

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE CIENCIAS
POSTGRADO EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN
OPCIÓN INGENIERÍA DE SOFTWARE



UN MODELO CON ENFOQUE ONTOLÓGICO PARA LA GESTIÓN DE CURRÍCULOS POR COMPETENCIAS

Tesis Doctoral presentada ante la ilustre Universidad Central de Venezuela
por la Msc. Milagros Migdalia Barrera Palma, para optar al título de
Doctora Scientiarum mención Ciencias de la Computación

Tutores:

Dra. Nora Montaña

Dra. Esmeralda Ramos

Caracas-Venezuela

Julio del 2018



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE CIENCIAS
COMISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

VEREDICTO



Consejo de Estudios
de Postgrado

Quienes suscriben, miembros del jurado designado por el Consejo de la Facultad de Ciencias y el Consejo de Estudios de Postgrado de la Universidad Central de Venezuela, para examinar la **Tesis Doctoral** presentada por: **M.Sc. Milagros Migdalia Barrera Palma**, Cédula de Identidad N° 12.293.337, bajo el título **"UN MODELO CON ENFOQUE ONTOLÓGICO PARA LA GESTIÓN DE CURRÍCULOS POR COMPETENCIAS"**, a fin de cumplir con el requisito legal para optar al grado académico de **DOCTOR EN CIENCIAS, MENCIÓN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**, dejan constancia de lo siguiente:

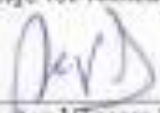
1.- Leído como fue dicho trabajo por cada uno de los miembros del jurado, se fijó el día 20 de Julio de 2018 a las 11:00 AM., para que la autora lo defendiera en forma pública, lo que ésta hizo en Auditorio "Manuel Bemporad", Escuela de Computación, Facultad de Ciencias, UCV, mediante un resumen oral de su contenido, luego de lo cual respondió satisfactoriamente a las preguntas que le fueron formuladas por el jurado, todo ello conforme con lo dispuesto en el Reglamento de Estudios de Postgrado.

2.- Finalizada la defensa del trabajo, el jurado decidió **aprobarlo**, por considerar, sin hacerse solidario con la ideas expuestas por la autora, que se ajusta a lo dispuesto y exigido en el Reglamento de Estudios de Postgrado.

Para dar este veredicto, el jurado estimó que el trabajo examinado aporta en la integración de la metodología Método de Modelado de Negocios (BMM) y las ontologías en el Modelo con Enfoque Ontológico para la Gestión de Currículos por Competencias, posibilitando una mejor ejecución de los procesos de gestión curricular.

En fe de lo cual se levanta la presente ACTA, a los 20 días del mes de Julio del año 2018, conforme a lo dispuesto en el Reglamento de Estudios de Postgrado, actuó como Coordinadora del jurado la Dra. Nora Montaño.

El presente trabajo fue realizado bajo la dirección de la Dra. Esmeralda Ramos y Dra. Nora Montaño.


Dra. Ana Vanessa Leguizamo
C.I. 13.309.245

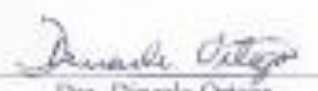
Universidad Central de Venezuela

Jurado designado por el Consejo de la Facultad


Dra. Vanessa Miguel
C.I. 5.963.553

Universidad Central de Venezuela

Jurado designado por el Consejo de la Facultad


Dra. Dinaledi Ortega
C.I. 8.611.660

Universidad de Carabobo

Jurado designado por el Consejo de Estudios de
Postgrado


Dra. Adriana Orta / C.I. 4.076.830

Universidad Politécnica del Estado Aragua
"Federico Brito Figueroa"

Jurado designado por el Consejo
de Estudios de Postgrado


Dra. Nora Montaño
C.I. 5.073.610
Universidad Central de Venezuela
Tutora



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA

NM,VM,AVL,AO,DO, julio 2018

Página 1 de 1

UN MODELO CON ENFOQUE ONTOLÓGICO PARA LA GESTIÓN DE CURRÍCULOS POR COMPETENCIAS

Msc. Milagros Barrera

Resumen. En las organizaciones educativas para lograr la formación de recurso humano, se realiza “Gestión de currículos por competencias”, moldeando un proyecto al individuo para que sea capaz de responder a tareas y problemas de su profesión. Durante esta gestión, los profesionales encuentran recomendaciones metodológicas con conocimiento voluminoso, ambiguo y polisémico, actividades complejas y poca información del contexto organizacional. Por ello, el objetivo principal de este trabajo consiste en proponer un modelo que describa de modo formal y explícito esta gestión. En este sentido, se presenta una propuesta metodológica de un enfoque ontológico con tres niveles de abstracción: contexto organizacional, procesos y conocimiento; y su aplicación en el desarrollo del modelo para la gestión de currículos por competencias, favoreciendo su comprensión, el consenso metodológico y el uso de un vocabulario común. Esta propuesta puede reutilizarse y adaptarse en cualquier contexto, proporcionando flexibilidad, generando nuevo conocimiento e innovando al producir nuevas soluciones.

Palabras claves: gestión, currículo, competencias, conocimiento, propuesta metodológica, enfoque ontológico, modelo

DEDICATORIA

A mi Señor, Jesús, quien me dio la fortaleza, la salud y la fe para
terminar este trabajo de investigación

A mis hijas Emily y Elinel, quienes me prestaron el tiempo que les
pertenecía para alcanzar esta meta. ¡las adoro con mi vida, gracias por
comprender lo importante que era para mí alcanzar este triunfo!

A mis padres, Elza y Carlos, quienes cuidaron de mis hijas mientras realizaba
mis estudios, ¡Gracias por su amor y apoyo incondicional! Sin ustedes
no hubiese podido hacer realidad este sueño. ¡los amo!

A mi esposo, Romel, quien siempre me brindó su cariño,
comprensión y paciencia para que pudiera terminar el grado. ¡Gracias gordo!

A mi tía Carmen, quien en vida siempre se sintió orgullosa de mí y ahora a pesar de la
distancia física, está feliz de mi logro como yo lo estoy. ¡Gracias tía!

A mi hermana Mayi, por su cariño y apoyo en todo momento, gracias. A toda mi familia
porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona
y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños.

A mis amigos, Glendys y Julio, quienes siempre creyeron en mí y
me brindaron su apoyo constante para que pudiera alcanzar esta anhelada meta.

A mis amigas, Gabriela y Yainally, quienes nunca
dudaron que lograría este triunfo

A todos, simplemente mil gracias!

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por ser mi guía y acompañarme en el transcurso de mi vida,
brindándome paciencia y sabiduría para culminar con éxito
mis metas propuestas.

Quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento a las Doctoras Nora Montaña y
Esmeralda Ramos, mis tutoras y principales colaboradoras durante todo este proceso,
quienes con su dirección, conocimiento, enseñanza y aportes permitieron el desarrollo de
este trabajo

Infinito es mi gratitud para los docentes del postgrado, por haber compartido sus
conocimientos a lo largo de mi preparación para el grado de Doctora, de manera especial, a
Haydemar Núñez, Eleonora Acosta, Francis Losavio, Judith Cardinales, Alfredo Mateo y
Vanessa Miguel

A la profesora Adriana Oraá, por sus sabios, precisos y oportunos consejos académicos

A mis amigos Julio Zafra y Jesús Saturno, colaboradores fundamentales en el desarrollo de
la herramienta tecnológica presentada en este trabajo de investigación

A Docky, quien durante todo el proceso de elaboración de este trabajo de investigación me
brindó amor verdadero, compañía, fidelidad y apoyo incondicional

A mi querida Universidad Central de Venezuela, por haberme brindado tantas
oportunidades y enriquecerme en conocimiento.

A todos, mi infinito agradecimiento

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	11
Objetivo General.....	15
Objetivos Específicos	15
Justificación de la investigación	16
Características de la investigación.....	16
Estructuración del trabajo	18
CAPÍTULO I. CONTEXTO DEL PROBLEMA	19
1.1. Gestión de currículos por competencias en organizaciones educativas	19
1.2. Ontologías en el contexto educativo.....	34
1.2. Ontologías en el dominio empresarial	40
CAPÍTULO II. PROPUESTA METODOLÓGICA DE UN ENFOQUE ONTOLÓGICO.....	43
2.1. Enfoque ontológico	43
2.2. Desarrollo de una propuesta metodológica de un enfoque ontológico.....	44
2.2.1. Primer nivel: Contexto organizacional	45
2.2.2. Segundo nivel: Procesos	51
2.2.3. Tercer nivel: conocimiento	54
CAPÍTULO III. UN MODELO CON ENFOQUE ONTOLÓGICO PARA LA GESTIÓN DE CURRÍCULOS BASADOS EN COMPETENCIAS	57
3.1. Consideraciones iniciales del modelo.....	58
3.2. Modelo con enfoque ontológico para la gestión de currículos por competencias... 59	
3.2.1. Sub-modelo metas de la gestión de currículos por competencias	60
3.2.2. Sub-modelo actores de la gestión de currículos por competencias	60
3.2.3. Sub-modelo reglas de la gestión de currículos por competencias.....	63
3.2.4. Sub-modelo objetos de la gestión de currículos por competencias.....	64
3.2.5. Sub-modelo procesos de la gestión de currículos por competencias	65
3.2.6. Representación del conocimiento implícito	76
3.3. Reflexiones acerca del modelo	82
CAPÍTULO IV. TÉCNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN QUE COMPLEMENTAN EL MODELO CON ENFOQUE ONTOLÓGICO PARA LA GESTIÓN DE CURRÍCULOS BASADOS EN COMPETENCIAS	83
4.1. ADUACOM Aplicación web para diseñar unidades de aprendizaje para un currículo por competencia.....	83
4.2. Las ontologías.....	90
4.2.1. Desarrollo de la ontología en el dominio de competencias.	91
4.2.2. Evaluación de las ontologías	101
4.2.3. Utilidad de las ontologías	112

CONCLUSIONES	113
Contribuciones.....	115
Publicaciones.....	116
TRABAJOS FUTUROS.....	118
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	119
ANEXO 1. METODOLOGÍA METHONTOLOGY	134
ANEXO 2. DESARROLLO DE LAS ONTOLOGÍAS EN LOS DOMINIOS DE TÉCNICAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE Y TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN.....	137
ANEXO 3: ESQUEMA DE EVALUACIÓN DE LAS ONTOLOGÍAS ÚNICAS EN UN DOMINIO	149

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Fases del Diseño Curricular Basado en Competencias	29
<i>Figura 2.</i> Estructura del enfoque ontológico propuesto	45
<i>Figura 3.</i> Especificación del proceso	52
<i>Figura 4.</i> Diagrama de actividades de un proceso del negocio	53
<i>Figura 5.</i> Sub-modelo metas de la gestión de currículos por competencias	60
<i>Figura 6.</i> Sub-modelo trabajadores de la gestión de currículos por competencias/Roles	61
<i>Figura 7.</i> Sub-modelo actores de la gestión de currículos por competencias/Roles	62
<i>Figura 8.</i> Sub-modelo objetos de la gestión de currículos por competencias	64
<i>Figura 9.</i> Cadena de valor de la gestión de currículos por competencias	66
<i>Figura 10.</i> Especificación del proceso primario “Planificación del currículo”	67
<i>Figura 11.</i> Especificación del proceso primario “Diseño del currículo”	68
<i>Figura 12.</i> Especificación del proceso primario “Implementación del currículo” ..	69
<i>Figura 13.</i> Especificación del proceso primario “Evaluación de la aplicación del currículo”	70
<i>Figura 14.</i> DA del proceso primario “Planificación del currículo”	71
<i>Figura 15.</i> DA del proceso primario “Diseño del currículo”	72
<i>Figura 16.</i> DA del proceso primario “Implementación del currículo”	73
<i>Figura 17.</i> DA del proceso primario “Evaluación de la aplicación del currículo” ...	74
<i>Figura 18.</i> Conceptos identificados en la primera fase de reuniones y entrevistas a expertos	77
<i>Figura 19.</i> Otros conceptos identificados en el contexto de la gestión de currículos por competencias.....	78
<i>Figura 20.</i> Mapa conceptual del subdominio de competencias	79
<i>Figura 21.</i> Mapa conceptual del subdominio estrategias de enseñanza y aprendizaje.....	80
<i>Figura 22.</i> Mapa conceptual del subdominio Técnicas e Instrumentos de evaluación	81
<i>Figura 23.</i> Interfaz principal de ADUACOM.....	84
<i>Figura 24.</i> Diseño de unidades de aprendizaje	85

Figura 25. Registro de unidades de aprendizaje	86
Figura 26. Selección de competencias del perfil de egreso	87
Figura 27. Selección de técnicas de enseñanza y aprendizaje	88
Figura 28. Selección de técnicas e instrumentos de evaluación	88
Figura 29. Organización de los conceptos de la ontología de competencias	94
Figura 30. Fragmento de relaciones binarias de la ontología de competencias...	94
Figura 31. Declaración de las instancias de la clase competencias específicas de la ontología de competencias.....	100
Figura 32. Resultados de aplicar el analizador sintáctico de Manchester al archivo OWL de la ontología de competencias.....	103
Figura 33. Resultado de aplicar el analizador sintáctico “SKOS Quality Checker” al archivo OWL de la ontología de técnicas de enseñanza y aprendizaje.....	103
Figura 34. Resultado de aplicar el analizador sintáctico “SKOS Quality Checker” al archivo OWL de la ontología de técnicas e instrumentos de evaluación.....	104
Figura 35. Respuesta a la pregunta de competencia seleccionada de la Ontología de Competencia	108
Figura 36. Respuesta a la pregunta de competencia seleccionada de la Ontología de Técnica de Enseñanza y Aprendizaje	108
Figura 37. Respuesta a la pregunta de competencia de la Ontología de Técnicas e Instrumentos de Evaluación	109
Figura 38. Ciclo de Vida de Methontology (Gómez-Pérez, Fernández-López y Corcho, 2004).....	134
Figura 39. Tareas de la fase de Conceptualización (Gómez-Pérez, Fernández-López y Corcho, 2004)	135
Figura 40. Organización de los conceptos de la ontología de técnicas de enseñanza y aprendizaje	140
Figura 41. Organización de los conceptos de la ontología de técnicas e instrumentos de evaluación.....	140
Figura 42. Extracto del diagrama de relaciones binarias de la ontología de técnicas de enseñanza y aprendizaje	141
Figura 43. Fragmento de relaciones binarias de la ontología de técnicas e instrumentos de evaluación.....	141

<i>Figura 44.</i> Declaración de las instancias de la clase técnica de la ontología de técnicas de enseñanza y aprendizaje	147
<i>Figura 45.</i> Declaración de las instancias de la clase técnica de la ontología de técnicas e instrumentos de evaluación.....	148
<i>Figura 46.</i> Fases del esquema de evaluación de ontologías.	151

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Ontologías para la planificación y la evaluación de los aprendizajes</i>	35
Tabla 2. <i>Ontologías en el dominio de las competencias y la gestión curricular</i> ...	37
Tabla 3. <i>Ontologías en el dominio empresarial</i>	41
Tabla 4. <i>Estructura de la propuesta metodológica del enfoque ontológico</i>	56
Tabla 5. <i>Especificación de los trabajadores de la gestión de currículos por competencias</i>	61
Tabla 6. <i>Especificación de los actores de la gestión de currículos por competencias</i>	63
Tabla 7. <i>Reglas de la gestión de currículos por competencias</i>	63
Tabla 8. <i>Requerimientos y tareas de la aplicación ADUACOM</i>	88
Tabla 9. <i>Especificación de la ontología de competencias</i>	91
Tabla 10. <i>Extracto del glosario de términos de la ontología de competencias</i>	93
Tabla 11. <i>Extracto del Diccionario de Conceptos de la ontología de competencias, desde la adaptación propuesta por Ramos (2009)</i>	95
Tabla 12. <i>Tabla de atributos de instancias de la ontología de competencias</i>	96
Tabla 13. <i>Tabla de atributos de clase de la ontología de competencias</i>	96
Tabla 14. <i>Extracto de los axiomas formales de la ontología de competencias</i>	97
Tabla 15. <i>Fragmento de la tabla de instancias de la ontología de competencias</i>	98
Tabla 16. <i>Cantidad de términos extraídos por ontología</i>	105
Tabla 17. <i>Cálculo de la precisión y recall en cada ontología</i>	105
Tabla 18. <i>Pregunta de competencia seleccionada para cada ontología para el recorrido</i>	107
Tabla 19. <i>Análisis de las ontologías</i>	110
Tabla 20. <i>Resultados del cálculo de las métricas de esquema</i>	110
Tabla 21. <i>Cálculo de la Importancia de Clases</i>	111
Tabla 22. <i>Cálculos de las métricas de base de conocimiento e interpretación de los resultados</i>	111
Tabla 23. <i>Especificación de la ontología de técnicas de enseñanza y aprendizaje</i>	137

Tabla 24. <i>Especificación de la ontología de técnicas e instrumentos de evaluación</i>	138
Tabla 25. <i>Extracto del glosario de términos de la ontología de técnicas de enseñanza y aprendizaje</i>	139
Tabla 26. <i>Extracto del glosario de términos de la ontología de técnicas e instrumentos de evaluación</i>	139
Tabla 27. <i>Extracto del Diccionario de Conceptos de la ontología de técnicas de enseñanza y aprendizaje, según la adaptación propuesta de Ramos (2009)</i>	141
Tabla 28. <i>Extracto del diccionario de conceptos de la ontología de técnicas e instrumentos de evaluación, según la adaptación propuesta por Ramos (2009)</i>	142
Tabla 29. <i>Extracto de la tabla de atributos de instancias de la ontología de técnicas de enseñanza y aprendizaje</i>	143
Tabla 30. <i>Tabla de atributos de instancias de la ontología de técnicas e instrumentos de evaluación</i>	143
Tabla 31. <i>Tabla de atributos de clase de la ontología de técnicas e instrumentos de evaluación</i>	144
Tabla 32. <i>Tabla de axiomas formales de la ontología de técnicas de enseñanza y aprendizaje</i>	144
Tabla 33. <i>Tabla de axiomas formales de la ontología de técnicas e instrumentos de evaluación</i>	145
Tabla 34. <i>Tabla de instancias de la ontología de técnicas de enseñanza y aprendizaje</i>	145
Tabla 35. <i>Fragmento de la tabla de instancias de la ontología de técnicas e instrumentos de evaluación</i>	146

INTRODUCCIÓN

La organización educativa es el espacio donde se forman integralmente a las personas a través de la enseñanza, de modo intencional y formal, transformándolas en individuos capaces de solucionar problemas y satisfacer necesidades. Altarejos, Rodríguez y Fontrodona (2003) señalan que desde el punto de vista de la finalidad, se puede decir que una organización es educativa si forma, educa; si su actividad productiva (enseñanza), su buen hacer, se orienta a suscitar en la persona un obrar feliz, una actuación ética. Si esto no sucede así, no es educativa.

La misión de toda organización educativa es pues: la formación de recurso humano. Para lograr esta formación, una de las alternativas es llevar a cabo la “Gestión de currículos por competencia”, que consta de cuatro procesos: análisis, diseño, implementación y evaluación, moldeando el proyecto educativo denominado currículo al individuo para que sea capaz de responder a las tareas que demanda su profesión y dar solución a los problemas que surgen en diferentes contextos.

.

Esta labor inicia con el análisis de algunas fuentes, tales como: los requerimientos del mundo productivo, los currículos de otras instituciones, las tareas que deben realizar los egresados, así como los problemas que deben resolver. Seguidamente, se generan los productos que conforman el currículo y que responden a los requerimientos de la sociedad: perfil de egreso, plan de estudios y unidades de aprendizaje, que luego son llevados a la práctica con los estudiantes en las aulas de clase con el apoyo de los docentes. Finalmente, se hace la evaluación del currículo, para retroalimentarlo y mantenerlo actualizado.

Durante esta labor, es indispensable que los profesionales de la gestión de currículos utilicen metodologías para tal fin, que dispongan de amplio conocimiento y suficiente experiencia para lograr un currículo adecuado a los requerimientos de las universidades y empresas. En la práctica, aun cuando los

profesionales siguen lineamientos generales (Icarte y Labate, 2016; Martínez, Díaz Barriga y Barroso, 2014; De Zubiria, 2013; Navarro y Sánchez, 2012; Schmal y Ruiz-Tangle, 2007; Chan, 2003; INACAP, 2003; INSAFORP, 2001; Gutiérrez, 2001), se encuentran con algunas dificultades durante la gestión de currículos por competencias, ocasionadas principalmente en:

1. El vocabulario voluminoso y a veces polisémico en las variadas y rigurosas recomendaciones metodológicas. Son diferentes las maneras en que se definen los conceptos en el enfoque por competencias, ocasionando ambigüedad y entorpeciendo la comunicación entre los involucrados durante la gestión del proyecto educativo.
2. Sus actividades, las cuales en ocasiones son complejas, ya que la información necesaria para que se lleven a cabo no se encuentra o no está clara, por lo que la comunidad involucrada consulta a otros profesionales, originando el uso de una información sin consenso.
3. La poca información que se tiene del contexto organizacional. Ninguna metodología toma en cuenta los objetivos de la organización educativa, los actores y sus roles, las reglas que regulan sus actividades, entre otros elementos. Conocer esta información es importante ya que influyen en la ejecución del proceso y por consiguiente, en el producto final.

En la gestión de currículos por competencias el conocimiento juega un importante rol, por lo que una especificación formal y explícita de una conceptualización consensuada del proceso y del contexto organizacional que lo rodea, podría minimizar estas dificultades. La formalidad y el carácter explícito en la especificación reducen la ambigüedad y proporcionan información relevante acerca de cómo los elementos organizacionales se relacionan entre sí e influyen en la gestión de currículos por competencias, mientras que el consenso entre los individuos que participan en el proceso mejora la comunicación y comprensión durante la gestión del currículo.

De este planteamiento, se origina la siguiente interrogante:

¿Cómo alcanzar una especificación formal y explícita de la gestión de currículos por competencias y del contexto organizacional donde se lleva a cabo, que favorezca su comprensión, el consenso metodológico y el uso de un vocabulario común, de manera tal que disminuyan los esfuerzos desarticulados y propicie el éxito del proceso?

Las ontologías son candidatas para apoyar esta especificación. Según la definición de Gruber (1993), una ontología constituye una especificación formal y explícita de una conceptualización compartida. Se dice que es *formal*, ya que contempla la organización teórica de términos y relaciones usadas como herramienta para el análisis de los conceptos de un dominio; *explícita* al referirse a la especificación de los conceptos y a las restricciones sobre estos; *conceptualización* dado que describe un modelo abstracto de un fenómeno que puede ser visto como un conjunto de reglas que restringen su estructura, expresado generalmente por un conjunto de conceptos (entidades, atributos, procesos), sus definiciones e interrelaciones (Uschold y Gruninger, 1996) y *compartida* porque captura conocimiento consensual que es aceptado por una comunidad. Garshol (2004) añade que se espera que lo representado por una ontología sea lo más semejantemente posible al mundo real (en relación con el objeto).

La Ingeniería Ontológica (IO) hace referencia al conjunto de actividades relacionadas con el proceso de desarrollo de ontologías, incluyendo métodos, lenguajes y herramientas que apoyan este proceso (Mizoguchi, 2003). Según señalan Gascuña, Fernández-Caballero y González (2005), la IO representa una alternativa para la resolución de problemas en contextos educativos relacionados con la ambigüedad en el vocabulario. Posteriormente, Álvarez y Paliotto (2010) reafirman este señalamiento al expresar que la IO ha aportado soluciones puntuales a algunos de los problemas planteados anteriormente así como a la gestión de currículos en el campo educativo, ofreciendo las siguientes ventajas:

conocimiento explícito, vocabulario estandarizado, comunicación efectiva y reusabilidad del conocimiento.

Algunos trabajos que dan evidencia de la contribución que ha brindado la IO en el contexto educativo y en particular en la gestión curricular, pueden ser agrupadas según el propósito que persiguen en:

(a) Ontologías para la planificación y la evaluación de los aprendizajes (Chung y Kim, 2016; Prado, Sánchez, y Montejano, 2016; González y Durán, 2014; Muñoz, Sandía y Páez, 2014; Magaña, Suárez y Galván, 2014; Tabares y Jiménez, 2014; Kumaran y Sankar, 2013; Litherland, Carmichael y Martínez-García, 2013; Romero, Gutiérrez y Caliusco, 2012; Oprea, 2012; Cheniti y Garlatti, 2011; Montenegro-Marin, Cueva-Lovelle, Sanjuan, y Núñez-Valdez, 2010; Kö, Gábor, Vas y Szabo, 2008; Chang, Lee, Ko y Cha, 2008; Khalidi, Bennani y Hachmoud, 2007).

(b) Ontologías en el dominio de las competencias y la gestión curricular (Bussemaker, Trokanas y Cecelja, 2016; Rodríguez y Faron, 2016; Cerón, Archundia, Beltran, Cervantes y Galindo, 2015; Mandic, Konjovic e Ivanovic, 2015; Alfaries, Al-Yahya, Chorfl y George, 2014; Paquette, 2014; Bolaños, Insuasty y Guerrero, 2013; Grubišić, Stankov y Peraić, 2013; Isotani, Mizoguchi, Capeli, Isotani, Albuquerque, Bittencourt y Jaques, 2013; Blanco-González y Ortega-González, 2012; Dexter y Davies, 2009; Chi, 2008; Sangineto, Capuano, Gaeta y Micarelli, 2008; Kontopoulos, Vrakas, Kokkoras, Bassiliades y Vlahavas, 2008; Baldoni, Baroglio, Brunkhorsr, Marengo y Patti, 2007; Vas, 2007; Schmidt y Kunzmann, 2006; Bourse, Harzallah, Leclère y Trichet, 2002).

Además de estas contribuciones, la IO ha hecho aportes en el contexto empresarial al describir la esencia del funcionamiento de una organización de manera coherente, exhaustiva, consistente y concisa, permitiendo abordar los problemas actuales y futuros del desafío empresarial (Carvalho y Almeida, 2015; Upward y Jones, 2015; Santos, Almeida y Guizzardi, 2013; Kim y Suh, 2010;

Filipowska, Hepp, Kaczmarek y Markovic, 2009; Dang, Hedayati, Hampel, Toklu, 2008; Hepp y Roman, 2007).

En vista de que la IO representa una alternativa para la resolución de problemas en estos contextos y dada la importancia de gestionar adecuadamente un currículo por competencias, se ha definido como objetivo principal de este trabajo de investigación:

Objetivo General

Construir un modelo con un enfoque ontológico que especifique de modo formal y explícito la gestión de currículos por competencias y su contexto organizacional, favoreciendo su comprensión, el consenso metodológico y el uso de un vocabulario común

Para lograr este objetivo, es necesario que los siguientes objetivos específicos se cumplan:

Objetivos Específicos

- Describir la gestión de currículos por competencia en organizaciones educativas, desde la perspectiva de procesos de negocios
- Analizar en qué aspectos de la gestión de currículos por competencias es necesario una especificación formal y explícita
- Desarrollar una metodología de un enfoque ontológico para especificar de modo formal y explícito un fenómeno, tomando como referencia el análisis anterior
- Aplicar la metodología desarrollada en el contexto de una organización educativa para construir un modelo asociado a su gestión de currículos por competencias

Justificación de la investigación

Se espera que el resultado de esta investigación permita expresar en la práctica la especificación formal y explícita de los elementos teóricos propios de la gestión de currículos por competencias, mediante un modelo con enfoque ontológico que pretende generar soluciones puntuales a la necesidad de estandarizar el vocabulario, consensuar las visiones metodológicas y describir el contexto organizacional (objetivos, actores y roles, reglas, entre otros elementos de relevancia) donde se lleva a cabo, por lo que representa un aporte importante para las organizaciones educativas, en este caso las universidades. Asimismo, este modelo servirá de referencia a otras organizaciones educativas como escuelas, liceos y academias, entre otras, que requieran hacer gestión de sus proyectos educativos.

Desde el punto de vista metodológico, se establece una propuesta que permitirá orientar el desarrollo de una especificación formal y explícita de los fenómenos que ocurren en cualquier organización. Esta especificación incluye el contexto organizacional que lo rodea, los procesos y el conocimiento implícito.

Características de la investigación

Para lograr los objetivos propuestos, toda investigación se fundamenta en un marco metodológico, el cual según Finol y Camacho (2008) hace referencia a como se realizará el estudio, muestra el tipo y diseño de la investigación, población, muestra, técnicas e instrumentos para la recolección de datos, validez y confiabilidad y las técnicas para el análisis de datos. El tipo de investigación señala el nivel de profundidad con el cual el investigador aborda un estudio y el diseño es la estrategia que adopta para abordarlo.

El tipo de la presente investigación se enmarca bajo la modalidad de proyecto factible que consiste en la elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de

organizaciones o grupos sociales (UPEL, 2006). Con base en esta modalidad, la investigación se orienta hacia un diseño de campo y se apoya en un diseño bibliográfico.

En atención al tipo y diseño de la investigación, se introdujeron tres fases en el presente trabajo. En la primera de ellas, se hizo un diagnóstico de la situación existente en la realidad objeto de estudio. Durante el diagnóstico, se llevó a cabo una revisión bibliográfica en el contexto del proceso de gestión de currículos por competencias, así como reuniones con los profesionales involucrados en este proceso. Para el manejo de las fuentes documentales, se utilizó la técnica del subrayado, análisis de contenido, citas bibliográficas, presentación de tablas y figuras, entre otros. Durante las reuniones con expertos de la gestión de currículos por competencias, se empleó por una parte, la técnica de la entrevista con el propósito conocer acerca de su experiencia y descubrir el vocabulario que emplean los profesionales en su quehacer diario; y por la otra, la técnica de mapas conceptuales para representar los términos y sus relaciones de este vocabulario.

Con base en los resultados arrojados en el diagnóstico, se pone en evidencia por una parte, la necesidad de estandarizar el vocabulario y consensuar las distintas visiones metodológicas; y por la otra, conocer explícitamente el contexto organizacional que rodea la gestión de currículos por competencias

En la segunda fase y atendiendo a los resultados del diagnóstico, se desarrolló una propuesta metodológica de un enfoque ontológico para alcanzar una especificación formal y explícita de algún fenómeno en un dominio específico. Esta propuesta se fundamenta en los siguientes niveles de abstracción: contexto organizacional, procesos y conocimiento implícito. El Modelado de Negocios de Montilva y Barrios (2004) y la metodología Methontology para el desarrollo de ontologías (Gómez-Pérez, Fernández-López y Corcho, 2004), fueron las recomendaciones metodológicas utilizadas para el desarrollo de los niveles de la propuesta.

Seguidamente y a partir de la propuesta desarrollada, se elaboró un modelo con un enfoque ontológico para representar el contexto organizacional, el proceso y el conocimiento implícito de la gestión de currículos por competencias. Finalmente, se hicieron revisiones y modificaciones sobre esta representación hasta llegar al modelo definitivo que se describe en el tercer capítulo de este documento.

Estructuración del trabajo

Este documento se encuentra estructurado de la siguiente manera: en el Capítulo I se presenta el contexto del problema y la descripción general de la gestión de currículos por competencias en las universidades, conjuntamente con una revisión de los conceptos currículo, competencia, currículos por competencias y gestión curricular por competencias. Seguidamente, se muestran algunas contribuciones de la Ingeniería Ontológica en el contexto educativo y empresarial. Para finalizar, se presentan las conclusiones de esta revisión bibliográfica.

En el Capítulo II, se describe una propuesta metodológica para desarrollar un enfoque ontológico que alcanza una especificación formal y explícita de una conceptualización compartida de un fenómeno en algún dominio, en tres niveles de abstracción: contexto organizacional, procesos y conocimiento implícito. Basado en esta propuesta, se muestra en el Capítulo III un modelo con enfoque ontológico que describe de modo formal y explícito la gestión de currículos por competencias; se incluyen algunas consideraciones iniciales, la presentación del modelo y las reflexiones que la autora hace del modelo propuesto. En el Capítulo IV, se presentan las tecnologías de información y comunicación que complementan el modelo descrito en el Capítulo III. Finalmente, se formulan las conclusiones alcanzadas en esta investigación y se presentan propuestas para el desarrollo de trabajos futuros.

Capítulo I. CONTEXTO DEL PROBLEMA

El presente capítulo tiene como propósito presentar una descripción general de la gestión del currículo por competencias en organizaciones educativas. Se hace una revisión de los conceptos currículo, competencia, currículos por competencias y gestión curricular. Seguidamente, se exhiben algunas contribuciones de la Ingeniería Ontológica en el contexto educativo y empresarial, finalizando con las conclusiones de esta revisión.

1.1. Gestión de currículos por competencias en organizaciones educativas

Las organizaciones educativas tienen como propósito fundamental la formación de individuos capaces de solucionar problemas y satisfacer necesidades, empleando para ello un proyecto educativo denominado currículo, que hace viable y le da coherencia a cada una de las acciones que se llevan a cabo para lograr esta formación. El contexto que rodea a este proyecto, incluye algunos términos que bien vale la pena comprender antes de avanzar en el presente trabajo de investigación. A continuación, se presentan algunas definiciones de currículo, competencias, currículo por competencias y gestión curricular.

Currículo

A modo de referencia, se presentan un conjunto de definiciones que ilustran, en parte, los conceptos asociados al currículo. Por ejemplo, la UNESCO (1958), lo define como el conjunto de experiencias, actividades y materiales, métodos de enseñanza y otros medios empleados por el profesor o tenidos en cuenta por él, en el sentido de alcanzar los fines de la educación. Para Stenhouse (1988), el currículo es como una tentativa para comunicar los principios y rasgos esenciales de un propósito educativo, de forma tal que permanezca abierto a discusión crítica y pueda ser trasladado efectivamente a la práctica. Grundy (1987) indica que el currículo no es un concepto, sino una construcción cultural, pues no se trata de un

concepto abstracto que tenga algún tipo de existencia fuera y previamente a la experiencia humana, más bien es un modo de organizar una serie de prácticas educativas.

Un concepto más elaborado lo aporta Coll (1992), al referir que el currículo es un proyecto que preside las actividades educativas escolares, precisa sus intenciones y proporciona guías de acción adecuadas y estilos para los profesores que tienen la responsabilidad directa de su ejecución. Para este autor, el currículo aporta informaciones concretas sobre qué enseñar, cuándo enseñar, cómo enseñar, y qué, cómo y cuándo evaluar. En otra posición, Casarini (1999) señala que el currículo no es sólo un proyecto, pues abarca también la dinámica de su realización, incluyendo desde la fundamentación hasta las operaciones que lo ponen en práctica, sostenidas por una estructura académica, administrativa, legal y económica.

En términos generales, el currículo especifica los resultados que se desean obtener del aprendizaje, los cuales deben estar estructurados previamente; de esta manera hace referencia a los fines como resultados del aprendizaje y sostiene que el currículo no establece los medios (las actividades y los materiales) sino los fines (Díaz-Barriga, Lule, Pacheco, Saad y Rojas, 1995). Una década después, González (2006) contrastó con la definición anterior al indicar que el currículo hace referencia a la planeación de los fines educativos y de los medios que se disponen para obtener dichos fines, entendiéndose por medios los componentes del diseño curricular que son necesarios para el desarrollo de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Desde cualquier perspectiva, el currículo acaba entonces en una práctica pedagógica, siendo la expresión de la función social y cultural de la institución escolar, es el cruce de prácticas diferentes y se convierte en configurador, a su vez, de la práctica pedagógica en las aulas (Gimeno, Pérez, Martínez, Torres, Angulo y Álvarez, 2008). Y en un sentido más filosófico, autores como Inciarte y Canquiz (2011), establecen que existe una racionalidad entre el discurso explícito

y la práctica pedagógica. Al respecto, señalan que el currículo puede verse como un Proyecto Educativo, es el eslabón entre la teoría educativa y la práctica pedagógica, entre lo que se afirma que debe ser la educación y lo que finalmente es.

De esta revisión bibliográfica, se deduce que la palabra currículo es polisémica, tiene varios significados relacionados entre sí. Algunas definiciones son muy generales y vagas, otras, muy específicas y puntuales. En líneas generales, la concepción del currículo, está vinculado a la función social de la educación, a los fines y medios pedagógicos, a los planes de estudio, a los procesos de enseñanza y aprendizaje, a las actividades y los materiales, a los métodos de enseñanza, a la organización de las prácticas pedagógicas, a la relación entre la teoría educativa y práctica pedagógica, a los procesos curriculares, a los fines de la educación, a la estructura (académica, administrativa, legal y económica) donde se pone en práctica, entre otros. Aunque se conceptualice sobre el currículo, es complejo definirlo.

Sin importar el matiz, el currículo hace viable y le da coherencia a cada una de las acciones que se lleven a cabo para responder al contexto, la realidad social y sus necesidades, a partir de la formación integral del individuo. Una vez que se ha hecho mención de los conceptos aportados por varios autores sobre currículo, se centra ahora el análisis en el currículo por competencias en la educación superior. Al respecto, se puede mencionar que las demandas de la sociedad actual, que implican una utilización de los nuevos saberes en pro de una calidad de vida mejor, compromete a las universidades a vincular más sus programas académicos con el sector productivo y a organizar los aprendizajes, de modo que resulten relevante para la incorporación eficiente de sus egresados en el campo laboral (González, 2006).

Las competencias

En el campo educativo, la noción de competencia también es un concepto polisémico. Díaz Barriga (2014), señala que no existe una definición consensuada del término, menos una perspectiva unificada respecto a cómo se aprenden, enseñan y evalúan las competencias, cuestión que se complejiza si se añade el asunto de los contenidos, las disciplinas y profesiones, los niveles y contextos educativos. Algunas aproximaciones del concepto, se presentan a continuación:

Las competencias son complejas capacidades integradas, en diversos grados, que la educación debe formar en los individuos para que puedan desempeñarse como sujetos responsables en diferentes situaciones y contextos de la vida social y personal, sabiendo ver, hacer, actuar y disfrutar convenientemente, evaluando alternativas, eligiendo las estrategias adecuadas, y haciéndose cargo de las decisiones tomadas (Cullen, 1997). Y según Gómez de Erice y Zalba (2003), algunas se adquieren por la simple experiencia de vida y otras exigen el trabajo pedagógico formal. Se trata de un saber y un saber hacer que, de modo espiralado, se va construyendo a lo largo de la vida y comprende diversos aspectos de la acción humana.

