ambiente digital. Se tienen en cuenta indicadores antes mencionados (Sanabria y Macías, 2006, p. 71).

El segundo análisis e interpretación se realizó en la fase de aplicación:

- *Análisis ontológico del modelo de dominio del ODA*: describe entidades y relaciones sobre el dominio del cual cada profesor diseñó un ODA. Se tienen en cuenta indicadores antes mencionados (Sanabria y Macías, 2006, p. 71). Este análisis hace parte de la dimensión educativa mencionada en la viñeta siguiente.
- *Análisis del diseño de los ODA*: se toman los diseños que elaboran los profesores aprendices y se describen las dimensiones educativa e informática que se especifican en las categorías de análisis.

Población

La muestra intencional la configuraron estudiantes de Maestría en Educación de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad del Tolima, denominados profesores aprendices. Se distribuyeron seis estudiantes en tres áreas de conocimiento en las que se desempeñan como docentes: educación, humanidades y salud; de esta manera, un profesor aprendiz de cada área estudió en uno de los ambientes digitales (modelo jerárquico), y el otro profesor del área estudió en el otro (modelo sistémico). El grupo de profesores aprendices estuvo conformado por tres mujeres y tres hombres, con edades entre 34 y 54 años. De estos profesionales, dos han realizado una y dos especializaciones, y otro, una maestría; tres manifiestan formación y experiencia relacionadas. Todos se desempeñan como docentes de Educación Superior, y de ellos, tres se desempeñan en Educación Básica.

Categorías de análisis

El análisis de las representaciones de los sujetos tuvo en cuenta: la comprensión del modelo conceptual en el proceso de construcción de ODA y las dimensiones educativa e informática de los ODA diseñados, cuyos elementos y criterios son:

- *Diseño educativo*. relacionado con el proceso de construcción del ODA como material instruccional. Siguiendo a Rodríguez (2000), se considera:
- Ontología del dominio, o diseño cognitivo, cuya finalidad es “proporcionar una descripción formal del dominio de conocimiento de una materia de forma separada e independiente de la estructura de cualquier entorno” y tiene en cuenta indicadores de análisis ontológico relacionados por Sanabria y Macías (2006, p. 71).
- Diseño del ambiente de aprendizaje o diseño estructural, cuyo fin es “proporcionar una representación de un entorno educativo de forma independiente de la tecnología”. A partir de Maldonado et al. (2001) y Sanabria y Macías (2006), se tiene en cuenta el análisis de los componentes del ambiente de aprendizaje: definición de intencionalidades pedagógicas y didácticas; selección, organización y distribución de contenidos; estrategias metodológicas; estrategias de evaluación; y, uso de medios y recursos.
- *Diseño informático*. Relacionado con el proceso de construcción del ODA como material informático. Se considera:
- Captación de requerimientos y elaboración de artefactos, entendidos como especificaciones en el proceso de construcción de software educativo.
- Sistema de exploración, que incluye: organización de la información, sistema de navegación y sistema de rotulación.
- Diseño de interfaz: implica la interactividad, entendida como la capacidad que tiene el software para recibir y dar información al usuario.

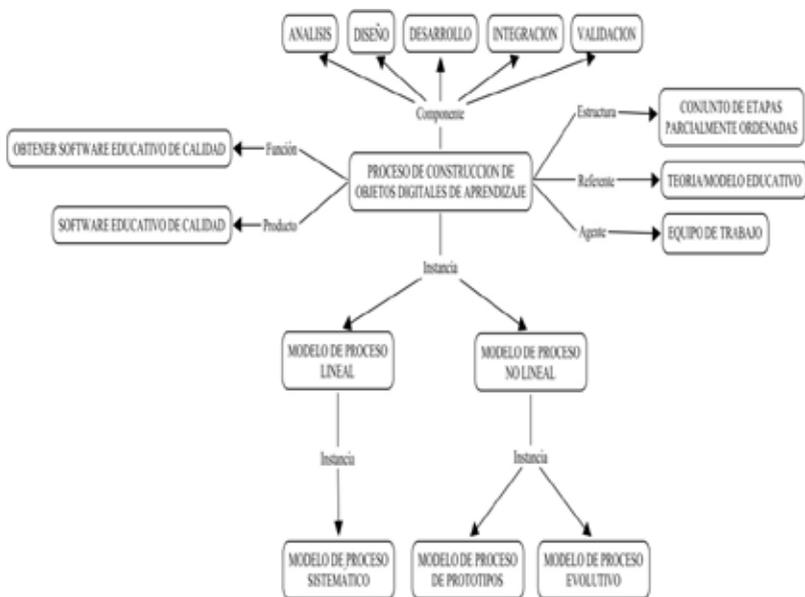


Figura 1. Ontología jerárquica



Figura 2. Ontología sistémica



Figura 3. Nivel 3: Contenido (Modelo de representación jerárquico)



