

Revisión Sistemática de modelos de representación del conocimiento para el dominio del diseño curricular basado en competencias

Daniel Guerra
Instituto de
Informática,
Universidad Austral
de Chile
jguerra@inf.uach.cl

Eliana Scheihing
Instituto de
Informática,
Universidad Austral
de Chile
escheihi@uach.cl

Luis Cárcamo
Instituto de
Comunicación
Social, Universidad
Austral de Chile
lcarcamo@uach.cl

Paulo Contreras
Instituto de
Comunicación
Social, Universidad
Austral de Chile
pcontreras@uach.cl

Resumen

El rediseño curricular basado en competencias se presenta como una oportunidad de acercar la formación universitaria a la demanda laboral existente y permitir su adaptación a los cambios sociales cada vez más complejos. Dicho planteamiento involucra un considerable trabajo de innovación curricular, seguimiento y rediseño continuo. En este trabajo se realiza una *revisión sistemática* que explora los trabajos realizados en torno a la investigación de modelos de diseño curricular, de competencias o de dominios específicos de formación. Se definieron seis búsquedas realizadas en 2 bibliotecas digitales (ACM e IEEE) utilizando criterios que permitieran responder nuestra pregunta de investigación: *¿Existen ontologías o modelos de representación del conocimiento relacionados con el dominio del diseño curricular basado en competencia?* Los artículos seleccionados aportan en el modelamiento del diseño curricular, de competencias o de dominios específicos de formación, presentando modelos o metodologías, describiendo herramientas de apoyo y realizando estudios que identifican información relevante. De los 67 trabajos encontrados se seleccionaron 18, todos ellos son presentaciones en congresos y en general son trabajos en desarrollo.

Palabras clave: ontologías, revisión sistemática, diseño curricular, competencias

Este trabajo cuenta con el auspicio de la Dirección de Investigación y Desarrollo (DID) de la Universidad Austral de Chile.

1. Introducción

Teniendo en cuenta la complejidad de diseñar estructuras curriculares que satisfagan una perspectiva basada en competencias por sobre una basada en contenidos, surge la necesidad de herramientas que permitan apoyar el proceso. La revisión bibliográfica presentada en este trabajo busca identificar esfuerzos en el desarrollo de modelos de diseño curricular, de competencias o de dominios específicos de formación que sirvan como base a herramientas de software para apoyar el trabajo de los actores relacionados con el diseño y mantención curricular.

La revisión bibliográfica se realiza siguiendo la pauta presentada por [7] para revisiones sistemáticas. [7] es una síntesis de [1,2,3,4,5,6].

La revisión mencionada se realiza en el contexto del desarrollo del proyecto *KUMELU: una herramienta Web basada en una ontología, que facilita la construcción, seguimiento y gestión de diseños curriculares basados en competencias*.

En la siguiente sección se describen los hallazgos realizados en una revisión preliminar no sistemática, realizada hace un tiempo en el contexto del proyecto KUMELU. Esta información es un antecedente valioso a tomar en cuenta para definir la pregunta de investigación que guía la revisión sistemática. La sección 3 presenta la pregunta de investigación que guía la revisión realizada en este trabajo. La sección 4 detalla el método de revisión: las fuentes, las búsquedas realizadas, los resultados arrojados, los criterios de selección. La sección 5 presenta una síntesis de los estudios seleccionados y la sección 6 presenta la información relevante sintetizada extraída de los estudios seleccionados. Por último, la sección 7 presenta una discusión sobre los temas relevantes detectados.

2. Antecedentes

Una de las consecuencias de los cambios globales ocurridos en la organización del trabajo, es la acuciante necesidad de las universidades de transformar sus procesos de formación de profesionales. Con el propósito de adaptarse de mejor manera a la demanda laboral existente y a un entorno social cambiante, las universidades han visto la necesidad de revisar críticamente las diferentes maneras de realizar docencia. Este análisis crítico ha significado la transformación de la educación universitaria desde un enfoque predominante y tradicional, que tiene como centro el contenido de la disciplina, hacia uno centrado en el estudiante y sus propios procesos formativos, incluyendo contenidos, procedimientos, capacidades y valores. Un ejemplo importante de este cambio de paradigma es la formación basada en competencias, ver por ejemplo [8].

En el contexto nacional (chileno), el rediseño de las propuestas curriculares de las carreras universitarias utilizando el enfoque basado en competencias ha tenido un amplio desarrollo en los últimos cinco años. Las distintas instituciones universitarias han iniciado el proceso de maneras muy disímiles, algunas de ellas lo han hecho de manera global, en todas sus carreras y comenzando por la reformulación de los diseños curriculares y avanzando en la transformación de la didáctica con los rediseños ya formulados. En otras, el proceso ha sido inverso, particular a cada carrera e incentivando primero los cambios en las prácticas docentes, para luego paulatinamente abordar los rediseños curriculares.