Posada (2004) añade que el “saber hacer”, requiere de conocimiento (teórico, práctico o teórico-práctico), afectividad, compromiso, cooperación y cumplimiento, todo lo cual se expresa en el desempeño, también de tipo teórico, práctico o teórico-práctico. Esto significa que frente a una situación dada, el profesional posee los conocimientos requeridos, la capacidad y las habilidades para solucionar ciertos problemas, es decir, tiene las competencias para actuar eficaz y oportunamente en su ámbito laboral. (Larraín y González, 2006).

En otros casos, la noción de competencia remite a delimitar la sumatoria de una serie de conocimientos, habilidades y actitudes, supuestamente integrales, pero que al momento de traducirse en programas de estudios concretos y, sobre todo, en formas e instrumentos de evaluación, vuelve a privilegiar los primeros en

detrimento de los dos últimos y no logra establecer su articulación (Moreno, 2015). Según el Diccionario de la Real Academia Española, competencia es la pericia, aptitud, idoneidad para hacer algo o intervenir en un asunto determinado.

Como se observa, no existe una única definición para competencia aunque es conceptualizada por muchos autores. Asimismo, se puede encontrar en la literatura diferentes tipos de competencias que son clasificadas de distinta manera por diversos autores. Las que alcanzan el mayor grado de consenso son:

- a) Las competencias básicas (instrumentales), que son las asociadas a conocimientos fundamentales y se adquieren en la formación general. Entre estas competencias están la habilidad para la lecto-escritura, la comunicación oral y el cálculo.
- b) Las competencias genéricas (transversales), que se relacionan con los comportamientos y actitudes de labores propias de diferentes ámbitos de producción. Entre estas competencias están, por ejemplo, la capacidad para trabajar en equipo, la capacidad de planificación, la habilidad para negociar, etc.
- c) Las competencias específicas (especializadas o técnicas), que tienen relación con aspectos técnicos directamente vinculados con la ocupación y que no son tan fácilmente transferibles a otros contextos laborales.

Currículo por competencias en organizaciones educativas

Producto de las transformaciones e innovaciones que ha habido en las sociedades en las últimas décadas, algunas como resultado del cambio producido por la incorporación de las tecnologías a todos los ámbitos de la vida personal y social, ha nacido el debate curricular, ya que los problemas que la realidad plantea son globales y transversales, lo cual exige un currículo dinámico donde se aprende

haciendo, quedando obsoletos los currículos estáticos y cerrados que establecen una educación basada en la mera acumulación de conocimientos con saberes fraccionados.

Un caso particular de las organizaciones educativas son las universidades, quienes tienen un gran reto: la formación de recurso humano, pues cada día la sociedad demanda con más fuerza la formación de profesionales capaces de integrarse con éxito en el mercado de trabajo y de resolver efectivamente los problemas de la práctica profesional. Este reto ha producido en las universidades la apremiante necesidad de revisar críticamente las diferentes maneras de realizar docencia y transformar sus procesos de formación de profesionales.

Esta revisión crítica ha significado la evolución 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, habilidades y valores. De un docente y un estudiante a los que todo se les prescribía y controlaba, se pasó a defender y revindicar sus concepciones, intereses e ideas, de manera que el estudiante pueda responder al contexto, a la realidad social y a sus necesidades.

Un ejemplo importante de este cambio de paradigma son los currículos por competencias y con ellos, el proceso de formación que se deriva. Villa y Poblete (2011) comentan que estos currículos permiten establecer las competencias que se consideren necesarias en el mundo actual, las cuales deben ser determinadas por las organizaciones educativas con la participación de las empresas y profesionales.

En este escenario, los currículos por competencias, han surgido con la finalidad de preparar al individuo para que sea capaz de responder a las tareas que demanda su profesión y dar solución a los problemas que surgen en diferentes contextos. Catalana, Avolio y Sladogma (2004) señalan que este currículo se elabora a partir de los desempeños esperados de una persona en un área ocupacional, para resolver los problemas propios de su rol profesional.

Estos desempeños esperados de una persona en un área ocupacional determinan el perfil de egreso de un estudiante, el cual es definido por Hawes y Troncoso (2007) como la descripción de los rasgos y competencias propios de un profesional que se desempeña en el ámbito de la sociedad, en campos que le son propios y enfrentando los problemas, movilizand o diversos saberes y recursos de redes y contextos, capaz de dar razón y fundamentación de sus decisiones, y haciéndose responsable de sus consecuencias

Un currículo diseñado bajo el enfoque de competencias, modifica los puntos de vista convencionales sobre la forma de aprender y enseñar, pues el aspecto central es el desarrollo de las posibilidades que tiene cualquier individuo, mediante fórmulas de saber y de saber hacer contextualizadas y no la acumulación de conocimientos (Rué, 2002). Con este enfoque se pretende potenciar las capacidades naturales de los seres humanos, el pensar, sentir, actuar y trascender; además permite la formación y mejora de competencias integrales: valores, conocimientos, habilidades y destrezas para transformarse a sí mismo y ayudar a la transformación social y cultural; mientras que los currículos tradicionales se centran en la acumulación de conocimientos con carácter enciclopédico; los protagonistas son los profesores y los alumnos desempeñan un papel marcado por la pasividad; y por lo general, no es muy clara la relación entre los conocimientos desarrollados y la realidad social y productiva a la cual se envían los egresados (González, 2006).

En general y según reporta la literatura revisada, la transformación de las propuestas curriculares utilizando el enfoque basado en competencias de las carreras universitarias, ha tenido un amplio desarrollo en los últimos años. De maneras muy distintas, las diversas universidades han iniciado esta transformación, algunas de ellas lo han hecho de forma global en todas sus carreras, comenzando por la reformulación de los currículos y avanzando en la transformación del proceso educativo bajo la orientación de los nuevos currículos ya formulados. En otras, el proceso ha sido contrario, particular a cada carrera e

impulsando primero los cambios en las prácticas docentes, para luego pausadamente abordar la reformulación del currículo.

Esta transformación curricular no ha estado exenta de discusiones y dificultades propias de un proceso de cambio. El desarrollo de propuestas curriculares basadas en competencias junto a la práctica docente que se deriva de estos currículos, han puesto en evidencia un problema no vislumbrado: consensuar distintas visiones metodológicas, vocabularios e incluso conceptualizaciones del currículo, de su implementación y seguimiento, es decir, del propio proceso de gestión curricular.

Gestión curricular por competencias

Tradicionalmente, el término gestión se ha relacionado directamente con el de administración, específicamente la Real Academia Española (RAE) cuando hace referencia a este término lo describe como la acción y la consecuencia de administrar o gestionar algo. Los autores Koontz y Weihrich (2004), señalan que la gestión es el proceso de diseñar y mantener un ambiente en que los individuos, trabajando juntos en los grupos, logran los objetivos seleccionados eficazmente. Por su parte, Mora (2003) plantea que la gestión es el conjunto de diligencias que se realizan para desarrollar un proceso o para lograr un producto determinado. Y según Ramírez (2005), estas diligencias conducen al logro de unos objetivos.

El término “gestión” ha evolucionado, Martínez (2005) señala que éste tiene relación estrecha con el término inglés *Management*, el cual fue traducido inicialmente al español como administración y ahora es entendido como gestión de organizaciones, referida al “conjunto de conocimientos modernos y sistematizados en relación con los procesos de diagnóstico, diseño, planeación, ejecución y control de las acciones teológicas de las organizaciones en interacción con un contexto social orientado por la racionalidad social y técnica”.

De esta forma, la gestión supone un conjunto de acciones que implican una buena práctica en la que se organizan y combinan los recursos necesarios para resolver

un asunto, ejecutar un proceso o administrar una organización, de manera que los individuos involucrados trabajen de forma eficaz y articulada, para lograr los objetivos y obtener los resultados esperados.

Desde esta perspectiva, la gestión curricular es la capacidad de planear y poner en marcha el proyecto educativo de la institución, a partir de la definición de qué se debe enseñar y qué deben aprender los estudiantes. Para Ibarra (2002), la gestión de un proyecto educativo hace referencia a cinco fases de trabajo que son interdependientes: planeación, diseño curricular, instrumentación del currículo, operación y evaluación curricular. Este proceso es concebido como el conjunto de fundamentos teóricos-metodológicos que estructuran la orientación del proyecto educativo de las diversas profesiones.

Para Hernández (2002), la gestión curricular se vincula con los procesos de planeación, administración, implementación y evaluación; así mismo, da cuenta de la operatividad y sus condiciones. En consecuencia, la gestión curricular constituye un aspecto de vital importancia, en tanto que permite garantizar desde una apropiada planeación el logro de los resultados esperados. Durante la gestión, se especifican las características del currículo, las cuales se van a materializar en el diseño; para luego ser implementado y finalmente evaluado, proceso éste que conduce a la continua perfección del currículo diseñado y por consiguiente del quehacer académico.

Durante la revisión bibliográfica, se observó que la gestión curricular en algunas ocasiones es denominada diseño curricular y en otras, planeación del currículo. Estas visiones disímiles requieren de un consenso del vocabulario para pensar colectivamente, reducir esfuerzos desarticulados y llevar a cabo con éxito esta gestión. Independientemente de la visión, la gestión sigue metodologías que definen un conjunto de pasos para crear el proyecto educativo mediante el cual se establecen los objetivos y metas por alcanzar, los procedimientos necesarios para lograrlos y los recursos que se requieren para que el proyecto sea operativo (Fonseca y Pereira, 2011). Además, se requiere poseer amplio conocimiento,

suficiente experiencia y claridad en los roles que asumen los involucrados durante la gestión.

Son muchas las metodologías propuestas para llevar a cabo esta gestión. Particularmente, la gestión de currículos por competencias se ha transformado en una tendencia dominante a nivel mundial. Ejemplo de ello es el Proyecto Europeo Tuning (2003) que hace un gran esfuerzo por ajustar los currículos para dar respuesta a los desafíos emergentes de escenarios sociales cada vez más complejos y demandantes de la enseñanza superior. Asimismo, el Proyecto Tuning de América Latina se planteó nuevos objetivos en estos escenarios y siguió una metodología de trabajo propia. Después de haber revisado las recomendaciones metodológicas que sugieren estos proyectos y otras como las propuestas por: Icarte y Labate (2016), Martínez, Díaz Barriga y Barroso (2014), De Zubiria (2013), Navarro y Sánchez (2012), De Zubiria (2013), Schmal y Ruiz-Tangle (2007), Chan (2003), INACAP (2003), INSAFORP (2001) y Gutiérrez (2001), la gestión de currículos por competencias (GCC) en líneas generales, se basa fundamentalmente en las siguientes fases: (1) Análisis, (2) Diseño, (3) Implementación y (4) Evaluación (Barrera, Montaña y Ramos, 2012).

La Figura 1 describe un proceso iterativo basado en estas cuatro fases, inicia con la fase de análisis y termina con la fase de evaluación, tiene como entrada: los requerimientos del mundo productivo, los planes de estudios de otras instituciones, las tareas que debe realizar y los problemas que debe resolver el egresado; y como salida el currículo. Es importante mencionar, que si bien el currículo es el producto final, durante esta gestión se generan productos parciales que forman parte del currículo, tales como: el perfil de egreso, el plan de estudios y las unidades de aprendizaje, entre otros. La descripción de cada una de las fases mencionadas, se presenta a continuación:

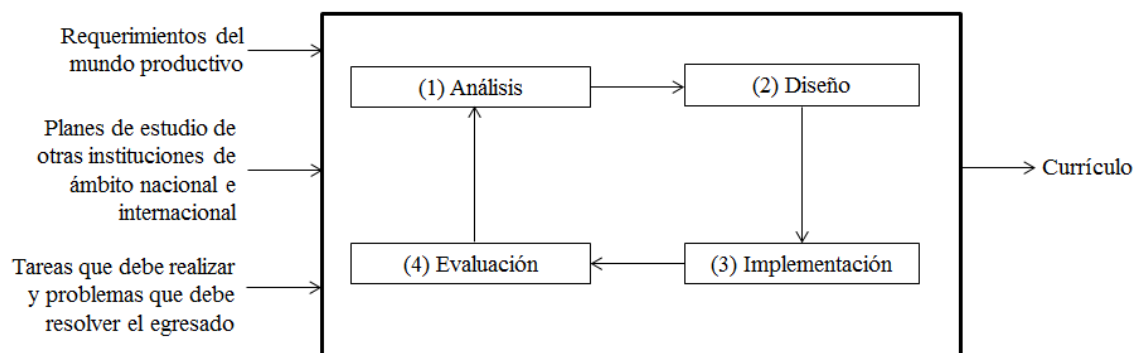


Figura 1. Fases de la gestión de currículos por competencias

Fase de Análisis: esta fase considera dos ámbitos de análisis e investigación previa: fuentes internas y externas. El análisis de fuentes internas consiste en conocer el plan estratégico de la institución (misión, objetivos y principios), reglamentos y normativas, así como el proyecto curricular por el cual se rige. Además, se examinan los currículos previos de la carrera universitaria para determinar sus fortalezas y desatinos, respecto a los requerimientos sociales y empresariales. Por otra parte, para el análisis de fuentes externas, los programas o modelos educativos de otros países o centros educativos semejantes, como el Proyecto Tuning Europeo (2003) y el Proyecto Tuning Latino (Larraín y González, 2007), son tomados como referencia para establecer un análisis comparativo de dichos planes y apoyar el diseño curricular de la propia institución. Conjuntamente, se realiza una caracterización general de la profesión respecto a las tareas que pueden llevar a cabo los egresados, así como los problemas que deben estar en capacidad de resolver. Y se considera fundamentalmente el análisis de factibilidad en base a aspectos de índole financiero, recurso humano, infraestructura, entre otros.

Fase de diseño: consiste de varias actividades, la primera de ellas se refiere a establecer el perfil de egreso con las competencias específicas y genéricas que van a adquirir los estudiantes, reflexionando sobre la particularidad de la profesión, y la revisión de expectativas y requerimientos del campo laboral. Asimismo, se medita sobre la articulación de estas competencias con problemáticas de los

diferentes contextos de la sociedad. La siguiente actividad consiste en derivar, a partir de las competencias específicas, las habilidades (destrezas) y valores (actitudes), componentes que establecen de manera precisa tareas concretas. Inmediatamente, se valida con los profesionales el perfil de egreso construido. Las habilidades son aptitudes innatas que ostenta una persona para llevar a cabo con éxito, determinada actividad, trabajo u oficio; mientras que los valores son los comportamientos que emplea un individuo para llevar a cabo esta actividad, trabajo u oficio

Seguidamente, se elabora el plan de estudios, un producto en el cual se indican las unidades de aprendizaje que van a posibilitar la adquisición de las competencias descritas en el perfil de egreso. Las unidades de aprendizaje son los planes de formación que tienen la responsabilidad de promover la adquisición de una o varias competencias específicas y/o genéricas, con una determinada asignación de créditos, y una planeación sistemática de experiencias de aprendizaje y de técnicas de evaluación. Al mismo tiempo, las unidades de aprendizaje estarán enmarcadas por líneas de formación.

La representación gráfica del plan de estudios se denomina malla curricular y permite identificar en qué espacio o momento se encuentra una determinada unidad de aprendizaje, una materia, o un saber, respecto a la totalidad de un plan de estudios (Chan, 2005). Identificadas las unidades de aprendizaje, lo siguiente es establecer entre ellas una secuencia lógica en el tiempo en base a un criterio de precedencia.

Posteriormente, se sigue con el diseño de cada unidad de aprendizaje. Esto implica por una parte, establecer las competencias específicas y/o genéricas que los estudiantes van a adquirir; y por la otra, las técnicas de enseñanza y aprendizaje más adecuadas, los saberes fundamentales y las técnicas de evaluación, que se utilizarán para la adquisición de estas competencias. Igualmente, se determinan qué otras competencias necesitan ser reforzadas aun cuando es otra unidad de aprendizaje la responsable de su adquisición.

Las técnicas de enseñanza y aprendizaje son las actividades que el docente planea y realiza para facilitar el proceso de construcción del conocimiento en los estudiantes. Para obtener evidencias de los desempeños de los estudiantes en este proceso de construcción, los docentes utilizan herramientas denominadas técnicas de evaluación. Al finalizar, se obtiene un documento denominado currículo que reúne los productos obtenidos en cada actividad de esta fase.

Las propuestas curriculares por competencias se sustentan en un perfil de egreso que incluye un conjunto de competencias y un plan de estudios con sus correspondientes unidades de aprendizaje, que prescribe las finalidades, saberes y acciones que son necesarias para su ejecución.

Fase de implementación: realizada básicamente por docentes y educandos, sin dejar a un lado la participación de los administradores del currículo en el proceso educativo. Esta fase sugiere llevar a las organizaciones educativas y sus aulas la práctica de lo establecido en el diseño curricular. Según Ibarra (2002) la ejecución del currículo recae fundamentalmente en los profesores, quienes tienen la responsabilidad de intervenir en los procesos educativos; por su parte el personal administrativo cumple una función de apoyo orientada hacia la adecuada aplicación de lo planeado.

Esta fase también implica la sensibilización de tal forma que cuando se dé inicio a la práctica todos los involucrados: directivos, docentes, representantes y estudiantes sean conocedores de los alcances del nuevo currículo, su importancia y pertinencia, garantizando así, que su incorporación sea aceptada y puesta en marcha de manera adecuada. Es fundamental, que el acompañamiento, la formación del talento humano y las condiciones estén dados para llevar a la realidad dicho diseño curricular y garantizar así su viabilidad.

Por otra parte, es indispensable procurar la integración y unificación del proyecto curricular y su puesta en marcha, ya que en ocasiones existe disociación entre la

planificación y la ejecución, entre lo contemplado en los planes de estudio y lo que los educandos viven como experiencias de aprendizaje, ello pudiera deformar la concepción de educación que asumió la institución y por ende el currículo (Fonseca y Pereira, 2011).

Fase de evaluación: La evaluación curricular sugiere la atención del desempeño de sus involucrados, los recursos, el plan de estudios, la infraestructura, entre otras cosas. Esta fase es fundamental para garantizar la flexibilidad, contextualización y adaptabilidad del currículo, por ello se debe indicar en forma explícita en el documento curricular: como, cuando y quienes, van a desarrollar el proceso de evaluación y de acompañamiento para sus ajustes permanentes y pertinentes generando la toma de decisiones adecuadas.

Vílchez (2005) señala que la evaluación curricular es un proceso participativo de delinear, obtener y analizar información útil para contrastarla con un patrón determinado, a fin de juzgarlo y tomar decisiones respecto a la concepción, estructura, funcionamiento y resultados del currículo. De allí se desprende que siendo el currículo la médula de la acción docente, su evaluación juega un papel preponderante en la retroalimentación para mantenerlo actualizado en función de las necesidades propias del sistema educativo y de la sociedad.

La evaluación curricular planteada por este autor es una concepción amplia, porque implica la necesidad de aplicar tres tipos de evaluación: 1) *Externa*, abarca las fuentes y los perfiles curriculares, examina si las finalidades del currículo son pertinentes con el momento y las circunstancias sociales que contextualizan el plan de estudio. 2) *Interna*, revisa la coherencia entre contenidos y estrategias y la consistencia de éstos con los perfiles académicos. 3) *De impacto*, pretende revisar la acción y los resultados del currículo en sus aspectos formativo y sumativo reflejado en los actores objeto de evaluación. Cuando se examina la acción, los actores que suministran la información son los educandos y personal docente (aspecto formativo); cuando se revisan los resultados de la educación, los protagonistas que aportan la información son los egresados y los cambios

suscitados en el entorno que pueden ser atribuidos al proceso de enseñanza (aspecto sumativo). En definitiva, la evaluación del currículo se diseña para que adquiera vida en los educandos y docentes; por lo tanto la evaluación del diseño curricular, ejecución y resultados de la educación es la auténtica evaluación curricular.

Es importante comprender los escenarios que se crean producto de las interacciones de los involucrados en la gestión de currículos por competencias. En este sentido, algunos involucrados pueden estar haciendo gestión curricular sin luego llevar a cabo la implementación del currículo en su propia organización educativa o éstas pueden implementar un currículo sin haber participado en la gestión del mismo.

Finalmente, se han descrito las fases de la gestión de currículos por competencias, para las que se requiere amplio conocimiento y suficiente experiencia por parte de los profesionales involucrados, ya que con frecuencia enfrentan las siguientes dificultades: en primer lugar, el vocabulario en las variadas y rigurosas recomendaciones metodológicas es voluminoso y a veces polisémico; además, involucra muchas actividades que en ocasiones son complejas, ya que la información necesaria para que se lleven a cabo no se encuentra o no está clara, por lo que los involucrados consultan a otros profesionales, originando el uso de una información sin consenso, tal es el caso de la migración de currículos basados en contenidos a currículos basados en competencias, el cual no es un proceso lineal. Aristimuño (2004) señala que gran parte de la complejidad está en que el paso de la adquisición de un conjunto de conocimientos al dominio de una competencia, no es algo lineal y es un procedimiento poco conocido para la mayoría de los docentes, quienes están inmersos en el escenario de los contenidos.

Y en segundo lugar, existe poca información acerca del contexto organizacional donde se ejecuta esta gestión, ninguna metodología la considera y conocer explícitamente los objetivos que persigue, los actores involucrados, las reglas que lo regulan sus actividades, entre otros elementos de relevancia, es importante ya

que influyen en la ejecución del proceso y en el producto final. Valenzuela, Schmitz y Soltero (2006) señalan que en las organizaciones actuales el elemento humano ha adquirido una gran relevancia. La clave actual del progreso de las empresas está en el conocimiento de la organización, y éste, está contenido en las mentes de las personas que trabajan en ella y que con su aplicación contribuyen a la prosperidad de ambos. En este sentido es importante que los distintos grupos o equipos que conforman la organización, tengan la habilidad de aprender unos de otros y contribuir colectivamente a la solución de los problemas diarios, identificando a la vez nuevas oportunidades de negocio que permitan sobrevivir a la organización.

En la gestión de currículos por competencias el conocimiento juega un importante rol. Una especificación formal y explícita de una conceptualización consensuada de este conocimiento, podría ser una solución a estas dificultades.

1.2. Ontologías en el contexto educativo

La Ingeniería Ontológica (IO) es un campo que impulsa la visión semántica de la información y comprende desde un conjunto de actividades para desarrollar ontologías hasta las metodologías, herramientas y lenguajes necesarios para este desarrollo. 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.

La investigación en el campo de la IO reportada en el contexto educativo, ha sido activa y con objetivos ambiciosos (Sánchez y Lama, 2007). Algunas contribuciones que destacan de manera particular, hacen referencia a ontologías para la planificación de los aprendizajes; otras conceptualizan el conocimiento embebido en la evaluación del proceso educativo. La Tabla 1 describe brevemente algunas de estas contribuciones:

Tabla 1*Ontologías para la planificación y la evaluación de los aprendizajes*

AUTOR	PRODUCTO OBTENIDO/ CONCLUSIONES RELEVANTES
Chung y Kim (2016)	Un modelo de plan de estudios personalizado basado en el análisis y evaluación de estándares de logro Este modelo se basa por una parte, en una ontología que incluye conceptos como currículo, plan de estudios, estándares de logro y temas de aprendizaje. Representa lo que tiene que ser estudiado y alcanzado por los estudiantes. Por otra parte, consta de un algoritmo que mide el progreso de los estudiantes y calcula las puntuaciones de logro en las actividades de aprendizaje. Con este modelo, los estudiantes pueden descubrir su aprendizaje y seleccionar las unidades de aprendizaje para estudiar nuevamente.
Prado, Sánchez, y Montejano (2016)	Ontologías para entornos personalizados de aprendizaje. Este proyecto se encuentra en su etapa inicial. Su objetivo es representar mediante ontologías el conocimiento relacionado con los entornos personalizados de aprendizaje (EPAs) conforme a las necesidades educativas locales para el nivel de conocimiento de un alumno, sus preferencias, y las estrategias de aprendizaje adecuadas a él. Las ontologías permitirán inferir respuestas según determinados parámetros, y a un conjunto de axiomas que hacen explícita la teoría detrás de la personalización del aprendizaje. Las respuestas se materializarán, por ejemplo, como sugerencias de actividades, tareas, o experiencias que apunten a motivar a un alumno en particular.
González y Durán (2014)	Ontología genérica en el dominio de perfiles de estudiantes. Representa el conocimiento relacionado con las características personales de los estudiantes y el contexto que los rodea, en cuanto estas resulten útiles para la personalización de contenidos y servicios en los sistemas de e-learning.
Magaña, Suárez y Galván (2014)	Unidad Didáctica Automatizada (UDA), que proporciona catálogos de estrategias de evaluación y recursos didácticos. Sugiere qué y cómo enseñan los docentes, además propone metodologías para la evaluación. Permite compartir información, materiales y experiencias entre docentes.
Muñoz, Sandía y Páez (2014)	Un modelo ontológico para el aprendizaje colaborativo en la educación interactiva a distancia Este modelo se basa en un ambiente empresarial. Incluye conceptos como aprendizaje colaborativo/cooperativo, compañía, reglas, roles, recursos, entre otros; y permite inferir nuevos conocimientos, puesto que partiendo de unas reglas de inferencia y un motor de razonamiento puede usar los datos de las ontologías para inferir por ejemplo el informe periódico y final de resultados de los estudiantes.
Tabares y Jiménez (2014)	Ontología para el dominio de evaluaciones virtuales. Esta ontología apoya la gestión de objetos de aprendizaje y la sistematización de las evaluaciones virtuales en la educación superior. Incluye conceptos como: evaluación, asignatura, contenidos, temas, preguntas, respuestas, entre otros.
Kumaran y Sankar, (2013)	Un sistema automatizado para la evaluación del aprendizaje de los estudiantes en e-learning, El estudiante crea un mapa conceptual del contenido aprendido dentro de la unidad. Luego, un docente mapea la ontología de referencia. Se compara con la respuesta del estudiante y se proporciona la retroalimentación necesaria.
Litherland, Carmichael y Martínez-García,	Sistema de evaluación en línea Ontology E-Learning (OeLe) OeLe es un sistema web de evaluación basado en la ontología y otras técnicas de Inteligencia Artificial para asignar puntuaciones según las respuestas de los

(2013)	alumnos a preguntas abiertas. El sistema proporciona retroalimentación y evaluaciones de desempeño a los estudiantes y maestros de forma individual.
Romero, Gutiérrez y Caliusco (2012)	AONet, una red de ontologías conformada por: (a) una ontología de evaluación, (b) una ontología basada en el estándar IEEE para Objetos de Metadatos, y (c) una ontología de instrumentos de evaluación, que apoya el registro del progreso de los estudiantes. AONet conceptualiza y formaliza el conocimiento relacionado con el proceso de evaluación en entornos educativos, se centra en la elección de actividades que evalúan el dominio en un determinado tema para demostrar que el alumno ha logrado las competencias
Oprea (2012)	Ontología para el dominio del proceso educativo. Tiene como marco general las tres etapas de la actividad didáctica: enseñanza, aprendizaje y evaluación. Incluye términos tales como: planes de estudio, curso, estructura de la lección, técnicas de enseñanza, competencias del estudiante, actividades prácticas, objetivos de aprendizaje, objetos de aprendizaje, exámenes, test, pruebas, correcciones, artículos, entre otros. El autor instancia en la ontología un curso denominado Programación Orientada a Objetos en el campo de Ciencias de la Computación
Cheniti y Garlatti, (2011)	Ontología que conceptualiza y formaliza el conocimiento en el dominio de la evaluación de los aprendizajes. La ontología apoya la evaluación entre pares de estudiantes de un mismo curso. Considera actividades de evaluación adaptadas a situaciones específicas, perfiles y contextos de los estudiantes. Se modelaron tres actividades: elaboración de los criterios de evaluación, retroalimentación a través de formularios de evaluación, y discusión entre compañeros y tutores.
Montenegro-Marin, Cueva-Lovelle, Sanjuan y Núñez-Valdez (2010)	Ontología para el dominio de Sistemas de Gestión de Aprendizaje, que apoya la creación y evaluación de cursos en Sistemas de Gestión de Aprendizaje. Los términos principales que incluye son: objetos de aprendizaje y herramientas de gestión que pueden ser de administración, comunicación y cursos
Kö, Gábor, Vas y Szabo (2008)	Sistema basado en ontologías para evaluar conocimientos en la educación superior. El sistema ayuda a los estudiantes a explorar vacíos en áreas de conocimiento y sugiere material para llenar estos vacíos. Se conforma un entorno de prueba con catorce instituciones de educación superior y se hace una demostración del sistema de evaluación para el plan de estudios Informática de Negocios
Chang, Lee, Ko y Cha (2008)	Sistema de búsqueda de contenidos basados en ontologías El sistema permite buscar objetos de aprendizaje de acuerdo a las competencias que espera alcanzar el aprendiz.
Khalidi, Bennani y Hachmoud (2007)	Ontología para el dominio de situaciones de aprendizaje. La ontología se construyó para hacer frente a las ambigüedades terminológicas y confusiones conceptuales en el dominio de la producción de situaciones de aprendizaje. Incluye conceptos tales como: situación, tareas, herramientas de evaluación, contexto, capacidades, recursos internos y externos, contenidos, habilidades, competencias, entre otros.

La gestión de currículos por 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. Teniendo en cuenta la complejidad de hacer gestión curricular que satisfaga una perspectiva basada en

competencias, surge la necesidad de herramientas que permitan apoyar el proceso. Es por ello que en esta sección, se presentan los resultados de otra revisión bibliográfica, ésta vez de trabajos realizados en relación a modelos de competencias y de gestión curricular (ver Tabla 2).

Tabla 2

Ontologías en el dominio de las competencias y la gestión curricular

AUTOR	PRODUCTO OBTENIDO/CONCLUSIONES RELEVANTES
Bussemaker, Trokanas y Cecelja,(2016)	Un Enfoque Ontológico para el desarrollo del currículo de Ingeniería Química El plan de estudios se representó utilizando modelos semánticos de conocimiento, a través del desarrollo de una ontología denominada ChEEdO. Esta ontología modela temas y módulos dictados en cursos dentro del dominio de la ingeniería química y los resultados de aprendizaje en dichos módulos. La funcionalidad del razonamiento semántico a través de la ontología se demostró con un estudio de caso basado en el proceso de desarrollo curricular. La salida de los resultados del modelado demostró que la ontología podría ser utilizada con éxito para este proceso.
Rodríguez y Faron, (2016)	Formalización de conocimientos y competencias estándar para el currículo de la escuela primaria francesa. Este trabajo muestra una ontología que modela un programa educativo y los caminos de aprendizaje que prevé una adquisición gradual e incremental de ciertos conocimientos y habilidades que los alumnos deben adquirir. Se tomó como un estudio de caso el sistema educativo francés.
Cerón, Archundia, Beltran, Cervantes y Galindo (2015)	Se construyó una estructura ontológica para apoyar la planeación de secuencias didácticas basada en competencias en la práctica docente. Esta estructura permite identificar las necesidades reales de la planeación del proceso de aprendizaje, de tal forma que se puedan crear de manera sistemática cada una de las actividades de aprendizaje, garantizando una estructuración que permita la integración con los diferentes recursos digitales y el uso de herramientas de las Tecnologías de Información y Comunicación para que el docente pueda mejorar el perfil requerido en Educación Media Superior con respecto a las competencias pedagógicas y tecnológicas.
Mandic, Konjovic, e Ivanovic (2015)	Modelo ontológico para la estandarización del currículo escolar de informática de la escuela secundaria. La principal contribución de este trabajo es la representación estandarizada del currículo de informática de una escuela secundaria, a través de una ontología que incluye la clase competencia, las subclases conocimientos y habilidades, entre otros, e instanció las competencias de este currículo. La ontología permite la manipulación del currículo a través de aplicaciones para grupos de usuarios específicos (profesores, expertos en el dominio, entre otros).
Alfaries, Al-Yahya, Chorfl, H. y George, (2014)	CURONTO, una ontología diseñada para la administración curricular. Gestiona, comparte y reutiliza recursos curriculares, como los programas de estudios, además facilita la revisión y evaluación de estos recursos. Esta

	ontología apoya el aprendizaje personalizado y establece las relaciones entre los resultados de aprendizaje, los objetivos generales del programa y las unidades de aprendizaje
Paquette (2014)	Una ontología basada en competencias para aprender el diseño de repositorios. La ontología se describe mediante una taxonomía que contiene la clase habilidad genérica y tres campos del conocimiento: educación, ingeniería de software e inteligencia artificial, permitiendo la creación de una biblioteca de repositorios. Cada diseño se caracteriza por las competencias que apuntan, definiéndose éstas como procesos genéricos que actúan sobre dominios específicos de conocimiento.
Bolaños, Insuasty y Guerrero (2013)	Se desarrolló un prototipo orientados a la web, que además de apoyar en la creación de cursos y obtener conocimiento, construirá un currículo adaptado principalmente a las necesidades de un estudiante, logrando así disminuir la posibilidad de deserción que se presenta por el hecho de realizar un curso en el que no ha logrado su satisfacción educativa. Mediante una ontología basada en competencias se puede inferir nuevo conocimiento, con una red semántica y una serie de reglas previamente definidas, permitiendo a un estudiante generar un curso coherente con sus competencias (ser, hacer, y saber hacer), garantizando un mejor desempeño y comprensión de las temáticas abordadas o tratadas en el curso. El resultado de la inferencia indicará a un estudiante si es pertinente o no tomar un curso.
Grubišić, Stankov y Peraić (2013)	Adaptive-Courseware Tutor (AC-ware Tutor), un sistema de aprendizaje electrónico adaptativo. Este sistema se basa en ontologías y en un modelo de estudiante probabilístico. Proporciona información sobre el estado del conocimiento de un determinado estudiante. Permite durante el proceso de aprendizaje, la adaptación del contenido de acuerdo a necesidades y requerimientos de aprendizaje. Incluye pruebas de conocimiento para evaluar al estudiante.
Isotani, Mizoguchi, Capeli, Isotani, Albuquerque, Bittencourt y Jaques (2013)	CHOCOLATO, una herramienta inteligente que apoya a los maestros en la planificación del aprendizaje colaborativo. Esta herramienta utiliza ontologías para representar explícita y formalmente el conocimiento relacionado con las teorías del aprendizaje. El sistema facilita la búsqueda eficiente de patrones para escenarios de aprendizaje colaborativo.
Blanco-González y Ortega-González (2012)	Modelo ontológico de apoyo a la gestión de competencias de una profesión en el marco de un proceso organizacional El modelo de conocimiento diseñado combina un perfil profesional, un área de conocimiento y un proceso organizacional, permitiendo razonar sobre las relaciones que se producen entre estos conceptos en el contexto de la vinculación entre la universidad y la empresa. Para la concepción de la ontología se utilizó la metodología NeOn y para su implementación el editor NeOn Toolkit, y OWL como lenguaje para su formalización. El modelo ontológico presentado es una primera aproximación a la gestión de las competencias que un perfil profesional moviliza en el marco de un proceso, con claro impacto en la gestión del conocimiento.
Dexter y Davies (2009)	Ontología para el dominio curricular Apoya el diseño, desarrollo y mantenimiento de planes de estudios, de una manera coherente. Es un marco de referencia para cualquier plan de estudios estructurado. Utiliza el aprendizaje basado en problemas y la

	evaluación formativa y/o sumativa
Chi (2008)	Sistema basado en ontologías y reglas semánticas Con las ontologías se representó el dominio de planes de estudios y materiales didácticos y con las reglas semánticas se recomienda cómo secuenciar contenidos de un currículo cualquiera, apoyando la selección de materiales didácticos en la adquisición de contenidos.
Sangineto, Capuano, Gaeta y Micarelli (2008)	DIOGENE, un sistema automático de gestión de cursos La arquitectura DIOGENE se basa en tres sub-estructuras: una ontología para la representación del conocimiento en dominios didácticos específicos, una representación explícita de diferentes estilos de aprendizaje de los estudiantes y objetos de aprendizaje. DIOGENE genera cursos a partir de las preferencias y habilidades de cada estudiante.
Kontopoulos, Vrakas, Kokkoras, Bassiliades y Vlahavas (2008)	Un sistema planificador para la generación de cursos electrónicos basado en una ontología (PARSER) Este sistema almacena, gestiona y compone material electrónico educativo (objetos de aprendizaje), con el fin de proporcionar planes de estudio personalizados para los alumnos. PARSER consiste de un repositorio que incluye metadatos, descripciones de objetos de aprendizaje, perfiles de alumnos y conocimiento en el dominio curricular.
Baldoni, Baroglio, Brunkhorsr, Marengo y Patti (2007)	Arquitectura orientada a servicios que secuencia cursos (recursos de aprendizaje) en un currículo. El sistema asiste a los usuarios en la planificación personalizada de planes de estudio y en la verificación del cumplimiento de los objetivos de aprendizajes y competencias que desea adquirir, así como en la validación del currículo construido. Da sugerencias sobre cómo corregir el plan de estudios cuando sea necesario.. El sistema cuenta con 65 cursos, 146 precondiciones y 390 competencias.
Vas (2007)	Una ontología para la descripción transparente de contenidos de un currículo basado en competencias. Conceptualiza y formaliza el conocimiento en el dominio curricular. A través de la ontología, se establece una relación semántica entre las competencias que deberá adquirir un estudiante durante un programa de capacitación y las necesidades del mercado laboral. Incluye conceptos tales como: competencias, módulos, tareas, plan de estudio, áreas de conocimiento, entre otros.
Schmidt y Kunzmann (2006)	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, los autores desarrollaron una ontología en el dominio de las competencias. Ellos implementan un sistema que les permite realizar inferencia sobre la ontología.
Bourse, Harzallah, Leclère y Trichet (2002).	CommOnCV, aplicación web para el proceso automático de contratación de profesionales. Proyecto en el cual se diseña una ontología de competencias del ámbito laboral y una aplicación que contrasta las competencias solicitadas en un puesto de trabajo con aquellas descritas por los postulantes en sus currículum vitae.