Figura 4. Nivel 3: Contenido (Modelo de representación sistémico)

Resultados

Se describe y analizan las competencias en la representación de conocimiento de los profesores aprendices teniendo en cuenta las dos fases del modelo de formación. Con relación a las expectativas, aportes y compromisos, algunos profesores aprendices enfatizan en las posibilidades de los ODA enfocados al aprendizaje, ya en el trabajo independiente o en el orientado, por tanto, como posibilidad de reflexionar y actuar en torno a la transformación de sus prácticas pedagógicas. Esto, en el entendido de la

potencialidad que pueden representar el diseño educativo, y no solamente informático, en los procesos formativos

Fase de entrenamiento

Esta fase desarrolla un proceso de fundamentación en torno a los modelos de representación y al proceso de construcción de ODA en tres partes: en la primera, el profesor tutor realizó una orientación sobre los modelos de representación de conocimiento; en la segunda, los profesores aprendices estudiaron el dominio de conocimiento en los ambientes digitales, a partir del cual llevaron a cabo dos reflexiones y una autoevaluación; y, en la tercera, elaboraron una representación gráfica a partir del contenido.

El profesor tutor hace explícito su modelo conceptual tanto en la orientación sobre los modelos de representación de conocimiento como en el diseño del material de estudio sobre el proceso de construcción de ODA. Esto le permite al profesor aprendiz elaborar su propio modelo mental, con el cual genera su representación, es decir su modelo conceptual (Sowa, 2000). Estas acciones del profesor aprendiz se validan con los planteamientos sobre el razonamiento a partir de las inferencias de lo que se conoce de la representación de otros (Davis, Shrobe y Szolovits, 1993) y sobre transferencia en la cual aplica conscientemente conocimientos abstractos a situaciones nuevas (Woolfolk, 2006, pp. 303-309). El análisis de la fase de entrenamiento se hace a partir de los productos generados y las competencias cognitivas y metacognitivas lo orientan.

En la primera parte los profesores aprendices elaboraron sistemas de marcos sobre un tema de interés del campo de la pedagogía y didáctica, durante la primera sesión. Se hizo manifiesto el interés en esta forma de representación de conocimiento, sin embargo, se observó la tendencia a la elaboración de mapas conceptuales y otras formas, siendo necesaria la socialización de los esfuerzos iniciales y retroalimentación del profesor tutor.

En la segunda parte se analiza la comprensión conceptual del contenido desde las entidades y relaciones que hacen evidentes los profesores aprendices en sus respuestas a las preguntas formuladas en las reflexiones y la autoevaluación. Esta es la primera representación que el profesor aprendiz hace del dominio de conocimiento. La tabla 1 muestra una síntesis de la distribución de conceptos manejados por los profesores aprendices.

El número de conceptos y el número de categorías que explicita cada profesor aprendiz tanto en la reflexión inicial como en la reflexión final en el estudio del dominio es mayor y se incrementa en el grupo que usó los contenidos estructurados sistémicamente, y es menor y se mantuvo igual en el grupo que usó los contenidos estructurados jerárquicamente. En consecuencia, los primeros establecieron relaciones

entre conceptos que se incrementaron en mayor medida en la reflexión final; este comportamiento se observa al analizar la complejidad (profundidad y amplitud). Se puede pensar que la utilización del ambiente digital de aprendizaje en el estudio de esta representación incrementa con mayor fuerza la riqueza descriptiva del dominio.

Al parecer, la novedad de este dominio les requiere a los profesores aprendices centrarse en el proceso, lo cual propiciaría la representación sistémica. La identificación de la ‘subcategoría’ ‘subcomponente’ por parte de los profesores aprendices que usaron los contenidos estructurados jerárquicamente puede ser un indicador de esta percepción. Todos los profesores aprendices identificaron contenidos o ‘subcategorías’ relacionadas con la composición.

En la autoevaluación los profesores aprendices analizaron comparativamente las respuestas que dieron a las preguntas de las reflexiones inicial y final. De acuerdo con los datos, se identifican dos procesos: diferenciación e integración. En el primero, los profesores objetivan las diferencias entre las dos reflexiones, y en el segundo, reelaboran o amplían sus respuestas, incluyendo los elementos diferenciadores. En aquellos casos en que la descripción del dominio tiene mayor riqueza, los profesores aprendices desarrollaron ambos procesos.