En la Universidad Austral de Chile, los procesos de rediseño curricular se han desarrollado de manera independiente en distintas carreras y/o facultades, apoyados por proyectos propios de cada unidad, de manera que se han desarrollado procesos diversos en cada unidad. Esto se complementa con las políticas institucionales que incluyen elementos como la definición de competencias sello de la Universidad y el establecimiento de tres ciclos de formación: bachillerato, licenciatura y ciclo profesional. En el caso de la carrera de Ingeniería Civil en Informática el proceso de rediseño ha sido apoyado por los proyectos MECESUP AUS301 ejecutado en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y MECESUP AUS402 ejecutado por las carreras de Ingeniería Civil en Informática e Ingeniería Comercial en cinco universidades que conforman la red RINAC (Universidad Católica del Norte, Universidad Católica de Valparaíso, Universidad de Talca, Universidad Austral de Chile y Universidad de Magallanes).

Esta tarea no ha estado exenta de polémicas y dificultades propias de un proceso de cambio. La incipiente experiencia nacional en el desarrollo de propuestas de formación basadas en competencias junto a la multitud de proyectos de rediseño curricular han puesto en evidencia un problema no avizorado: consensuar distintas visiones, lenguajes e incluso conceptualizaciones del currículum en sí mismo, de su administración y del proceso de rediseño.

La experiencia en la concepción, creación, articulación y gestión de mallas curriculares en general, demuestra que es una tarea compleja y continua en el tiempo. En particular, la formación basada en competencias agrega desafíos adicionales, entre otros:

- Lenguaje y conceptualización distintos, que requieren de un intensivo plan de formación de los docentes para la socialización de los conceptos.
- El carácter innovador supone un especial cuidado en el seguimiento y gestión de la implementación, para lograr la introducción oportuna de modificaciones correctivas y/o perfectivas en el diseño
- La movilidad estudiantil y la posibilidad de salidas intermedias que promueve este enfoque, suponen mecanismos ágiles de homologación curricular.

Por otra parte, el trabajo realizado en el contexto de la red RINAC representa una oportunidad para elaborar una metodología para el rediseño curricular basado en competencias, pertinente a la realidad nacional y replicable en otras áreas de formación. La experiencia de los equipos docentes que desarrollaron dicho proyecto es un punto de partida para definir los aspectos que una herramienta informática debe abordar para cumplir el rol de apoyo en el desarrollo de una propuesta de rediseño curricular.

2.1 Rediseño curricular en base a competencias

En la actualidad, la formación profesional basada en competencias se ha transformado en una tendencia dominante a nivel mundial. Ejemplo de ello es el proyecto europeo Tuning Educational Structures (2003, <http://tuning.unideusto.org/tuningal>). Esta iniciativa impulsada por más de 100 universidades europeas y coordinadas por la Universidad de Deusto (España) y Universidad Gröningen (Holanda), realiza una reflexión sobre la educación superior en el contexto de los acelerados procesos de cambios que se observan en la sociedad europea, ver [9]. El proyecto Tuning es un gran esfuerzo por poner la enseñanza superior europea en sintonía con un entorno social cambiante. Se trata de ajustar las estructuras educativas para dar respuesta en red a los desafíos emergentes de escenarios sociales cada vez más complejos y demandantes de la enseñanza superior. Sin embargo, esta iniciativa requiere de nuevas conceptualizaciones para pensar colectivamente la formación, el aprendizaje y la enseñanza superior. Es el lenguaje de las competencias profesionales.

Por otra parte, el desarrollo del Proyecto Tuning-América Latina se planteó nuevos objetivos y siguió una metodología de trabajo propia. En este sentido, su nueva orientación determinó cuatro grandes líneas de trabajo: definición de competencias genéricas y específicas, especificación de enfoques de enseñanza-aprendizaje-evaluación, redefinición de los sistemas de créditos académicos y la definición de estándares de calidad de la enseñanza impartida en la enseñanza superior en América Latina, ver [10].

En el ámbito nacional, la mayor parte de las instituciones universitarias ha iniciado el proceso de transformación de sus programas educativos hacia una formación basada en competencias con el apoyo de los proyectos de Mejoramiento de la Calidad de la Educación Superior (MECESUP). A modo ilustrativo, se puede indicar que más de diez proyectos financiados por el programa MECESUP en el año 2004, contemplan propuestas de rediseño curricular en base a competencias en carreras de pregrado de diversas instituciones universitarias. Un referente en este ámbito ha sido la experiencia de rediseño curricular de los programas de pregrado de la Universidad de Talca, descrita por [10]. Otra experiencia relevante es el proyecto de la red RINAC, que ha permitido desarrollar rediseños curriculares en las carreras de Ingeniería Comercial e Ingeniería Civil en Informática en las cinco universidades que componen la red. En este caso, el trabajo en red ha generado un

espacio muy enriquecedor de discusión y seguimiento mutuo en el proceso de transformación de los programas educativos.

2.2 Ontologías y aplicaciones en el ámbito del desarrollo curricular basado en competencias

El desarrollo de plataformas informáticas integradas que involucran cada vez más aspectos de la inteligencia artificial para la construcción de mejores y más potentes sistemas, ha dado un impulso a la visión semántica de la información. En este contexto, una ontología es precisamente una perspectiva semántica de la información; la descripción consensuada de un dominio específico, incluyendo los conceptos asociados y sus relaciones.