Los trabajos presentados en el primer grupo lograron conceptualizar el conocimiento relacionado sólo con la planificación de cursos y evaluación de los

aprendizajes adquiridos por los estudiantes luego de cursar el mismo. En el segundo grupo, algunas contribuciones formalizaron el conocimiento relacionado con el diseño de un plan de estudios de un currículo en particular y las competencias que el estudiante debe adquirir con la ejecución de estos currículos, otras representan el conocimiento congruente con la relación semántica entre las competencias que deberán desarrollar los estudiantes y aquellas esperadas en el campo laboral; y finalmente, pero no menos importante, otros aportes mostraron la representación del conocimiento en el dominio de cursos basados en competencias y adaptados según perfiles de estudiantes.

Aun cuando se observa pertinencia en el uso de las ontologías en contextos educativos y en particular, en la gestión de currículos por competencias, ninguna de las contribuciones revisadas ofrece una especificación formal y explícita que involucre todas las actividades de la gestión de currículos por competencias y disminuyan todas las barreras terminológicas, ni tiene en cuenta el contexto organizacional donde se ejecuta, lo que hace suponer que algunos aspectos de la gestión de currículos han sido poco explorados por la IO, dando lugar a nuevas tareas por realizar.

1.2. Ontologías en el dominio empresarial

Además de la revisión bibliográfica sobre la IO en el contexto educativo, otras contribuciones fueron consideradas, ésta vez se trata de ontologías empresariales, las cuales se centran en la esencia del funcionamiento de una organización. Según Dietz (2006), las organizaciones son esencialmente sistemas sociales, cuyos elementos son seres humanos que poseen autoridad y responsabilidad. El principio de la ontología empresarial señala que, en el funcionamiento de las organizaciones, las personas asumen compromisos relacionados a los productos (servicios) que crean (entregan). Y sólo será posible gestionar la complejidad de una organización y reducir su entropía a través de su modelo ontológico, que refleje su esencia de manera coherente, exhaustiva, consistente y concisa,

permitiendo abordar los problemas actuales y futuros del desafío empresarial. La Tabla 3 describe brevemente algunas contribuciones de la IO en el contexto empresarial:

Tabla 3
Ontologías en el dominio empresarial

AUTOR	PRODUCTO OBTENIDO/CONCLUSIONES RELEVANTES
Carvalho y Almeida (2015)	Una base semántica para estructuras organizacionales: Un Enfoque Multi-Nivel. En este trabajo, se propone una ontología para el dominio de la estructura organizativa que aborda los problemas de modelado organizacional multinivel. Esta ontología proporciona fundamentos semánticos para los lenguajes de modelado empresarial y para el desarrollo de ontologías empresariales específicas.
Upward y Jones (2015)	Una ontología para modelos empresariales fuertemente sostenibles: definición de un marco empresarial compatible con las ciencias naturales y sociales Esta investigación presenta una ontología que describe modelos de negocios exitosos. Esta descripción es una referencia para que empresas individuales y todo el sistema de negocios en general, se alineen con esta definición de éxito, incrementando considerablemente su florecimiento en la industria.
Santos, Almeida y Guizzardi (2013)	Análisis semántico basado en ontologías para el modelado de la estructura organizacional del método ARIS (Architecture of Integrated Information Systems) Con el apoyo de una ontología, este trabajo describe una semántica del mundo real de la organización que proporciona una mejor comprensión de sus elementos. Los autores tomaron como referencia los elementos organizacionales definidos en ARIS, método que tiene un rico conjunto de elementos para describir la estructura organizacional
Kim y Suh (2010)	Semántica basada en ontologías para la gestión de procesos empresariales El objetivo de este trabajo es construir una estructura semántica a través de ontologías genéricas y específicas, que represente el conocimiento asociado con los procesos de una empresa. Para la construcción de las ontologías se empleó Methontology.
Filipowska, Hepp, Kaczmarek y Markovic (2009)	Marco ontológico organizacional para la gestión semántica de procesos de negocio. El objetivo de este trabajo consistió en presentar un conjunto de ontologías organizacionales para SBPM que integran diferentes puntos de vista de una empresa y proporcionan un vocabulario consistente que describe el entorno en el que se llevan a cabo los procesos de las organizaciones. Esta propuesta es útil y flexible, se aplicó con éxito en el dominio de las telecomunicaciones y puede ser aplicada en otros casos del mundo real.
Dang, Hedayati, Hampel, Toklu (2008)	Un marco de conocimiento ontológico para el flujo de trabajo médico adaptable Este trabajo representa el conocimiento relacionado con un escenario de salud personalizado que involucra desde atención al paciente, pólizas de seguro, prescripciones de fármacos y cumplimiento del tratamiento, entre

	otros aspectos; hasta la gestión de los asistentes administrativos. Los autores precisan niveles de abstracción para abordar los procesos a través de tareas y definen un marco ontológico que logra componer dinámicamente un flujo de trabajo, automatizar la ejecución del flujo de trabajo y monitorear su desempeño.
Hepp y Roman (2007)	Un marco ontológico para la gestión semántica de procesos de negocios En este trabajo se propone un conjunto de ontologías para la representación del conocimiento implícito en la gestión de procesos de negocios en una organización y se definió el alcance de éstas ontologías a través de preguntas de competencias. Las ontologías propuestas representan el conocimiento relacionado con: 1) Procesos básicos de negocio; 2) Estructura organizativa y recursos empresariales; 3) Funciones empresariales; 4) Datos; 5) Provisión y consumo; 6) Reglas y restricciones del negocio; 7) Estrategia corporativa; y 8) Dominios específicos. Se integró el Business Process Modeling (BPM) con algunas cuestiones de la Ingeniería Ontológica.

Estas contribuciones lograron representar el conocimiento relacionado con el contexto de una organización, que incluye los siguientes elementos: una estructura organizativa desde diferentes visiones, procesos, flujos de trabajo, reglas y las relaciones entre estos elementos. En algunos casos, para el desarrollo de las ontologías se tomaron como referencia modelos de negocios exitosos; en otros, los autores consideraron los elementos organizacionales definidos en métodos que describen una rica estructura organizacional, como el ARchitecture of Integrated Systems (ARIS) y el Business Modeling Method (BMM); el primero desarrollado por el IWI (Institut für WIRtschaftsinformatik) de la Universidad del Sarre (Saarlandes Universität) y el segundo propuesto por Montilva y Barrios (2004). En general, se presentaron trabajos que ofrecen una adecuada base semántica, que describe con un vocabulario común, consistente y no ambiguo, el funcionamiento de una organización.

Capítulo II. PROPUESTA METODOLÓGICA DE UN ENFOQUE ONTOLÓGICO

En este capítulo se presenta una propuesta metodológica para desarrollar un enfoque ontológico que alcanza una especificación formal y explícita de una conceptualización compartida de algún dominio, en tres niveles de abstracción: contexto organizacional, procesos y conocimiento.

2.1. Enfoque ontológico

El modo en que un grupo de personas tratan un problema, una situación o una cosa, determina el enfoque bajo el cual los percibe, los comprende y los aborda. De acuerdo con Bunge y Ardila (2002), un enfoque es una manera de ver las cosas o las ideas y en consecuencia de tratar los problemas relativos a ellas, siguiendo un plan para lograr que estos problemas sean resueltos eficazmente. De modo similar Barrantes (2007), expresa que un enfoque es la manera de concebir algo, es decir, es la posición que tiene el investigador ante un punto de vista con el propósito de aproximarse a un fin. Según estas definiciones, el concepto de enfoque incluye la forma en que pueden comprenderse los aspectos fundamentales de un problema, para tratarlo apropiadamente.

Durante la gestión de currículos por competencias, en un mismo equipo de trabajo, varias personas pueden tener su propio modo de ver las cosas. Esto hace que:

- a) El vocabulario sea voluminoso y a veces polisémico. Giraldo, Gloria, Arboleda y Zapata (2013), señalan que los procesos organizacionales se encuentran, la mayoría de las veces, escritos en lenguaje natural, el cual por su naturaleza es ambiguo y presenta irregularidades lingüísticas.
- b) No haya consenso en los objetivos perseguidos, en las actividades ejecutadas ni quienes las ejecutan (no están claros los roles). Esta situación

entorpece la comunicación y por consiguiente, afecta la toma de decisiones en los procesos organizacionales.

Si bien es cierto que en cualquier contexto, siempre habrá diferentes maneras de ver las cosas, en el ámbito de las ciencias de la computación se habla de enfoque ontológico, como la tendencia actual para el modelado de negocios (Montilva, 2011; Dupertuis y Fernández, 2015), que consiste en representar los elementos organizacionales (objetivos, actividades, actores y reglas, entre otros.) y sus relaciones. Osterwalder, Pigneur y Tucci (2005) agregan que el modelado de negocios es una herramienta conceptual cuyo objetivo es expresar la lógica del negocio de una empresa.

Partiendo de la definición de enfoque, de lo que en las ciencias de la computación se conoce como enfoque ontológico y basado en los principios de la IO, la autora de la presente investigación agrega mayor expresividad al concepto de enfoque ontológico y lo define como *la manera explícita y formal en que un tema y los problemas relativos al mismo son tratados y en consecuencia resueltos, considerando para ello, un consenso entre las diferentes metodologías que se utilizan para abordar el tema, la identificación y descripción rigurosa de los elementos del contexto organizacional que lo rodea (objetivos, procesos, actividades, trabajadores, reglas y objetos) y el uso de un vocabulario común, siendo este aceptado y compartido por una comunidad.*

2.2. Desarrollo de una propuesta metodológica de un enfoque ontológico

Con base en las dificultades mencionadas de la gestión de currículos por competencias y en el concepto elaborado en la sección anterior, se propone una metodología para desarrollar un enfoque ontológico que alcance una especificación formal y explícita de una conceptualización compartida de algún dominio, en tres niveles de abstracción: contexto organizacional, procesos y conocimiento (ver Figura 2).

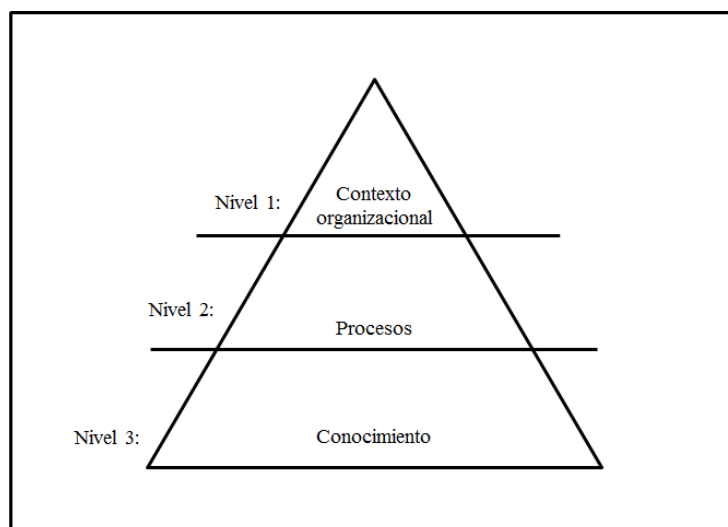


Figura 2. Estructura del enfoque ontológico propuesto

2.2.1. Primer nivel: Contexto organizacional

Es el nivel más alto de abstracción y tiene como propósito la captura y representación de los conceptos organizacionales que son relevantes en un sistema de negocios: procesos, actores, metas, objetos y reglas, entre otros.

Desde un enfoque sistémico, una organización es un conjunto de sistemas de negocios, que se compone de un conjunto organizado de actividades llamados procesos de negocios, realizadas por un conjunto de actores y regulados por un conjunto de reglas, con el propósito de cumplir unos objetivos explícitamente predefinidos (Montilva y Barrios, 2004). La gestión de currículos por competencias es un sistema de negocios que forma parte de una organización educativa.

Algunos métodos encontrados en la literatura, describen de una manera u otra, los elementos típicos de una organización: objetivos, procesos, actores, reglas, estructura de trabajo, objetos, tecnologías y eventos, entre otros. Sin embargo, muy pocos de ellos proporcionan una descripción clara y precisa de la

organización como un sistema. Particularmente, el modelado de negocios organiza y describe con cierta formalidad, algunos elementos dentro de la organización. García-Molina, Ortin, Moros y Nicolás (2007), señalan que la finalidad del modelado del negocio es describir cada proceso, especificando sus datos, actividades (o tareas), roles (o agentes) y reglas de negocio. Otros autores como Kosanke (2003) resumen los objetivos del modelado de negocios en: (1) la adquisición de conocimiento explícito sobre los procesos de negocio en la operativa del negocio, (2) la explotación de dicho conocimiento en proyectos de reingeniería o mejora, (3) la ayuda a la toma de decisiones y (4) la facilidad de interoperabilidad entre los procesos de negocio.

Algunas técnicas, métodos y metodologías de modelado de negocio de relevancia y popularidad se mencionan a continuación: Extensiones de UML (Unified Modeling Language) planteado por Ericsson y Penker (2000), Business Process Modeling Notation (BPMN) propuesto por el organismo Business Process Management Initiative (Object Management Group, 2006), Role Activity Diagrams (RADs), la familia IDEF (*Integrated Definition for Function Modelling*) que abarca un gran número de técnicas, entre las cuales destacan IDEF0 (Mayer, Benjamin, Caraway y Painter, 1995) e IDEF3 (Mayer, Menzel, Painter, de Witte y Benjamin, 1995) y BMM, entre otras.

Los autores Sanchis, Poler y Ortiz (2009) señalan que estas técnicas, métodos y metodologías difieren unas de otras, en el sentido en que proporcionan la habilidad para modelar diferentes perspectivas de los sistemas de negocios. Muchos se centran principalmente en funciones, otros lo hacen en datos e incluso existen aquellas basadas en los diferentes roles de los actores. Osterwalder, Pigneur y Tucci (2005) agregan que el modelado de negocios es una herramienta conceptual cuyo objetivo es expresar la lógica del negocio de una empresa.

Estas diferencias refieren la evolución del modelado de negocios. Dupertuis y Fernández (2015) afirman que esta evolución data desde los años 60 hasta convertirse en un enfoque integral de una representación de la empresa, pasando

por la teoría organizacional, el enfoque sociológico, las organizaciones humanas, el enfoque sistémico, enfoque de modelado e integración empresarial; y el enfoque ontológico.

Particularmente, con BMM se representa conceptualmente la lógica de una organización, es decir, sus elementos y sus relaciones. Montiva en un curso ofrecido en el 2011 sobre esta metodología señala que el enfoque ontológico es la tendencia actual para el modelado de negocios y que BMM integra los mejores aspectos de este enfoque. Dupertuis y Fernández (2015), también afirman que esta metodología se basa en un enfoque ontológico. Es así como, la autora de la presente investigación se interesó en indagar sobre el método.

El producto que se obtiene al aplicar BMM es un Modelo de Negocio; Rodríguez, Fernández y Pattini (2005) señalan que este producto es como una vista interna de la organización o una parte de ella, donde se aprecia el acoplamiento entre los diferentes procesos involucrados. A esta definición se añade, que el producto obtenido al representar la lógica del negocio en una organización (propósito, estructura, funcionalidad, dinámica, procesos y componentes) es percibido como una estructura en la que convergen varios sistemas de negocios, cada sistema compuesto de un conjunto de procesos de negocios que dan soporte a las actividades coherentemente relacionadas (Osterwalder, Pigneur y Tucci, 2005).

BMM está compuesto por tres modelos: 1) Un modelo de producto, que describe los conceptos típicos que caracterizan cualquier sistema de negocios y las relaciones entre ellos. A su vez, este modelo lo integran un conjunto de meta-modelos que especifican en mayor detalle cada concepto y una estructura que indica cómo se organiza el modelo y los diagramas que deben ser utilizados para la especificación de los conceptos del sistema de negocio. 2) Un modelo de procesos, que describe las actividades que el equipo de modelado debe seguir para modelar el sistema de negocios; y 3) Un modelo que describe la organización y funciones de los miembros del equipo de modelado de negocios. Estas

indagaciones motivaron al autor a utilizar BMM para el desarrollo del primer y segundo nivel de la propuesta.

BMM en su modelo de producto, dispone de un conjunto de meta-modelos. Sin embargo, para especificar en detalle los elementos organizacionales considerados como relevantes en el primer nivel de abstracción, se considera suficiente utilizar solo algunos ellos, aquellos que añaden valor a su representación:

a) Metas de negocio: describe los objetivos de la organización vinculados con el sistema de negocio. Chiavenato (2000) señala que un objetivo es un resultado establecido de antemano y que por lo general, orienta el desempeño organizacional y permite evaluar su continuidad. El objetivo es pues, una meta o un propósito a alcanzar por la organización.

Este meta-modelo propone que los objetivos sean clasificados según su alcance: objetivos estratégicos, objetivos operativos (de bajo nivel), misión y visión. Los objetivos estratégicos son metas organizacionales, por lo general amplios y de largo plazo. Los objetivos operativos, son específicos, de corto plazo y se derivan del objetivo estratégico. La misión hace referencia al propósito de la organización y la visión es la imagen de lo que ella desea en el futuro, además la guía, controla y estimula para lograr el producto/resultado. Finalmente, los objetivos estratégicos deben estar alineados con lo que la organización se dedica en el presente y con lo que desea en el futuro.

b) Procesos del negocio: describe los procesos que se llevan a cabo en el sistema de negocio. Un proceso es un conjunto de acciones o actividades sistematizadas que se realizan o tienen lugar con un fin y donde un conjunto de individuos dentro de la organización asumen responsabilidades; puede organizarse en varias categorías, una de las más comunes está asociada con la herramienta de análisis denominada *cadena de valor*, propuesta por Michel Porter en su obra *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance* (Porter, 1985).

Esta herramienta permite realizar un análisis interno de la organización, a través de su desagregación en sus principales actividades, agrupándolas en primarias y de apoyo. Las primarias tienen que ver con el desarrollo del producto, su producción, la logística, la comercialización y servicios post-ventas; las de soporte sustentan a las actividades primarias y se apoyan entre sí, proporcionando insumos, tecnología, recursos humanos, entre otros. Esta herramienta se enlaza con la misión y objetivo meta de la organización. El meta modelo también sugiere que los procesos de negocio sean modelados como una jerarquía de procesos.

c) Actores del negocio: representa los roles que desempeñan los actores en el sistema de negocio. Los autores Linton (1945), Yinder (1965) y Aritzeta y Ayestara (2003) citados por Ros (2006), señalan que los roles son un conjunto de patrones de comportamientos esperados y atribuidos a alguien, que ocupa una posición determinada en una unidad social. Los roles definen a su vez las responsabilidades del individuo a favor de la organización. Ampliando el constructo, el concepto de rol se encuadra en lo que refiere a una expectativa, a lo que se espera del individuo por parte de una institución o grupo al cual pertenezca (Ros, 2006). En toda organización, los roles que asumen los miembros de su comunidad están vinculados con los objetivos que persigue y el proceso en el que participa.

Los actores pueden ser internos o externos, los primeros forman parte del sistema de negocios y los segundos interactúan con el entorno del negocio. Para mayor comprensión, se utilizará un vocabulario más natural, a los actores internos se les denominará *trabajadores* y a los actores externos simplemente se les llamará *actores*. Su representación se basa en roles, es independiente de los cargos que ejercen.

d) Reglas del negocio: los procesos están influenciados por restricciones causadas por reglas que regulan su ejecución. Estas reglas pueden ser de alto nivel, como las: leyes, políticas, planes, procedimientos y normas; y de bajo nivel, como: glosario de términos, lineamientos e instrucciones, entre otros. Se pueden

especificar usando lenguaje natural (Ej. El español), lenguajes artificiales (Ej. Pseudo-lenguajes), lenguajes de programación y notaciones gráficas, entre otros. Esta especificación debe hacerse en un lenguaje simple que evite la ambigüedad y sea comprensible por la comunidad interesada.

e) Objetos del negocio: representa el conjunto de elementos concretos o abstractos asociados al sistema de negocios, que han sido generados, manipulados, utilizados o transformados. Los tipos más comunes de estas entidades pueden ser productos finales, clientes, proveedores, recursos, entre otros. Para su especificación, generalmente se utiliza el diagrama de clases de UML.

Estos meta modelos definen un marco conceptual amplio, capturan y representan con un lenguaje expresivo, formal y explícito los conceptos relevantes de un sistema de negocios. Sin embargo, en este nivel una buena parte del conocimiento aún no se representa, como por ejemplo: las relaciones entre los conceptos organizacionales y el conjunto de actividades que ejecuta cada proceso de negocio.

Una práctica común de la IO consiste en formular preguntas de competencia para determinar el alcance que tendrá la representación formal y explícita del conocimiento en un dominio particular y a las cuales debe responder esta representación. Basado en la necesidad de crear una especificación del conocimiento que aún no se representa en este nivel, se enuncian las siguientes preguntas de competencia:

- 1) Para cada proceso, ¿Con cuáles objetivos operativos, objetos, actores y reglas se relaciona?
- 2) ¿Cuál es el conjunto de actividades que constituyen un proceso en particular?

Para responder a estas preguntas, se propone un segundo nivel de abstracción.

Es importante decidir sobre los lenguajes que se utilizaran para construir los modelos. El lenguaje de modelado unificado (UML) es por defecto el lenguaje utilizado para modelado del software. Una variante de este lenguaje denominado UML Business (Ericksson and Penker, 2000) es utilizado por el método BMM para la elaboración de estos meta-modelos, por lo que se sugiere su uso. Lagos (2002) afirma que este lenguaje permite la definición de modelos sin ambigüedad cuya completitud y consistencia semántica pueden ser comprobadas con el apoyo de herramientas software diseñadas al respecto, que asimismo pueden ofrecer la propia ejecución, validación y simulación automática de los modelos. UML promueve la flexibilidad y extensibilidad de los modelos.

Otra importante decisión que se debe tomar en cuenta durante el modelado es el vocabulario, éste debe ser sencillo y comprensible. Además, los elementos organizacionales que se modelan pueden diferir de un sistema de negocio a otro, según se consideren relevantes; para algunos, la relevancia pueden estar en los objetivos, las actividades y los actores, mientras que para otros sistemas de negocios, resulta relevante conocer cuáles son las restricciones que operan sobre las actividades, eventos, recursos y los objetos generados.

2.2.2. Segundo nivel: Procesos

Es el nivel medio de abstracción de esta propuesta metodológica, tiene como propósito especificar formal y explícitamente cada proceso y su relación con los elementos organizacionales más relevantes del sistema de negocio, además del conjunto de actividades que lo componen. Del mismo modo que en el primer nivel, se utiliza el meta modelo de procesos de negocios del modelo de producto de BMM pero esta vez con otras vistas del proceso y UML Business para apoyar esta especificación (ver Figuras 3 y 4).



Figura 3. Especificación del proceso

Una vista del proceso y su relación con los elementos organizacionales relevantes del sistema de negocio se muestra en la Figura 3. Las entradas y salidas son objetos del negocio que interactúan con un proceso en particular, las primeras constituyen los requerimientos necesarios para ejecutar el proceso, las segundas son aquellos productos obtenidos luego de procesar estos requerimientos. Los procesos son ejecutados por actores y su razón de ser son los objetivos operativos, es decir, aquellos objetivos de bajo nivel.

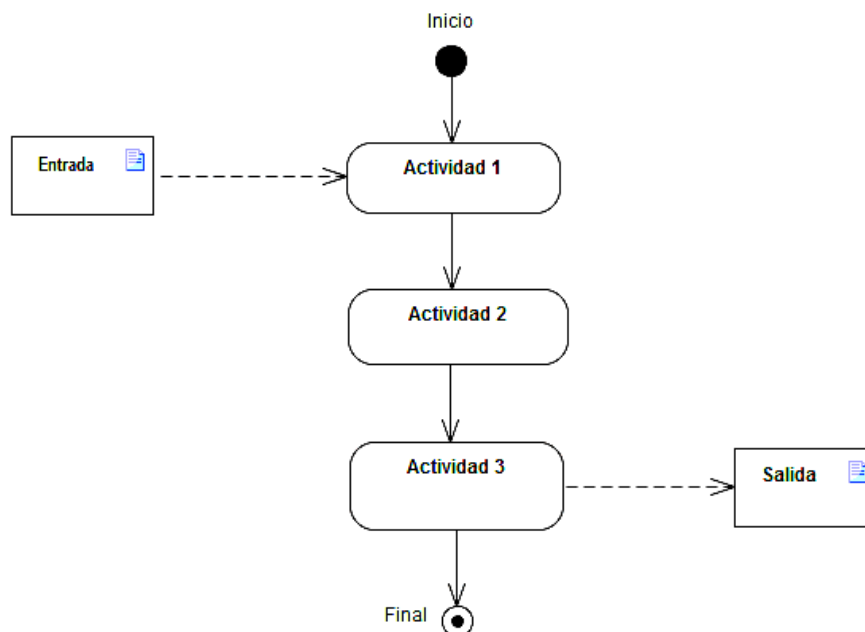


Figura 4. Diagrama de actividades de un proceso del negocio

La Figura 4 muestra una vista de las actividades que componen a un proceso en particular. Un proceso se compone de un conjunto de actividades, las cuales representan acciones que son ejecutadas por actores para alcanzar ciertos objetivos. Estas actividades describen el flujo de trabajo de un sistema de negocios.

Antes de iniciar la representación de cada proceso y siguiendo los principios de la IO, se sugiere adquirir el conocimiento de las mejores prácticas que orientan la gestión de currículos por competencias y a partir de éste, alcanzar una conceptualización compartida.

A este nivel, se logra representar los procesos del sistema de negocio y su relación con los elementos más relevantes de la organización. Sin embargo, hay una gran cantidad de conocimiento implícito en los procesos que no se captura y obviamente, no se representa. Este conocimiento se desaprovecha y BMM no provee herramientas para su captura y representación. Es por ello, que se plantea una nueva pregunta de competencia para descubrir el alcance de este conocimiento:

Para cada proceso, ¿Qué conocimiento continúa implícito? La respuesta a esta pregunta de competencia sugiere otro nivel de abstracción. Es por ello, que se plantea un tercer nivel que permita descubrir, organizar y representar este conocimiento.

2.2.3. Tercer nivel: conocimiento

Es el nivel de abstracción más bajo. Su propósito es capturar y representar el conocimiento implícito en los procesos del sistema de negocio. Este conocimiento se encuentra tácito en las tareas que se desprenden de las actividades de cada proceso, para las cuales hasta el momento no se han propuesto herramientas que alcancen su especificación. Para ello, se plantean las siguientes actividades:

- a) Identificación de los conceptos considerados como importantes y representativos, a través de la revisión documental y entrevistas a expertos para la adquisición del conocimiento, así como los mapas conceptuales para su representación.
- b) Consenso y organización de los conceptos del vocabulario identificados en la actividad anterior, a través de nuevos encuentros y discusiones con los expertos del dominio.
- c) Formalización y representación del conocimiento que se logra consensuar y organizar en la actividad anterior, mediante estructuras ontológicas que ponen a disposición de la comunidad interesada el conocimiento que representan, de manera que cada vez que se demande se pueda reutilizar, encontrando el que necesiten, cuando lo necesiten y donde lo necesiten.

Para el desarrollo de cualquier ontología es necesario contar con una metodología específica. Son muchos los planteamientos existentes, inicialmente se contó con la metodología CYC (Lenat y Guha, 1990), la propuesta por Grüninger y Fox (1995)

y la Metodología de Uschold y King (1995). Posteriormente, surgieron otras propuestas metodológicas, entre las que se mencionan: On.To-Knowledge (Sure y Studer, 2003), Methontology (propuesta por la Fundación para Agentes Físicos Inteligentes), Diligent (Pinto, Tempich y Staab, 2004) y la metodología NeOn (Suárez-Figueroa, 2010).

De manera particular, destacan las metodologías *On-To-Knowledge* y *Methontology*, cuyo ciclo de vida se basan en el desarrollo de prototipos, ya que permiten realizar actualizaciones en cualquier momento de la construcción y de acuerdo a las necesidades que surjan (Ramos, 2009).

Algunos reportes de desarrollo descritos en el Capítulo I mencionaron a Methontology (Gómez-Pérez, Fernández-López y Corcho, 2004) como la metodología utilizada para la construcción de las ontologías. Este hecho llevó al autor de la presente investigación a indagar más sobre la misma. Las actividades claras y concretas de esta metodología así como su referencia en trabajos previos motivaron su selección para el desarrollo de las ontologías.

Finalmente, es importante mencionar que aunque el análisis y diseño de esta propuesta metodológica fue top-down (de arriba hacia abajo), la implementación fue **bottom-up** ('de abajo arriba'); es decir, en una primera iteración se abordó el conocimiento implícito de la gestión de currículos por competencias, pero el avance en la investigación permitió dilucidar que este abordaje no era suficiente por lo que nuevas revisiones bibliográficas, reuniones, entrevistas y discusiones con los expertos, tuvieron lugar, detectándose la necesidad de también especificar explícita y formalmente el proceso que lo utiliza y el contexto organizacional donde se lleva a cabo, que incluye a los actores, sus objetivos, las reglas y los objetos, entre otros.

La Tabla 4 resume la estructura del enfoque ontológico, señalando los componentes BMM/IO, los diagramas/actividades y herramientas/métodos que se sugieren sean utilizados en cada nivel de abstracción.

Tabla 4*Estructura de la propuesta metodológica del enfoque ontológico*

Nivel de abstracción	Objetivo	Componente BMM/IO	Diagrama/Actividades	Herramienta/Metodología
Contexto organizacional	Capturar y representar los conceptos organizacionales que son relevantes en un sistema de negocios: procesos, actores, metas, objetos y reglas, entre otros	Meta-modelo metas del negocio	Jerarquía de objetivos	Diagrama de clases UML
		Meta-modelo actores del negocio	Especificación del proceso	Extensión UML (Eriksson y Penker, 2000)
			Descripción de roles	Lenguaje natural
		Meta-modelo de procesos del negocio	Jerarquía de procesos	Extensión UML (Eriksson y Penker, 2000)
			Cadena de valor	Notación de Porter (1987)
		Meta-modelo reglas del negocio	Descripción de las reglas del negocio	Lenguaje natural
Procesos	Especificar formal y explícitamente cada proceso y su relación con los conceptos organizacionales más relevantes del sistema de negocio, además del conjunto de actividades que lo componen	Meta-modelo objetos del negocio	Especificación de los objetos del negocio	Diagrama de clases UML
		Preguntas de competencias		
Conocimiento	Capturar y representar el conocimiento implícito en los procesos del sistema de negocio	Meta-modelo procesos del negocio	Especificación del proceso	Extensión UML (Eriksson y Penker, 2000)
			Diagrama de actividades	Diagrama de actividad UML
		Preguntas de competencias	Actividades proporcionadas por la metodología de desarrollo	Methontology (Gómez-Pérez, Fernández-López y Corcho, 2004)
		Ontologías		

Capítulo III. UN MODELO CON ENFOQUE ONTOLÓGICO PARA LA GESTIÓN DE CURRÍCULOS BASADOS EN COMPETENCIAS

Este Capítulo presenta el desarrollo de un modelo con enfoque ontológico que describe de modo formal y explícito la gestión de currículos por competencias; se incluyen algunas consideraciones iniciales, la presentación del modelo y las reflexiones que la autora hace del modelo propuesto

Adicional a la revisión bibliográfica reportada en los dos primeros capítulos de esta tesis doctoral, se consultaron algunos trabajos de investigación que como resultado científico obtienen un modelo de gestión de currículos en el contexto educativo, a saber: Martínez (2001), Ferrer (2002), Macías (2002), Acosta (2004), Pérez (2004) y Torres (2004). Asimismo, en el contexto computacional algunos trabajos también reportaron un modelo: Castro y Satler (2010), Corniel, Ramos, Borges, Contreras y Gil (2010) y Muñoz, Sandia y Páez, G. (2014), entre otros. En estos trabajos, a partir de la necesidad de introducir precisiones relacionadas con la importancia en la práctica de los aportes teóricos y metodológicos, se considera el modelo como vía, estrategia, conjunto de recomendaciones o acciones, que posibilitan un mayor vínculo entre la teoría y la práctica.

En términos generales, el vocablo “modelo” es definido por Dorin, Demmin y Gabel (1990), como una figura mental que ayuda a entender las cosas que no se pueden ver o explicar directamente. Flórez (1999) añade que cuando el individuo prefigura en su mente la acción que va a ejecutar a continuación, la está planeando, preordenando, *modelando*. Otros autores como Aguilera (2000) y Caracheo (2002) hacen aportes con mayor profundidad, al señalar que el modelo *es una representación parcial de la realidad*; esto se refiere a que no es posible ilustrar una totalidad, ni incluir todas sus variables, por lo que se refiere más bien a la explicación de un fenómeno o proceso específico, visto siempre desde el punto de vista de su autor. Por lo tanto, un modelo es la imagen o representación

de un conjunto de elementos, digno de imitarse y que definen un fenómeno, *con miras a su mejor comprensión*.

En definitiva, un modelo puede verse como *una representación simplificada de un fenómeno* que se trata de comprender, propuesto como un patrón a seguir. Esta representación explica las características, elementos y como se interrelacionan estos elementos, así como los aspectos teóricos que le dan sustento al fenómeno, *facilitando su comprensión*. Un modelo proporciona la oportunidad de organizar y documentar la información sobre un sistema organizativo (Vernadat, 1996).

Luego de ésta revisión bibliográfica, se tiene que un modelo con enfoque ontológico de un fenómeno, es la *representación consensuada, explícita y formal* con un lenguaje común y sin ambigüedad de dicho fenómeno.

Con el fin de ilustrar la aplicación de la propuesta metodológica descrita en el capítulo anterior, se utiliza un ejemplo real que carece de una especificación formal y explícita del contexto organizacional, de sus procesos y del conocimiento asociado como es la gestión de currículos por competencias. Previo a la presentación del modelo que resultó de la aplicación, es importante aclarar que antes de iniciar el proceso de modelado, fueron revisadas variadas recomendaciones metodológicas para alcanzar una visión consensuada de las mismas. A continuación, se presentan los modelos que resultaron de esta aplicación:

3.1. Consideraciones iniciales del modelo

Tal como se mencionó, un modelo facilita la comprensión de una realidad, considerando un conjunto de elementos representativos, descubriendo la relación entre ellos y profundizando en la implicación que en la práctica aportan para derivar nuevo conocimiento. Para ello, es necesario moldear, dar forma y orden a estos elementos, con el propósito de orientar las acciones que desde la investigación se realizan. A tal efecto, Castillo y Cabrerizo (2006) señala que “lo

que proponen los modelos en todos los casos es configurar y estructurar una práctica (aplicación del modelo) basada en una teoría (parte teórica) de una forma abierta, adaptable y modificable”.

Partiendo de la necesidad de alcanzar una especificación formal y explícita de una conceptualización consensuada de la gestión de currículos por competencia, se propone como objetivo principal en este trabajo de investigación el desarrollo de un modelo con enfoque ontológico que describa el contexto organizacional donde se lleva a cabo, sus procesos y el conocimiento implícito, favoreciendo su comprensión, el consenso metodológico y el uso de un vocabulario común.

La construcción del modelo desde el punto de vista teórico, se sustenta en el dominio de conocimiento sobre la gestión de currículos por competencia, que implica la planificación, diseño, implementación y evaluación de la aplicación del currículo; conocimiento que reside en el capital intelectual que posee la comunidad que se involucra, así como en las experiencias que se generan con sus prácticas en el proceso. En el aspecto metodológico, el modelo por una parte, sigue el método *Business Modeling Method –BMM-* (Montilva y Barrios, 2004) y una variante del lenguaje de modelado unificado UML, denominada *UML Business* (Eriksson and Penker, 2000); y por la otra, se apoya en los principios de la Ingeniería Ontológica.

3.2. Modelo con enfoque ontológico para la gestión de currículos por competencias

Siguiendo la propuesta metodológica de un enfoque ontológico presentado en el Capítulo II, a continuación se presentan los sub-modelos que componen al “Modelo con enfoque ontológico para la gestión de currículos por competencias”, como resultado de su aplicación:

3.2.1. Sub-modelo metas de la gestión de currículos por competencias

El propósito de este sub-modelo es describir los objetivos de la organización vinculados con el sistema de negocio. En la Figura 5 se observa el objetivo meta (objetivo estratégico) de las organizaciones educativas respecto al sistema de negocios: gestión de currículos por competencias, los objetivos de bajo nivel que se derivan (objetivos operacionales), la visión y la misión.