Tabla 1. *Síntesis de la distribución conceptual según reflexiones y autoevaluación de los profesores aprendices*

S	G	C	Reflexión inicial				Reflexión final				Autoevaluación
			Ca	R	Complejidad		Ca	R	Complejidad		
					P	A			P	A	
1	E	J	6	0	1	1	8	0	1	1	Diferenciación
2	E	S	20	7	4	10	26	11	4	13	Diferenciación e integración
3	H	J	11	0	1	1	22	0	1	1	Integración.
4	H	S	9	4	4	7	16	5	4	10	Diferenciación. Valoración.
5	M	J	10	0	1	1	16	0	1	1	Integración
6	M	S	14	5	3	8	23	7	4	9	Diferenciación e integración.
Promedio		J	9	0	1	1	15,3	0	1	1	
Promedio		S	14,3	5,3	3,7	8,3	21,7	7,7	4	10,7	
Promedio			11,7	2,7	2,3	4,7	18,5	3,8	2,5	5,8	

S: Sujeto. G: Grupo. C: Contenido. Ca: Número de categorías. R: Número de relaciones. P: Profundidad. A: Amplitud.

En la tercera parte se establece la comprensión de la ontología del profesor tutor desarrollada en los modelos de representación que estructuran el contenido de los ODA. Esta es la segunda representación que el profesor aprendiz hace del dominio de

conocimiento, y se efectuó mediante el reconocimiento de la estructura del contenido. El primer elemento de reconocimiento del contenido consistió en la determinación de conceptos, relaciones y categorías sobre el proceso de construcción de ODA; y el segundo, en la elaboración de una prueba utilizando diferentes tipos de preguntas, en función de evaluar el aprendizaje del dominio. La tabla 2 muestra una síntesis de los datos de la tercera parte de la fase de entrenamiento. Teniendo en cuenta el número de conceptos utilizados por el profesor tutor, los profesores aprendices que estudiaron el ODA con estructura jerárquica reconocen un menor número que el otro grupo. Con relación al número de categorías utilizadas, los profesores aprendices que estudiaron el modelo sistémico reconocieron un número mayor que en el modelo jerárquico, relación que se invirtió en los profesores aprendices del área de educación. En cuanto al número de relaciones, los profesores aprendices reconocen un número mayor en el modelo jerárquico que en el modelo sistémico. Finalmente, se evidencia menor profundidad en las representaciones de los profesores que estudiaron el modelo jerárquico, aunque la amplitud es mayor.

De acuerdo con según el enfoque de representación de conocimiento, el uso de los ODA contribuyó a la transformación del modelo mental del profesor aprendiz, generando un modelo conceptual. Ello, producto de la interacción de tres aspectos: la interacción con el ODA, con el profesor tutor, y con los otros profesores aprendices. Tal modelo conceptual constituye la interpretación que el profesor aprendiz elabora, acercándose a la del profesor tutor, la cual aporta elementos a la representación.

Tabla 2. Síntesis de la distribución conceptual según reconocimiento de los profesores aprendices

S	G	C	Representación jerárquica								Representación sistémica								Representación causal							
			Concepto		Categorías		Relaciones		Complejidad		Concepto		Categorías		Relaciones		Complejidad		Concepto		Categorías		Relaciones		Complejidad	
			V	I	V	I	V	I	P	A	V	I	V	I	V	I	S	E	V	I	V	I	V	I	P	A
1	E	J	6	0	34	0	5	3	3	6	6	1	23	1	15	0	5	1								
2	E	S								6	0	12	4	5	5	2	15									
3	H	J	6	0	3	0	5	5	3	6																
4	H	S								6	0	25	5	5	0	6	2	5	0	4	0	4	0	4	5	
5	M	J	3	0	6	0	5	0	2	3																
6	M	S								6	0	53	12	5	4	6	62	5	0	4	0	4	0	4	5	
Promedio			5,0	0,0	14,3	0,0	5,0	2,7	2,7	5,0	6,0	0,3	28,3	5,5	7,5	2,3	4,8	20,0	5,0	0,0	4,0	0,0	4,0	0,0	4,0	5,0

S: Sujeto. G: Grupo. C: Contenido. V: Válido. I: Inválido. P: Profundidad. A: Amplitud. S: Sistema. E: Elemento.

Fase de aplicación

Esta fase desarrolla un proceso de apropiación en torno a la construcción de ODA desde el enfoque de representación de conocimiento. En la primera parte el profesor tutor realizó una orientación sobre análisis y diseño de los ODA; en la segunda los profesores aprendices elaboraron individualmente el análisis y el diseño de un ODA, y, en la tercera parte los profesores aprendices socializaron sus avances.