Existen diversos lenguajes computacionales para definir ontologías como DAML+OIL, Resource Description Framework (RDF), Web Ontology Language (OWL), entre otros. Paralelamente al desarrollo de estos lenguajes han surgido varias aplicaciones de software que los incorporan y permiten el desarrollo de ontologías, como por ejemplo Protégé 2000 [<http://protege.stanford.edu/>] y OntoLingua [<http://www.ksl.stanford.edu/software/ontolingua/>]

El estándar en el desarrollo de ontologías adoptado por la W3C (World Wide Web Consortium) es el Ontology Web Language (<http://www.w3.org/TR/owl-features/>). Este lenguaje ha sido ampliamente desarrollado y actualmente existen varias herramientas que permiten hacer inferencias a partir de la definición de una ontología, por ejemplo RACER PRO.

Hasta el año 2007, la literatura muestra algunos ejemplos de aplicación de ontologías en el ámbito del diseño curricular basado en competencias y en la conceptualización de competencias laborales.

En [11] Schmidt y Kunzman describen el desarrollo de una ontología para el concepto de competencia con el objeto de integrar las concepciones utilizadas en el ámbito de la administración de instituciones y aquella utilizada en el contexto de la planificación de actividades de aprendizaje de las personas en el lugar de trabajo. Ellos implementan un sistema utilizando OWL-DL, una de las versiones de OWL, lo que les permite realizar inferencia sobre la ontología definida a través de las denominadas propiedades derivadas. En [12] Vas motivado por el acuerdo de Bologna, utiliza un modelo basado en ontologías para la descripción transparente de contenidos de un currículum basado en competencias y a partir de ello proponen una metodología para el desarrollo de pruebas de conocimiento que se adapten a diferentes individuos.

En [13] Bourse et al describen un proyecto en el cual se diseña una ontología de competencias del ámbito laboral, sobre la cual se construye un sistema web, CommOnCV, para el proceso automático de contratación de profesionales, el cual contrasta las competencias solicitadas en un puesto de trabajo con aquellas descritas por los postulantes en sus currículum vitae.

2.3 La formación en el área de Ingeniería en Informática y Ciencias de la Computación

En el ámbito de la formación en ingeniería y ciencias de la computación existen varios desarrollos que abordan elementos de base para el desarrollo de una ontología del currículum de formación de un ingeniero en informática.

En [14] Fuller et al desarrollan una taxonomía específica para el aprendizaje en ciencias de la computación, la cual está basada en la taxonomía de Bloom, pero que distingue dos dimensiones, la de producción y la de interpretación. En [17] Starr et al discuten también la utilidad de la taxonomía de Bloom en la especificación de logros de aprendizaje en el ámbito de las ciencias de la computación.

Cassel et al [15] presentan una síntesis de los conceptos relacionados con las ciencias de la computación con el fin de apoyar la clasificación de los trabajos de investigación, desarrollar recomendaciones para diseños curriculares, criterios de acreditación y análisis de programas de estudio.

Krishna Rao et al [16] presentan como un caso de estudio la revisión de un programa de estudios en Ciencias de la Computación, basado en las recomendaciones de la ACM, describiendo las diferentes decisiones tomadas respecto del currículum, la gestión de la transición y el seguimiento de la implementación.

2.4 La malla curricular Ingeniería Civil en Informática (ICI)

La carrera de Ingeniería Civil en Informática de la Universidad Austral de Chile se encuentra desarrollando el proceso de rediseño curricular en el enfoque basado en competencias desde el año 2005. Luego del proceso de consulta a empleadores, egresados y docentes de la carrera, la revisión de los estándares nacionales e internacionales (ACM, Comisión Nacional de Acreditación, etc), y la observación del currículum inicial, sus bondades y falencias, se definió el perfil profesional de ICI, que incluye tres dominios de competencias: Ingeniería de Software, Tecnologías de la Información y Comunicaciones y Gestión Informática. Cada dominio quedó descrito por sus propias competencias, que sumadas a las competencias sello de la UACh, alcanzan un total de 18. El proceso ha continuado con la definición de módulos de formación asociados a las distintas competencias y sus niveles de acuerdo a la complejidad de las mismas. Los módulos abordan entre una y tres competencias, para las cuales se ha descrito los desempeños que dan cuenta del nivel de competencia requerido. Los módulos se han organizado en una ruta formativa de referencia que supone un trabajo semanal del estudiante de 45 horas semanales en promedio.

3. Preguntas de revisión

A partir de la temática central “ontologías para el diseño curricular basado en competencias” y luego de realizar algunas búsquedas preliminares que no arrojaron resultados, la pregunta de investigación fue abierta a modelos u ontologías relacionadas con el diseño curricular:

¿Existen ontologías o modelos de representación del conocimiento relacionados con el dominio del diseño curricular basado en competencias?