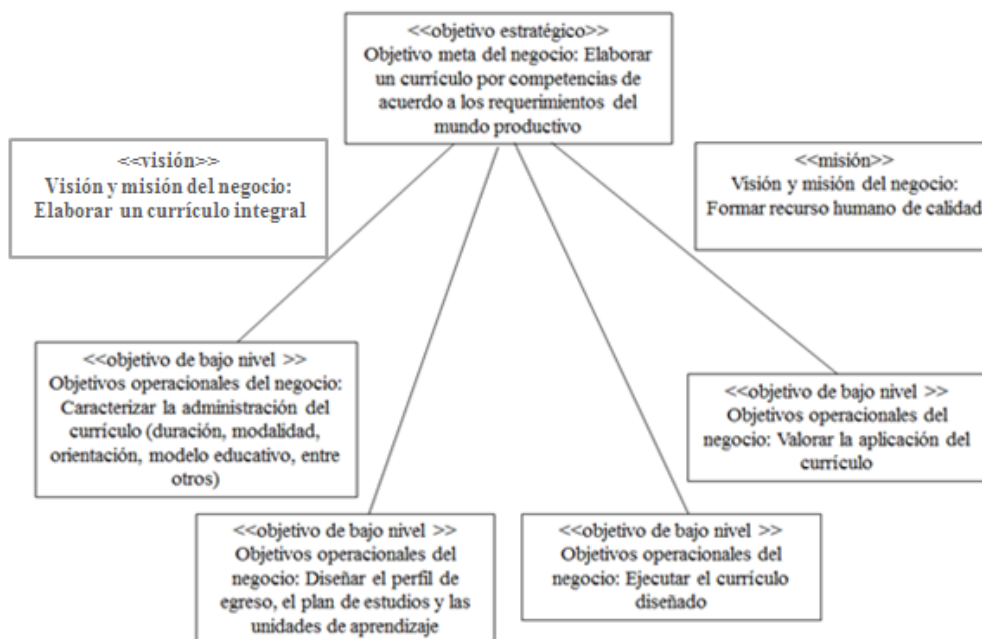


Figura 5. Sub-modelo metas de la gestión de currículos por competencias

3.2.2. Sub-modelo actores de la gestión de currículos por competencias

Este sub-modelo tiene como propósito identificar los trabajadores y actores del sistema de negocio, así como los roles que desempeñan. Las organizaciones educativas en la gestión de currículos por competencias, tienen personas ejecutando roles, algunas como trabajadores y/o otras como actores, independientemente de los cargos. Estas personas pertenecen a la comunidad educativa y pueden tener asignados uno o más roles para un momento determinado de la gestión, y cada rol, a su vez, tiene asociado un conjunto de

responsabilidades que asumen cuando lo ejecutan. Los roles que asume el docente miembro de la comunidad educativa como trabajador en la gestión de currículos por competencia, se muestran a través de la Figura 6.

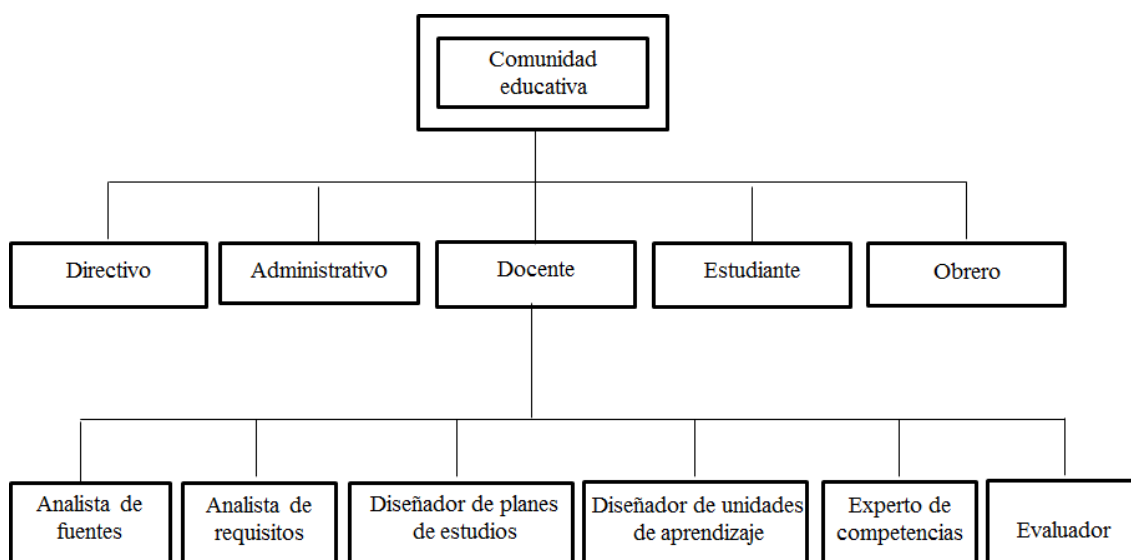


Figura 6. Sub-modelo trabajadores de la gestión de currículos por competencias/Roles

Como se observa en la Figura 6, el docente es un trabajador en la gestión de currículos por competencia, proceso en el que asume los siguientes roles: (a) Analista de fuentes, (b) Analista de requisitos, (c) Diseñador de planes de estudios, (d) Diseñador de unidades de aprendizaje, (e) Experto en competencias y (f) Evaluador. La Tabla 5 muestra la especificación de estos roles.

Tabla 5

Especificación de los trabajadores de la gestión de currículos por competencias

Trabajador	ESPECIFICACIÓN DE LOS TRABAJADORES DE LA GESTIÓN DE CURRÍCULOS BASADO EN COMPETENCIAS	
	Rol	Descripción del rol
Docente	Analista de fuentes	Revisa las fuentes internas y externas con el propósito de obtener las fortalezas y debilidades del currículo actual si existe, así como las características del nuevo currículo
	Analista de requisitos	Especifica las propiedades y restricciones del nuevo currículo, a partir de las características de la profesión, las fortalezas y debilidades del currículo actual
	Diseñador de plan de estudios	Construye el plan de estudios, identificando en ella las áreas y las unidades de aprendizaje por cada área

Diseñador de unidades de aprendizaje (UA)	Construye las UA identificadas en el plan de estudios, considerando para ello un modelo previamente establecido para el diseño
Evaluador	Valora la aplicación del nuevo currículo
Experto en competencias	Describe las competencias del perfil de egreso

El docente desempeña otros roles en la gestión de currículos por competencia, el estudiante y el sector laboral también tienen asignadas algunas responsabilidades. La Figura 7 muestra el modelo de actores y sus roles en la gestión de currículos por competencias.

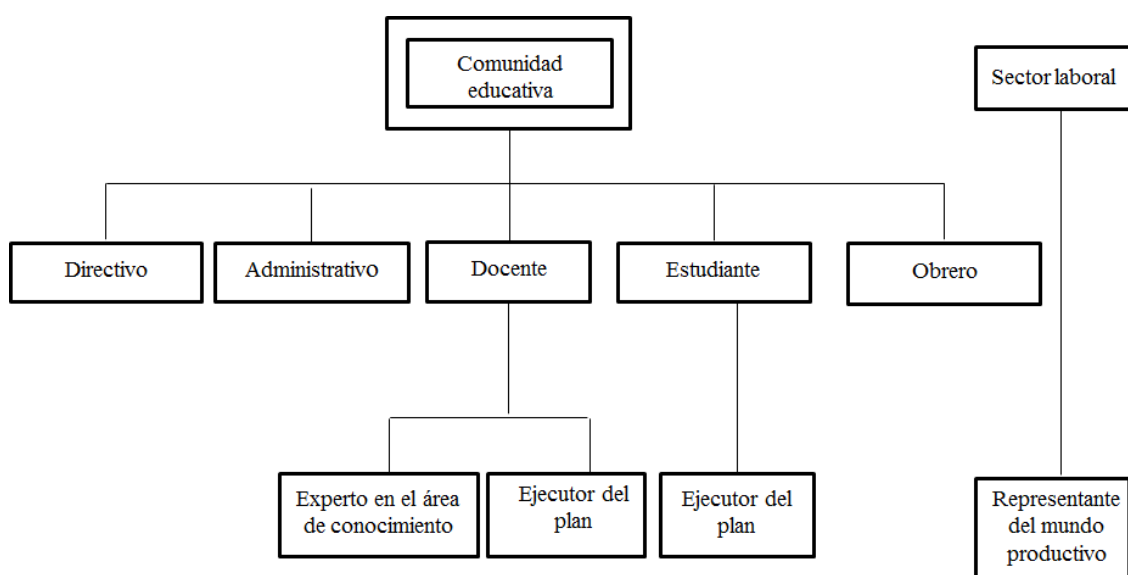


Figura 7. Sub-modelo actores de la gestión de currículos por competencias/Roles

Como se observa en la Figura 7, el docente es un actor en la gestión de currículos por competencia con los siguientes roles: (a) Experto en el área de conocimiento y (b) Ejecutor del plan. Este último, también puede ser asumido por los estudiantes y el sector laboral se desempeña como representante del mundo productivo. La Tabla 6 presenta la especificación de estos roles.

Tabla 6*Especificación de los actores de la gestión de currículos por competencias*

Actor	ESPECIFICACIÓN DE LOS ACTORES DE LA GESTIÓN DE CURRÍCULOS BASADO EN COMPETENCIAS	
	Rol	Descripción del Rol
Docente	Experto en el área de conocimiento	Comparte conocimientos y opiniones durante el diseño de las UA inherentes a su dominio
Docente, estudiante	Ejecutor del plan	Ejecuta en el aula de clases el currículo diseñado
Sector laboral	Representante del mundo productivo	Especifica los requerimientos y necesidades del sector laboral

3.2.3. Sub-modelo reglas de la gestión de currículos por competencias

Este sub-modelo describe las reglas que regulan el sistema de negocios. En la gestión de currículos por competencias, se identificaron algunas reglas de alto nivel: leyes, normas y procedimientos. Por el nivel de las reglas, se utilizó un lenguaje natural para su especificación, que incluye la identificación, el tipo y el proceso que regula (ver Tabla 7).

Tabla 7*Reglas de la gestión de currículos por competencias*

Regla	Tipo	Proceso que regula
Leyes de la República Bolivariana de Venezuela (Constitución, Ley de Educación Superior)	Leyes	Planificación del currículo Evaluación de la aplicación del currículo
Lineamientos curriculares de la institución	Normas	Planificación del currículo Implementación del currículo
Modelos para describir las competencias del perfil de egreso (Recomendaciones metodológicas de modelos y proyectos educativos)	Reglas internas	Diseño del currículo
Modelo para diseñar unidades de aprendizaje (Recomendaciones metodológicas de modelos y proyectos educativos)	Reglas internas	Diseño del currículo
Las unidades de aprendizaje son responsables del desarrollo de las competencias del perfil de egreso	Reglas internas	Diseño del currículo

3.2.4. Sub-modelo de objetos de la gestión de currículos por competencias

Un conjunto de objetos del tipo producto final fueron identificados en la gestión de currículos por competencias. En la Figura 8 se muestra un diagrama de clases con estos objetos.

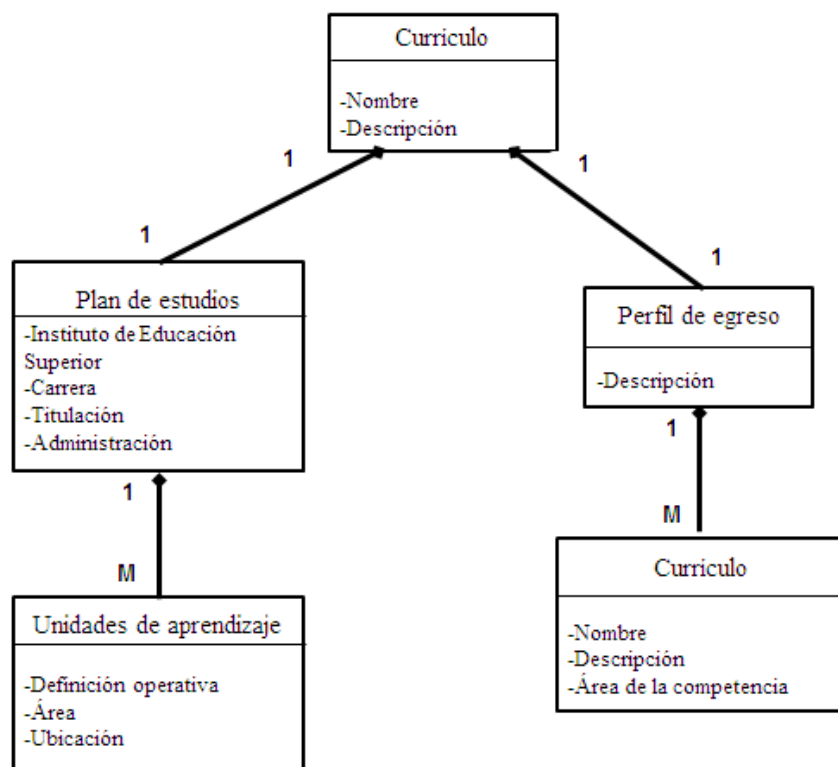


Figura 8. Sub-modelo objetos de la gestión de currículos por competencias

En la Figura 8 se modelan los objetos generados en la citada gestión. El currículo es el producto final, el plan de estudios y el perfil de egreso forman parte del currículo. A su vez, el plan de estudios se compone de un conjunto de unidades de aprendizaje y el perfil de egreso lo conforman un conjunto de competencias.

3.2.5. Sub-modelo procesos de la gestión de currículos por competencias

Este sub-modelo describe los procesos que se llevan a cabo en el sistema de negocios. El modelado de procesos inicia con la elaboración de la cadena de valor, herramienta que permite reflexionar sobre todas y cada una de las actividades que se realizan en el seno de la organización educativa para lograr su misión: formar recurso humano de calidad. El principal aporte de esta herramienta es que posibilita una mayor comprensión de cómo la realización de cada actividad afecta a las demás y, en especial, de cómo afecta al producto final. Con la cadena de valor se diferencian dos categorías de actividades: primarias y de soporte.

Para formar recurso humano de calidad, toda organización educativa tiene como objetivo meta gestionar currículos por competencias que respondan a los requerimientos del mundo productivo. En aras de consumir esta gestión, se debe llevar a cabo un conjunto de actividades primarias, las cuales se agrupan en cuatro procesos: planeación, diseño, implementación y evaluación de la aplicación del currículo. Asimismo, se identificaron algunas actividades que apoyan esta gestión y de modo similar se agrupan en dos procesos: gestión del conocimiento y gestión del recurso humano. Tanto los procesos primarios como los de soporte contribuyen a la misión y objetivo meta de la organización educativa. La Figura 9 exhibe la cadena de valor de la organización educativa.

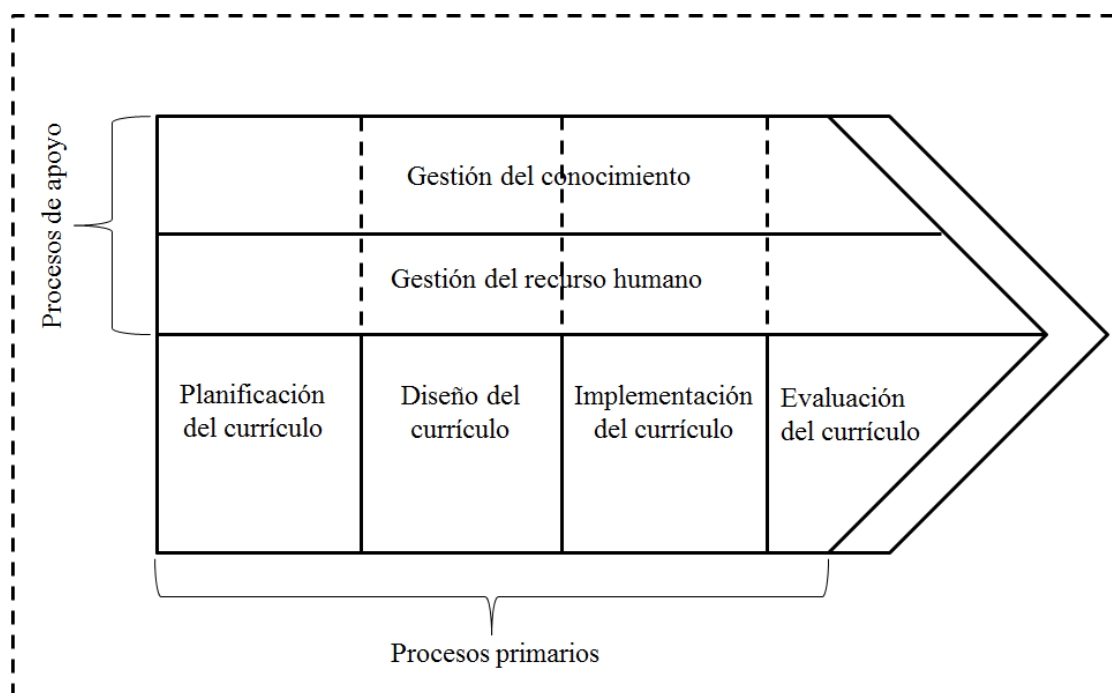


Figura 9. Cadena de valor de la gestión de currículos por competencias

Cada proceso primario está compuesto por actividades y se especifica a través de sus objetos (entradas y salidas), actores, trabajadores, reglas, objetivo de bajo nivel. Las Figuras 10, 11, 12 y 13 muestran esta especificación.

a) Modelado de la especificación del proceso primario Planificación del currículo

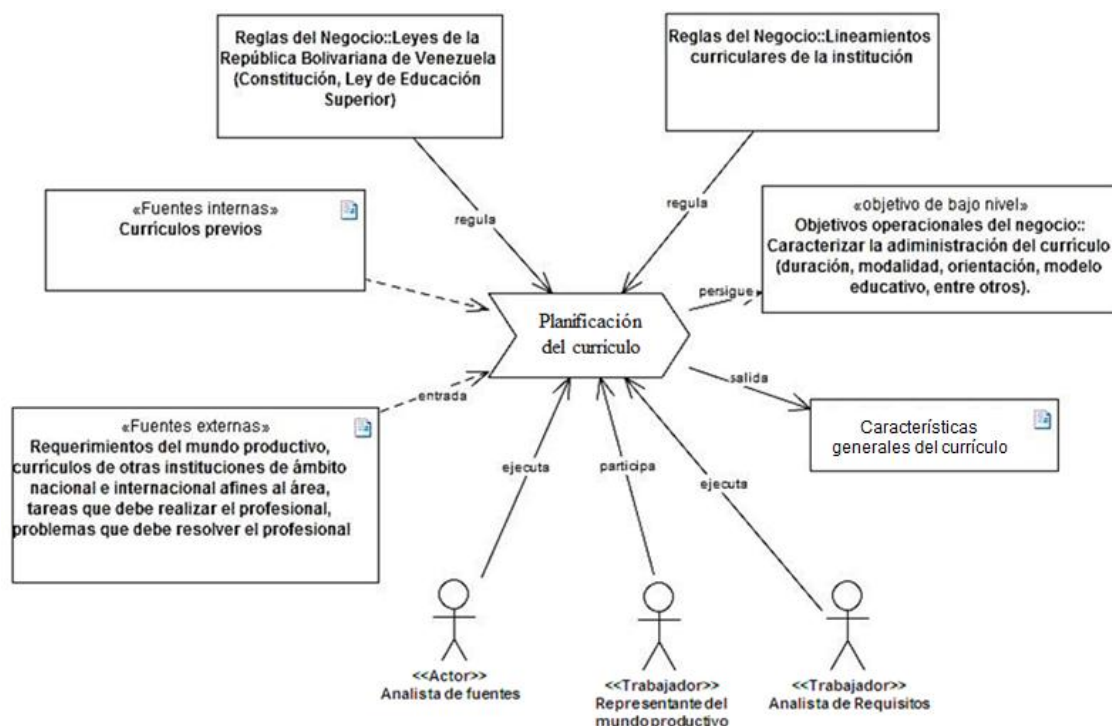


Figura 10. Especificación del proceso primario “Planificación del currículo”

En la Figura 10 se observa la especificación del proceso para la planificación del currículo. Se necesita por una parte, la revisión de los currículos que han sido previamente utilizados por la universidad, a fin de determinar sus fortalezas y debilidades para considerarlas en la planeación del nuevo currículo; y por la otra, el análisis de lo que desea y necesita el mundo productivo, de las tareas que debe realizar el profesional y de los problemas que debe resolver. Dentro de la comunidad que colabora en la gestión, existe un analista de fuentes que realiza esta revisión y análisis, y un representante del mundo productivo que coopera proporcionando la información necesaria respecto a las necesidades del sector laboral y el perfil de los egresados (tareas que debe realizar y problemas que debe resolver). Como resultado, se espera que un analista de requisitos trabaje sobre esta información (debilidades y fortalezas de los currículos previos, perfil del egresado y necesidades del sector laboral) y basado en los lineamientos curriculares de la universidad, así como algunas leyes de la República Bolivariana de Venezuela, determine las características generales del nuevo currículo, tales

como: su duración, modalidad, orientación, modelo educativo, entre otros aspectos, los cuales son de suma importancia para su adecuado diseño.

b) Modelado de la especificación del proceso primario Diseño del currículo

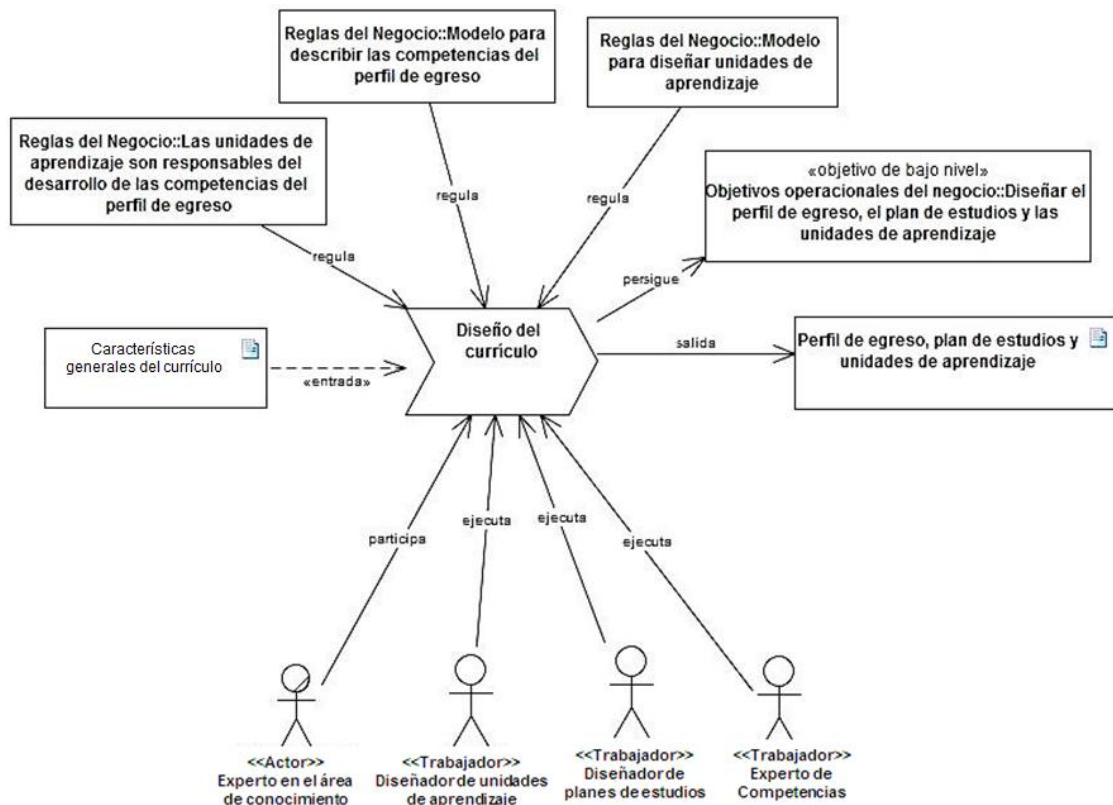


Figura 11. Especificación del proceso primario “Diseño del currículo”

Para llevar a cabo este proceso se requiere de las características generales del nuevo currículo. En este proceso se diseña el perfil de egreso, el plan de estudios y las unidades de aprendizaje; para ello, se requiere la cooperación de diseñadores de unidades de aprendizaje y diseñadores de plan de estudios, así como la contribución de expertos en el área de conocimiento para describir las competencias del perfil del egreso. Durante este proceso, expertos en el área de conocimiento comparten opiniones y experiencias con los diseñadores mencionados. Asimismo, algunas políticas, reglas o restricciones aplican, entre

ellas, los modelos que se utilizan para el diseño de las unidades de aprendizaje y del perfil de egreso.

c) Modelado de la especificación del proceso primario Implementación del currículo

Siguiendo los lineamientos curriculares de la universidad y después de diseñar el plan de estudios, las unidades de aprendizaje y el perfil de egreso, se procede con su implementación (ver Figura 12). Los estudiantes y los docentes participan ejecutando el currículo, los primeros desarrollarán las competencias del perfil de egreso y los segundos, aplicarán las técnicas de enseñanza y aprendizaje más adecuadas para que este desarrollo sea el esperado.

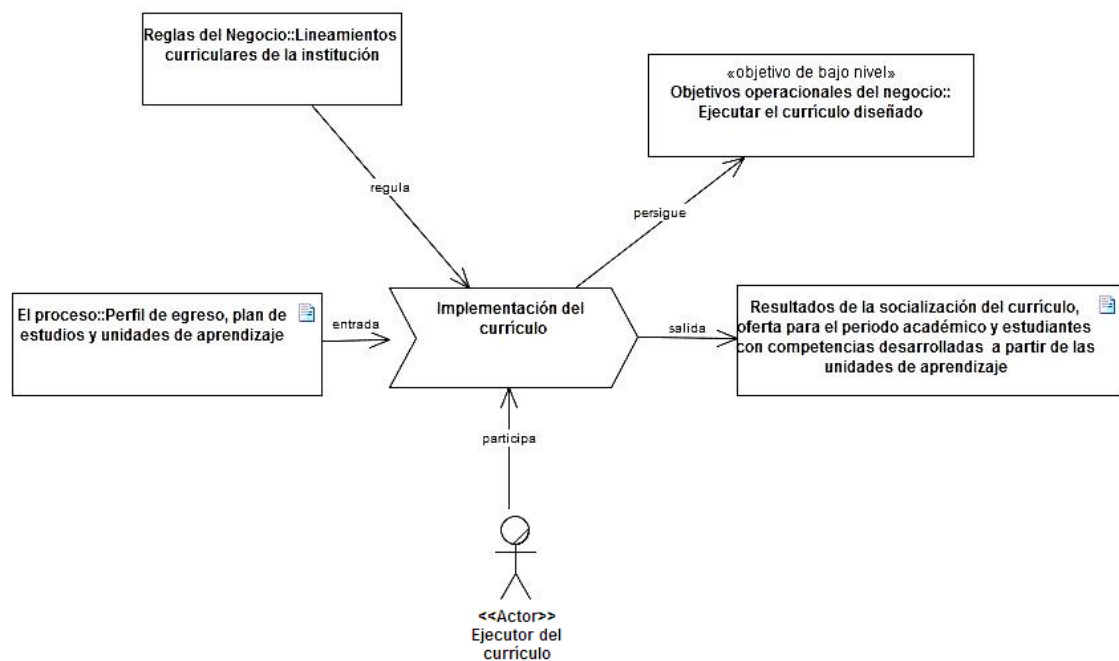


Figura 12. Especificación del proceso primario "Implementación del currículo"

d) Modelado de la especificación del proceso primario Implementación del currículo

El proceso primario “Evaluación del currículo” se muestra en la Figura 13. Este proceso consiste en valorar su aplicación, considerando para ello los resultados de la implementación y algunas leyes de la República Bolivariana de Venezuela, tales como la Ley de Educación Superior.

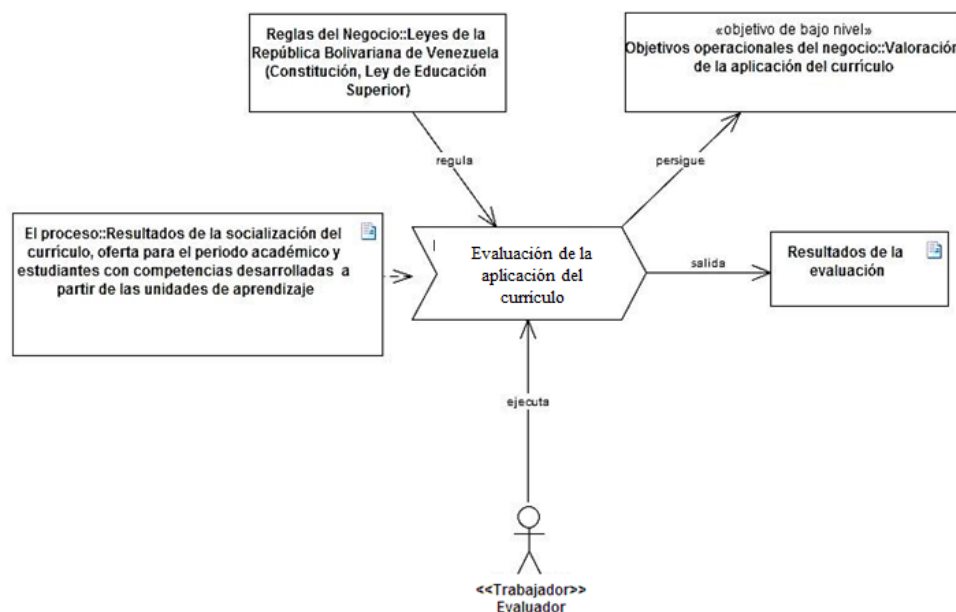


Figura 13. Especificación del proceso primario “Evaluación de la aplicación del currículo”

e) Modelado de las actividades de los procesos primarios

Cada proceso está integrado por un conjunto de actividades que son ejecutadas por uno o más trabajadores y actores de la gestión de currículos por competencias. Utilizando diagramas de actividades (DA) en UML Business, se modela el flujo de trabajo que describe el orden en que las actividades del proceso se realizan, así como los objetos asociados (ver Figuras 14, 15, 16 y 17).

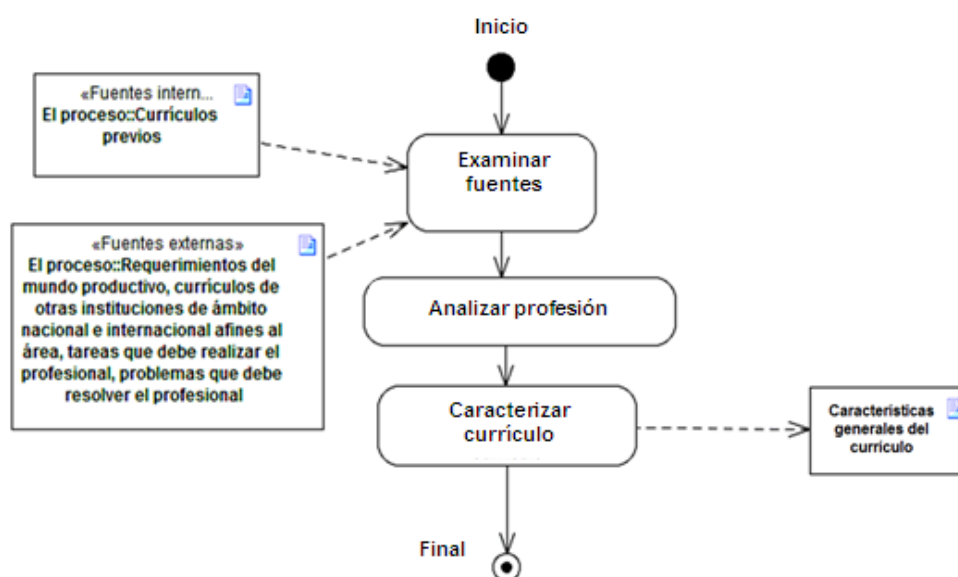


Figura 14. DA del proceso primario “Planificación del currículo”

En la Figura 14 se observa la secuencia de actividades del proceso primario “Planificación del currículo”. Este proceso inicia con la revisión de fuentes internas como los currículos previos de la universidad y de fuentes externas como los requerimientos del mundo productivo, currículos afines de otras universidades (nacionales e internacionales), tareas que debe realizar el profesional y problemas que debe resolver. Seguidamente, se analizan las características de la profesión y se establecen las características del nuevo currículo.

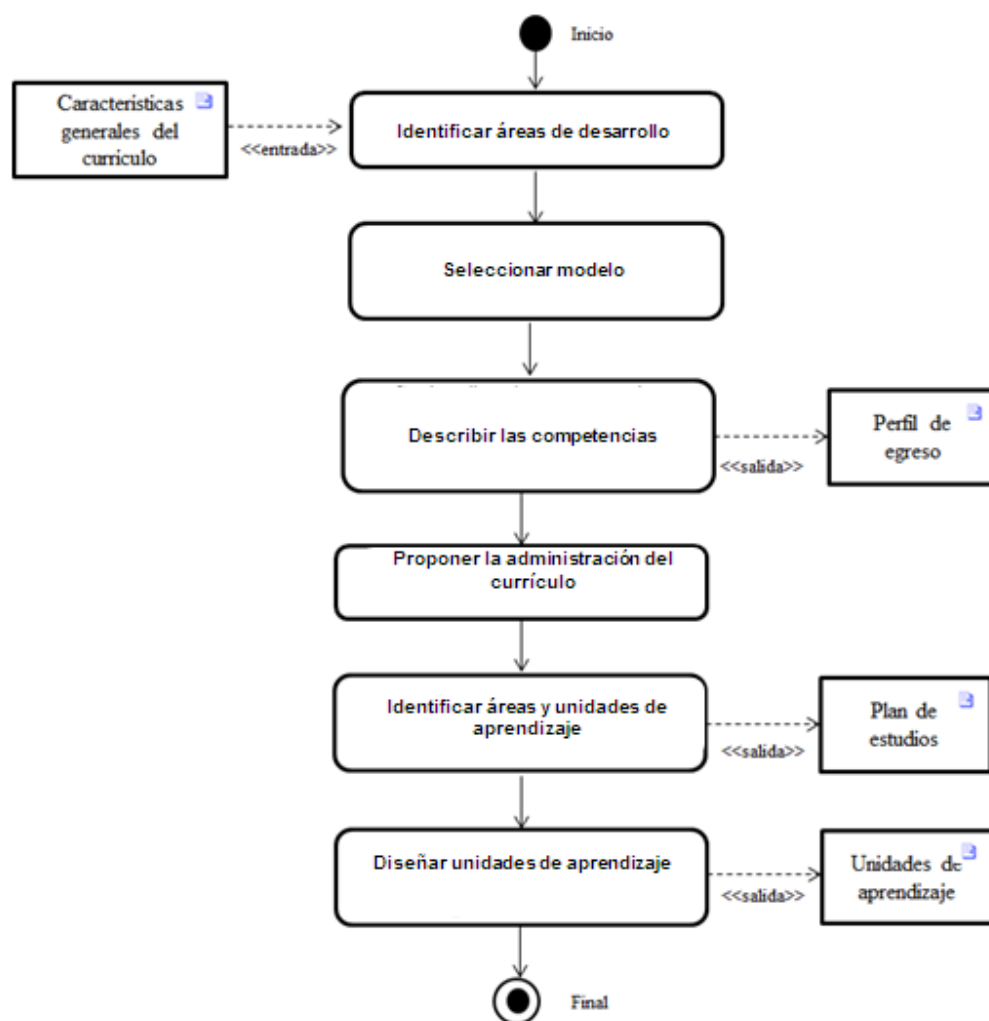


Figura 15. DA del proceso primario “Diseño del currículo”

El proceso inicia con la identificación de las áreas de desarrollo de las competencias, para lo cual requiere conocer las características generales del currículo. Se selecciona un modelo para describir las competencias del perfil de egreso y se procede a detallar las competencias específicas y genéricas. En este punto, se obtiene como resultado el perfil de egreso. Luego, se propone la administración del currículo (duración, modalidad, orientación, modelo educativo, entre otros), se identifican las áreas de conocimiento y sus correspondientes unidades de aprendizaje, arrojando como resultado el plan de estudios. Inmediatamente, se selecciona la estructura para diseñar estas unidades. El proceso finaliza con el producto de este diseño.

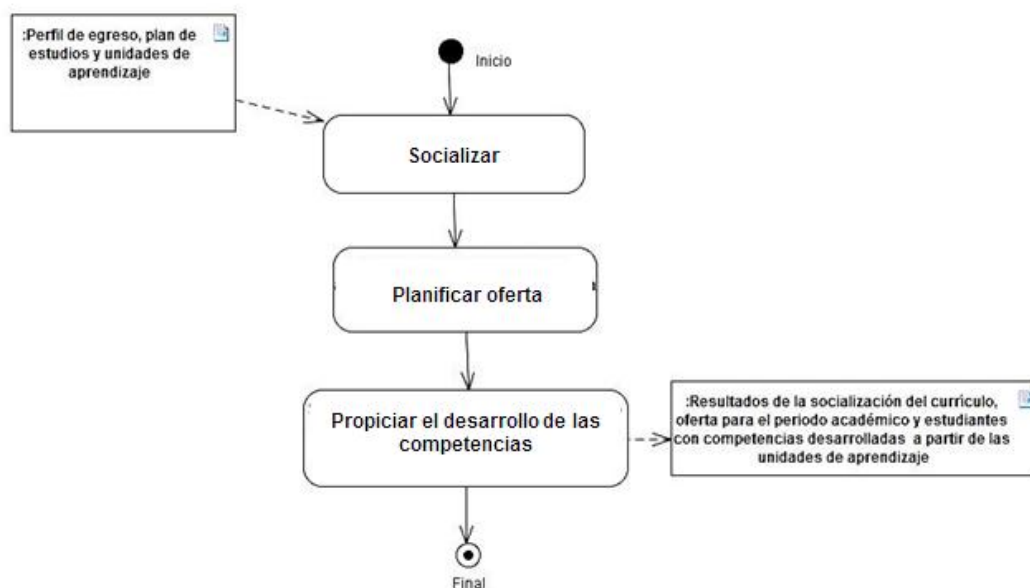


Figura 16. DA del proceso primario “Implementación del currículo”

Para la ejecución de las actividades que se muestran en la Figura 16 se requieren los siguientes elementos: perfil de egreso, plan de estudios y unidades de aprendizaje que fueron diseñadas durante el proceso primario “Diseño del currículo”. La primera actividad del proceso Implementación del currículo consiste en socializar los elementos mencionados, seguidamente se planifica la oferta para el periodo académico en función de la demanda. A partir de las unidades de aprendizaje, se propicia el desarrollo de las competencias del perfil de egreso en los estudiantes. El proceso finaliza con los resultados de la socialización del currículo, la oferta para el periodo académico y estudiantes con competencias desarrolladas.