El profesor aprendiz ha logrado un nivel de aprendizaje que le permite razonar sobre su modelo mental para generar un modelo conceptual, base para el análisis y el diseño del ODA. En ello conjuga su formación profesional y disciplinar, así como el razonamiento sobre su aprendizaje. El resultado lo constituye un documento de caracterización del ODA derivado del análisis, y otro documento de especificación del ODA derivado del diseño. Estos documentos, base del análisis de esta fase, integran las dimensiones educativa e informática. Las competencias cognitivas y tecnológicas orientan el análisis en esta fase.

Diseño cognitivo.

La tabla 3 sintetiza la representación conceptual de los ODA planteados por los profesores aprendices, derivada de los sistemas de marcos elaborados por los profesores aprendices sobre el objeto de conocimiento. Con relación al dominio de conocimiento, la granularidad constituyó un elemento crítico en el proceso de análisis de los ODA. Esto es, el alcance del dominio se determina en las intencionalidades formativas del ODA y por tanto determina la representación. Los profesores aprendices extendieron la representación de acuerdo con las intencionalidades formativas. Con relación a estas consideraciones, Fernández y Ramírez (2008) han planteado que entre menor sea el nivel de granularidad del objeto de aprendizaje mayor posibilidad de reúso, al contar con una intención más específica.

La consideración presentada en el párrafo anterior sobre la granularidad deja entrever la necesidad de un análisis del diseño cognitivo situado en cada propuesta de ODA. Aunque los profesores aprendices abordaron ya los conceptos de currículo o de modelo pedagógico, sus propuestas son diferenciadas dados los contextos en los que aquellos se sitúan.

Teniendo en cuenta los modelos de representación utilizados por los profesores aprendices, un profesor empleó tres (jerárquico, sistémico y causal), otro dos (jerárquica y sistémica) y los demás uno (jerárquico o sistémico). Esto es consistente con los planteamientos de Boyce y Pahl (2007) con relación a la variedad de relaciones para el modelado del contenido; es decir, la conveniencia del uso de más de un modelo de representación para configurar la ontología. Se podría pensar que ello estaría determinado por las intenciones formativas y la granularidad en el diseño de los ODA.

De los profesores aprendices que utilizaron el ODA con contenido estructurado jerárquicamente, las profesoras que se desempeñan en las áreas de educación y humanidades elaboraron representaciones predominantemente jerárquicas, aunque una de ellas incluyó elementos de representación sistémica, y el profesor que se desempeña en el área de medicina elaboró una representación predominantemente sistémica. De los profesores aprendices que utilizaron el ODA con contenido estructurado sistémicamente, dos elaboraron representaciones predominantemente sistémicas, y uno de ellos jerárquica, aunque incluyó elementos sistémicos y causales. Esta perspectiva también es dominante en las representaciones elaboradas por los estudiantes en la experiencia reportada por Maldonado (2008).

Si se tiene en cuenta el perfil de los profesores aprendices, como es de esperarse, se observa mayor riqueza en la representación de dominio en quienes tienen mayor nivel de experticia, ya sea por formación, experiencia, o ambas, en torno al objeto de conocimiento. Los dos profesores aprendices que hacen parte del área de educación, uno del área de humanidades y otro del área de medicina, presentan mayor elaboración en las representaciones en términos de comprensión, profundidad y amplitud, en relación con una del área de humanidades y otro del área de medicina. Esta observación coincide con los hallazgos de Maldonado et al. (2001).

Al respecto, los profesores aprendices expresaron durante las sesiones de trabajo que, no obstante tener algunos de ellos una experticia, elaborar la representación les implicó una revisión bibliográfica. Esto hace que la exigencia de apropiar y usar modelos de representación estructurada, enriqueciendo la descripción del dominio, se convierta en posibilidad de ejercicio de producción intelectual que se somete a validación en los espacios académicos (Maldonado et al., 2002).

En cuanto a los escenarios y modos de uso de los ODA, las intencionalidades formativas sitúan no solamente el qué del dominio de conocimiento, sino también el cómo; es decir, los niveles de profundidad y amplitud de las representaciones de conocimiento que se explicitan para la elaboración del material educativo; de igual manera, los significados que se propician desde tales intencionalidades formativas.

Lo anterior permite pensar que los objetos de conocimiento que se trataron en esta experiencia se insertan en una red conceptual amplia en torno a los programas de formación. En este sentido, las propuestas que se analizan, si bien definen objetos específicos de conocimiento, dejan tendidos algunos puentes con otros objetos contiguos, sean en profundidad o amplitud. Esto remite a la reutilización en tanto que los ODA diseñados pueden hacer parte de otros que los incluyen.