4. Método de revisión

4.1 Fuentes y estrategias de búsquedas

4.1.1 Fuentes:

- ACM Library: <http://portal.acm.org/portal.cfm>
- IEEE Library: <http://ieeexplore.ieee.org>

4.1.2 Estrategias de búsqueda:

A partir de la pregunta de investigación, se definieron palabras clave para las búsquedas:

ontology, knowledge representation, curriculum (o curricula) management, curriculum design, competence, competences, competence-based.

Con estas palabras clave, se realizaron diversas combinaciones, usando operadores lógicos “OR” para los conceptos similares y “AND” para los conceptos complementarios.

Además se consideraron las siguientes restricciones:

- Búsqueda sólo en el **resumen** (abstract) del artículo, cuando el número de resultados es superior a 5.
- Considerar sólo publicaciones desde el año **2005** en adelante.

Las búsquedas realizadas serán identificadas con un código correlativo B01, B02 hasta B06.

4.2 Búsquedas

Las búsquedas realizadas fueron las siguientes:

Biblioteca digital de la ACM: <http://portal.acm.org/dl.cfm>

B01: (Abstract:ontology or Abstract:"knowledge representation")) and (Abstract:"curricula management" or Abstract:"curriculum management" or Abstract:"curricula design" or Abstract:"curriculum design")

B02: (((ontology or "knowledge representation")) and ("curricula management" or "curriculum management" or "curricula design" or "curriculum design"))

B03: ((Abstract:ontology or Abstract:"knowledge representation") and (FtFlag:yes)) and (Abstract:competence or Abstract:competences or Abstract:competencie or Abstract:competencies) and (FtFlag:yes)

B06 (((Abstract:ontology or Abstract:ontologies or Abstract:"knowledge representation") and (FtFlag:yes)) and (Abstract:competence or Abstract:competence-based or Abstract:competencie) and (FtFlag:yes)) and (education)

Biblioteca Digital de la IEEE: <http://ieeexplore.ieee.org/>

B04: ((ontology <in> ab) <or> (knowledge representation <in> ab)) <and> ((curricula management <in> ab) <or> (curriculum management <in> ab) <or> (curricula design <in> ab) <or> (curriculum design <in> ab) <or> (curriculum <in> ab))

B05: ((ontology <in> ab) <or> (knowledge representation <in> ab)) <and> ((competence <in> ab) <or> (competences <in> ab) <or> (competencie <in> ab) <or> (competencies <in> ab))

4.3 Criterios de selección de estudios

A partir de los resultados de búsquedas se acordó la selección de estudios y trabajos que cumplieran al menos uno de los siguientes puntos:

- Presenten modelos de representación de conocimiento u ontologías para el dominio del diseño curricular, la representación curricular o la representación de competencias, trascendiendo el contexto de un curso.
- Presenten modelos o metodologías aplicables al currículum de un curso y que pudieran aplicarse al contexto de una carrera.
- Presenten herramientas de apoyo al proceso de diseño o mantención curricular.

4.4 Extracción de la información

Los criterios de selección de estudios establecen la pauta de extracción de información relevante para este trabajo. Por cada artículo seleccionado, se sintetizará al menos uno de los siguientes elementos:

- Metodologías relacionadas al diseño curricular
- Modelos u ontologías aplicables al diseño o a la administración curricular
- Oportunidades/problemas/restricciones abordadas
- Herramientas utilizadas y/o desarrolladas
- Conclusiones relevantes

5. Estudios incluidos y excluidos

El criterio utilizado para la selección de artículos fue que aportaran en el modelamiento del diseño curricular, de las competencias o de recursos de aprendizaje en el contexto de desarrollo de competencias.

Las búsquedas realizadas generaron 82 artículos, de los cuales se registraron 15 coincidencias, es decir el número de artículos revisados fue 67, de los cuales se seleccionaron 18 artículos de acuerdo al criterio arriba mencionado.