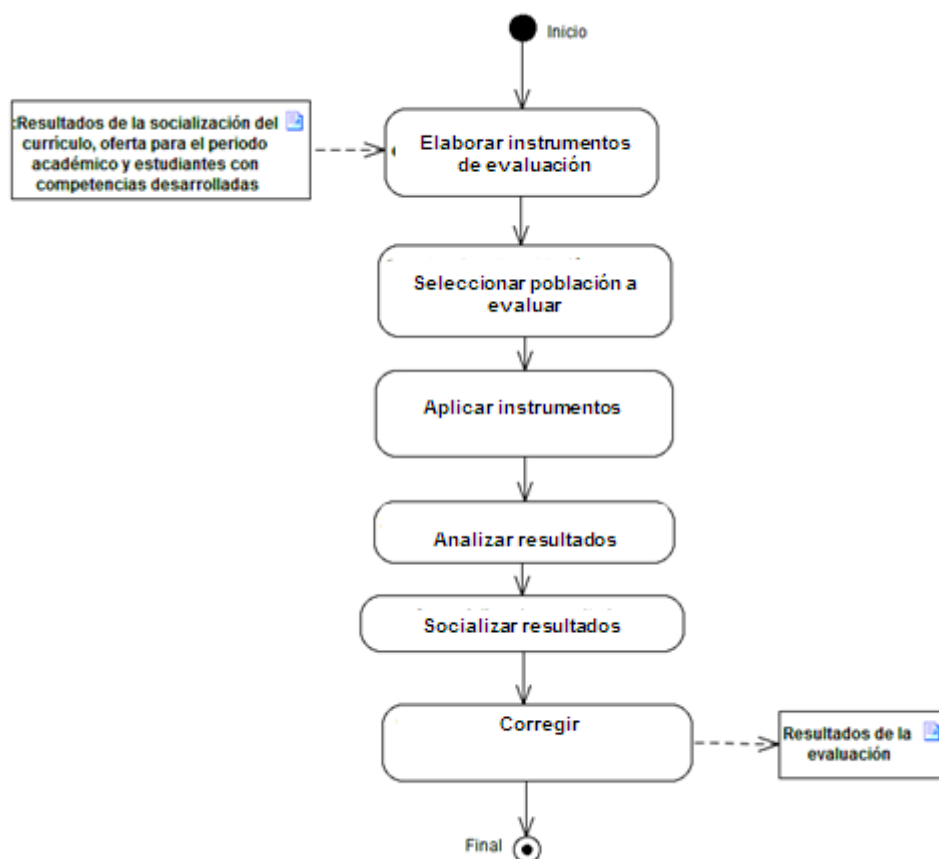


Figura 17. DA del proceso primario “Evaluación de la aplicación del currículo”

El proceso que se muestra a través de la Figura 17 inicia con la elaboración de los instrumentos que permitirán evaluar la aplicación del proyecto educativo. Para ello, se deberá considerar los resultados de la socialización del currículo, la oferta para el período académico y los estudiantes. Una vez elaborado los instrumentos, lo siguiente es seleccionar que estudiantes serán medidos con estos instrumentos. Se aplican dichos instrumentos, se analizan y socializan los resultados, para finalmente tomar los correctivos necesarios.

A continuación, se describe el apoyo que los procesos de soporte proporcionan a los procesos primarios:

Gestión del conocimiento (GC). El conocimiento como información de gran valor, está jugando un rol importante dentro de las empresas de hoy (Capote, Llantén, Pardo, González y Collazos, 2008). Las organizaciones sienten gran interés en hacer uso de su conocimiento, debido a que les representa utilidad y a la necesidad de mantenerse en el mercado de forma competitiva.

La GC nace como un mecanismo que define una serie de procesos para gestionar efectivamente el conocimiento generado (Stankosky, 2005). Este mecanismo involucra las actividades de captura, organización, actualización y divulgación del conocimiento originado y posteriormente utilizado por la comunidad de la organización. Además, provee técnicas y métodos que ayudan a reducir la pérdida o el desaprovechamiento del conocimiento (Rodríguez, Martínez, Favela, Vizcaíno, Piattini, 2004).

Algunos objetivos de la GC son señalados por Pávez (2000), entre los que destacan: a) promover la mejora continua de los procesos, procedimientos y métodos del negocio, enfatizando la generación y utilización del conocimiento, b) monitorear y evaluar los logros obtenidos mediante la aplicación del conocimiento, esto puede ayudar a determinar qué tan efectivo ha sido para la organización la ejecución de una práctica, c) fortalecer las habilidades, competencias y conocimiento de las personas que integran los grupos de mejora, d) fomentar la creación de una cultura orientada al autoaprendizaje y socialización del conocimiento para permitir que las buenas prácticas y las lecciones aprendidas sean de total conocimiento de los participantes en la mejora de los procesos.

La captura, organización y divulgación del conocimiento está presente en cada una de las actividades de la gestión de currículos por competencias, al tomar decisiones y proporcionar la información que requiere la organización para el desarrollo del currículo.

Tomando como referencia las actividades y los objetivos de la GC, este proceso de apoyo permitió: a) organizar apropiadamente el conocimiento adquirido, b) desarrollar un modelo con un enfoque ontológico que especifica de modo formal y

explícito el contexto organizacional que lo rodea, el proceso y el conocimiento implícito y c) difundir el conocimiento a través de estructuras ontológicas.

Gestión del recurso humano: considera las actividades relacionadas con la búsqueda del personal y asignación de roles en la gestión de currículos por competencias. La gestión del recurso humano está presente en cada proceso primario al especificar qué personas participarán en calidad de trabajador y/o actor y con cuales roles.

Finalmente, el modelo con enfoque ontológico del sistema de negocio: gestión de currículos por competencias comprende un total de 13 modelos y 6 especificaciones. Este conjunto de modelos proporcionan una base para describir la semántica de esta gestión, es decir, una especificación formal y explícita de una conceptualización consensuada en este dominio.

3.2.6. Representación del conocimiento implícito

La especificación de los procesos está apoyada por el desarrollo de tres estructuras ontológicas, las cuales representan formal y explícitamente el conocimiento que se encuentra tácito en sus actividades. A continuación, se describen las actividades que se llevaron a cabo para alcanzar la representación de este conocimiento.

a) Adquisición del conocimiento

Producto de una primera revisión documental surgió un conjunto de términos considerados por los expertos como importantes y representativos en el dominio de gestión de currículos por competencias. Se utilizó un mapa de conceptos para ilustrar estos términos y las relaciones entre ellos (ver Figura 18).

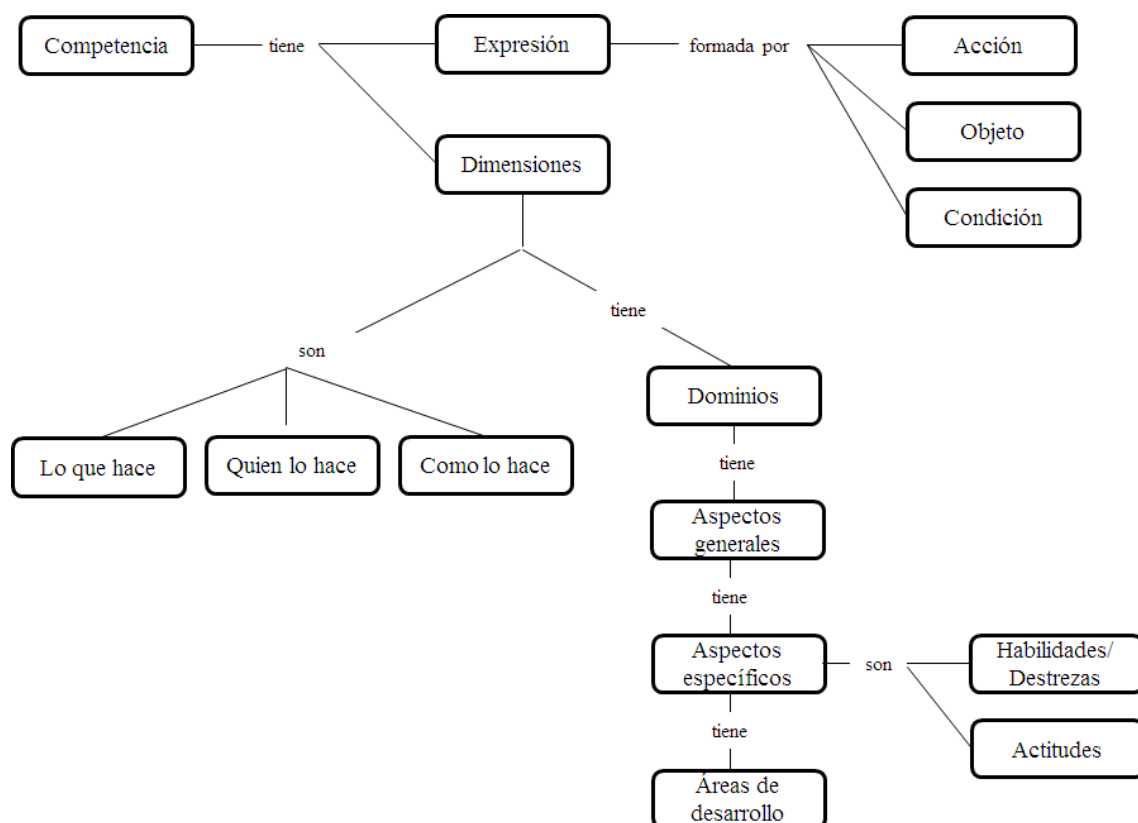


Figura 18. Conceptos identificados en la primera fase de reuniones y entrevistas a expertos

La Figura 18 muestra este primer mapa de conceptos, ilustrando la expresión de una competencia a través de una acción, un objeto y una condición; además tiene dimensiones que definen “lo que hace”, “quien lo hace” y “como lo hace”. Del mismo modo, la competencia tiene dominios, que poseen aspectos generales, los cuales a su vez tienen aspectos específicos que pueden ser habilidades/destrezas o actitudes. Finalmente, los aspectos específicos tienen áreas de desarrollo.

Una segunda revisión bibliográfica, impulsó otras discusiones con los expertos identificándose nuevos términos, relaciones y jerarquías. Para adquirir este conocimiento nuevamente se utilizó la técnica de la entrevista y para representarlo los mapas conceptuales (ver Figura 19).

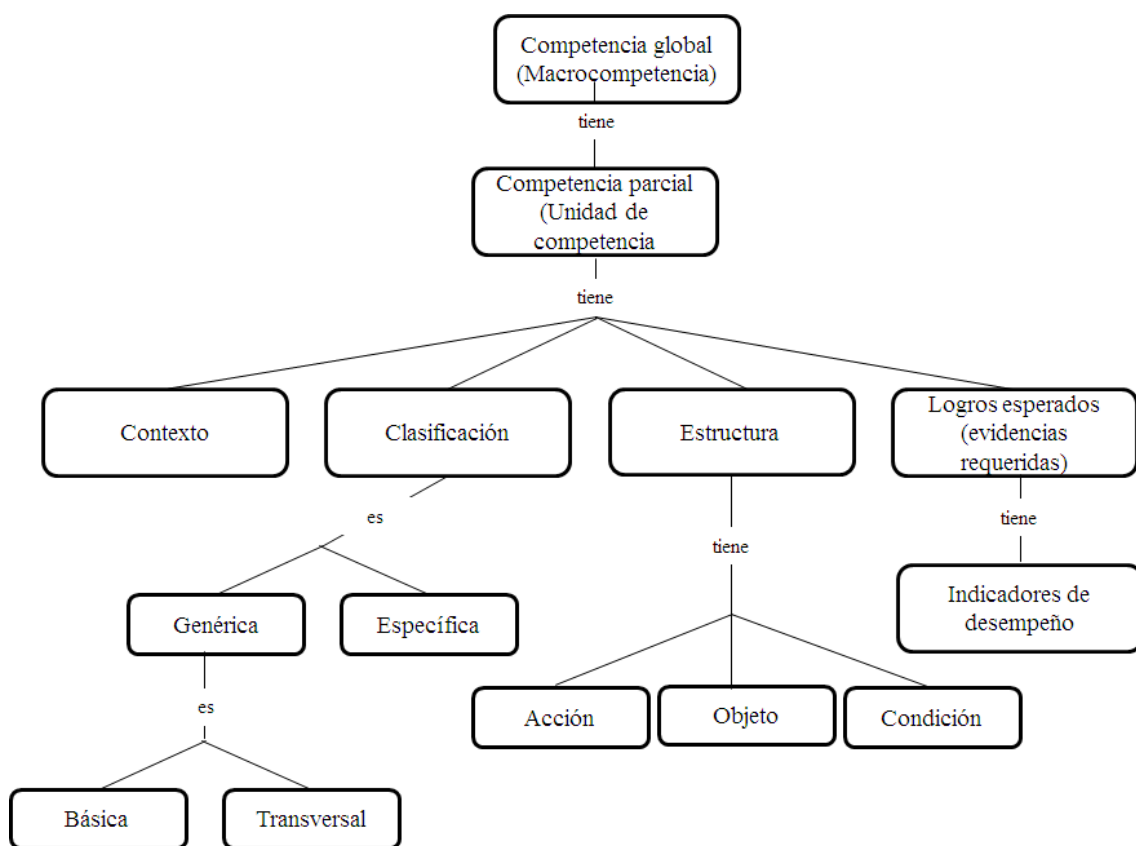


Figura 19. Otros conceptos identificados en el contexto de la gestión de currículos por competencias

En el mapa de la Figura 19 se describe la competencia global también denominada “macrocompetencia”, de quien a su vez se derivan competencias parciales o “unidad de competencia”. Estas últimas tienen un contexto, se clasifican en genérica básica, genérica transversal o específica, tiene una estructura que se compone de una acción, un objeto y una condición, tiene logros esperados que corresponden a las evidencias requeridas, y a su vez poseen indicadores. Se tiene así que con este mapa se expresa la estructura de una competencia global.

b) Consenso y organización del vocabulario

Nuevas reuniones y discusiones tuvieron lugar (tercera revisión bibliográfica en el dominio de gestión curricular), donde profesionales precisaron nuevos términos,

relaciones y jerarquías; además se organizó el conocimiento a partir de la clasificación de los conceptos en tres grupos o subdominios y para cada uno un conjunto de conceptos que proporcionan mayor representación. Los grupos identificados corresponden a: a) Competencias, b) Técnicas de enseñanza y aprendizaje y c) Técnicas e instrumentos de evaluación. Las Figuras 20, 21 y 22 muestran los mapas conceptuales que representan a estos grupos.

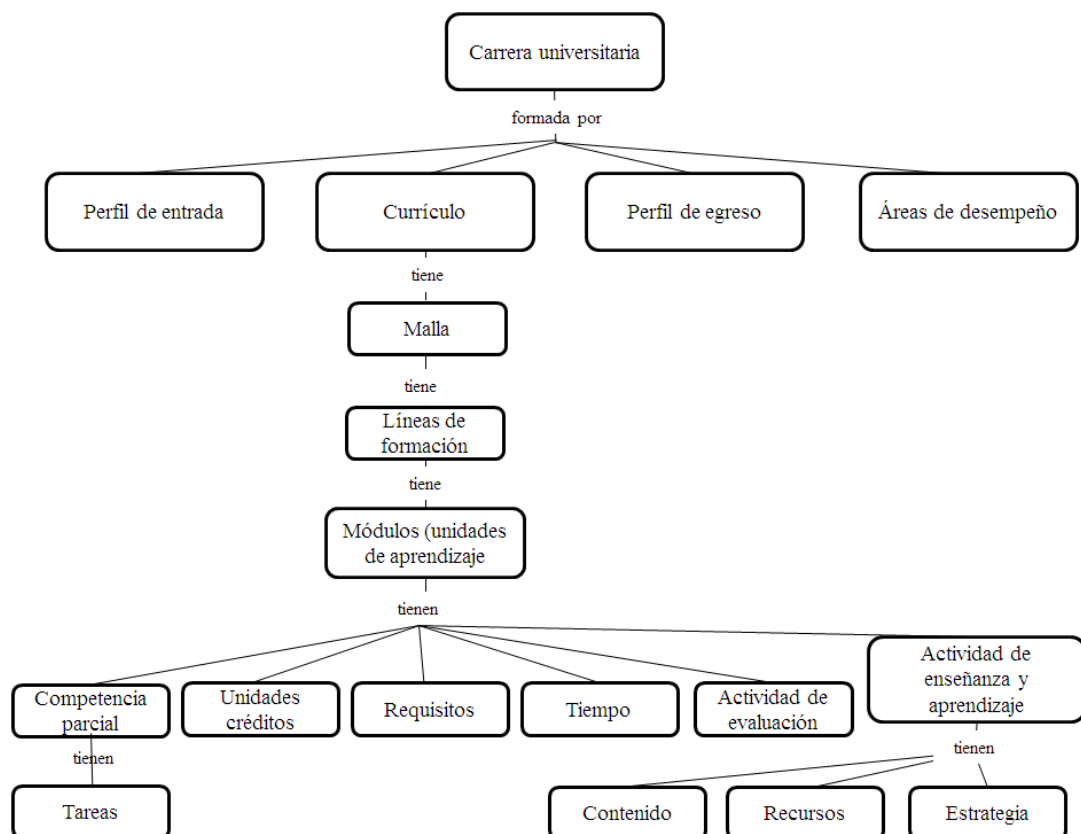


Figura 20. Mapa conceptual del subdominio de competencias

La Figura 20 muestra un mapa de conceptos cuyo propósito es alcanzar una representación general del contexto de las competencias. Allí se observa que toda carrera universitaria está formada por un perfil de entrada, un currículo, un perfil de egreso y áreas de desempeño. A su vez, el currículo de la carrera tiene una malla que comprende un conjunto de líneas de formación y para cada línea un grupo de módulos o unidades de aprendizaje que son responsables del desarrollo de ciertas competencias parciales. Las unidades de aprendizaje tiene unidades de

crédito, requisitos, un tiempo de duración, actividades de evaluación y actividades de enseñanza y aprendizaje. Estas últimas tienen un contenido, recursos y estrategias.

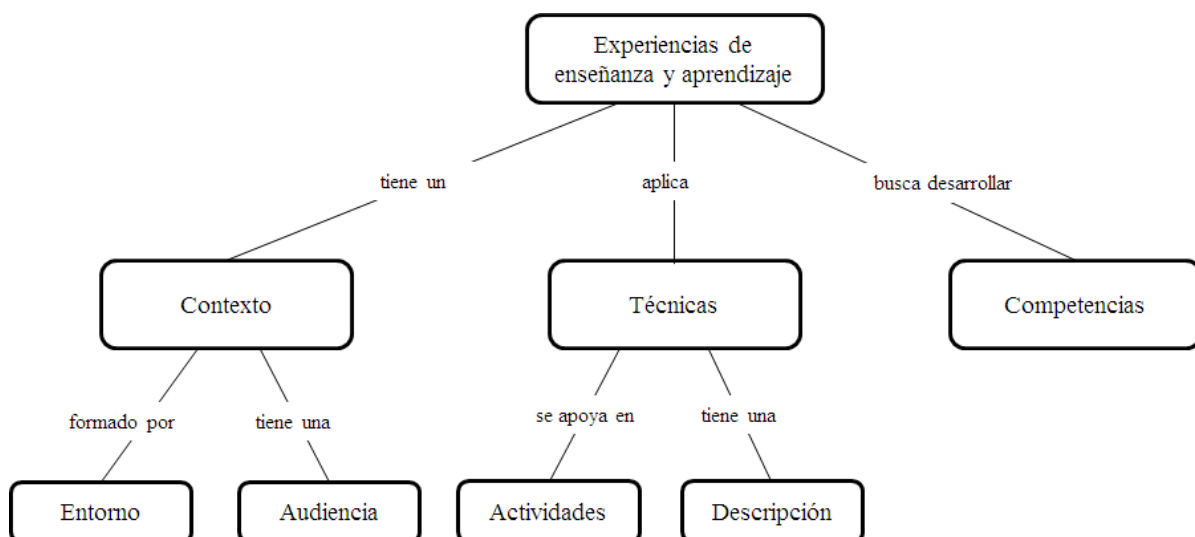


Figura 21. Mapa conceptual del subdominio estrategias de enseñanza y aprendizaje

En la Figura 21 se presenta otro mapa de conceptos que describe a una experiencia de enseñanza y aprendizaje en general, tiene un contexto, aplica un conjunto de técnicas y busca desarrollar ciertas competencias del perfil de egreso. El contexto está formado por un entorno y va dirigido a una audiencia específica. Cada técnica se apoya en un grupo de actividades y posee una descripción.

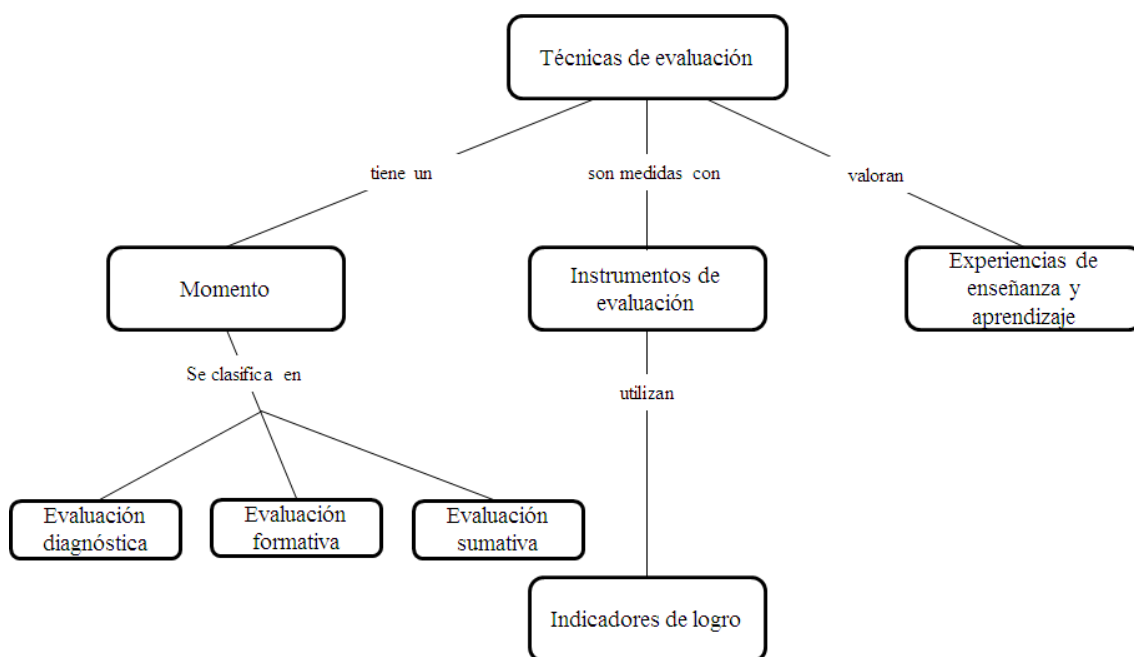


Figura 22. Mapa conceptual del subdominio Técnicas e Instrumentos de evaluación

En la Figura 22 se observa una representación general para el subdominio de las técnicas de evaluación. Estas se clasifican de acuerdo al momento en que se aplican: diagnóstica, formativa o sumativa; éstas técnicas son medidas con instrumentos de evaluación que utilizan indicadores de logro y valoran a las experiencias de enseñanza y aprendizaje.

c) Formalización y representación del conocimiento

Basado en la actividad anterior, se desarrollaron tres ontologías que describen formalmente los siguientes sub-dominios: competencias, técnicas de enseñanza y aprendizaje y técnicas e instrumentos de evaluación. Para este desarrollo, se utilizó la metodología Methontology (Gómez-Pérez, Fernández-López y Corcho, 2004) con una ligera adaptación propuesta por Ramos (2009). Esta metodología se explica en el Anexo 1 de este trabajo de investigación y el desarrollo de las ontologías en el Capítulo IV.

3.3. Reflexiones acerca del modelo

La propuesta metodológica presentada en este trabajo de investigación no es rígida, aun cuando la idea principal sugiere no perder de vista los tres niveles de abstracción (contexto organizacional, procesos y conocimiento implícito) que la conforman, algunos elementos pueden no ser utilizados para la construcción del modelo. Además, puede indagarse en otras recomendaciones o hacer nuevas propuestas que guíen el desarrollo del modelo también con un enfoque ontológico para representar fenómenos en algún dominio.

Estas características hacen que la propuesta sea versátil, quien la utilice puede generar nuevo conocimiento, bien sea a partir del fenómeno que modela, de los elementos que utiliza en el modelo o bien a través de la sinergia con otras metodologías y/o disciplinas.

Por otra parte, durante el modelado de los procesos primarios de la gestión de currículos por competencias, se identificaron algunas actividades susceptibles de ser automatizadas. Murelaga (2005) agrega que las TIC's representan un aporte significativo en los procesos de producción, educación, gestión y gerencia dentro de las organizaciones. Según los profesionales que fueron consultados, las actividades en las cuales el apoyo computacional sería valioso, son aquellas en las que se requiere para su ejecución una mayor carga cognitiva, objetividad y un amplio dominio del conocimiento del área, dada la complejidad de las mismas (Ramos, 2009). Desde esta perspectiva y dada la necesidad de apoyar a los profesionales en el proceso de gestión de currículos por competencia, se construyó una aplicación web que integra las tres ontologías desarrolladas, la cual se ha denominado **ADUACOM** (**A**plicación para **D**iseñar **U**nidades de **A**prendizaje por **COM**petencias), cuyo objetivo es brindar asistencia sólo durante el diseño de las unidades de aprendizaje. Esta aplicación se describe en el Capítulo IV de la presente investigación.

Capítulo IV. TÉCNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN QUE COMPLEMENTAN EL MODELO CON ENFOQUE ONTOLÓGICO PARA LA GESTIÓN DE CURRÍCULOS BASADOS EN COMPETENCIAS

La actividad relacionada con el diseño de unidades de aprendizaje para un currículo por competencia requiere para su ejecución una mayor carga cognitiva, objetividad y un amplio dominio del conocimiento del área. En este capítulo se describe una aplicación web que automatiza esta actividad e integra las estructuras ontológicas referenciadas en el capítulo anterior. El desarrollo de estas estructuras también se presenta en este apartado.

Las Tecnologías de Información y Comunicación que complementan el modelo con enfoque ontológico para la gestión de currículos por competencias, se describen a continuación:

4.1. ADUACOM Aplicación web para diseñar unidades de aprendizaje para un currículo por competencia.

Para guiar el proceso general de desarrollo de **ADUACOM** (Aplicación para Diseñar Unidades de Aprendizaje por **COM**petencias), se utilizó la Entrega Incremental (Sommerville, 2005), un modelo de proceso de desarrollo de software y para la implementación la versión 8 de un entorno de desarrollo integrado libre, hecho principalmente para el lenguaje de programación Java, denominado NetBeans (<https://netbeans.org>). **ADUACOM** integra tres ontologías desarrolladas con Protegé un editor de ontologías de código abierto e implementado en Java, las cuales se explican en el apartado siguiente. La Figura 23 muestra el inicio de sesión de la aplicación, acá el usuario deberá ingresar usuario y contraseña. Luego de que el usuario inicie sesión podrá comenzar con el

diseño de unidades de aprendizaje. Para ello, la aplicación muestra la siguiente interfaz: (ver Figura 24).



The screenshot displays the main interface of the Aduacom application. At the top, there is a header with a logo on the left and the text 'ADUACOM' on the right. Below the logo is a blue navigation bar with three buttons: 'INICIO', 'UNIDAD DE APRENDIZAJE', and '¿QUIÉNES SOMOS?'. The main content area features the title 'Aplicación para diseñar unidades de aprendizaje de un plan de estudio por competencias' followed by a horizontal dashed line. Below this is a section titled 'Inicio de Sesión' containing a login form with fields for 'Usuario' and 'Contraseña', and buttons for 'Aceptar' and 'Limpiar'. At the bottom, there is a footer with three links: '| Inicio |', '| U.A |', and '| ¿Quiénes Somos? |', and a copyright notice: 'Universidad Central de Venezuela - Derechos Reservados'.

ADUACOM

INICIO UNIDAD DE APRENDIZAJE ¿QUIÉNES SOMOS?

Aplicación para diseñar unidades de aprendizaje de un plan de estudio por competencias

Inicio de Sesión

Usuario:

Contraseña:

| Inicio | | U.A | | ¿Quiénes Somos? |

Universidad Central de Venezuela - Derechos Reservados

Figura 23. Interfaz principal de ADUACOM



Figura 24. Diseño de unidades de aprendizaje

El desarrollo de la aplicación se inicia con la descripción de los servicios y sus restricciones operativas. Estos servicios y restricciones, no son más que requerimientos, los cuales reflejan las necesidades de los usuarios de una aplicación para ayudar a resolver un problema. Basado en estas premisas, se extrae una primera aproximación de los requerimientos funcionales relacionados con el diseño de unidades de aprendizaje:

a) El usuario podrá registrar unidades de aprendizaje. La Figura 25 muestra la interfaz mediante la cual el usuario puede hacer este registro. Algunos datos requeridos respecto a la unidad de aprendizaje son: nombre, fundamentación, duración, modalidad, número de participantes, área, ubicación en la malla curricular, entre otros.

b) La aplicación proporcionará información relacionada con las competencias específicas del perfil de egreso del plan de estudios, técnicas y actividades de enseñanza y aprendizaje y técnicas e instrumentos de evaluación.

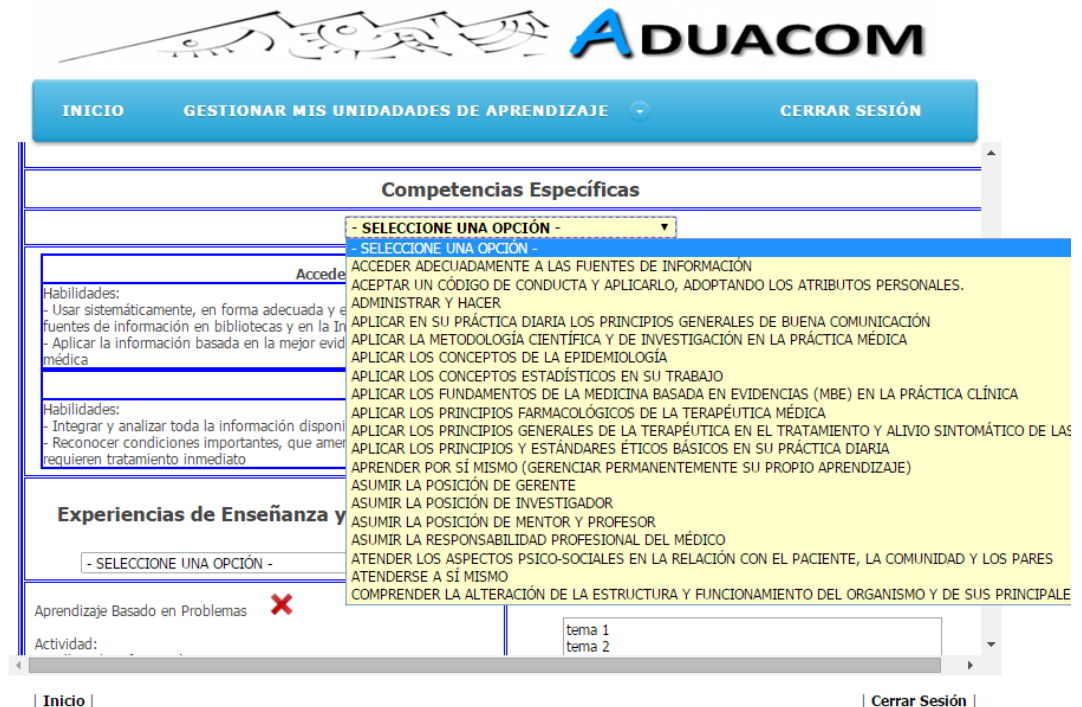
The screenshot displays the Aduacom web application interface. At the top, there is a navigation bar with three buttons: 'INICIO', 'GESTIONAR MIS UNIDADES DE APRENDIZAJE' (which is highlighted with a plus icon), and 'CERRAR SESIÓN'. Below the navigation bar, on the left, is a link 'Nueva UA' and on the right is a 'Volver' button. The main heading is 'Registro de Nueva Unidad de Aprendizaje'. Below this heading, a sub-header reads 'Introduzca los datos solicitados a continuación'. The form contains several fields: 'Nombre:' with a text input; 'Fundamentación:' with a larger text area; 'Duración:' with a dropdown menu showing 'Seleccione una Opción'; 'Modalidad:' with a dropdown menu showing 'Seleccione una Opción'; 'Nº de Participantes:' with a dropdown menu showing 'Seleccione una Opción'; 'Área:' with a text input; 'Ubicación en la Malla Curricular:' with a dropdown menu showing 'Seleccione una Opción'; and a final empty text input field at the bottom. At the bottom of the page, there are links for '| Inicio |' and '| Cerrar Sesión |', and a footer text 'Universidad Central de Venezuela - Derechos Reservados'.

Figura 25. Registro de unidades de aprendizaje

c) El usuario a través de la opción “Completar mis UA” que se muestra en la Figura 32, podrá incorporar a la unidad de aprendizaje registrada, las competencias del perfil de egreso que se espera sean desarrolladas por el estudiante al cursar esta unidad, las técnicas de enseñanza y aprendizaje que van a guiar el desarrollo de estas competencias, y las técnicas e instrumentos de evaluación que se sugieren para medir el desarrollo de estas competencias; con el propósito de completar el diseño de la unidad de aprendizaje (ver Figuras 26, 27 y 28)

d) La aplicación proporcionará mecanismos para ilustrar el diseño de las unidades de aprendizaje tomando como referencia el modelo socio-cognitivo (Patiño, 2006).

e) El usuario podrá modificar y eliminar las unidades de aprendizaje que ha diseñado.



Universidad Central de Venezuela - Derechos Reservados

Figura 26. Selección de competencias del perfil de egreso



Universidad Central de Venezuela - Derechos Reservados

Figura 27. Selección de técnicas de enseñanza y aprendizaje



Figura 28. Selección de técnicas e instrumentos de evaluación

Estos requerimientos están relacionados con las tareas que pueden emprender los usuarios de la aplicación al requerir asistencia en el diseño de las unidades de aprendizaje del currículo. La Tabla 8 resume y organiza el conocimiento relacionado con los requerimientos identificados y su correspondencia con las tareas de esta actividad.

Tabla 8

Requerimientos y tareas de la aplicación ADUACOM

Actividad	Tarea	Requerimiento	Componente
Diseño de Unidades de Aprendizaje (UA)	Iniciar el diseño de la UA	La aplicación debe permitir el acceso de los usuarios previamente registrados	Interfaz de usuario
			Base de datos

Describir la UA	La aplicación muestra los datos requeridos para la descripción de la UA: nombre, fundamentación, duración, modalidad, cantidad de participantes, área, ubicación en la malla curricular, definición operativa y propósito	Interfaz de usuario
	El usuario debe introducir los datos solicitados	Base de datos
Completar el diseño de la UA	La aplicación muestra al usuario, las UA que tiene asociado	Interfaz de usuario
	El usuario selecciona la UA que desea completar	Base de datos
	Según la UA seleccionada, la aplicación muestra la descripción de la UA	Ontología de competencias
	La aplicación muestra las competencias específicas disponibles	Ontología de técnicas y actividades de enseñanza y aprendizaje
	El usuario selecciona las competencias específicas para la UA que diseña	Ontología de técnicas e instrumentos de evaluación
	La aplicación muestra las técnicas y actividades de enseñanza y aprendizaje disponibles	Interfaz de usuario
	El usuario selecciona las técnicas de enseñanza y aprendizaje para la UA que diseña	
	La aplicación muestra las técnicas e instrumentos de evaluación disponibles	
	El usuario selecciona las técnicas e instrumentos de evaluación para la UA que diseña	
	El usuario introduce el contenido para la UA que diseña	
	La aplicación muestra la UA diseñada en formato PDF y bajo la estructura del Modelo T	
Modificar la descripción de las UA	La aplicación muestra al usuario, las UA que tiene asociado	Base de datos Interfaz de usuario
	El usuario selecciona la UA que desea modificar	
	El usuario actualiza la descripción de la UA seleccionada	
Eliminar las UA	La aplicación muestra al usuario, las UA que tiene asociado	Base de datos Interfaz de usuario
	El usuario selecciona la UA que desea eliminar	

La aplicación desarrollada constituye una herramienta básica y útil para el diseño de unidades de aprendizaje, actividad fundamental en la gestión de currículos por competencias, específicamente del proceso primario: “Diseño del currículo”. Esta aplicación web proporcionará asistencia a la comunidad de profesionales involucrados reduciendo el esfuerzo requerido en esta actividad. En este sentido,

la aplicación complementa la utilidad del modelo propuesto y las ontologías desarrolladas.

Es importante destacar, que la aplicación no guía todo el proceso de gestión, lo que regula el proceso de gestión es el modelo de negocio. El propósito de la aplicación, es brindar la visión que parte de la gestión (aquella que requiere mayor carga cognitiva, objetividad y un amplio dominio del área para ser realizada) puede ser automatizada o asistida por una herramienta tecnológica.

4.2. Las ontologías

Las ontologías desarrolladas constituyen un marco de referencia que describen formalmente el dominio del conocimiento en las áreas de competencias (Barrera, Montaña y Ramos, 2012), técnicas de enseñanza y aprendizaje (Muñoz, Barrera, Miguel, Montaña, Núñez y Ramos, 2013), técnicas e instrumentos de evaluación; garantizando un vocabulario consistente y no ambiguo, lo cual favorece su comprensión. Estas ontologías estandarizan y organizan el conocimiento en las áreas mencionadas. Las dos primeras se desarrollaron en su totalidad, la última parcialmente.

Específicamente, la ontología de competencias, contiene la instanciación de las competencias del perfil de egreso para el caso de estudio: Transformación curricular de la Escuela de Medicina “Luis Razetti” de la Universidad Central de Venezuela. Cabe destacar, que este perfil de egreso está validado por los expertos que participaron en este proceso de transformación curricular y dado que algunos de ellos se involucraron directamente en este trabajo de investigación, proporcionaron el perfil de egreso para ser representado a través de la ontología, favoreciendo su manipulación y comprensión.