Tabla 3. *Síntesis de la distribución conceptual en las representaciones de los profesores aprendices*

S	Título	Modelo de representación	Concepto		Categorías		Relaciones		Complejidad	
			V	I	V	I	V	I	P o S	A o E
1	La evaluación, elemento regulador del modelo pedagógico	Jerárquico	5	0	11	0	4	0	2	4
		Sistémico								
		Causal								
2	Origen del currículo	Jerárquico								
		Sistémico	15	0	7	0	13	0	5	6
		Causal								
3	El currículo, elemento fundamental del modelo pedagógico	Jerárquico	5	0	11	0	4	0	2	4
		Sistémico	1	0	0	0	4	0	1	4
		Causal								
4	Conflicto del currículo norteamericano en el siglo XIX	Jerárquico								
		Sistémico	7	0	1	0	12	2	6	9
		Causal								
5	Historia del currículo	Jerárquico								
		Sistémico	7	0	1	0	5	1	1	5
		Causal								
6	Las dimensiones del currículo	Jerárquico	11	0	1	0	7	0	4	8
		Sistémico	12	0	0	0	10	0	4	8
		Causal	6	0	0	0	5	0	2	5

S: Sujeto. V: Válido. I: Inválido. P: Profundidad. A: Amplitud. S: Sistema. E: Elemento.

Diseño estructural. En el aparte anterior, el diseño cognitivo permitió avanzar en el análisis del tipo de material, particularmente en torno a la granularidad y la reutilización de los ODA. Seguidamente, el análisis se centrará en los demás elementos educativos propuestos.

Aunque en algunas de las representaciones elaboradas por los profesores aprendices predominan los modelos jerárquicos, la comprensión de currículo o de modelo pedagógico es más óptima si se deriva de un razonamiento en el cual sus componentes interactúan en torno a un objetivo. Esto pone de presente en el plano cognitivo la representación elaborada (diseño cognitivo) y en el plano metacognitivo la elaboración del ambiente de aprendizaje (diseño estructural), en tanto que sistema, hace coherentes y cohesivos a sus componentes como concreción de currículo o de modelo pedagógico.

El contexto de aplicación en que se ubican los ODA es el de los programas de pregrado en la modalidad de educación presencial, aunque también mencionan la modalidad de educación a distancia. En general, la autoría se ciñe a las políticas institucionales. En todos los casos se prevé el despliegue de los objetos mediante plataformas educativas y el uso de la infraestructura informática de las instituciones educativas.

Los perfiles del estudiante y del profesor en las propuestas de los profesores aprendices que usaron el ambiente de aprendizaje con contenido sistémico se caracterizan desde los roles, las capacidades y las disposiciones requeridas, mientras que en las otras propuestas son escasas.

La definición de la necesidad o problema al cual responde el ODA es piedra angular en el diseño educativo. La claridad en su definición se relaciona con la claridad en la formulación de la intencionalidad formativa; en las propuestas que presentaron los sujetos 1, 2, 3 y 6 se observa la relación estrecha entre estos dos elementos, en tanto que las propuestas de los sujetos 4 y 5 son difusas. Se advierte en las formulaciones de la intencionalidad formativa el abordaje pedagógico y didáctico de los objetos de conocimiento desde el enfoque de las competencias.

Al parecer, como consecuencia de lo anterior, quienes logran mayor precisión en la definición de la intencionalidad también logran una definición más robusta en la definición y representación del dominio de conocimiento de que trata el ODA; esto se puede corroborar en el análisis del diseño cognitivo. Si bien allí no se hace afirmación similar, al parecer las representaciones de los sujetos 4 y 5, aunque representan una aproximación al dominio de conocimiento de los objetos, no logran una alta definición. Es de relevar que, aunque en tres propuestas se plantea el despliegue de conocimiento mediante representaciones estructuradas, un uso potencial de las ontologías es en la definición de redes de objetos, como se ha sugerido anteriormente. Ello implica ontologías compartidas que soporten objetos de conocimiento estructurados en los currículos de los programas de formación.

De manera similar, relacionada con la formulación del problema o necesidad y de las intencionalidades formativas, en tanto hay mayor precisión en la fundamentación, se expresan interacciones pedagógica y didáctica cada vez más detalladas que establecen el abordaje de los contenidos. En el planteamiento de las propuestas la tendencia de las interacciones se orienta hacia el aprendizaje. Al respecto, Fernández y Ramírez (2008) han señalado como elemento pedagógico de los ODA que permiten desarrollar aprendizaje significativo: la selección y estructura de las estrategias didácticas enfocadas a un aprendizaje personalizado, y, la asociación de los contenidos a la realidad del participante.