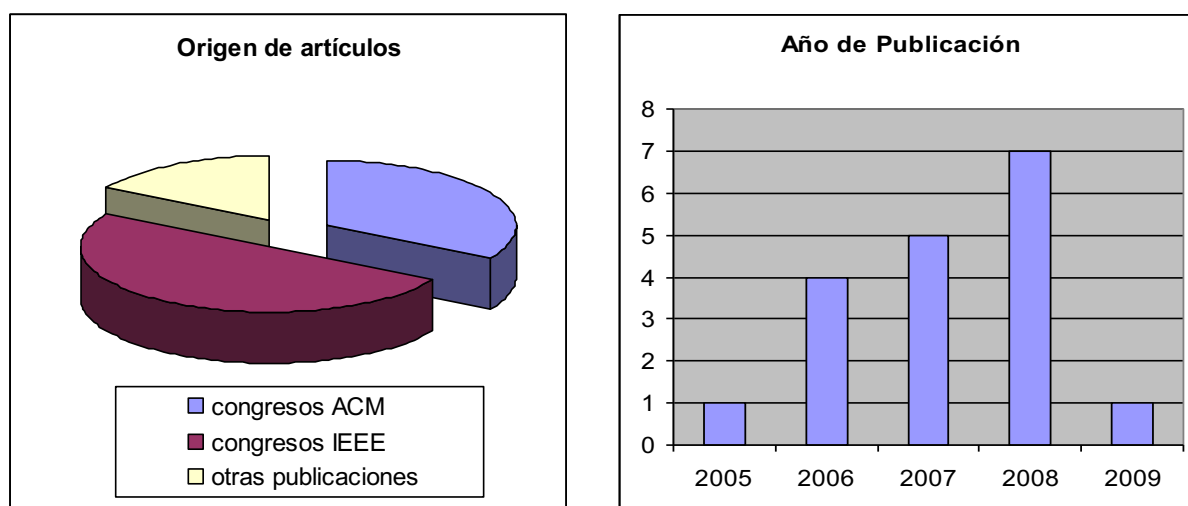


Figura 1: distribución de artículos según origen y año de la publicación.

6. Resultados

La tabla 1 muestra los artículos seleccionados y la información extraída de cada uno de ellos.

Búsqueda	Artículo	Metodologías de diseño curricular	Modelos u ontologías aplicables al diseño o a la administración curricular	Oportunidades / problemas / restricciones abordadas	Herramientas utilizadas y/o desarrolladas	Conclusiones relevantes

B01	Model-based computer curricula design [S01]	Usa Model-Based Technique recursivamente para modelar un dominio. En dos fases un modelo inicial construido con las reglas generales del dominio es modificado en base a la validación de usuarios que aporta nuevas reglas.	Aplican la metodología en la construcción de un modelo del dominio de Ciencias de la Computación	La representación del conocimiento en el diseño curricular trata con información cualitativa.		Muestran que la metodología encuentra tempranamente los problemas en el modelo
B02	Designing Personalized Curricula Based on Student Preferences [S02]	Planteamiento algebraico para secuenciar cursos que garanticen un set de habilidades requeridas y que tome en cuenta las restricciones curriculares y las preferencias del estudiante	Modelo de habilidades y cursos			
	Curriculum Overlay Model for Embedding Digital Resources [S03]	Dos talleres con educadores para armar "cajas educativas"	Modelo superpuesto (overlay) para representar curricula adaptables, integra recursos con conceptos educativos, actividades, lecciones y módulos educativos.	El modelo da contexto a los recursos, lo que permite integrarlos/alinearlos al núcleo (core) del currículum. El modelo soporta personalización.	FEDORA (Federated Digital Object Repository Architecture)	No plantea consideraciones del modelo para que trascienda un curso.
	A Framework for Describing and Comparing Courses and Curricula [S04]		Modelo de currículum basado en trucs (unidades de cognición == desempeño) y nociones. Modelo del estudiante	<ul style="list-style-type: none"> - Necesidad de comparar cursos y curricula - Necesidad de conocer el background de los estudiantes - Necesidad de evaluar textbooks - Eliminar repeticiones en el curriculum - Definir prerequisites de cursos - Verificar que el material del curso esté alineado y sea coherente 	Trucstudio	Permite comparar cursos de acuerdo a a sus unidades de cognición y nociones involucradas siguiendo el framework Truc. La herramienta permite gráficamente definir estas estructuras y relaciones.

	Automatic Extraction of Notions from Course Material [S05]	Aplica técnicas de aprendizaje de ontologías (ontology learning technique), que usa machine learning y procesamiento de lenguaje natural, para extraer conceptos y relaciones de la información.			Usan TrucStudio course planning tool	La extracción de conceptos desde slides tiene mejor porcentaje de relevancia que la de lecturas.
	Principles of Curriculum Design and Revision: A Case Study in Implementing Computing Curricula CC2001 [S06]	Diseñan el currículum con enfoque top-down: a) principios generales, b) habilidades generales, c) habilidades especiales de la disciplina, d) mecanismo para alcanzar los objetivos / habilidades				Definen los principios de un buen curriculum: progresión, balance, coherencia e integridad, extensibilidad, flexibilidad.
	Course Management with TrucStudio [S07]		Modelo de currículum basado en trucs (unidades de cognición == desempeño) y nociones.	Dos nuevos mecanismos de Trucstudio: - compartir, actualizar y versionar nociones y trucs; - generador de descripciones de cursos, lecciones, etc.	Trucstudio	Presenta características cliente-servidor de trucstudio que permite definir y utilizar colaborativamente los currícula diseñados
B03	Integrating European Qualification Systems with OWL Ontologies [S08]	No considera	Ontología para los perfiles de calificación en el sistema educativo vocacional Europeo(formación post-secundaria no académica). Considera ejemplos del sistema italiano y holandés	Diversidad del sistema de un país a otro, incluso de una región a otra, que impide una real movilidad de los estudiantes	UML para la fase de recolección de información en el desarrollo de la ontología. Protégé-OWL para el desarrollo de la ontología propiamente tal.	La integración de los diversos sistemas de calificación mediante la ontología desarrollada, permite transparentar datos y apoyar la movilidad estudiantil en este nivel de educación.
	Integration at Vocational Education and Training Level through Mapped Ontologies [S09]					