Las ontologías fueron desarrolladas utilizando la metodología Methontology (Gómez-Pérez, Fernández-López y Corcho, 2004) con una ligera adaptación

propuesta por Ramos (2009). Esta metodología se explica en el Anexo 1 de la presente investigación, la selección de la misma se justificó en el Capítulo II de este trabajo.

4.2.1. Desarrollo de la ontología en el dominio de competencias.

En esta sección y solo para la ontología de competencias, se muestra el resultado de llevar a cabo las actividades de especificación, conceptualización, formalización y mantenimiento sugeridas por Methontology. De modo similar, en el anexo 2 de este trabajo, se presenta el resultado de estas mismas actividades en los dominios de técnicas de enseñanza y aprendizaje y técnicas e instrumentos de evaluación. Estos resultados se describen a continuación:

a) Actividad de Especificación

Los elementos identificados durante la actividad de especificación, se muestran en la Tabla 9.

Tabla 9
Especificación de la ontología de competencias

Nombre ontología:	Ontología para el dominio de las competencias
Propósito:	Representar, organizar, formalizar, estandarizar y compartir el conocimiento del dominio, para que se encuentre a la libre disposición de la comunidad involucrada en la gestión de currículos por competencias
Alcance:	Apoyar el proceso del diseño de las competencias del perfil de egreso para un currículo con este enfoque
Nivel de formalidad:	Formal
Tipo de ontología:	Ontología de dominio (proporciona el lenguaje necesario para describir el dominio estudiado).
Preguntas de competencia:	✓ ¿Cuáles componentes son habilidades/destreza o conocer/hacer? ✓ ¿Cuáles componentes son valores/actitudes o ser/convivir/emprender? ✓ ¿Cuáles competencias son genéricas?

	✓ ¿Cuáles competencias son específicas? ✓ ¿Cuáles competencias son desarrolladas por una determinada unidad de aprendizaje? ✓ ¿Cuáles unidades de aprendizaje buscan desarrollar una determinada competencia? ✓ ¿A qué plan de estudios pertenece una determinada competencia? ✓ ¿Cuáles habilidades/destrezas y valores/actitudes pertenecen a una determinada competencia? ✓ ¿Cuáles competencia del tipo conocer, hacer, ser, convivir y emprender pertenecen a una determinada competencia?
Usuarios finales:	Diseñadores de currículos, docentes en general y cualquier persona interesada.
Fuentes de conocimiento:	Expertos del dominio (profesionales y docentes), libros y/o manuales especializados, artículos de revistas, guías, internet, entre otros

b) Actividad de Conceptualización del dominio.

El conocimiento contenido en cada ontología fue adquirido de la siguiente manera:

- a) Reuniones con los expertos (especialistas y profesionales en la gestión de currículos por competencias) con el fin de conocer las generalidades del problema y adquirir el conocimiento necesario y preciso del dominio.
- b) Revisión de la documentación especializada en el dominio, tales como libros (Proyecto Tuning, 2003) y el Tuning Latino (Larraín y González, 2007)) y recomendaciones metodológicas desarrolladas por expertos: Icarte y Labate (2016), Martínez, Díaz Barriga y Barroso (2014), De Zubiria (2013), Navarro y Sánchez (2012), De Zubiria (2013), Schmal y Ruiz-Tangle (2007), Chan (2003), INACAP (2003), INSAFORP (2001) y Gutiérrez (2001), entre otros.

A continuación se muestra el resultado de ejecutar cada una de las tareas de la actividad de conceptualización:

Tarea 1. Construir el glosario de términos

En esta tarea se identifican los términos fundamentales y de interés del dominio (conceptos, instancias, atributos, relaciones entre conceptos, etcétera.), sus descripciones en lenguaje natural, sus sinónimos y acrónimos.

El glosario para el dominio de las competencias contiene un total de 74 términos; en la Tabla 10 se muestra un extracto de éste (ver Glosario completo en Anexo 2).

Tabla 10

Extracto del glosario de términos de la ontología de competencias

Nombre	Sinónimo	Acrónimo	Descripción	Tipo
Área de la competencia	Dominio de la competencia		Campo de acción que integra y pone en práctica ciertos conocimientos, destrezas y valores	Atributo de instancia
Atendiendo a factores locales, multiculturales o multiétnicos en un amplio rango de contextos diferentes			Componente de la competencia “Realizar la anamnesis” del plan de estudios de medicina	Instancia
Competencia	Aptitud		Capacidad de poner en práctica de forma integrada, en contextos diferentes, los conocimientos, habilidades y características de la personalidad adquiridas. Incluye saberes teóricos, habilidades prácticas y actitudes (compromisos personales)	Concepto

Tarea 2. Construir la taxonomía de conceptos

Los conceptos del dominio se organizan en taxonomías que definen una jerarquía del tipo *subclase de* entre ellos. Para la construcción de ésta se consideran los conceptos identificados en la Tarea 1. La Figura 29 muestra la organización que existe entre los conceptos de la ontología de competencias:

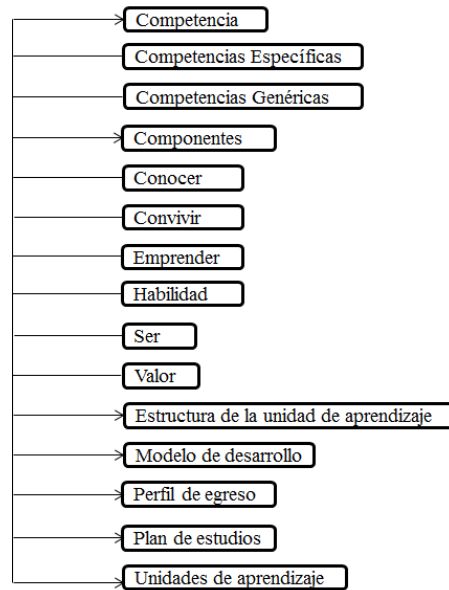


Figura 29. Organización de los conceptos de la ontología de competencias

Tarea 3. Construir un diagrama de relaciones binarias

El objetivo de este diagrama es establecer los tipos de relaciones entre los conceptos de la organización. En la Figura 30 se muestra un fragmento del diagrama con la relación *permite alcanzar* y su inversa *pertenece a*, así como la relación *está compuesto por* y su inversa *es parte de* (ver diagramas completos en el Anexo 2).

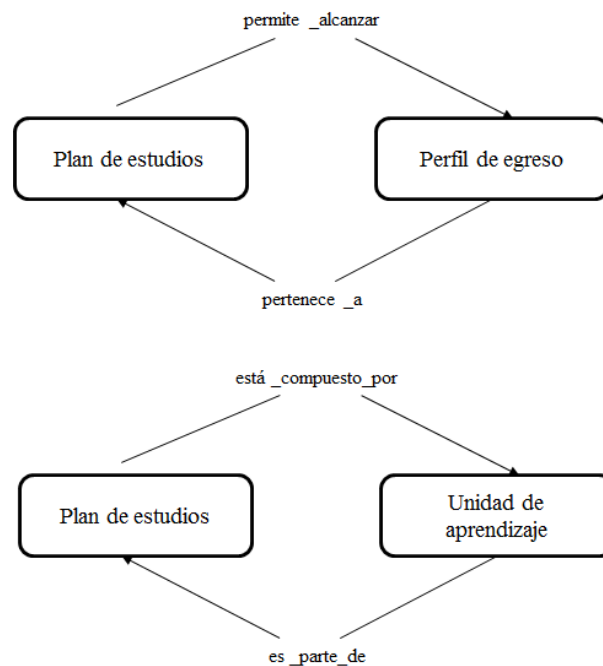


Figura 30. Fragmento de relaciones binarias de la ontología de competencias

Tarea 4. Construir el diccionario de conceptos

El diccionario de conceptos contiene los conceptos más importantes del dominio, según la opinión de los expertos; sus relaciones, instancias, atributos de clases y atributos de instancias. Por su parte, las relaciones binarias que se detallan, son aquellas especificadas entre estos conceptos del dominio. Con el propósito de no diseminar el esfuerzo que debe realizarse al especificar los conceptos y sus relaciones, Ramos (2009) sugirió consolidar las descripciones de éstos en una única tarea considerando todos los aspectos sugeridos por la metodología, de manera tal de garantizar descripciones exactas y concretas con el menor trabajo posible. La tarea en cuestión detalla cada concepto del diccionario tomando en consideración los siguientes elementos: a) nombre del concepto (fuente), b) instancias, c) atributos de instancias, d) atributos de clases, e) relaciones (con otros conceptos), f) concepto destino de la relación, g) cardinalidad y h) relación inversa. La Tabla 11 muestra un extracto del diccionario de conceptos para la ontología de competencias.

Tabla 11

Extracto del Diccionario de Conceptos de la ontología de competencias, desde la adaptación propuesta por Ramos (2009)

Concepto origen	Instancias	Atributos de instancias	Atributos de clases	Relación	Concepto destino	Card	Relación inversa
Competencia	-Capacidad creativa -Capacidad crítica y autocrítica	-Nombre -Descripción -Área de la competencia	Tipo	Se describe a través de	Componente	1:N	Describe a
				Es desarrollada con	Unidad de aprendizaje	1:N	Busca desarrollar
				Es parte de	Perfil de egreso	1:N	Formada por
Componente	Atendiendo a factores locales, multiculturales o multiétnicos en un amplio rango de contextos diferentes	-Descripción operativa	Tipo	Describe a	Competencia	1:1	Se describe a través de

Tarea 5. Definir en detalle atributos de instancias

Los atributos de instancias son aquellos cuyos valores pueden ser diferentes para cada instancia del concepto. Mediante la Tabla 12, se lleva a cabo la descripción de algunos de estos atributos para la ontología de competencias, indicando su nombre, concepto al que pertenece, tipo de valor, rango de valores (para valores numéricos) y cardinalidad.

Tabla 12

Tabla de atributos de instancias de la ontología de competencias

Nombre del atributo de instancia	Concepto	Tipo de valor	Rango de valores	Cardinalidad
Administración curricular	Plan de estudios	Cadena de caracteres	-	1:1
Área de la competencia	Competencia	Cadena de caracteres	-	1:1
Área de la UA	Unidad de aprendizaje	Cadena de caracteres	-	1:1

Tarea 6. Definir en detalle atributos de clase

Los atributos de clase se definen mediante una tabla y representan características genéricas de un concepto, es decir, todas las instancias del concepto tendrán el mismo valor para ese atributo. En la Tabla 13 se observa la descripción de algunos de los atributos de clase identificados, para los cuales se indica su nombre, concepto al que pertenece, tipo de valor, cardinalidad y valores.

Tabla 13

Tabla de atributos de clase de la ontología de competencias

Nombre del atributo de clase	Concepto	Tipo de valor	Cardinalidad	Valores
Tipo	Componente	Cadena de caracteres	(1:7)	Habilidad/destreza
				Valor/actitud
				Conocer
				Hacer
				Ser
				Convivir
				Emprender
				Competencia Genérica
	Competencia	Cadena de caracteres	(1:2)	Competencia Específica

Tarea 7. Definir las constantes en detalle

Las constantes son valores numéricos que no cambian en un largo período de tiempo. Se especifican en el glosario de términos y se definen utilizando una tabla de constantes. Esta tarea no aplicó para el dominio de competencias.

Tarea 8. Definir los axiomas formales

Los axiomas formales son expresiones lógicas siempre verdaderas que suelen utilizarse para definir restricciones en la ontología. Los axiomas que considera la ontología se describen con precisión en una tabla. La Tabla 14 muestra un extracto de los axiomas identificados para la ontología de competencias.

Tabla 14

Extracto de los axiomas formales de la ontología de competencias

Nombre del axioma	Descripción	Conceptos	Relaciones
Construcción del perfil de egreso	Todo perfil de egreso está formado por	Perfil de egreso - competencias	Formado por
	Competencia está formada por uno o más componentes	Competencias - componentes	Se describe a través de
	Todo perfil de egreso utiliza al menos un modelo de desarrollo	Perfil de egreso – modelo de desarrollo	Se describe con

Tarea 9. Definir las reglas

Las reglas se utilizan para inferir conocimiento en la ontología, tales como valores de atributos, instancias de relaciones, etc. Se definen en una tabla de reglas y para su especificación se sugiere la forma: Si <condiciones> entonces <consecuencias o acciones>. Esta tarea no aplicó debido a que no hay reglas en el dominio de competencias.

Tarea 10. Definir las instancias

Las instancias representan individuos en la ontología. Mediante una tabla se definen las instancias relevantes del diccionario de conceptos, especificándose para cada una el nombre, concepto al que pertenece y valores de los atributos. La

Tabla 15 muestra un fragmento de esta tabla para la ontología de competencias, donde se especifican dos de las instancias, una del concepto competencia y la otra del concepto componente.

Tabla 15

Fragmento de la tabla de instancias de la ontología de competencias

Nombre de la instancia	Nombre del concepto	Atributo	Valores
Realizar la anamnesis	Competencia	-Definición operativa -Área de la competencia -Tipo	---
Atendiendo a factores locales, multiculturales o multiétnicos en un amplio rango de contextos diferentes	Componente	-Definición operativa -Tipo	---

Cada una de las tareas de la actividad de conceptualización contó con la participación de los expertos. Del mismo modo, los productos resultantes de cada una de éstas se presentaron al equipo de trabajo para su revisión, quienes hicieron sugerencias y correcciones, las cuales fueron consideradas para generar nuevas versiones.

c) Actividades de Formalización e Implementación.

El siguiente paso de la metodología consiste en formalizar e implantar el modelo conceptual generado en los dominios de las competencias, de las técnicas de enseñanza y aprendizaje, y de las técnicas e instrumentos de evaluación, utilizando un lenguaje formal. Para llevar a cabo esta actividad, se seleccionó el sublenguaje de OWL OWL-DL (<https://www.w3.org>) y el editor de ontologías Protégé

(http://protege.stanford.edu/publications/ontology_development/ontology101.pdf)

Este editor ha sido utilizado como ambiente de desarrollo primario para muchas ontologías en diferentes dominios. Es un software de código abierto implementado en Java, desarrollado en la Universidad de Stanford, capaz de

operar como una plataforma para acceder a otros sistemas basados en conocimiento o aplicaciones integradas, o como una librería que puede ser usada por otras aplicaciones para acceder y visualizar bases de conocimiento.

Protegé ofrece una interfaz gráfica que permite al desarrollador de ontologías enfocarse en el modelado conceptual sin que requiera de conocimientos de la sintaxis de los lenguajes de salida. Su modelo de conocimiento está basado en *frames* y sus elementos proporcionan clases, instancias de esas clases, propiedades que representan los atributos de las clases y sus instancias y restricciones que expresan información adicional sobre las propiedades. Los pasos que se siguieron durante la implantación del modelo conceptual se listan a continuación:

- a) Especificación de los conceptos utilizando los tipos de clases que proporciona Protegé.
- b) Especificación de las relaciones entre las clases indicando para cada una el nombre, dominio, rango, cardinalidad y relación inversa.
- c) Especificación de los atributos utilizados para describir las clases, indicando su nombre, tipo de valor y cardinalidad.
- d) Especificación de las instancias pertenecientes a cada clase (concepto) y los valores de sus atributos. En la Figura 31 se observa la pantalla del editor Protegé donde se declaran algunas de las instancias de la ontología de competencias.

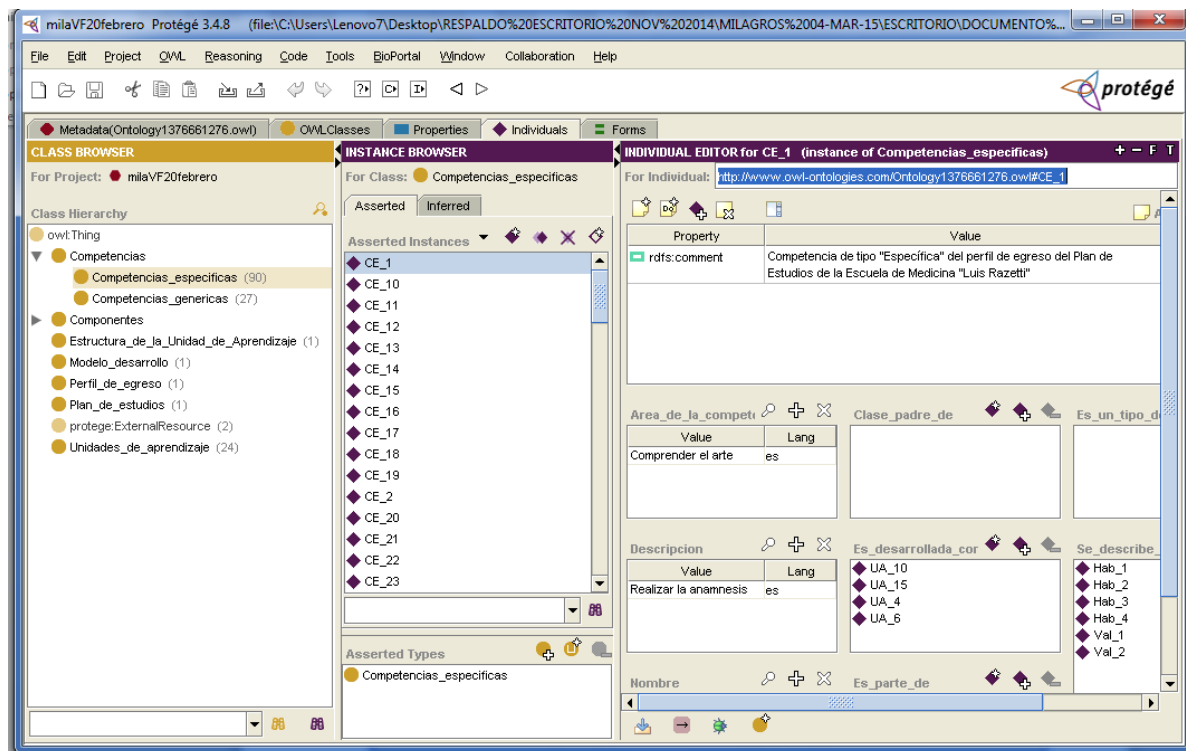


Figura 31. Declaración de las instancias de la clase competencias específicas de la ontología de competencias

Esta ontología está constituida por: diez y seis (16) conceptos, diez y ocho (18) relaciones y cuatrocientos sesenta y un (461) instancias.

Hasta la presente fecha, esta ontología es una representación única con estas características que se conoce en el dominio de las competencias. La revisión realizada para los antecedentes de este trabajo, así como de las fuentes que se mencionan a continuación, fundamentan dicha afirmación:

- a) La librería DAML (<http://www.daml.org/ontologies>), la cual organiza cientos de ontologías desarrolladas en DAML.
- b) El directorio SchemaWeb que almacena esquemas RDF expresados en lenguaje RDFS, OWL y DAML+OIL (<http://www.schemaweb.info/default.aspx>).
- c) El Swoogle (<http://swoogle.umbc.edu/>), motor de búsqueda de documentos en la Web, que incluye ontologías codificadas en OWL

d) Actividad de Mantenimiento.

La actividad de mantenimiento permite actualizar y evaluar la ontología durante todas y cada una de las fases del ciclo de su desarrollo. La actualización de la ontología se hará ingresando instancias a los conceptos que ya existen, los usuarios finales podrán utilizar el desarrollo ontológico y generar nuevos requerimientos. Para la ontología de competencias, su actualización estuvo marcada por el ingreso de instancias a los conceptos: competencias específicas y genéricas, componentes de las competencias, unidades de aprendizaje, estructura de la unidad de aprendizaje, perfil de egreso y plan de estudios.

Particularmente, la evaluación consiste en determinar si ésta satisface los criterios de diseño preestablecidos, además de considerar la verificación y validación de la ontología. En la primera, se chequea que las definiciones implementen los requerimientos y den respuestas a las preguntas de competencia preestablecidas, es decir, que la construcción sea correcta. Y en la segunda, se chequea que las definiciones de la ontología modelen lo más exactamente posible el dominio para el cual fueron creadas. Finalmente, la evaluación concluye con la emisión de un juicio técnico del contenido de la ontología. Los resultados de la evaluación realizada a las ontologías desarrolladas, se presentan a continuación

Finalmente, la evaluación concluye con la emisión de un juicio técnico del contenido de la ontología. Los resultados de la evaluación realizada a las ontologías desarrolladas, se presentan a continuación.

4.2.2. Evaluación de las ontologías

Para evaluar las ontologías desarrolladas, se utilizó el esquema de evaluación propuesto por Ramos, Núñez y Casañas (2009). Este esquema permite evaluar ontologías únicas en un dominio específico y se describe en el anexo de la presente investigación. La razón de su selección obedece a que al realizar distintas

búsquedas con diferentes buscadores ontológicos, no se encontraron ontologías con características similares en este dominio, lo que sugiere suponer que las ontologías son únicas.

a) Evaluación del contenido de las ontologías

La evaluación propuesta por Ramos, Núñez y Casañas (2009) considera cuatro fases. Los resultados al aplicar cada fase a las ontologías desarrolladas, se exponen a continuación:

Fase 1: Uso correcto del lenguaje

La calidad de la ontología se evalúa considerando la manera cómo ha sido escrita. Para ello se seleccionó el sublenguaje “OWL-DL” de OWL para codificar cada ontología. OWL-DL proporciona máxima expresividad sin perder la completitud computación. Y para corregir inconsistencias sintácticas y alcanzar un código libre de errores, en cada fase del ciclo de desarrollo se utilizó el marco de chequeo que proporciona el editor Protégé-OWL.

Por otra parte, se utilizó el analizador sintáctico de archivos OWL, de la Universidad de Manchester (<http://mowl-power.cs.man.ac.uk:8080/validator/>) y el validador QSKOS (<http://qskos.poolparty.biz/login>), entre otros. Estos analizadores chequean la sintaxis del archivo OWL y reportan si el chequeo fue satisfactorio, la conclusión alcanzada y los constructores del lenguaje que fueron utilizados; en caso contrario indican las violaciones en las que se incurrieron y la cantidad de errores encontrados.

Algunos resultados de estas validaciones, se muestra a través de las Figuras 32, 33 y 34. Los resultados no reportan errores ni violaciones, por el contrario, los chequeos son satisfactorios, lo que demuestra que las ontologías son sintácticamente correctas.

← → ↻ 🏠 📄 mowl-power.cs.man.ac.uk:8080/validator/validate

MANCHESTER
1824

The University of Manchester

OWL 2 Validation Report

Summary

The ontology and all of its imports are in the OWL 2 profile

Imports Closure

Ontology IRI	Physical URI
OntologyID(Anonymous-999)	

Figura 32. Resultados de aplicar el analizador sintáctico de Manchester al archivo OWL de la ontología de competencias

PoolParty/q5KOS Quality Che... +

← qskos.poolparty.biz/fileUpload

poolparty SKOS Quality Checker based on SKOS quality control

Processing issue 24 of 24 (Disjoint Labels violation)
Report complete!

- * Summary of Quality Issue Occurrences:
- Empty Labels: OK (no potential problems found)
- Omitted or Invalid Language Tags: OK (no potential problems found)
- Incomplete Language Coverage: OK (no potential problems found)
- Undocumented Concepts: OK (no potential problems found)
- No Common Languages: FAIL
- Missing Labels: OK (no potential problems found)
- Overlapping Labels: OK (no potential problems found)
- Orphan Concepts: OK (no potential problems found)
- Disconnected Concept Clusters: OK (no potential problems found)
- Cyclic Hierarchical Relations: OK (no potential problems found)
- Valueless Associative Relations: OK (no potential problems found)
- Solely Transitive Related Concepts: OK (no potential problems found)
- Omitted Top Concepts: OK (no potential problems found)
- Top Concepts Having Broader Concepts: OK (no potential problems found)
- Hierarchical Redundancy: OK (no potential problems found)
- Mapping Relations Misuse: OK (no potential problems found)
- Missing Out-Links: OK (no potential problems found)
- Undefined SKOS Resources: OK (no potential problems found)
- Unidirectionally Related Concepts: OK (no potential problems found)
- HTTP URI Scheme Violation: OK (no potential problems found)
- Relation Clashes: OK (no potential problems found)
- Mapping Clashes: OK (no potential problems found)
- Inconsistent Preferred Labels: OK (no potential problems found)
- Disjoint Labels Violation: OK (no potential problems found)

This service is provided free of charge and with no warranty. For questions and feedback please contact: support@poolparty.biz

Figura 33. Resultado de aplicar el analizador sintáctico “SKOS Quality Checker” al archivo OWL de la ontología de técnicas de enseñanza y aprendizaje



Figura 34. Resultado de aplicar el analizador sintáctico “SKOS Quality Checker” al archivo OWL de la ontología de técnicas e instrumentos de evaluación

Fase 2. Exactitud de la estructura taxonómica

Con el propósito de evaluar la exactitud de la estructura taxonómica de cada una de las ontologías, se consideraron los siguientes elementos: identificación de inconsistencias, completitud de conceptos y existencia de redundancias en clases, instancias y relaciones. Durante este chequeo fue posible identificar definiciones similares para clases e instancias con diferentes nombres, así como también ubicaciones erradas en la jerarquía (organización) de conceptos. La localización oportuna de estas inconsistencias permitió su corrección de manera satisfactoria

Fase 3. Validez del vocabulario

Durante esta fase se evalúa el vocabulario utilizado para describir el conocimiento. El corpus del conocimiento del dominio se construyó a partir de la extracción de los términos más significativos encontrados en los textos especializados y artículos relacionados, que fueron mencionados en la actividad de especificación del desarrollo de cada ontología. En los documentos digitales se

hizo de manera semiautomática y en los textos se llevó a cabo en forma manual. La cantidad de términos extraídos en cada dominio, así como las entradas de cada glosario de términos, se presentan en la Tabla 16. Esta Tabla también muestra la cantidad de términos que se solaparon entre cada ontología y el respectivo corpus.

Tabla 16
Cantidad de términos extraídos por ontología

Elementos	Siglas	Cantidad de términos		
		Competencias	Técnicas de enseñanza y aprendizaje	Técnicas e instrumentos de evaluación
Conceptos corpus del dominio	CCorp	35	98	15
Conceptos de la ontología	COnto	27	50	9
Conceptos ontología/corpus (solapados)	CO-C	24	42	6

Con estos valores, se procedió a evaluar el vocabulario utilizando medidas de calidad de resultados. Para ello, se hicieron los siguientes cálculos:

- Cálculo de la precisión utilizando la siguiente expresión:

$$\text{Precisión} = \text{CO-C} / \text{COnto} \quad (1)$$

- Cálculo del recall, utilizando la siguiente expresión:

$$\text{Recall} = \text{CO-C} / \text{CCorp} \quad (2)$$

La Tabla 17 presenta los resultados que arrojaron los cálculos mencionados.

Tabla 17
Cálculo de la precisión y recall en cada ontología

	Ontología		
	Competencias	Técnicas de enseñanza y aprendizaje	Técnicas e instrumentos de evaluación
Precisión (CO-C/COnto)	0,89	0,84	0,67
Recall (CO-C/CCorp)	0,69	0,43	0,4

Estos resultados indican que 89% de los términos codificados en la ontología de competencias existen en el corpus. Asimismo, el 84% y el 67% de los términos codificados en las ontologías de técnicas de enseñanza y aprendizaje y de técnicas e instrumentos de evaluación respectivamente, también existen en el corpus.

El valor del Recall respecto a la ontología de competencias refiere que el 69% de los términos del corpus, existen en la ontología. El 43% de los términos del corpus existen en la ontología de técnicas de enseñanza y aprendizaje y el 40% de estos términos existen en la ontología de técnicas e instrumentos de evaluación.

Algunas de las razones que podrían justificar estos resultados, obedecen a que los términos del dominio son altamente especializados y difíciles de identificar, y por ello no habrían sido incluidos en la primera versión de la ontología. Adicionalmente, el uso de las ontologías permitirá la incorporación de otros individuos. A fin de incrementar el vocabulario, se sugiere extender la revisión bibliográfica y aumentar el intercambio de ideas con los expertos del dominio.

Fase 4. Adecuación a requerimientos

En esta fase se verifica y valida que las especificaciones de las ontologías hechas en la primera actividad de la metodología Methontology se alcancen de manera satisfactoria. Producto de las reuniones con expertos, la revisión de las fuentes de conocimiento disponibles y la continua discusión del grupo de desarrolladores, se logró alcanzar el objetivo planteado que fue representar, organizar, formalizar y estandarizar el conocimiento en los dominios de competencia, técnicas de enseñanza y aprendizaje, y técnicas e instrumentos de evaluación.

Conjuntamente con los expertos, se realizaron recorridos sobre la ontología para verificar que el conocimiento representado permitiera responder las preguntas de competencias. Para ello, se utilizó la Interfaz del plugin QUERIES, versión 3.4.8 del editor Protégé.

Estos recorridos dieron respuestas a todas las preguntas de competencia. A continuación, se presentan algunos de los resultados obtenidos para las preguntas de competencias que se muestran en la Tabla 18.

Tabla 18

Pregunta de competencia seleccionada en cada ontología para verificar y validar

Ontología	Preguntas de competencia seleccionada
Competencias	¿Cuáles competencias son desarrolladas por una determinada unidad de aprendizaje?
Técnicas de enseñanza y aprendizaje	¿Cuáles competencias específicas buscan desarrollar una determinada experiencia de enseñanza y aprendizaje?
Técnicas e instrumentos de evaluación	¿Qué instrumento usa una determinada técnica de evaluación?

La Figura 35 muestra como la ontología de competencia responde a la pregunta: ¿Cuáles competencias son desarrolladas por una determinada unidad de aprendizaje?. A continuación, se indican las competencias desarrolladas por la Unidad de Aprendizaje (UA_10: La experiencia de la enfermedad):

CE_1: Realizar la anamnesis,

CE_44: Tomar en cuenta la atención de los aspectos psicosociales del paciente,

CE_93: Comprender la alteración de la estructura y funcionamiento del organismo y de sus principales sistemas, ocasionada por diversas enfermedades y condiciones,

CE_47: Promover una comunicación efectiva con pacientes y familiares, CE_49: Reconocer y respetar las creencias sobre la enfermedad y la comprensión de la salud,

CE_91: Comprender las funciones del organismo normal y la anatomía y fisiología de los sistemas que las desempeñan,

CE_20: Aplicar en su práctica diaria los principios generales de buena comunicación,

CE_59: Integrar las ciencias de la conducta, psicología y sociología en la práctica médica,

CE_50: Atender los aspectos psico-sociales en la relación con el paciente, la comunidad y los pares,

CE_4: Identificar los problemas

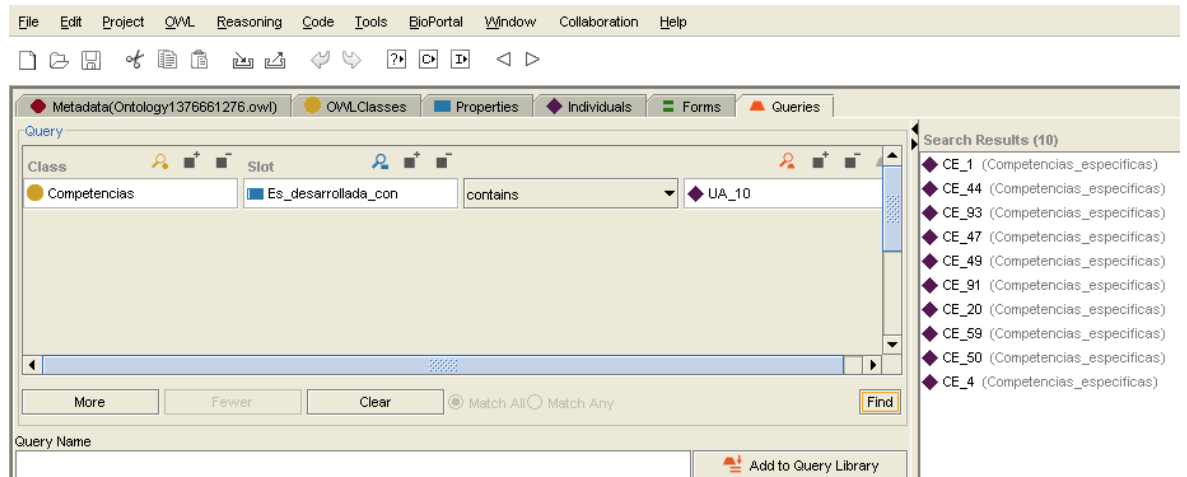


Figura 35. Respuesta a la pregunta de competencia seleccionada de la Ontología de Competencia

Del mismo modo, para la ontología de técnicas de enseñanza y aprendizaje la función Queries del editor Protegé exhibe, que la competencia específica ocho (CE_8: Usar racionalmente la terapéutica farmacológica) es desarrollada en las experiencias de enseñanza y aprendizaje cuatro (EEA_4: Experiencia de EA que utiliza la técnica “Mesa Redonda”). La Figura 36 muestra este resultado.



Figura 36. Respuesta a la pregunta de competencia seleccionada de la Ontología de Técnica de Enseñanza y Aprendizaje

Finalmente, para la ontología de Técnicas e Instrumentos de evaluación, la misma función Queries del editor Protegé muestra que el Instrumento de Evaluación 3 (InstrumentoEval_3: Escala de actitudes) es usado por la Técnica de Evaluación 2 (TecnicaEval_2: Análisis de las producciones de los estudiantes). La Figura 37 muestra este resultado:

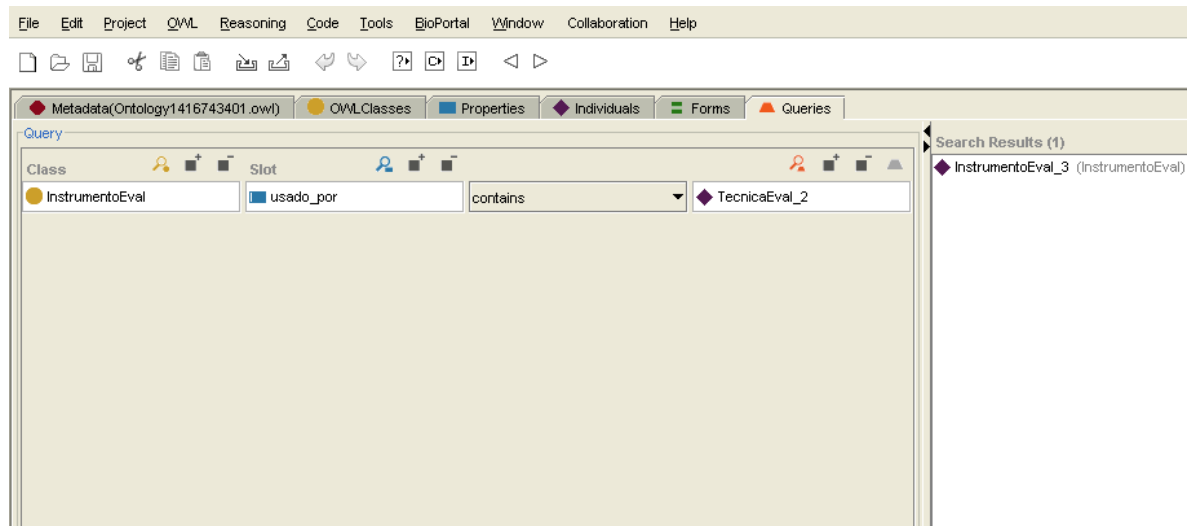


Figura 37. Respuesta a la pregunta de competencia de la Ontología de Técnicas e Instrumentos de Evaluación

En general, las preguntas de competencias indicadas por los expertos fueron respondidas, lo que sugiere que las ontologías pueden ser usadas y comprendidas por los interesados en cada dominio

b) Evaluación de la calidad de las ontologías desarrolladas en base a métricas

La evaluación de las ontologías, se completa con la aplicación de un grupo de métricas propuestas en Tartir, Arpinar y Sheth (2010), las cuales aportan información acerca de la calidad de la ontología. Para el cálculo de las métricas se tomaron en consideración los datos que proporciona la funcionalidad del editor Protege, *OntologyAnalysis*; el cual muestra la cantidad de clases, atributos e instancias presentes en la ontología (ver Tabla 19). Seguidamente, se procedió a calcular los valores de calidad, los cuales dan una perspectiva cuantitativa de la calidad del conocimiento representado en el dominio específico de la ontología; y

lo presenta a través de métricas de esquemas y métricas de base de conocimiento. Para las métricas de esquema, se considera: la riqueza de relaciones, la riqueza de herencia y la riqueza de atributos (ver Tabla 20); mientras que para las métricas de base de conocimiento, se tiene: riqueza de clase y la importancia de clases. Los resultados de calcular la importancia de clase se muestra en la Tabla 21; la interpretación de éste resultado y del cálculo de la riqueza de clase se muestran en la Tabla 22.

Tabla 19
Análisis de las ontologías

Elementos	Siglas	Cantidad de términos		
		Competencias	Técnicas de enseñanza y aprendizaje	Técnicas e instrumentos de evaluación
Clases	C	16	7	4
Clases concretas (con instancias)	C'	11	7	3
Clases concretas (sin instancias)		4	0	1
Atributos (propiedades)	A	30	11	11
Instancias	Ins	459	62	12
Relaciones herencia	H	2	0	0
Relaciones no-herencia	P	14	12	6

Tabla 20
Resultados del cálculo de las métricas de esquema

Elementos	Siglas	Cantidad de términos		
		Competencias	Técnicas de enseñanza y aprendizaje	Técnicas e instrumentos de evaluación
Riqueza de Relaciones	RR	0,88	1	1
Riqueza de Herencia	RH	0,13	0	0
Riqueza de Atributos	RA	1,13	1,57	2,25
Riqueza de Clases	RC	0,64	1	0,75

Se observa que RR es muy cercano o igual a 1 en cada ontología, esto quiere decir que la mayoría de las relaciones no son de tipo herencia, lo cual agrega mayor expresividad a las descripciones. RH es muy cercano o igual a 0 en cada ontología, cada una de ellas posee una riqueza en profundidad, lo que significa que las tres ontologías cubren un dominio muy específico en detalle. En promedio, solo dos atributos describen a cada una de las ontologías, proporcionando mediana cantidad de conocimiento.