A diferencia de los elementos anteriores, en general, la evaluación se plantea desde el cómo, pero no desde el qué. Ello indica la necesidad de profundizar en la fundamentación sobre el aprendizaje que se pretende lograr, de tal manera que el establecimiento de lo esperado contribuya a la consistencia del diseño. De hecho, la fundamentación en torno al aprendizaje que se pretende lograr es escasa.

Diseño informático. La tabla 4 corresponde a la síntesis del análisis y diseño informático de los ODA planteados por los profesores aprendices. En esta se analizan tres aspectos: captación de requerimientos y elaboración de artefactos; sistema de exploración; y, diseño de interfaz. Aunque habitualmente el diseño informático no

es el ámbito de actuación de los profesores aprendices, se planteó este como un reto de interacción con otros profesionales en proyectos interdisciplinares como lo es la construcción de ODA (Torres et al., 2006). Ello implica, entonces, el desarrollo de competencias colaborativas y tecnológicas.

Tabla 4. *Síntesis del análisis y diseño informático planteado por los profesores aprendices*

S	Requerimientos y artefactos	Sistema de exploración	Diseño de interfaz
2	<ul style="list-style-type: none"> • Objeto digital de aprendizaje. Plataforma educativa. • Información multimedial e interactiva. Funciones. • Usable y reusable. • 1 caso de uso, con 25 eventos. Descripción detallada de la interacción del usuario con el ODA, según secuencia de contenidos y actividades. 	<ul style="list-style-type: none"> • Contenidos y secuencias formativas. Hipertexto estructurado. • Lineal, multilineal y combinada en torno a contenidos y secuencias formativas. • Títulos de los contenidos y secuencias formativas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pantallas para todos los niveles, de acuerdo con la naturaleza de cada nodo. • Contexto. Objetivo general y específicos. • Contenidos. Textos internos y externos. Uso de varias representaciones (Texto. Imagen. Video. Mapa. Línea de tiempo. Cuadro conceptual comparativo). • Actividades. Secuencia condicionada. Conceptos previos. Línea de tiempo, mapa y bitácora en blanco. Completación textual. Indicaciones. Preguntas problémicas e instrucciones para elaborar el trabajo final.

Si bien las especificaciones elaboradas por los profesores aprendices son inacabadas en su mayoría, se percibe que constituyen una oportunidad de prever interacciones entre el estudiante y el ODA, estructuradas de acuerdo con sustentos pedagógicos y didácticos. Así, quienes lograron mayor precisión en su formulación pedagógica y didáctica lograron a su vez mayores aproximaciones a las especificaciones.

La organización del conocimiento de manera estructurada, descrita en el diseño cognitivo, se constituye en el soporte de los ODA que han propuesto los profesores aprendices: en algunos casos soporta el hipertexto en torno al contenido, y en otros configura el contenido, aunque se despliegue como texto, audio, video o imagen. Es decir, el diseño informático de los ODA propuestos por los profesores aprendices dan

cuenta de dos aplicaciones de la tecnología ontológica en el desarrollo de contenidos (Pahl y Holohan, 2009).

Conclusiones

El estudio se plantea como un proceso de formación docente basado en el desarrollo de competencias docentes en el diseño de ODA; proceso que previamente se ha descrito y valida en la experiencia lograda. El interés del estudio corresponde al análisis de la influencia que tiene el modelo de representación de conocimiento que organiza el contenido del ODA con el cual interactuó cada uno de los dos grupos, en el diseño de los ODA elaborados por los profesores aprendices. El primer análisis se realiza sobre el proceso de entrenamiento realizado con la orientación del profesor tutor y la interacción del profesor aprendiz con el ambiente digital; se observa la representación que realiza el profesor aprendiz apoyándose en la transferencia de la estructura conceptual orientada por el profesor tutor y su propio dominio de conocimiento, e interpretando la representación incorporada en el ODA. Y el segundo análisis se realiza sobre el proceso de aplicación, en el cual el profesor aprendiz hace el análisis y el diseño de un ODA desde el enfoque de representación de conocimiento

La pregunta en este estudio se hace respecto a las diferencias en las características del diseño de ODA elaborados por dos grupos de profesores aprendices, quienes interactuaron con ambientes de aprendizaje cuyo contenido fue estructurado en dos modelos de representación diferentes (jerárquico y sistémico). Al respecto, los resultados obtenidos del análisis cualitativo muestran que la introducción de estos ambientes propicia el enriquecimiento de las representaciones dado que los profesores aprendices incrementan la descripción del dominio (Maldonado et al., 2001; Sanabria y Macías, 2006), con el uso de cualquiera, de manera combinada o de otros modelos de representación de conocimiento en ambos grupos. De igual manera, enriquecen con mayor fuerza la configuración de los ambientes de aprendizaje aquellos diseños en que se hicieron representaciones sistémicas en el dominio, lo que sugiere coherencia con una visión sistémica del ambiente de aprendizaje, logrando estos una mayor aproximación al diseño informático.