	Enhancing Ontology-Based Educational Content Search Service with Competency [S10]	No considera	Ontología integrada de contenidos, dominio y competencias para la búsqueda de Objetos de Aprendizaje de acuerdo a competencias del aprendiz	En la actualidad, la búsqueda de O.A. adecuados para el desarrollo de competencias específicas en un individuo, no es una tarea fácil, debido a la gran cantidad de O.A. disponibles con diversas especificaciones de las competencias que abordan.	OWL-DL para el desarrollo de la ontología integrada. KAON para la máquina de inferencia y SPARQL para interrogar la base de conocimiento.	Posible aplicación para búsqueda de contenidos que abordan una competencia específica.
B04	An Approach to Creating Domain Ontologies for Higher Education in Economics [S11]	No considera	representación de currícula institucional y disciplina académica para el ámbito de carreras universitarias de economía en Croacia	diversidad de currícula en las distintas instituciones de educación superior de Croacia	SUMO como ontología de nivel superior	Trabajo en desarrollo que los autores suponen puede contribuir a mejorar el cuerpo de conocimiento de la economía y el uso de sistemas de aprendizaje sobre la web.
	An ontology-based curriculum knowledgebase for managing complexity and change [S12]	Basada en competencias	ontología para el diseño y mantenimiento de un currículum basado en competencias con ejemplo para la carrera de medicina	complejidad de los currícula de pre-grado	CRAMPON, se denomina el sistema basado en conocimiento que desarrollan. OWL para el desarrollo de la ontología, e-laborate para la colaboración entre expertos	Trabajo en desarrollo, que se supone generalizable a cualquier currículum medianamente estructurado.
	Handling Heterogeneous Academic Curricula [S13]	No considera	Ontología para representar una mapa curricular (CMO)	Existencia de currícula heterogéneos	OWL-DL para el desarrollo de la ontología, JENA para la interpretación del modelo	Trabajo en desarrollo (dos artículos posteriores). Ontología desarrollada permite la administración de un currículum y la movilidad estudiantil
	Ontological Representation of Academic Programs [S14]					
A Distributed Ontological Approach as a Basis for Software in the Context of Academic Programs. [S15]						

	Educational Ontology for Transparency and Student Mobility between Universities [S16]	No considera	Ontología para representar el dominio y mapa curricular de un programa académico. Ejemplo Informática de Negocios	Falta de compatibilidad y transparencia de programas que dificultan movilidad estudiantil	Protégé y Jess	Trabajo en desarrollo que considera incluir elementos para comparar perfiles de calificación.
B05	Resultados coinciden con búsquedas anteriores.					
B06	Adaptive Learning Objects Sequencing for Competence-Based Learning [S17]	Para lograr un nivel de competencia del programa, se seleccionan competencias de la ontología en base a las ya logradas por el aprendiz. Para las competencias seleccionadas, se generan rutas de recursos seleccionados en base a las características y preferencias del aprendiz.	Un modelo con capas: a) jerarquía de competencias (programa), b) ontología de competencias, c) recursos, d) adaptación al aprendiz.	Los Sistemas adaptativos de recursos educativos seleccionan recursos a partir de modelos de dominios limitados a una materia. Necesidad de hacerse cargo de seleccionar recursos que son relevantes para alcanzar competencias de largo desarrollo o transversales		Permite secuenciar recursos (material) en un contexto más general que un curso.
	A Competency-Oriented Modeling Approach for Personalized E-Learning Systems [S18]		Modelo de anotaciones, metadata, relaciones para modelar dominios de competencia y usuarios. Un solo modelo.		Repositorio semántico de escenarios educativos (material y metodología) para formar competencias blandas. Utilizan estándar de la IEEE PAPI	Permite definir criterios que soporten mejores búsquedas de material adecuado.

Tabla 1: Artículos seccionados e información extraída

7. Discusión y Conclusiones

7.1 Principales hallazgos

- El trabajo [S12] presenta el caso de desarrollo de una base de conocimiento basada en ontologías para el curriculum de la carrera de medicina, con una metodología posible de extender a otros dominios. Por otra parte, el curriculum considerado es basado en competencias y utiliza como estrategia didáctica el aprendizaje basado en

problemas. Concerniente a la metodología de desarrollo del trabajo cabe destacar los siguientes elementos:

- La elaboración de una metáfora para la visualización del modelo, basada en el mapa del metro de Londres.
 - El desarrollo de talleres con dos grupos piloto de expertos para la validación de la ontología.
 - La utilización de una herramienta de trabajo colaborativo (e-laborate) para la etapa de revisión y actualización del diseño curricular.
- La mayoría de los trabajos analizados utilizan Protégé-OWL como herramienta de desarrollo de ontologías. Para la explotación de las ontologías existe mayor variedad, se menciona JENA, Jess y también desarrollos ad-hoc.
 - Varios trabajos enfrentan el tema de la adaptabilidad en la secuenciación de contenidos o de cursos de acuerdo a las características, preferencias y nivel de avance del estudiante [S01], [S02], [S03], [S04], [S07], [S10], [S17], [S18].
 - [S04] hace una lista de lo que debe permitir una herramienta o debe soportar un modelo para diseño curricular. Destacamos: comparación de cursos y currículums, y el soporte para conocer y mantener el estado/nivel de los estudiantes.
 - Varios artículos seleccionados [S04], [S05], [S07] describen facetas de TrucStudio, una herramienta para crear currículums semánticos definiendo unidades de cognición, nociones y sus relaciones.
 - Generalmente el enfoque es: definir objetivos o competencias asociadas al currículum y marcar semánticamente el material para que pueda ser secuenciado en la estructura curricular. Existen trabajos en otro sentido, como [S05], que muestra mecanismos para extraer la información semántica desde el texto del material y a partir de esto, generar la estructura de competencias o aprendizajes entregados.
 - Uno de los problemas que se abordan recurrentemente es el de la necesidad de homologar programas y cursos para permitir el intercambio entre universidades [S13], [S14], [S15], [S16].
 - Sólo pocos trabajos [S17] explicitan la necesidad de hacerse cargo de competencias de largo alcance o transversales.
 - Al igual que lo observado en habla hispana, se aprecian diferencias en la nomenclatura de los términos conceptuales genéricos, o la creación de conceptos nuevos: competence, skill, truc, notion, etc.

7.2 Conclusiones

En este trabajo se realizó una revisión sistemática de publicaciones, trabajos y artículos relacionados con diseño curricular, competencias y modelos de representación del conocimiento (ontologías). Las búsquedas realizadas arrojaron un número pequeño de artículos relevantes, lo que hace suponer que el área es relativamente nueva y poco explorada.

Se puede considerar una debilidad la inexistencia de trabajos publicados en revistas en la búsqueda realizada. Todos los trabajos analizados corresponden a trabajos presentados en congresos y una parte importante de ellos son trabajos en desarrollo. Para algunos de ellos se encuentra la secuencia de desarrollo en los últimos 3 años, pero aún no completan el ciclo de publicación.

En general se reconoce el proceso de diseño curricular como complejo, variable y necesariamente colaborativo, sujeto a distintos tipos de restricciones. Los modelos varían para permitir flexibilidad, colaboración, rediseño continuo e inclusión de restricciones especiales.

8. Lista de Estudios Seleccionados en la Revisión Sistemática

- [S01] Azlinah Mohamed, Noor Habibah Arshad, Norhamimi Mohd Hidzir (2007). Model-based computer science curricula design. Proceedings of the 6th WSEAS Int. Conf. on Artificial Intelligence, Knowledge Engineering and Data Bases, Corfu Island, Greece, February 16-19, 2007.
- [S02] Periklis Georgiadis, Vassilis Christophides, Nicolas Spyrtatos (2007). Designing Personalized Curricula Based on Student Preferences. SIGDOC'07, October 22–24, 2007, El Paso, Texas, USA.
- [S03] Huda Khan, Keith Maull, Tamara Sumner (2008). Curriculum Overlay Model for Embedding Digital Resources. JCDL '08, June 16–20, 2008, Pittsburgh, Pennsylvania, USA.
- [S04] Michela Pedroni, Manuel Oriol, Bertrand Meyer (2007) A Framework for Describing and Comparing Courses and Curricula. ITiCSE'07, June 23–27, 2007, Dundee, Scotland, United Kingdom.
- [S05] Michela Pedroni, Manuel Oriol, Bertrand Meyer, Lukas Angerer (2008) Automatic Extraction of Notions from Course Material. SIGCSE'08, March 12–15, 2008, Portland, Oregon, USA.
- [S06] M.R.K. Krishna Rao, S. Junaidu, T. Maghrabi, M. Shafique, M. Ahmed, K. Faisal (2005) Principles of Curriculum Design and Revision: A Case Study in Implementing Computing Curricula CC2001. ITiCSE'05, June 27–29, 2005, Monte de Caparica, Portugal.
- [S07] Michela Pedroni, Manuel Oriol, Bertrand Meyer, Enrico Albonico, Lukas Angerer (2008) Course Management with TrucStudio. ITiCSE'08, June 30 – July 2, 2008, Madrid, Spain.
- [S08] Claudio Cubillos, Fabrizio Lamberti and Claudio Demartini (2007) Integrating European Qualification Systems with OWL Ontologies. Fourth Congress of Electronics, Robotics and Automotive Mechanics. IEEE, 2007.
- [S09] Claudio Cubillos, Fabrizio Lamberti and Claudio Demartini (2008) Integration at Vocational Education and Training Level through Mapped Ontologies. Third 2008 International Conference on Convergence and Hybrid Information Technology. IEEE, 2008.
- [S10] Byoungchol Chang, Yoonsoo Lee, Sua Ko, Jaehyuk Cha (2008) Enhancing Ontology-Based Educational Content Search Service with Competency. Eighth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, 2008.
- [S11] Josip Mesaric, Branimir Duki (2007) An Approach to Creating Domain Ontologies for Higher Education in Economics. Proceedings of the ITI 2007 29th Int. Conf. on Information Technology Interfaces, June 25-28, 2007, Cavtat, Croatia.
- [S12] Hilary Dexter and Ioan Davies (2009) An ontology-based curriculum knowledgebase for managing complexity and change. 2009 Ninth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies.
- [S13] Richard Hackelbusch (2006) Handling Heterogeneous Academic Curricula. Proceedings of the 17th International Conference on Database and Expert Systems Applications (DEXA'06)
- [S14] Richard Hackelbusch (2006) Ontological Representation of Academic Programs, International Journal of Emerging Technologies in Learning, Vol 1Nro 3(2006)