Tabla 21
Cálculo de la Importancia de Clases

Ontologías	Resultados
Competencias	$\text{Inst}(C_1) = \text{Inst}(\text{Competencia Específica}) = 93/9 = 10,33$ $\text{Inst}(C_2) = \text{Inst}(\text{Competencia Genérica}) = 27/9 = 3$ $\text{Inst}(C_3) = \text{Inst}(\text{Habilidad}) = 220/9 = 24,44$ $\text{Inst}(C_4) = \text{Inst}(\text{Valor}) = 93/9 = 10,33$ $\text{Inst}(C_5) = \text{Inst}(\text{Estructura}) = 1/9 = 0,11$ $\text{Inst}(C_6) = \text{Inst}(\text{Modelo}) = 1/9 = 0,11$ $\text{Inst}(C_7) = \text{Inst}(\text{Perfil de Egreso}) = 1/9 = 0,11$ $\text{Inst}(C_8) = \text{Inst}(\text{Plan de Estudios}) = 1/9 = 0,11$ $\text{Inst}(C_9) = \text{Inst}(\text{Unidades de Aprendizaje}) = 24/9 = 2,66$
Técnicas de enseñanza y aprendizaje	$\text{Inst}(C_1) = \text{Inst}(\text{Actividades}) = 21/7 = 3$ $\text{Inst}(C_2) = \text{Inst}(\text{Audiencia}) = 4/7 = 0,57$ $\text{Inst}(C_3) = \text{Inst}(\text{Competencias}) = 8/7 = 1,14$ $\text{Inst}(C_4) = \text{Inst}(\text{Contexto}) = 4/7 = 0,57$ $\text{Inst}(C_5) = \text{Inst}(\text{Entorno}) = 4/7 = 0,57$ $\text{Inst}(C_6) = \text{Inst}(\text{Experiencia de Enseñanza y Aprendizaje}) = 4/7 = 0,57$ $\text{Inst}(C_7) = \text{Inst}(\text{Técnicas}) = 17/7 = 2,43$
Técnicas e instrumentos de evaluación	$\text{Inst}(C_1) = \text{Inst}(\text{ExperienciaEA}) = 1/4 = 0,25$ $\text{Inst}(C_2) = \text{Inst}(\text{IndicadorLogro}) = 0/4 = 0,25$ $\text{Inst}(C_3) = \text{Inst}(\text{InstrumentoEval}) = 8/4 = 1,14$ $\text{Inst}(C_4) = \text{Inst}(\text{TecnicaEval}) = 3/4 = 0,75$

Tabla 22
Cálculos de las métricas de base de conocimiento e interpretación de los resultados

Ontologías	Resultados	
	RC	Importancia de Clases
Competencias	RC es igual a 0,64, lo cual significa que la ontología representa medianamente el conocimiento del dominio	Los conceptos del dominio más representativos son “Competencia específica”, “Habilidad” y “Valor”
Técnicas de enseñanza y aprendizaje	RC es igual a 1, lo cual significa que la ontología representa en gran medida el conocimiento del	Los conceptos del dominio más representativos son “Actividad”, “Competencia” y “Técnicas”

	dominio	
Técnicas e instrumentos de evaluación	RC es igual a 75, lo cual significa que la ontología representa el conocimiento del dominio	Los conceptos del dominio más representativos son “Técnicas” e “Instrumentos”

Basado en los resultados arrojados por la evaluación de las ontologías, se puede decir que las mismas representan el conocimiento del contexto de la gestión de currículos por competencias. Sin embargo, podrían enriquecerse aún más estas estructuras.

4.2.3. Utilidad de las ontologías

El manejo de un vocabulario común en el contexto de la gestión de currículos por competencias, resulta de gran importancia, debido a que permite representar el conocimiento implícito en los procesos y superar las ambigüedades en el uso de los términos en este contexto, favoreciendo entre otras cosas, la reducción de errores conceptuales y la comunicación fluida entre los involucrados. En este sentido, las ontologías constituyen una herramienta útil que complementan las bondades del modelo propuesto, dado que organizan y formalizan el conocimiento relacionado con los principales conceptos y la terminología básica que usa la comunidad involucrada durante este proceso de gestión.

Asimismo, cada vez que la comunidad involucrada demande conocimiento estandarizado, además de utilizar el modelo propuesto como una estructura estándar que sirve de referencia en este contexto, podrá aprovechar el conocimiento organizado en las ontologías, encontrando el que necesiten y cuando lo necesiten, evitando de esta manera, las imprecisiones terminológicas y conceptuales en el proceso de diseño. Desde esta perspectiva, el modelo y las ontologías tributan a una estructura estándar adecuada que se complementan en el marco de un consenso metodológico, el uso de un vocabulario común y claridad en los roles de la comunidad que participa, para asistir a los involucrados en la gestión de currículos conforme a los requerimientos del sector productivo.

CONCLUSIONES

En esta tesis doctoral, se presentó un modelo con enfoque ontológico para la gestión de currículos por competencias, el cual es derivado de una propuesta metodológica que establece con un lenguaje común una especificación formal y explícita de una conceptualización compartida en este dominio, utilizando los principios de BMM y la IO.

Con la propuesta metodológica se alcanzó modelar las metas de la gestión de currículos por competencias (misión, visión, objetivos operacionales y estratégico), los procesos y actividades que componen a la gestión, los trabajadores involucrados y actores que participan, las reglas que regulan la gestión y los objetos del tipo producto final que fueron identificados. Y por último, pero no menos importante, se organizó, conceptualizó y representó el conocimiento en este dominio.

La propuesta metodológica se fundamenta en una estructura de tres niveles de abstracción: contexto organizacional, procesos y conocimiento. Con el primer nivel, se capturan y representan los elementos organizacionales relevantes de una organización: objetivos (misión, visión, objetivo meta y objetivos operacionales), procesos (primarios y de apoyo) que se llevan a cabo para alcanzar los objetivos, actores y los roles que desempeñan, reglas que regulan la ejecución de los procesos, así como los objetos que se utilizan, generan y/o transforman, entre otros.

Con el segundo nivel, se representa cada proceso primario a través de sus actividades y de la relación con los conceptos organizacionales identificados como relevantes en el nivel anterior. Conjuntamente, se describen los procesos que dan soporte. El conocimiento implícito en los procesos, se captura, organiza y representa en el tercer nivel de esta propuesta metodológica. Siguiendo esta propuesta, se desarrolló un modelo con enfoque ontológico de la gestión de currículos por competencias.

Por otra parte, hay variada información sobre metodologías que guían este proceso, cada una sigue un conjunto riguroso de actividades. Una carencia detectada es que a pesar de que en líneas generales estas metodologías consideran la gestión del currículo desde su planificación hasta su evaluación, se encontró que cada una tiene su propio vocabulario y enfoque, dado el capital intelectual y la experiencia de quienes la proponen, además no contemplan el contexto organizacional donde se lleva a cabo.

Con BMM y la IO se organizó y conceptualizó el conocimiento de esta gestión, aportando mayor calidad en su ejecución y por tanto mejor calidad del producto final. Particularmente, BMM permitió modelar los elementos organizacionales relevantes de la organización educativa; sin embargo, la relevancia puede diferir de una organización a otra, por lo que pueden modelarse otros elementos. Por otra parte, la representación de los actores se basa en roles, es decir, es independiente de los cargos que ejercen, esto permite que cualquier organización educativa sin importar su estructura organizativa pueda adaptar la representación a su contexto. Estas características proporcionan flexibilidad a la solución.

La categorización de los procesos a través de la cadena de valor, permitió reflexionar sobre todas y cada una de las actividades que se realizan en el seno de la organización educativa para lograr su misión: formar recurso humano de calidad, contribuyendo a un consenso metodológico y por tanto a una mayor comprensión de cómo la realización de cada actividad afecta a las demás y, en especial, de cómo afecta al producto final.

El conocimiento implícito en los procesos primarios se organizó y representó mediante estructuras ontológicas garantizando un vocabulario común, consistente y no ambiguo, lo cual favorece su comprensión.

Este modelo con enfoque ontológico de la gestión de currículos por competencias reduce los problemas relacionados con: (a) el conocimiento voluminoso y a veces

polisémico; (b) la falta de un consenso metodológico; (c) la poca información que se tiene del contexto organizacional.

Además del modelo, se desarrolló una aplicación para apoyar el diseño de unidades de aprendizaje, actividad fundamental en esta gestión, con el propósito de reducir el esfuerzo requerido y facilitar el uso de éstas ontologías. La automatización de esta actividad la hace más rápida y favorece la fiabilidad de la información, haciendo eficiente esta labor. La aplicación se encuentra disponible en: <http://aduacom.milagros.net.ve/>

Para finalizar, la sinergia que proporciona la metodología BMM y las ontologías en la elaboración de un modelo con enfoque ontológico para la gestión de currículos por competencias con una aplicación que integra las ontologías y complementa el modelo, no aparece relacionada en la literatura con la gestión curricular por competencias, por lo que representa una modesta contribución de esta tesis doctoral. Esta sinergia aporta mayor calidad en la ejecución de los procesos de la gestión y por tanto mejor calidad del producto final.

Contribuciones

Las contribuciones de este trabajo de investigación, son en definitiva:

- ✓ Un modelo con enfoque ontológico que representa formal y explícitamente el proceso de gestión de currículos por competencias.
- ✓ Una propuesta metodológica de un enfoque ontológico que integra la metodología BMM y las ontologías para especificar de modo formal y explícito una conceptualización compartida de un fenómeno en algún dominio.

- ✓ Tres ontologías en el contexto de la gestión de currículos por competencias, específicamente en los dominios de competencias, de técnicas de enseñanza y aprendizaje y de técnicas e instrumentos de evaluación, las cuales proporcionan a la comunidad interesada, conocimiento bien organizado, estandarizado y formalizado, adquirido de un grupo de expertos y producto de una revisión bibliografía especializada.
- ✓ Una aplicación Web para diseñar unidades de aprendizaje que integra las tres ontologías desarrolladas. Satisface requerimientos tales como: buscar y recuperar información a partir de las ontologías durante el diseño de las unidades, buscar y recuperar unidades de aprendizaje ya diseñadas y proporcionar las unidades con la estructura socio-cognitivo Modelo T.

Publicaciones

Durante el desarrollo de la investigación, los resultados parciales obtenidos fueron sometidos para su consideración en diferentes congresos especializados, así como en revistas arbitradas, con la finalidad de que fuesen evaluados externamente. Las observaciones y comentarios realizados por los árbitros y evaluadores permitieron la revisión de algunos aspectos y su mejora. Las publicaciones que se lograron obtener se indican a continuación:

1. Barrera, M., Montaña, N., & Ramos, E. (2012, October). An Ontological approach to support design competency-based curriculum. In *Informatica (CLEI), 2012 XXXVIII Conferencia Latinoamericana En* (pp. 1-6). IEEE.
2. Muñoz, G., Barrera, M., Miguel, V., Montano, N., Nunez, H., & Ramos, E. (2013, October). An ontology learning and teaching techniques for competency-based curricula design. In *Computing Conference (CLEI), 2013 XXXIX Latin American* (pp. 1-8). IEEE.

3. Barrera, M., Montaña, N. y Ramos, E. (2014). Ingeniería Ontológica para apoyar el diseño de currículos por competencias. Universidad 2014. Memorias 9no Congreso Internacional de Educación Superior, Febrero. La Habana-Cuba. ISBN: 978-959-16-2255-6
4. Barrera, M., Montaña, N. y Ramos, E. (2018). Un modelo con enfoque ontológico para la gestión de currículos por competencias (Artículo en evaluación). Revista Enl@ce

Para finalizar, se puede decir que los resultados, conclusiones y logros alcanzados durante el desarrollo de esta investigación permitieron responder la pregunta planteada al comienzo:

¿Cómo alcanzar una especificación formal y explícita del proceso de gestión de currículos por competencias y del contexto organizacional donde se lleva a cabo, que favorezca su comprensión, el consenso metodológico y el uso de un vocabulario común, de manera tal que disminuyan los esfuerzos desarticulados y propicie el éxito del proceso?

Mediante un modelo con enfoque ontológico para la gestión de currículos por competencias, el cual es derivado de una propuesta metodológica que establece con un lenguaje común una especificación formal y explícita de una conceptualización compartida en este dominio, utilizando los principios de BMM y la IO.

Esta propuesta podría aplicarse para modelar otros fenómenos que suceden en el campo educativo, en lo particular; y en lo general, para modelar fenómenos de cualquier contexto. Por esta razón, una solución como la aquí presentada podría convertirse en un marco de referencia que apoye la solución a problemas relacionados con la necesidad de: (a) caracterizar el contexto organizacional; (b) consensuar distintas visiones metodológicas y (c) estandarizar el vocabulario empleado.

TRABAJOS FUTUROS

La investigación presentada en este documento favorece la exploración de aspectos susceptibles de ser mejorados, entre los que se tienen:

Respecto al modelo:

- ✓ Reutilizar el modelo generado para fenómenos similares en otras organizaciones educativas, como escuelas, liceos y academias. Puede ser replicado de manera exacta, quien lo utilice puede agregar o eliminar elementos, manteniendo siempre la estructura metodológica: contexto organizacional, proceso y conocimiento.
- ✓ Revisar que otro dominio del conocimiento requiere ser organizado, conceptualizado y representado

Respecto a la propuesta metodológica:

- ✓ Aplicar la propuesta para la representación de fenómenos en otras organizaciones, con la finalidad de replicar esta práctica metodológica y generar nuevo conocimiento.
- ✓ Revisar que otros elementos podrían enriquecerla aún más

Respecto a las ontologías del dominio:

- ✓ Extender el vocabulario de las ontologías con la finalidad de enriquecer aún más el lenguaje
- ✓ Experimentar mecanismos que permitan la inferencia de nuevos conocimientos a partir del conocimiento representado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, B. (2004). Modelo pedagógico para la relación educación-cultura. Instituto Superior Pedagógico “Enrique José Varona”. La Habana, Cuba. Tesis presentada para optar al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas
- Aguilera, M. (2000). Los distintos Modelos Científicos. España: UOC
- Altarejos, F.; Rodríguez, A.; Fontrodona, J. (2003). Retos educativos de la globalización. Hacia una sociedad solidaria, Pamplona, Euns
- Alfaries, A., Al-Yahya, M., Chorfl, H. y George, R. (2014). CURONTO: A Semantic Model of the Curriculum for Program Assessment and Improvement. Int. J. Eng. Educ., vol. 30, no. 5, pp. 1083–1094
- Álvarez, M. y Paliotto, D. (2010). Desarrollo y Evaluación de Ontologías en Áreas de la Informática Educativa. Argentina. WICC 2010 - XII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. Recuperado de: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/19625/Documento_completo.pdf?sequence=1
- Aristimuño, A. (2004). Las competencias en la educación superior: ¿demonio u oportunidad?, Montevideo, Uruguay, Departamento de Educación. Universidad Católica del Uruguay.
- Baldoni, M., Baroglio, C., Brunkhorsr, I., Marengo, E. y Patti, V. (2007). Reasoning-Based Curriculum Sequencing and Validation: Integration in a Service-Oriented Architecture. Proceedings of Second European Conference on Technology Enhanced Learning (EC-TEL 2007), Crete, Greece (17th - 20th September 2007), LNCS 4753, pp 426-431. Recuperado de: http://www.di.unito.it/~argo/papers/LNCS/lncs_4753
- Barrantes, R. (2007). Investigación: un camino al conocimiento. Un enfoque cuantitativo y cualitativo. San José de Costa Rica. Editorial Universidad Estatal a Distancia (EUNED)
- Barrera, M., Montaña, N. y Ramos, E. (2012). Un enfoque ontológico para apoyar el diseño de currículos basados en competencia. Venezuela. In Proc. CLEI 2012, paper ciesc-11, pp.101-105
- Barrera, M., Montaña, N. y Ramos, E. (2014). Ingeniería Ontológica para apoyar el diseño de currículos por competencias. Universidad 2014. 9no Congreso Internacional de Educación Superior, Febrero. La Habana-Cuba

- Bolaños, M., Insuasty, J. y Guerrero, J. (2013). Currículo adaptativo inteligente basado en ontologías de descripción de competencias. Revista Vínculos Vol. 10 No 2, pp. 23-38. Recuperado de:
<http://revistavinculos.udistrital.edu.co/files/2013/09/Curr%C3%ADculo-adaptativo-inteligente-basado-en-ontologias-de-descripcion-de-competencias.pdf>
- Blanco-González, J. y Ortega-González, Y. (2012). Modelo ontológico de apoyo a la gestión de competencias de una profesión en el marco de un proceso organizacional. 16 Convención científica de ingeniería y arquitectura. Palacio de convenciones de la Habana, CUJAE. La Habana, Cuba. Recuperado de:
https://www.researchgate.net/profile/Jeffrey_Blanco/publication/277710829_ONTOLOGICAL_MODEL_FOR_SUPPORTING_MANAGEMENT_SKILLS_OF_A_PROFESSION_UNDER_ORGANIZATIONAL_PROCESS/links/557097ab08aee701d61b8f3a.pdf
- Bourse M, Harzallah, M., Leclère, M. y Trichet, F. (2002). COMMONCV: modeling the competencies underlying a Curriculum Vitae, Research Report N°02.2 IRIN , Université de Nantes. Recuperado de:
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.202.1884&rep=rep1&type=pdf>
- Bunge, M. y Ardila, R. (2002). Filosofía de la psicología. México: Siglo XXI Editores (2da edición)
- Bussemaker, M., Trokanas, N. y Cecelja, F. (2016). An ontological approach to chemical engineering curriculum development, Proceedings of the 26th European Symposium on Computer Aided Process Engineering, June 2016
- Capote, J., LLanten, C., Pardo, C., González, A. y Collazos, C. (2008). Gestión del conocimiento como apoyo para la mejora de procesos software en las micro, pequeñas y medianas empresas. Revista ingeniería e investigación vol. 28 no. 1, pp. (137-145). Recuperado de:
<http://www.scielo.org.co/pdf/iei/v28n1/v28n1a15.pdf>
- Caracheo, F. (2002). Modelo educativo (propuesta de diseño). Dirección General de Institutos Tecnológicos. Coordinación Sectorial de Normatividad Académica. México: CIDET.
- Carvalho, V. y Almeida, J. (2015). A semantic foundation for organizational structures: a multi-level approach. In *Enterprise Distributed Object Computing Conference (EDOC), 2015 IEEE 19th International* (pp. 50-59). IEEE. Recuperado de:
<http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7321155/>

- Casarini, M. (1999). Teoría y diseño curricular. México. Trillas.
- Castillo, S. y Cabrerizo, J. (2006). Formación del profesorado en educación superior: Desarrollo curricular y Evaluación. Editorial Mc. Graw Hill. España. ISBN: 84-481-4629-8
- Catalana, A., Avolio, D. y Sladogna, M. (2004). Diseño curricular basado en normas de competencia laboral: conceptos y orientaciones metodológicas. Editorial Cintefor. Buenos Aires – Argentina. ISBN: 987-1182-25-2
- Castro, C. y Satler, M. (2010). Modelo ontológico para la secuenciación de objetos de aprendizaje. *Revista Iberoamericana de Tecnologías del/da Aprendizaje/Aprendizagem*, (pp. 63). Recuperado de: <http://rita.det.uvigo.es/201005/uploads/IEEE-RITA.2010.V5.N2.pdf#page=25>
- Cerón, C., Archundia, E., Beltran, B., Cervantes, P. y Galindo, J. (2015). Elaboración de una ontología para apoyar el diseño de secuencias didácticas basadas en competencias en la práctica del docente de educación media superior. *Research in Computing Science* 99 (2015), pp. 115–126. Recuperado de: http://www.rcs.cic.ipn.mx/2015_99/Elaboracion%20de%20una%20ontologia%20para%20apoyar%20el%20diseno%20de%20secuencias%20didacticas%20basadas%20en.pdf
- Chan, M. (2003). Guía para el diseño curricular por competencias. Documento de trabajo no publicado. Universidad Autónoma del Estado de México. Recuperado de: <http://148.202.105.241/biblioteca/browse-title?top=123456789>
- Chan, M. (2005). Elementos Básicos para la interpretación de un mapa curricular. Documento de trabajo, Sistema de Universidad Virtual, Universidad de Guadalajara. Recuperado de: http://mail.udgvirtual.udg.mx/biblioteca/bitstream/20050101/1037/1/Elementos_basicos_para_la_interpretacion_de_un_mapa_curricular.pdf
- Chang, B., Lee, Y, Ko, S y Cha, J. (2008). “Enhancing Ontology-Based Educational Content Search Service with Competency”. Eighth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies.
- Cheniti, L. y Garlatti, S. (2011). Semantic Web Technologies for Supporting Peer Assessment. Springer Verlag Berlin Heidelberg. Recuperado de: <http://ceur-ws.org/Vol-1147/paper2.pdf>

- Chi, Y. (2008). Ontology-based curriculum content sequencing system with semantic rules. *Expert Systems with Applications*, Vol. 36, N° 4, Elsevier Science Inc. 2010, pp. 7838-7847
- Chiavenato, I. (2000). *Introducción a la Teoría de la Administración*. México. Editorial Mc. Graw Hill.
- Chung, H. y Kim, J. (2016). A New Personalized Syllabus Model based on Achievement Standards Analysis and Evaluation. *Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science 2016 Vol I WCECS 2016*, October 19-21, 2016, San Francisco, USA. Recuperado de: http://www.iaeng.org/publication/WCECS2016/WCECS2016_pp248-252.pdf
- Coll, C. (1992). *Psicología y currículum: una aproximación psicopedagógica a la elaboración del currículum escolar*. Editorial Paidós. ISBN: 8475096743
- Corniel, M., Ramos, L., Borges, A. M., Contreras, L., & Gil, R. (2010). Modelo ontológico como apoyo a la toma de decisiones en oportunidades de estudio. *Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela*, 25(3), pp. 29-37. Recuperado de: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-40652010000300004
- Cullen, C. (1997). *Críticas de las razones de educar*. Paidós. Buenos Aires
- Dang, J., Hedayati, A., Hampel, K., & Toklu, C. (2008). An ontological knowledge framework for adaptive medical workflow. *Journal of biomedical informatics*, 41(5), 829-836. Recuperado de: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1532046408000658>
- De Zubiria, J. (2013). *Cómo diseñar un currículo por competencias: fundamentos, lineamientos y estrategias*. Editorial Magisterio/Instituto Alberto Merani. Serie Pedagogía Dialogante, 1era edición, pp. 270
- Dexter, H. y Davies, I. (2009). An ontology-based curriculum knowledge base for managing complexity and change. *Ninth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*
- Díaz Barriga, F., Lule, M., Pacheco, D., Saad, E. y Rojas, S. (1995). *“Metodología de Diseño Curricular para educación superior”* Editorial Trillas. México.
- Díaz Barriga, F. y Barroso, R. (2014). Diseño y validación de una propuesta de evaluación auténtica de competencias en un programa de formación de docentes de educación básica en México. *Perspectiva Educacional*, 53(1), 36-56. Recuperado de:

<http://www.perspectivaeducacional.cl/index.php/peducacional/article/view/210>

Díaz Barriga, F. (2014). Estrategia para el desarrollo de competencias en educación superior. Ponencia presentada en el I Encuentro Internacional Universitario: El currículo por competencias en la educación superior. ISBN: 978-612-4206-58-0. Pontificia Universidad Católica del Perú. Ediciones Nova Print S.A.C.

Recuperado de: http://vicerrectorado.pucp.edu.pe/academico/wp-content/uploads/2014/10/Encuentro_Curriculo_Competencias_2014.pdf

Dietz, J. (2006). Enterprise Ontology: Theory and Methodology. Springer, pp. 244.

Dorin, H., Demmin, P. E., Gabel, D. (1990). Chemistry: The study of matter. (3rd ed.). Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, Inc

Dupertuis, P. y Fernández, J. (2015). Las Metodologías de Modelado de Negocios para la generación de valor y la mejora de la competitividad y su aplicación en las pymes chacheñas. *Revista Electrónica de Investigación en Administración y Negocios*. 1(1), pp: 19-35, ISSN: 2448-7414. Recuperado de: <http://reian.com.mx/b7508866fe20f46a4069449df84e13e0/76082565fa4dff9dfec77fae286e31c3.pdf>

Eriksson, E. y Penker, M. (2000). Business Modelling with UML. Wiley

Fernández, M. (1999). Overview of methodology for building ontologies. Proceedings of the IJCAI-99 workshop on Ontologies and Problem-Solving Methods (KRR5) Stockholm, Sweden, August. Recuperado de: <http://www.lsi.upc.es/~bejar/aia/aia-web/4-fernandez.pdf>

Ferrer, M. (2002). Modelo para la evaluación de las habilidades profesionales del maestro primario. Instituto Superior Pedagógico “Enrique José Varona”. La Habana, Cuba. Tesis presentada para optar al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas

Filipowska, A., Hepp, M., Kaczmarek, M., & Markovic, I. (2009). Organisational ontology framework for semantic business process management. In *Business information systems* (pp. 1-12). Springer Berlin Heidelberg.

Finol, M. y Camacho, H. (2008). El proceso de investigación científica. Maracaibo, Venezuela; Ediluz.

Florez, O. (1999). Hacia una pedagogía del conocimiento. Colombia Mc.Graw Hill

- Fonseca, N. y Pereira, L. (2011). La evaluación curricular en la Universidad del Zulia: Casos Facultades de Odontología y Ciencias Económicas y Sociales. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales (FCES). La Universidad del Zulia (LUZ). Venezuela. ISSN 1011-2251. Recuperado de: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1011-22512011000100002
- García-Molina, J., Ortín, M., Moros, B. y Nicolás, J. (2007). De los Procesos del Negocio a los Casos de Uso, Técnica Administrativa, ISSN: 1666-1680. Recuperado de: <http://www.cyta.com.ar/ta0604/v6n4a1.htm>.
- Gascueña, J., Fernández-Caballero, A. y González, P. (2005). Ontologías del modelo del alumno y del modelo del dominio en sistemas de aprendizaje adaptativos y colaborativos. España. Recuperado de: http://www.researchgate.net/publication/228367482_Ontologas_del_modelo_d_el_alumno_y_del_modelo_del_dominio_en_sistemas_de_aprendizaje_adaptativos_y_colaborativos
- Garshol, L. M. (2004). Metadata? Thesauri? Taxonomies? Topic Maps! Making sense of it all. Journal of information science, 30(4), 378-391. Recuperado de: <http://www.themezoom.com/library/pdf/Metadata.pdf>
- Giraldo, G., Gloria, L., Arboleda, A. y Zapata, G. (2013). Enfoque ontológico para detectar conceptos holónicos en las organizaciones. Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia. n.69, pp. 53-66. ISSN 0120-6230. Recuperado de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-62302013000400005&script=sci_abstract&tlng=es
- Gimeno, J., Pérez, A., Martínez, J., Torres, J., Angulo, F. y Álvarez, J. (2008). Educar por competencias, ¿Qué hay de nuevo? Colección Pedagogía Manuales. ISBN: 978-7112-528-6. Ediciones Morata. Madrid – España. Recuperado de: <http://galeon.com/chanram/parte1.pdf>
- Gómez-Pérez, A., Fernández-López, M. y Corcho, M. (2004). Ontological Engineering. London: Springer-Verlag.
- Gómez de Erice, M. y Zalba, E. (2003). Comprensión de textos: un modelo conceptual y procedimental. Secretaría Académica EDIUNC, Serie Trayectos Cognitivos Mendoza, UNCuyo.
- González, G. y Durán, E. (2014). Modelo del estudiante para sistemas de aprendizaje ubicuo: representación por medio de ontologías. IX Congreso de Tecnología en Educación & Educación en Tecnología. 12 y 13 de junio de 2014 RedUNCI - UNDeC
- Gonzalez, M. (2006). Currículo basado en competencias: una experiencia en educación universitaria. Revista Educación y Educadores, Vol. 9 N° 2, pp. 95-117. ISSN 0123. Recuperado de: <http://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2288204.pdf>

- Gutiérrez, J. (2001). *Diseño Curricular Basado en Competencias*. Editorial Universitaria. pp. 154 ISBN: 9789567472581 Recuperado de: http://www.antartica.cl/antartica/servlet/LibroServlet?action=fichaLibro&id_libro=91421
- Gruber, T. (1993). *Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing*. Available as Technical Report KSL 93-04, Knowledge Systems Laboratory, Stanford University. 1993. Recuperado de: <http://citeseer.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.122.32071>
- Grubišić, A., Stankov, S. y Peraić, I. (2013). Ontology based approach to Bayesian student model design. *Expert Syst. Appl.*, vol. 40, no. 13, October 2013, pp. 5363–5371.
- Grundy, S. (1987). *Curriculum, Product or Praxis?*, London, The Falmer Press. ISBN: 1850002053
- Grüninger, M. y Fox, M. (1995). Methodology for the design and evaluation of ontologies. *IJCAI'95 Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing*. Recuperado de: <http://citeseer.ist.psu.edu/grninger95methodology.html>
- Hawes, G. y Troncoso, K. (2007). *Perfiles*. Universidad de Chile, Facultad de Medicina. Departamento de Educación en Ciencias de la Salud. Chile.
- Hepp, M., & Roman, D. (2007). An ontology framework for semantic business process management. *Wirtschaftsinformatik Proceedings 2007*, 27. Recuperado de: http://aisel.aisnet.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1026&context=wi2007&seiredir=1&referer=http%3A%2F%2Fscholar.google.es%2Fscholar%3Fq%3DHepp%2BBy%2BRoman%252C%2B2007%26btnG%3D%26hl%3Des%26as_sdt%3D0%252C5#search=%22Hepp%20y%20Roman%2C%202007%22
- Hernández, E. (2002). *La gestión del curriculum: una experiencia determinante para lograr sus propósitos*.
- Ibarra, A. (2002). La teoría curricular: sus referentes epistemológicos, contextuales y conceptuales. En Ibarra López, A. y Romero Morett, M. (editores) *La gestión curricular: significados, prácticas y experiencias*. México: Universidad del Valle de Atemajac.
- Icarte, G. y Labate, H. (2016). Metodología para la revisión y actualización de un diseño curricular de una carrera universitaria incorporando conceptos de aprendizaje basado en competencias. *Formación universitaria*, 9(2), 03-16. Recuperado de: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-50062016000200002&script=sci_arttext&tlng=pt

INACAP (Instituto Nacional de Capacitación - 2003). Diseño Curricular e Instruccional. Enfoques Metodológicos. Universidad Tecnológica de Chile (Documento de difusión interna).

Inciarte, A. y Canquiz, L. (2011). Análisis de la consistencia interna del currículo. Informe de Investigaciones Educativas, Vol. 15. N° 1 y 2, Maracaibo-Venezuela. Disponible en: <http://biblo.una.edu.ve/docu.7/bases/anali/texto/texto/iie2002v15n1-2p79-90.pdf>

INSAFORP (Instituto Salvadoreño de Formación Profesional - 2001). Una Metodología de Diseño Curricular para Programas de Formación Profesional por Competencias. Primera edición. San Salvador, El Salvador (Documento de difusión interna)

Isotani, S., Mizoguchi, R., Capeli, O., Isotani, N., Albuquerque, A., Bittencourt, I. y Jaques, P. (2013). A Semantic Web-based authoring tool to facilitate the planning of collaborative learning scenarios compliant with learning theories. Comput. Educ., vol. 63, April 2013, pp. 267–284.

Khalidi, M., Bennani, S. y Hachmoud, A. (2007). An ontology for the formalization of the competences-based approach. Research, Reflections and Innovations in Integrating ICT in Education.LABO-RIME, Ecole Mohammadia d'Ingénieurs, BP 765, EMI Rabat Morocco. Recuperado de: <http://www.formatex.org/micte2009/book/1260-1264.pdf>

Kim, G., & Suh, Y. (2010). Ontology-based semantic matching for business process management. ACM SIGMIS Database, 41(4), pp. 98-118.

Kontopoulos, E., Vrakas, D., Kokkoras, F., Bassiliades, N. y Vlahavas, I. (2008). An ontology-based planning system for e-course generation. Proceedings of Expert Systems with Applications Vol. 35, Issues 1-2, July-August 2008, pp. 398-406

Kö, A., Gábor, A., Vas, R. y Szabo, I. (2008). Ontology-based Support of Knowledge Evaluation in Higher Education. In Proceedings of the Conference on Information Modelling and Knowledge Bases, pp. 306-313.

Koontz H. y Weihrich, H. (2004) Administración, una perspectiva global, México, Mc Graw Hill, 2004, 12ª edición.

Kosanke, K. (2003). Business Process Modelling and Standardisation. Recuperado de: http://www.cimosa.de/Standards/BPM_and_Standardisation.pdf

- Kumaran, V. y Sankar, A. (2013). An Automated Assessment of Students' Learning in e-Learning Using Concept Map and Ontology Mapping. in *Advances in Web-Based Learning – ICWL 2013*, J.-F. Wang and R. Lau, Editorial Springer Berlin Heidelberg, (2013), pp. 274–283.
- Lagos, P. (2002). CommonKADS y el Lenguaje de Modelado Unificado o UML. *Ingeniería informática*, (8), pp.4. Recuperado de: <http://inf.udec.cl/~revista/ediciones/edicion8/ModelosdePericiaversusUML.pdf>
- Larraín, A. y González, L. (2006). Formación universitaria por competencias. Chile: CINDA. Disponible en: [http://sicevaes.csuca.org/attachments/134_Formacion Universitaria](http://sicevaes.csuca.org/attachments/134_Formacion%20Universitaria)
- Larraín, A. y González, L. (2007). Proyecto Tuning América Latina. Recuperado de: <http://tuning.unideusto.org/tuningal>
- Lenat, D. y Guha, R. (1990). *Building Large Knowledge-Based Systems: Representation and Inference in the Cyc Project*, Addison-Wesley, Boston.
- Litherland, K., Carmichael, P. y Martínez-García, A. (2013). Ontology-based e-assessment for accounting: Outcomes of a pilot study and future prospects. *J. Account. Educ.*, vol. 31, No. 2 June 2013, pp. 162– 176.
- Macías, M. (2002). Modelo para el auto-perfeccionamiento del desempeño creativo del maestro. Instituto Superior Pedagógico “Enrique José Varona”. La Habana, Cuba Tesis presentada para optar al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas..
- Magaña, L., Suárez, J. y Galván, F. (2014). La unidad didáctica automatizada: herramienta para la planeación educativa. *Revista Calidad en la Educación Superior. Programa de Autoevaluación Académica Universidad Estatal a Distancia*. ISSN 1659-4703 Costa Rica. Vol. 5, N° 1, Mayo 2014 pp. 17-36
- Mandic, M., Konjovic, Z. e Ivanovic, M. (2015). Ontological model of the standardized secondary scholl curriculum in informatics. *ICIST 2015 5th International Conference on Information Society and Technology*. Pp. 397-401. Recuperado de: http://www.eventiotic.com/eventiotic/files/papers/icist2015_72.pdf
- Martínez, C. (2005). *Teoría avanzada de organización y gestión*. Universidad de Colombia. Preparación editorial Unibiblos. Primera edición. Bogotá-Colombia. ISBN 958-701-507-x.
- Martínez, A. Navarro, J. y Sánchez, J. (2012). Aprendizaje basado en competencias: una propuesta para la autoevaluación del docente. *Profesorado. Revista de currículum y formación de profesorado*, 16(2), 325-338. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/567/56724395018.pdf>

Martínez, R. (2001). Modelo de desarrollo de la creatividad centrada en la reflexión personal. Instituto Superior Pedagógico “Félix Varela”. Villa Clara, Cuba. Tesis presentada para optar al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas

Mayer, R., Menzel, C., Painter, M., deWitte, P. y Benjamin, T. (1995). Information Integration for Concurrent Engineering (Iice) Idef3 Process Description Capture Method Report. "IDEF3 Process Description Capture Method Report". Knowledge Based Systems, Inc. Recuperado de: http://www.idef.com/wp-content/uploads/2016/02/Idef3_fn.pdf

Mayer, R., Benjamin, P., Caraway, B. y Painter, M. (1995). A Framework and a Suite of Methods for Business Process Reengineering, Business Process Change: Reengineering, Concepts, Methods and Technologies, Idea Group Publishing, Idea Group Publishing, Hershey, USA, 245-290

Mizoguchi, R. (2003). Tutorial on ontological engineering - Part 1: Introduction to Ontological Engineering. New Generation Computing 21(4):365-384.

Montenegro-Marin, C., Cueva-Lovelle, J., Sanjuan, O. y Núñez-Valdez, E. (2010). Towards an ontology to describe the taxonomy of common modules in learning management systems. International Journal of Artificial Intelligence and Interactive Multimedia, Vol. 1, N° 4. Recuperado de: http://www.ijimai.org/journal/sites/default/files/IJIMAI20111_4_8.pdf

Montilva, J. y Barrios, J. (2004). BMM: A Business Modeling Method for Information Systems Development. CLEI Electronic Journal, Vol. 7, No. 2. Recuperado de: <http://www.clei.cl/cleiej/papers/v7i2p3.pdf>.

Montilva, J. (2011). Qué es el modelado de negocios. Presentación del curso sobre BMM. Recuperado de: www.biosoftca.com

Mora, J. (2003). Transformación y gestión curricular. En: Memorias Seminario Taller Evaluación y Gestión Curricular, Universidad de Antioquia, Colombia.

Moreno, M. (2015). Gestión curricular por competencias y docencia universitaria. Pontificia Universidad Católica del Perú. En Blanco & Negro Vol. 6 N° 1 ISSN: 2221-8874. Recuperado de: <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/enblancoynegro/article/download/13728/14352>

Muñoz, G., Barrera, M., Miguel, V., Montaña, N., Núñez, H. y Ramos, E. (2013). Una ontología de técnicas de enseñanza y aprendizaje para en diseño curricular por competencias. CLEI 2013, Octubre. Naiguatá-Venezuela

Muñoz, A., Sandia, B., y Páez, G. (2014). Un modelo ontológico para el aprendizaje colaborativo en la educación interactiva a distancia Educere, vol.