En cuanto al diseño cognitivo, aunque los profesores aprendices tienden a utilizar el mismo modelo de representación utilizado en el ambiente con el cual interactuaron, se evidencia en algunos la necesidad de utilizar más de un modelo de representación (Boyce y Pahl, 2007). De los profesores aprendices que utilizaron el ODA con contenido estructurado jerárquicamente, dos elaboraron representaciones predominantemente jerárquicas, aunque una incluyó elementos de representación sistémica, y el otro, predominantemente sistémica. De los profesores aprendices que utilizaron el ODA con contenido estructurado sistémicamente, dos elaboraron representaciones predominantemente sistémicas, y uno de ellos predominantemente jerárquica, aunque incluyó elementos sistémicos y causales. Ello indica predominancia del razonamiento sistémico (Maldonado et al., 2001; Maldonado et al., 2002; Maldonado, 2008).

En cuanto al diseño estructural, la definición de la necesidad o problema al cual responde el ODA es piedra angular en el diseño educativo, y se relaciona con la formulación de la intencionalidad, los contenidos, la interacción y la evaluación formativos. En los diseños, la tendencia de las interacciones se orienta hacia el aprendizaje (Fernández y Ramírez, 2008). Aun en las representaciones en las que predomina el modelo jerárquico, se infiere que la comprensión del concepto de currículo o de modelo pedagógico por parte de los profesores aprendices es más óptima si se deriva de un razonamiento en el que sus componentes interactúan en torno a un objetivo, es decir, sistémico. Esto pone de presente en el plano cognitivo el diseño cognitivo del ambiente, y en el plano metacognitivo el diseño estructural del ambiente, en tanto el diseño del ambiente de aprendizaje, sistémicamente, hace coherentes y cohesivos a sus componentes, como concreción de currículo o de modelo pedagógico.

En cuanto al diseño informático, si bien los profesores aprendices realizan aproximaciones, se percibe que constituye una oportunidad de prever interacciones entre el estudiante y el ODA, estructuradas de acuerdo con los sustentos pedagógicos y didácticos. La organización del conocimiento de manera estructurada, descrita en el diseño cognitivo, se constituye en el soporte de los ODA que han propuesto los profesores aprendices: en algunos casos soporta el hipertexto en torno al contenido, y en otros, configura el contenido, aunque se despliegue como texto, audio, video o imagen.

Si bien el estudio carece de una visión explícita de los participantes, el proceso de formación realizado posibilitó una visión implícita desde las expresiones y diseños generados para realizar una aproximación cualitativa al objeto de estudio. A su vez, se hace necesario considerar todas las fases de los procesos tanto de formación docente como de construcción de ODA, que permitan una visión integral.

Referencias

- Bermejo, J. (2006). *Ontology-based software engineering. Engineering support for autonomous systems. Integrating Cognition+Emotion+Autonomy*. Obtenido de <http://www.aslab.org/documents/>
- Boyce, S. y Pahl, C. (2007). Developing domain ontologies for course content. *Educational Technology & Society*, 10(3), 275-288. Obtenido de http://www.ifets.info/journals/10_3/19.pdf