- [S15] Richard Hackelbusch, Hans-Jürgen Appelrath (2008) A Distributed Ontological Approach as a Basis for Software in the Context of Academic Programs. P. Dillenbourg and M. Specht (Eds.): EC-TEL 2008, LNCS 5192, pp. 122–127, 2008. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2008.
- [S16] Ildikó Szabó Borbásné (2006) Educational Ontology for Transparency and Student Mobility between Universities. 28th Int. Conf. Information Technology Inyerfaces ITI 2006, June 19-22, 2006, Cavtat, Croatia.
- [S17] Pythagoras Karampiperis, Demetrios Sampson (2006) Adaptive Learning Objects Sequencing for Competence-Based Learning. Proceedings of the Sixth International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT'06)
- [S18] Mihaela Brut, Sabin Buraga, Sergiu Dumitriu, Gheorghe Grigoras, Marta Girdea (2008) A Competency-Oriented Modeling Approach for Personalized E-Learning Systems The Third International Conference on Internet and Web Applications and Services, 2008.

9. Referencias

- [1] Kitchenham, B. (2004). Procedures for Performing Systematic Reviews. Joint Technical Report TR/SE-0401.
- [2] Mendes, E., Kitchenham, B. (2004). Protocol for systematic review. <http://www.cs.auckland.ac.nz/emilia/srspp.pdf>
- [3] Biolchini et al. (2005). Systematic Reviews in Software Engineering. Technical report RT-ES 679/05.
- [4] Kitchenham et al., (2007). Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. Version 2.3 EBSE-2007-01.
- [5] Brereton et al., (2007). Lessons from applying the systematic literature review process within the software engineering domain. Journal of Systems and Software, 80, 571-583.
- [6] Biolchini et al. (2007). Scientific research ontology to support systematic review in software engineering. Advanced Engineering Informatics, 21, 133-151.
- [7] Genero, Marcela, How to Perform Systematic Reviews: Theory and Examples. Presentación realizada en Valdivia, Julio 2009.
- [8] Tobón S.(2006) Formación basada en competencias. Bogotá:EcoeEdiciones
- [9] González J. y R. Wagenaar R. (Eds.) (2003) Tuning Educational Structures in Europe. Informe Final. Fase Uno, Bilbao: Universidad de Deusto.
- [10] Hawes, G. y O. Corvalán (2005) Competencias Fundamentales en programas de formación profesional de pregrado de la Universidad de Talca. Talca: Universidad de Talca: Instituto de Investigación y Desarrollo Educacional / Programa Mecesup Tal0101.
- [11] Schmidt A.y C. Kunzmann (2006) Towards a Human Resource Development Ontology for Combining Competence Management and Technology-Enhanced Workplace Learning, orkshop on Ontology Content and Evaluation in Enterprise, Lecture Notes in Computer Science, Volumen 4278/2006.
- [12] Vas R. (2007) Educational Ontology and Knowledge Testing, The Electronic Journal of Knowledge Management, Volume 5 Issue 1, pp 123 - 130, <http://www.ejkm.com>

- [13] Bourse M, M.Harzallah, M. Leclère y F.Trichet (2002) COMMONCV: modeling the competencies underlying a Curriculum Vitae, Research Report N°02.2 IRIN , Université de Nantes.
- [14] Fuller, U et al (2007) Developing a Computer Science-specific Learning Taxonomy, ACM SIGCSE Bulletin, Volume 39 , Issue 4, 152-170
- [15] Cassel Lillian N. et al (2005) A Synthesis of Computing Concepts, ACM SIGCSE Bulletin, Volumen 37 , Issue 4, 162 – 172.
- [16] Krishna Rao M.R.K, S. Junaidu, T. Maghrabi, M. Shafique, M. Ahmed, K. Faisal (2005) Principles of Curriculum Design and Revision: A Case Study in Implementing Computing Curricula CC2001, ACM SIGCSE Bulletin archive Volumen 37 , Issue 3, 256 – 260.
- [17] Starr C.W., B. Manaris y R.H. Stalvey (2008) Bloom's Taxonomy Revisited: Specifying Assessable Learning Objectives in Computer Science, ACM SIGCSE Bulletin, Volume 40, Issue 1, 261-265.