- Chan, M. E. (2004). *Propuesta metodológica para el análisis de las competencias mediacionales en procesos educativos en entornos digitales*. (Tesis de doctorado). Universidad de Guadalajara, Guadalajara, México.
- Davis, R.; Shrobe, H. y Szolovits, P. (1993). What is a knowledge representation? *AI Magazine*, 14(1), 17-33. Obtenido de <http://groups.csail.mit.edu/>.
- Díaz, M. (2002). *Flexibilidad y educación superior en Colombia*. Bogotá, Colombia: Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior.
- Erazo, E. D.; Vera, J. H. y Solano, J. C. (2010). *Orientaciones generales para la incorporación del componente de medios y tecnologías de información y comunicación en la formación inicial docente en la Facultad de Ciencias de la Educación*. (Documento de trabajo). Ibagué, Colombia: Universidad del Tolima
- Fernández, V. y Ramírez, M. S. (2008). Objetos de aprendizaje que permiten desarrollar aprendizaje significativo en un ambiente de aprendizaje en línea. *Multiárea. Revista de didáctica*, 3, 127-154.
- Glasser, R. (1988). Las ciencias cognoscitivas y la educación. *Revista Internacional de Ciencias Sociales*, 40(1), 23-48.
- Gros, B. (Coord.). (1997). *Diseños y programas educativos. Pautas pedagógicas para la elaboración de software*. Barcelona, España: Ariel.
- Herrera, R. (2007). Sistema y lo sistémico en el pensamiento contemporáneo. *Ingeniería*, 17(2), 37-52.
- Joyce, B.; Weil, M. y Calhoun, E. (2002). *Modelos de enseñanza*. Barcelona, España: Gedisa.
- Maldonado, L. F. (2004). Competencias docentes en el contexto de los ambientes virtuales de aprendizaje. *Esquemas Pedagógicos*, 5, 12-25.

- Maldonado, L. F. (Ed.) (2008). *Simas y Cool Modes en el desarrollo de competencias básicas: una experiencia de formación de comunidad de aprendizaje mediada tecnológicamente. Informe final*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional a Distancia. Obtenido de <http://labpedagogico.unad.edu.co/siunad/>
- Maldonado, L. F.; López, O.; Ibáñez, J.; Rojas, H. y Sarmiento, L. C. (2002). Desarrollo de competencias en las áreas de tecnología y matemáticas a través de marcos conceptuales. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 12.
- Maldonado, L. F.; Ortega, N.; Fonseca, O. H.; Rubio, M.; Ibáñez, J. y Macías, D. (2001). *Razonamiento espacial y aprendizaje significativo: profesores y alumnos frente a los juegos de descubrimiento basados en computador*. Bogotá, Colombia: Universidad Pedagógica Nacional / Instituto Colombiano para el Fomento de la Ciencia y la Tecnología Francisco José de Caldas.
- Maldonado, L. F.; Ortega, N.; Sanabria, L. B. y Macías, D. (2001). *Ontología y aprendizaje de la geografía. Software para representar y software para comprender*. Bogotá, Colombia: Universidad Pedagógica Nacional.
- Maldonado, L. F.; Ortega, N.; Sanabria, L. B. y Macías, D. (2003). Hilos conductores del aprendizaje autónomo y los procesos de razonamiento. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 13.
- Maldonado, L. F.; Sarmiento, L. C.; Sanabria, L. B.; Ortega, N. y Macías, D. (2009). La comprensión y la inferencia en el estudio de hipertextos con el apoyo de un agente generador de preguntas. *Revista de Investigaciones UNAD*, 8(2), 65-84.
- Minsky, M. (1974). A framework for representing knowledge. *MIT-AI Laboratory Memo 306*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/1721.1/6089>
- Pahl, C. y Holohan, E. (2009). Applications of semantic web technology to support learning content development. *Interdisciplinary Journal of E-Learning and Learning Objects*, 5. Obtenido de <http://ijello.org/Volume5/>

- Rodríguez, M. (2000). *Una arquitectura cognitiva para el diseño de entornos telemáticos de enseñanza y aprendizaje*. (Tesis de doctorado). Universidad Nacional de Educación a Distancia, Madrid, España.
- Sanabria, L. B. y Macías, D. (2006). *Formación de competencias docentes. Diseñar y aprender con ambientes computacionales*. Bogotá, Colombia: Universidad Pedagógica Nacional.
- Sowa, J. F. (2000). *Knowledge Representation: Logical, philosophical and Computational Foundations*. PacificGrove, EU: Brooks/Cole.
- Torres, A.; Cárdenas, D. y Gutiérrez, J. E. (2006). Diseño de objetos de aprendizaje utilizando la herramienta de modelado UML. En A. Hernández y J. L. Zechinelli, (Eds.). *Avances en la ciencia de la computación 2006* (pp. 358-363). México: Sociedad Mexicana de Computación.
- Woolfolk, A. (2006). *Psicología educativa*. México: Pearson.

Referencia

Juan Carlos Solano Guerrero, “Modelos de representación de conocimiento en el diseño de objetos digitales de aprendizaje”, revista *Perspectivas Educativas*, Ibagué, Universidad del Tolima, Vol. 5, (enero-diciembre), 2012, pp 101 - 122

Se autoriza la reproducción del artículo para fines estrictamente académicos, citando la fuente y los créditos de los autores.

Fecha de recepción: 13/09/2012

Fecha de aprobación: 10/10//2012