- 18, núm. 61, septiembre-diciembre, 2014, pp. 449-460. ISSN: 1316-4910. Universidad de los Andes Mérida, Venezuela. Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/Beatriz_Sandia_Saldivia/publication/292782759_UN_MODELO_ONTOLOGICO_PARA_EL_APRENDIZAJE_COLABORATIVO_EN_LA_EDUCACION_INTERACTIVA_A_DISTANCIA/links/56b119e608ae795dd5c4e3ee.pdf
- Murelaga, J. (2005). Breve reflexión de la sociedad tecnologizada actual. Tecnología digital, individuo, globalización e Internet. Revista Latina de Comunicación Social, Año 8 N° 59, pp.1-10. ISSN: 1138 – 5820. Recuperado de: <http://www.revistalatinacs.org/200502murelaga.pdf>
- Obrst, L., Ashpole, B., Ceusters, W., Mani, I., Ray, S. y Smith, B. (2007). The evaluation of ontologies: Toward improved semantic interoperability. En Baker, Christopher J.O.; Cheung, Kei-Hoi (Eds.) Semantic Web Revolutionizing Knowledge in the Life Science. (pp. 139-158). ISBN (online) 978-0-387-48438-9. Springer US.
- Object Management Group (2006). "Business Process Modeling Notation Specification". Especificación Final Adoptada.
- Oprea, M. (2012). On the Use of Educational Ontologies as Support Tools for Didactical Activities. University Petroleum-Gas of Ploiesti, Department of Automatics, Computers and Electronics. The 7th International Conference on Virtual Learning ICVL 2012.
- Osterwalder, A., Pigneur, Y. y Tucci, C. (2005). Clarifying Business Models: Origins, Present, and Future of the Concept. Communications of the Association for Information Systems. Vol. 16, Article 1. pp. 1–25. Recuperado de: <http://aisel.aisnet.org/cais/vol16/iss1/1>
- Paquette, G. (2014). A Competency-Based Ontology for Learning Design Repositories. International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA), Vol. 5, No. 1, 2014 55. Recuperado de: http://r-libre.telug.ca/363/1/_%20Paper_8-A_Competency_Based_Ontology_for_Learning_Design_Repositories.pdf
- Patiño, M. (2006). Modelo socio-cognitivo: Teoría educativa y de diseño curricular. Revista Medicina Interna, Educación Médica y Comunidad, vol. 22(1), p. 40 Disponible: http://www.svmi.web.ve/documentos/doc_files/Modelo%20SC%20Teoria%20Educ.pdf
- Pávez, A. (2000). Modelo de implantación de Gestión del Conocimiento y Tecnologías de Información para la Generación de Ventajas Competitivas,

Universidad Técnica Federico Santa María, Departamento de Informática, Valparaíso, Chile.

Pérez, M. (2004). Modelo didáctico para el tratamiento de fraseologismos y refranes con alumnos de secundaria básica para el desarrollo de la competencia comunicativa Instituto Superior Pedagógico “Juan Marinello”. Matanzas, Cuba. Tesis presentada para optar al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas

Pinto, H., Tempich, C. y Staab, S. (2004). DILIGENT: Towards a fine-grained methodology for DIStributed, Loosely-controlled and evolvInG Engineering of oNTologies. In Proceedings of the 16th European Conference on Artificial Intelligence (ECAI 2004), August 22nd - 27th, pp. 393--397. IOS Press, Valencia, Spain, August .

Porter, M. (1987). Ventaja competitiva. Creación y sostenimiento de un desempeño superior. Editorial Continental. Reimpresión 2005.

Posada, R. (2004). Formación Superior Basada en Competencias, Interdisciplinariedad y Trabajo Autónomo del Estudiante, Revista Iberoamericana de Educación. Facultad de Educación, Universidad del Atlántico, Colombia.

Prado, A., Sánchez, A., y Montejano, G. (2016). Ontologías para entornos personalizados de aprendizaje ajustados al contexto educativo argentino. In XVIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2016, Entre Ríos, Argentina).

Proyecto Tuning (2003). Tuning Educational Structure in Europe. Informe final. Bilbao (España). Universidad de Deusto

Ramírez, C. (2005). Fundamentos de Administración. Bogotá: Textos Universitarios

Ramos, E. (2009). Sistema basado en agentes para apoyar el diagnóstico de la calidad del semen humano. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias Escuela de Computación. Tesis presentada Para optar al título de Doctora en Ciencias de la Computación

Ramos, E., Núñez, H. y Casañas, R. (2009). Esquema para evaluar ontologías únicas para un dominio de conocimiento. Enl@ce: Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento, ISSN: 1690-7515, Año 6: No. 1, Enero-Abril 2009, pp. 57-71

Real Academia Española (2001). Diccionario de la lengua española. Recuperado de: <http://www.rae.es/rae.html>

- Rodríguez, O. y Faron, C. (2016). A Formalization Of Standard Knowledge And Skills For The French Elementary School Curricula. Second International Workshop on Educational Knowledge Management (EKM 2016), Nov 2016, Bologne, Italy. Recuperado de: <https://hal.inria.fr/hal-01393641/document>
- Rodríguez, A., Fernández, E. y Pattini, M. (2005). Hacia la definición de los procesos de negocios seguros basados en una arquitectura dirigida por modelos. CIBSIOS 3er Congreso Iberoamericano de Seguridad Informática, Valparaiso-Chile. Recuperado de: http://www.criptored.upm.es/cibsi/cibsi2005/presentaciones/sesion11/Hacia_la_definicion_de_procesos_de_negocios_seguros.pdf
- Rodríguez, O., Martínez, A., Favela, J., Vizcaíno, A. y Piattini, M. (2004). Understanding and Supporting Knowledge Flows in a Community of Software Developers, Proc. of the 10th International Workshop on Groupware (CRIWG'2004), San Carlos, Costa Rica, pp. 52-66.
- Romero, L., Gutiérrez, M. y Caliusco, M. (2012) Conceptualizing the e-Learning Assessment Domain using an Ontology Network. International Journal of Artificial Intelligence and Interactive Multimedia, Vol. 1, N° 6.
- Ros, J. (2006). Análisis de roles de trabajo en equipo: Un enfoque centrado en los comportamientos. Tesis de doctorado no publicada, Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona.
- Rué, J. (2002). Qué enseñar y por qué. Elaboración y desarrollo de proyectos de formación. Barcelona, España, Paidós, pp. 45.
- Sánchez, E y Lama, M. (2007). “Monografía: Técnicas de la Inteligencia Artificial aplicadas a la educación”. Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial, Vol.11, N° 33, pp. 7-12. Recuperado de: <http://erevista.aepia.org/index.php/ia/article/view/522/506>
- Sanchis, R., Poler, R. y Ortiz, A. (2009). Técnicas para el Modelado de Procesos de Negocio en Cadenas de Suministro. *versión On-line* ISSN 0718-0764. Recuperado de: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642009000200005
- Sangineto, E., Capuano, N., Gaeta, M. y Micarelli, A. (2008). Adaptive course generation through learning styles representation. Universal Access in the Information Soc. (UAIS '08), Vol. 7, N° 1/2, pp. 1-23. Disponible en: http://www.capuano.biz/papers/UAIS_Apr08.pdf
- Santos, P. S., Almeida, J. P. A., & Guizzardi, G. (2013). An ontology-based analysis and semantics for organizational structure modeling in the ARIS method. *Information Systems*, 38(5), 690-708. Recuperado de: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306437912001263>

- Schmal, R. y Ruiz-Tagle, A. (2007). Una metodología para el diseño de un currículo orientado a las competencias. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*. Vol. 16, N° 1, pp. 147-158.
- Schmidt A. y Kunzmann, C. (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.
- Sommerville, I. (2005). *Ingeniería del Software*. 7ma Edición. Editorial Pearson-Prentice Hall. España
- Stankosky, M. (2005). Creating the discipline of knowledge management., Elsevier Butterworth Heinemann (ed.), Oxford, 2.005. pp. 51-52.
- Suárez-Figueroa, M. (2010). NeOn Methodology for Building Ontology Networks: Specification, Scheduling and Reuse. Tesis (Doctoral), Facultad de Informática (UPM) [antigua denominación].
- Sure, Y. y Studer, R. (2003). A Methodology for Ontology-based Knowledge Management. Davies, J., Fensel D. y van Harmelen F. (Eds). *Towards the Semantic Web Ontology-driven Knowledge Management*. Chapter 3. John Wiley & Sons, LTD.
- Stenhouse, L. (1988). *Investigación y desarrollo del curriculum*. Madrid. Morata. ISBN: 84-7112-220-0
- Tabares, J. y Jiménez, A. (2014). Ontología para el proceso evaluativo en la educación superior. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, Vol. 42, pp. 68-79. ISSN: 0124-5821. Recuperado de:
<http://revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaUCN/article/view/495/1031>
- Tartir, S., Arpinar, B. y Sheth, A. (2010). Ontological evaluation and validation. In R. Poli (Editor): *Theory and Applications of Ontology (TAO)*, volume II: *Ontology: The Information-science Stance*. Springer, June.
- Torres, G. (2004). Propuesta de un modelo de capacitación para los dirigentes de la ETP. Instituto Superior Pedagógico “Enrique José Varona”. La Habana. Cuba. Tesis presentada para optar al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas
- UNESCO (1958). *Curriculum Revision and Research*. Educational and documents N° 28. Printed in July 1958 in the Workshops of Unesco. Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0000/000012/001290eo.pdf>
- UPEL (2006). *Manual de Trabajo de Grado, Maestría y Tesis Doctorales*. Vice – Rectorado de Investigación y Post grado. Caracas: UPEL

- Upward, A. y Jones, P. (2015). An ontology for strongly sustainable business models: Defining an enterprise framework compatible with natural and social science. *Organization & Environment*, 1-27. Recuperado de: <http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1086026615592933>
- Uschold, M. y Grüninger, M. (1996). Ontologies: principles, methods and applications. *Knowledge Engineering Review*, 11(2), 93-155. Recuperado de: <http://www.upv.es/sma/teoria/sma/onto/96-ker-intro-ontologies.pdf>
- Uschold, M. y King M., (1995). Towards a Methodology for Building Ontologies, in: *IJCAI95 Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing*, Montreal.
- Valenzuela, M., Schmitz, G. y Soltero, A. (2006). La Web Semántica como apoyo a la Gestión del Conocimiento y al Modelado Organizacional. *Revista De Ingeniería Informática*, 12. Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/Alonso_Perez-Soltero/publication/28109720_La_web_semantica_como_apoyo_a_la_gestion_del_conocimiento_y_al_modelo_organizacional/links/09e415074c143ad0a400000.pdf
- Vas, R. (2007). Educational Ontology and Knowledge Testing. *The Electronic Journal of Knowledge Management*, Vol. 5, N° 1, pp. 123 – 130. Corvinus University of Budapest, Hungary. Recuperado de: <http://www.ejkm.com/issue/download.html?idArticle=96>
- Vílchez, N. (2005). Fundamentos del currículo. Fondo Editorial de la Universidad Rafael Belloso Chacín. ISBN: 978-980-6510-25-8. Maracaibo- Venezuela
- Villa, A. y Poblete, M. (2011). Evaluación de competencias genéricas: principios, oportunidades y limitaciones. *Revista de pedagogía*, ISSN 0210-5934, ISSN-e 2340-6577, Vol. 63, N° 1, 2011 (Ejemplar dedicado a: Educación y competencias), págs. 147-170. Recuperado de: <http://Dialnet-EvaluacionDeCompetenciasGenericas-3601062.pdf>
- Vernadat, F. (1996). Enterprise Modeling and Integration. Principles and applications, Chapman&Hall, Londres

ANEXO 1. Metodología Methontology

Methontology es una metodología para el desarrollo de ontologías, la cual tiene sus raíces en las actividades principales identificadas por la IEEE para el proceso de desarrollo de software y las metodologías de la ingeniería del conocimiento. Fue propuesta por la Fundación para Agentes Físicos Inteligentes (FIPA), que promueve la interoperabilidad entre las aplicaciones basadas en agentes (Gómez-Pérez, Fernández-López y Corcho, 2004).

En la Figura 38, se muestra el ciclo de vida de Methontology. Al respecto, Fernández (1999) señala que: “las actividades de control, aseguramiento de calidad, adquisición de conocimiento, integración, evaluación, documentación y manejo de configuración se realizan simultáneamente con las actividades de desarrollo. La conceptualización debe ser evaluada cuidadosamente para evitar la propagación de errores a las siguientes etapas del ciclo de vida de la ontología”.

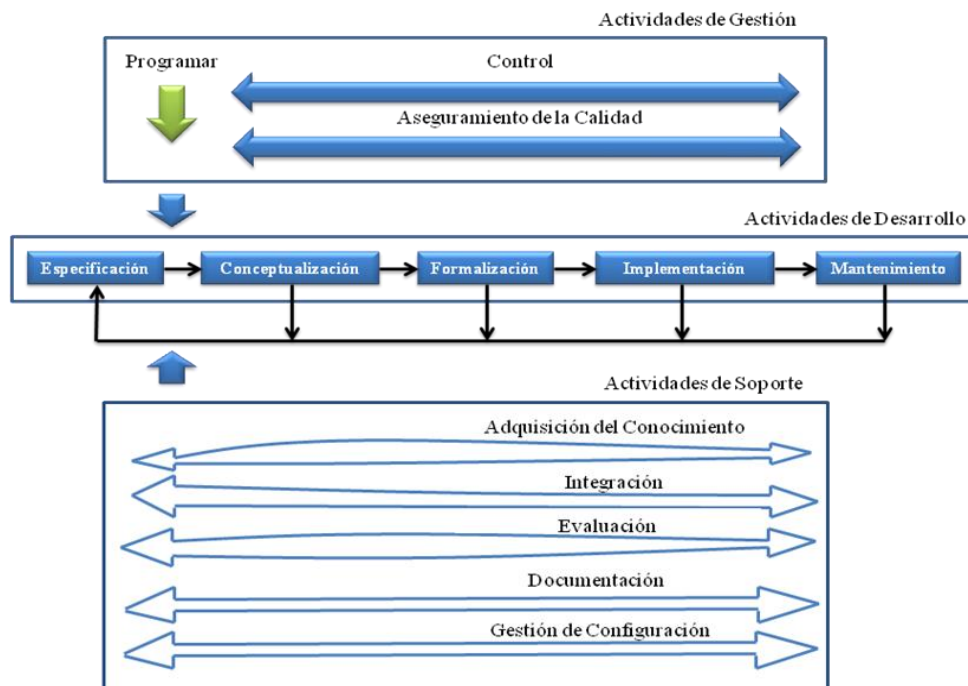


Figura 38. Ciclo de Vida de Methontology (Gómez-Pérez, Fernández-López y Corcho, 2004)

Las actividades de desarrollo de Methontology son las siguientes:

a) Especificación

Esta actividad consiste en declarar el propósito de la construcción de la ontología, cuáles son los usos que tendrá, y quiénes son los usuarios finales.

b) Conceptualización

A través de esta actividad se organiza y se crea una especificación semi-formal del dominio, usando un conjunto de representaciones intermedias (tablas, diagramas) que puedan ser entendidas por los expertos del dominio y los desarrolladores de ontologías. En la Figura 39 se muestra las tareas que involucra esta fase, las cuales son: construcción del glosario de términos, construcción de la taxonomía de conceptos, construcción del diagrama de relaciones binarias, construcción del diccionario de conceptos, definición de las relaciones binarias en detalle, definición de los atributos de instancia en detalle, definición de los atributos de clases en detalle, definición de las constantes en detalle, definición de los axiomas formales, definición de las reglas y definición de las instancias.

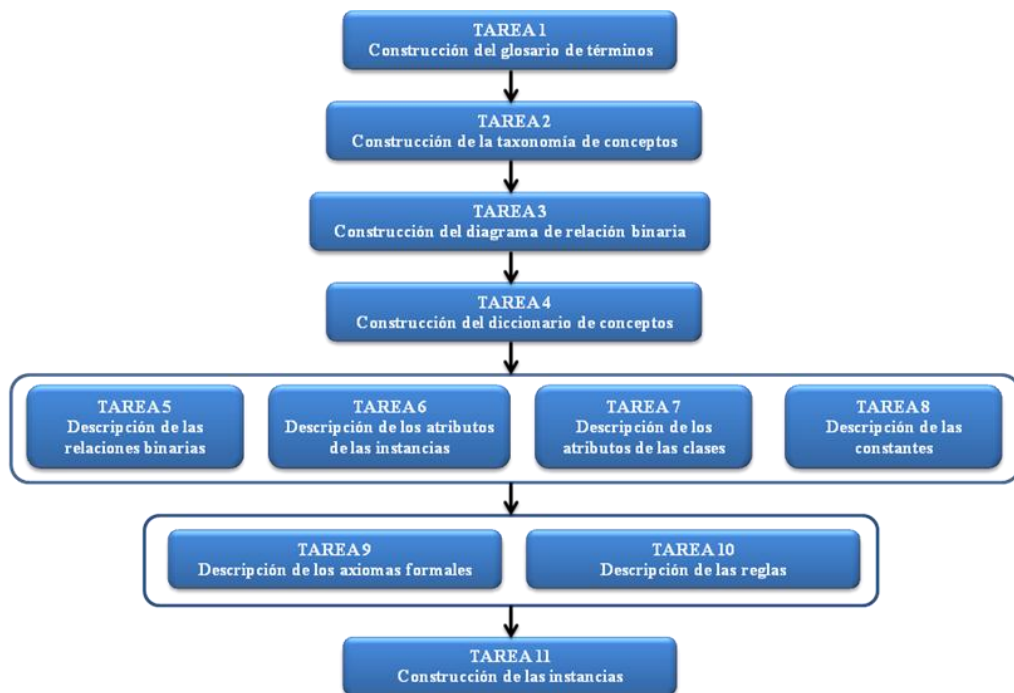


Figura 39. Tareas de la fase de Conceptualización (Gómez-Pérez, Fernández-López y Corcho, 2004)

c) Formalización

Esta actividad consiste en realizar la transformación del modelo conceptual en un modelo formal o semi-computable.

d) Implementación

Consiste en realizar la codificación de la ontología utilizando un lenguaje formal (Ontolingua, XOL, OIL, DAML, OWL, entre otros).

e) Mantenimiento

Esta actividad permite la actualización y corrección de la ontología.

ANEXO 2. Desarrollo de las ontologías en los dominios de técnicas de enseñanza y aprendizaje y técnicas e instrumentos de evaluación

El resultado de llevar a cabo las actividades de especificación, conceptualización, formalización y mantenimiento sugeridas por la metodología Methontology para el desarrollo de las ontologías de técnicas de enseñanza y aprendizaje y de técnicas e instrumentos de evaluación, se presenta a continuación:

a) Actividad de Especificación

Los elementos identificados durante la actividad de especificación para cada una de estas ontologías, se muestran a través de la Tabla 23 y Tabla 24.

Tabla 23

Especificación de la ontología de técnicas de enseñanza y aprendizaje

Nombre ontología:	Ontología para el contexto de las Técnicas de Enseñanza y Aprendizaje
Propósito:	Representar, organizar, formalizar, estandarizar y compartir el conocimiento del contexto, para que se encuentre a la libre disposición de la comunidad involucrada en la gestión de currículos por competencias
Alcance:	Apoyar a los diseñadores de currículos por competencia en la selección de las técnicas más adecuadas durante el diseño de las unidades de aprendizaje del plan de estudios
Nivel de formalidad:	Formal
Tipo de ontología:	Ontología de dominio (proporciona el lenguaje necesario para describir el dominio estudiado).
Preguntas de competencia:	✓ Conociendo la(s) técnica(s) a aplicar en una experiencia de enseñanza y aprendizaje, ¿Qué actividad(es) puede seleccionar un docente? ✓ ¿Cuál es el contexto que sugiere una determinada experiencia de enseñanza y aprendizaje? ✓ Dada una actividad, ¿A qué técnica(s) está asociada? ✓ ¿Cuáles competencias específicas buscan desarrollar una determinada experiencia de enseñanza y aprendizaje? ✓ Conociendo la(s) técnica(s) disponible(s), que experiencia(s) de enseñanza y aprendizaje se pueden generar ✓ Conociendo el contexto ¿Cuál experiencia de enseñanza y aprendizaje ha promovido el desarrollo de las competencias?
Usuarios finales:	Diseñadores de currículos, docentes en general y cualquier persona interesada.
Fuentes de conocimiento:	Expertos del contexto (profesionales y docentes), libros y/o manuales especializados, artículos de revistas, guías, internet, entre otros

Tabla 24*Especificación de la ontología de técnicas e instrumentos de evaluación*

Nombre ontología:	Ontología para el contexto de las técnicas e instrumentos de evaluación
Propósito:	Representar, organizar, formalizar, estandarizar y compartir el conocimiento en este contexto, para que se encuentre a la libre disposición de la comunidad involucrada en la gestión de currículos por competencias
Alcance:	Apoyar a los diseñadores de currículos por competencia en la selección de las técnicas e instrumentos de evaluación más adecuados durante el diseño de las unidades de aprendizaje del plan de estudios
Nivel de formalidad:	Formal
Tipo de ontología:	Ontología de dominio (proporciona el lenguaje necesario para describir el dominio estudiado).
Preguntas de competencia:	✓ ¿Qué técnicas de evaluación se aplican en un determinado momento? ✓ ¿Qué instrumento usa una determinada técnica de evaluación? ✓ Para una determinada experiencia de enseñanza y aprendizaje ¿qué técnicas de evaluación sugiere?
Usuarios finales:	Diseñadores de currículos, docentes en general y cualquier persona interesada.
Fuentes de conocimiento:	Expertos del dominio (profesionales y docentes), libros y/o manuales especializados, artículos de revistas, guías, internet, entre otros

b) Actividad de Conceptualización del dominio.

El conocimiento contenido en cada ontología fue adquirido de la misma manera que se hizo en la ontología de competencias, a través de: reuniones con los expertos y revisión de la documentación especializada en el dominio, tales como libros (Tuning Europeo, 2003) y el Tuning Latino (Larraín y González, 2007)) y recomendaciones metodológicas desarrolladas por expertos (Icarte y Labate (2016), Martínez, Díaz Barriga y Barroso (2014), De Zubiria (2013), Navarro y Sánchez (2012), De Zubiria (2013), Schmal y Ruiz-Tangle (2007), Chan (2003), INACAP (2003), INSAFORP (2001) y Gutiérrez (2001)), entre otros.

A continuación se muestra el resultado de ejecutar cada una de las tareas de la actividad de conceptualización:

Tarea 2. Construir el glosario de términos

El glosario para el contexto de las técnicas de enseñanza y aprendizaje contiene un total de 50 términos; un extracto de este glosario se muestra en la Tabla 25.

Tabla 25

Extracto del glosario de términos de la ontología de técnicas de enseñanza y aprendizaje

Nombre	Sinónimo	Acrónimo	Descripción	Tipo
Actividad	Acción		Conjunto de tareas específicas que facilitan la ejecución de las técnicas	Concepto
Actividad de apoyo			Conjunto de tareas implícitas en la ejecución de las técnicas	Atributo de instancia
Análisis de la información			Actividad intelectual que permite separar lo principal de lo accesorio y lo trascendental de lo pasajero o superfluo en un producto que será transmitido en un lenguaje sencillo, directo, sin ambigüedades y con un orden lógico	Instancia

El glosario para el contexto de las técnicas e instrumentos de evaluación contiene un total de 26 términos; en la Tabla 26 se muestra un extracto de éste.

Tabla 26

Extracto del glosario de términos de la ontología de técnicas e instrumentos de evaluación

Nombre	Sinónimo	Acrónimo	Descripción	Tipo
Análisis de las producciones de los estudiantes			Técnica de evaluación que consiste de un producto llevado a cabo por los estudiantes después de un periodo de tiempo determinado que va en función de su aprendizaje	Instancia
Instrumento de evaluación			Soporte físico que se emplea para recoger la información sobre los aprendizajes esperados de los estudiantes.	Concepto
Técnicas de evaluación			Conjunto de actividades realizadas por los participantes y por el facilitador con el propósito de valorar los aprendizajes.	Concepto

Tarea 2. Construir la taxonomía de conceptos

La organización entre los conceptos identificados para la ontología de técnicas de enseñanza y aprendizaje se muestra con la Figura 40

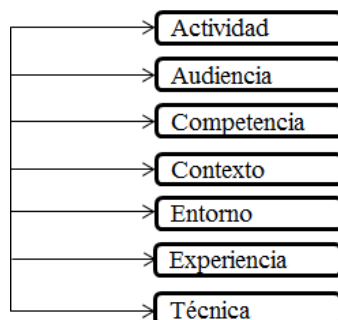


Figura 40. Organización de los conceptos de la ontología de técnicas de enseñanza y aprendizaje

Asimismo, la Figura 41 muestra una organización entre los conceptos identificados para la ontología de técnicas e instrumentos de evaluación.

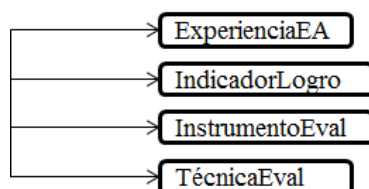


Figura 41. Organización de los conceptos de la ontología de técnicas e instrumentos de evaluación

Tarea 3. Construir un diagrama de relaciones binarias

En relación a la ontología de técnicas de enseñanza y aprendizaje, la Figura 42 muestra un fragmento del diagrama, especificando la relación *aplica una o más* y su inversa *son aplicadas en*.

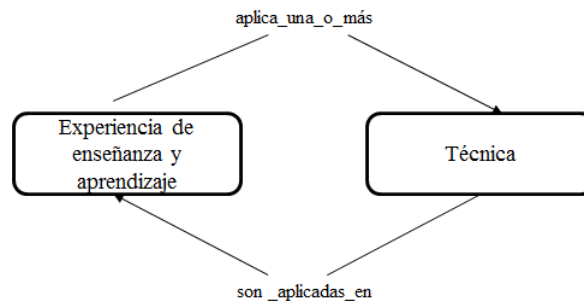


Figura 42. Extracto del diagrama de relaciones binarias de la ontología de técnicas de enseñanza y aprendizaje

La Figura 43, muestra un fragmento del diagrama, especificando la relación *usada para valorar* y su inversa *valorada con*, de la ontología de técnicas e instrumentos de evaluación.

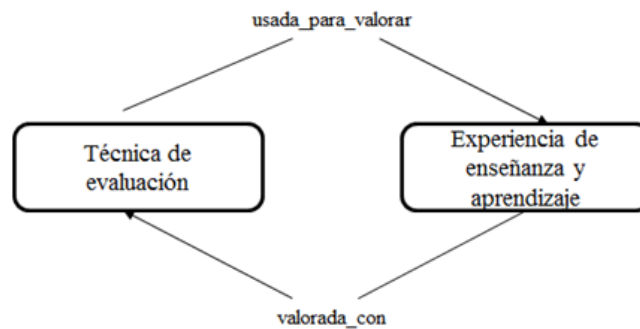


Figura 43. Fragmento de relaciones binarias de la ontología de técnicas e instrumentos de evaluación

Tarea 4. Construir el diccionario de conceptos

Las Tablas 27 y 28 muestran un extracto del diccionario de conceptos para estas ontologías.

Tabla 27

Extracto del Diccionario de Conceptos de la ontología de técnicas de enseñanza y aprendizaje, según la adaptación propuesta de Ramos (2009)

Concepto origen	Instancias	Atributos de instancias	Atributos de clases	Relación	Concepto destino	Card	Relación inversa
Actividad	-Análisis de la información -Explicación -Lectura -Observación	-Nombre -Descripción		Parte de	Técnica	1:N	Se apoya en una o más

Competencia		-Descripción	Es desarrollada con	Experiencia de enseñanza y aprendizaje	1:N	Busca desarrollar
Técnica	-Estudio de casos -Infografía -Mapa conceptual -Portafolio -Aprendizaje basado en proyectos	-Nombre -Descripción -Descripción procedimental Recomendación -Actividad de apoyo	Se apoya en una o más	Actividad	1:N	Parte de

Tabla 28

Extracto del diccionario de conceptos de la ontología de técnicas e instrumentos de evaluación, según la adaptación propuesta por Ramos (2009)

Concepto origen	Instancias	Atributos de instancias	Atributos de clases	Relación	Concepto destino	Card	Relación inversa
Experiencia de enseñanza y aprendizaje		-Descripción		Valorada con	Técnica de evaluación	1:N	Usada para valorar
Indicador de logro		-Descripción		Empleado por	Instrumento de evaluación	1:N	emplea
Instrumento de evaluación	-registro anecdótico -Lista de cotejo -Escala de actitudes -Diario de clases -Monografía -Resumen -Mapa conceptual -Prueba objetiva	-Nombre -Descripción -Procedimiento sugerido		Emplea	Indicador de logro	1:N	Empleado por
Técnica de evaluación	-Observación sistemática -Análisis de las producciones de los estudiantes -Pruebas específicas	-Nombre -Descripción	-Tipo -Momento	Usada para valorar	Experiencia de enseñanza y aprendizaje	1:N	Valorada con

Tarea 6. Definir en detalle atributos de instancias

Las Tablas 29 y 30 muestran la descripción de algunos atributos de instancias para las ontologías de técnicas de enseñanza y aprendizaje y técnicas e instrumentos de evaluación, indicando su nombre, concepto al que pertenece, tipo de valor, rango de valores (para valores numéricos) y cardinalidad.

Tabla 29

Extracto de la tabla de atributos de instancias de la ontología de técnicas de enseñanza y aprendizaje

Nombre del atributo de instancia	Concepto	Tipo de valor	Rango de valores	Cardinalidad
Audiencia	Contexto	Cadena de caracteres	-	1:1
Descripción	Actividad, Técnica	Cadena de caracteres	-	1:1
Descripción de la experiencia	Experiencia de enseñanza y aprendizaje	Cadena de caracteres	-	1:1

Tabla 30

Tabla de atributos de instancias de la ontología de técnicas e instrumentos de evaluación

Nombre del atributo de instancia	Concepto	Tipo de valor	Rango de valores	Cardinalidad
Nombre	-Instrumento de evaluación -Técnica de evaluación	Cadena de caracteres	-	1:1
Descripción	-Experiencia de enseñanza y aprendizaje -Instrumento de evaluación -Indicador de logro -Técnica de evaluación	Cadena de caracteres	-	1:1
Procedimiento sugerido	Instrumento de evaluación	Cadena de caracteres	-	1:1

Tarea 7. Definir en detalle atributos de clase

Para la ontología en el dominio de técnicas de enseñanza y aprendizaje, no existen atributos de clase. La descripción de los atributos de clase (nombre, concepto al que pertenece, tipo de valor, cardinalidad y valores) que hasta el momento se han identificados en la ontología de técnicas e instrumentos de evaluación, se muestra en la Tabla 31.

Tabla 31

Tabla de atributos de clase de la ontología de técnicas e instrumentos de evaluación

Nombre del atributo de clase	Concepto	Tipo de valor	Cardinalidad	Valores
Tipo	Técnica de evaluación	Cadena de caracteres	(1:1)	Formal
				Semiformal
				No formal
Momento	Técnica de evaluación	Cadena de caracteres	(1:1)	Diagnóstica
				Formativa
				Sumativa

Tarea 8. Definir las constantes en detalle

Esta tarea no aplicó para los dominios de técnicas de enseñanza y aprendizaje y técnicas e instrumento de evaluación.

Tarea 9. Definir los axiomas formales

Las Tabla 32 y 33 muestran un extracto de los axiomas identificados para cada ontología.

Tabla 32

Tabla de axiomas formales de la ontología de técnicas de enseñanza y aprendizaje

Nombre del axioma	Descripción	Conceptos	Relaciones
Construcción de la técnica	Todo perfil de egreso está formado por	Técnica-Actividad	Secuencia una o más
Construcción de una experiencia de enseñanza y aprendizaje	Toda experiencia de enseñanza y aprendizaje aplica una o varias técnicas	Experiencia de enseñanza y aprendizaje-Técnica	Aplica una o más
	Toda experiencia de enseñanza y aprendizaje tiene un contexto	Experiencia de enseñanza y aprendizaje-Contexto	Tiene un
	Toda experiencia de enseñanza y aprendizaje busca desarrollar una o varias competencias	Experiencia de enseñanza y aprendizaje-Competencia	Busca desarrollar una o más

Tabla 33

Tabla de axiomas formales de la ontología de técnicas e instrumentos de evaluación

Nombre del axioma	Descripción	Conceptos	Relaciones
Evaluación de la experiencia de enseñanza y aprendizaje	Toda experiencia de enseñanza y aprendizaje es valorada con una o más técnica de evaluación	Experiencia de enseñanza y aprendizaje-Técnica de evaluación	Valorada con
	Toda técnica de evaluación se valora a través de uno o más instrumentos	Técnica de evaluación-Instrumento de evaluación	Valora a través de
	Todo instrumento de evaluación emplea uno o más indicadores de logro	Instrumento de evaluación-Indicador de logro	emplea

Tarea 10. Definir las reglas

Esta tarea no aplicó para los dominios: técnicas de enseñanza y aprendizaje, técnicas e instrumentos de evaluación.

Tarea 11. Definir las instancias

La Tabla 34 muestra un fragmento de la tabla de instancias para la ontología de técnicas de enseñanza y aprendizaje, donde se especifican dos de las instancias del concepto actividad.

Tabla 34

Tabla de instancias de la ontología de técnicas de enseñanza y aprendizaje

Nombre de la instancia	Nombre del concepto	Atributo	Valores
Activación de conocimientos previos	Actividad	-Nombre -Descripción	---
Análisis de la información	Actividad	-Nombre -Descripción	---

Un fragmento de la tabla de instancias para la ontología de técnicas e instrumentos de evaluación donde se especifican dos de las instancias del concepto instrumento de evaluación, se muestra en la Tabla 35.

Tabla 35

Fragmento de la tabla de instancias de la ontología de técnicas e instrumentos de evaluación

Nombre de la instancia	Nombre del concepto	Atributo	Valores
Registro anecdótico	Instrumento de evaluación	-Nombre -Descripción -Procedimiento sugerido	---
Diario de clases	Instrumento de evaluación	-Nombre -Descripción -Procedimiento sugerido	---

Cada una de las tareas de la actividad de conceptualización contó con la participación de los expertos. Éstos revisaron e hicieron sugerencias y correcciones en los productos resultantes, a partir de las cuales se generaron nuevas versiones.

c) Actividades de Formalización e Implementación.

La formalización e implantación del modelo conceptual generado en los dominios de las técnicas de enseñanza y aprendizaje, y de las técnicas e instrumentos de evaluación, se llevó a cabo utilizando el sub-lenguaje formal de OWL OWL-DL (<https://www.w3.org>) y el editor de ontologías Protégé (http://protege.stanford.edu/publications/ontology_development/ontology101.pdf)

.

La implantación del modelo conceptual se lleva a cabo a través de la especificación de las clases (conceptos), de las relaciones, de los atributos y de las instancias pertenecientes a cada clase y los valores de sus atributos.

En la Figura 44 se observa la pantalla del editor Protégé donde se declaran las instancias de la clase técnica de la ontología de técnicas de enseñanza y

aprendizaje. En resumen, esta ontología está constituida por: siete (7) conceptos, doce (12) relaciones y sesenta y dos (62) instancias.

Y la Figura 45 exhibe la declaración de las instancias de la clase técnica de evaluación. Los resultados obtenidos en el desarrollo de esta ontología son parciales y se basan en la definición e implementación de: cuatro (4) conceptos, seis (6) relaciones y doce (12) instancias.

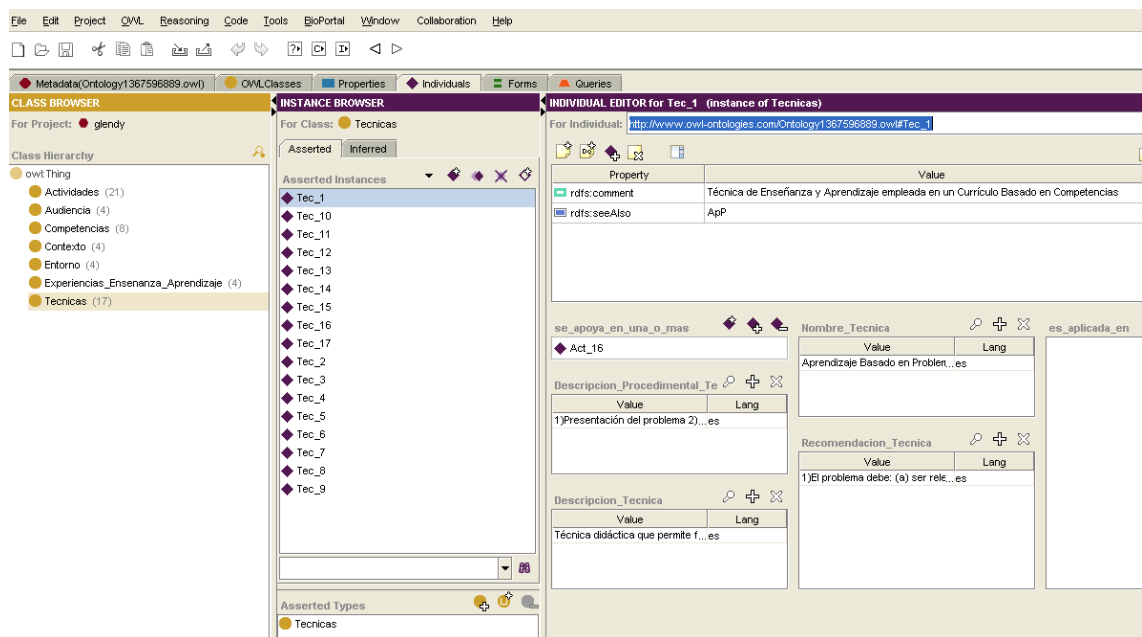


Figura 44. Declaración de las instancias de la clase técnica de la ontología de técnicas de enseñanza y aprendizaje

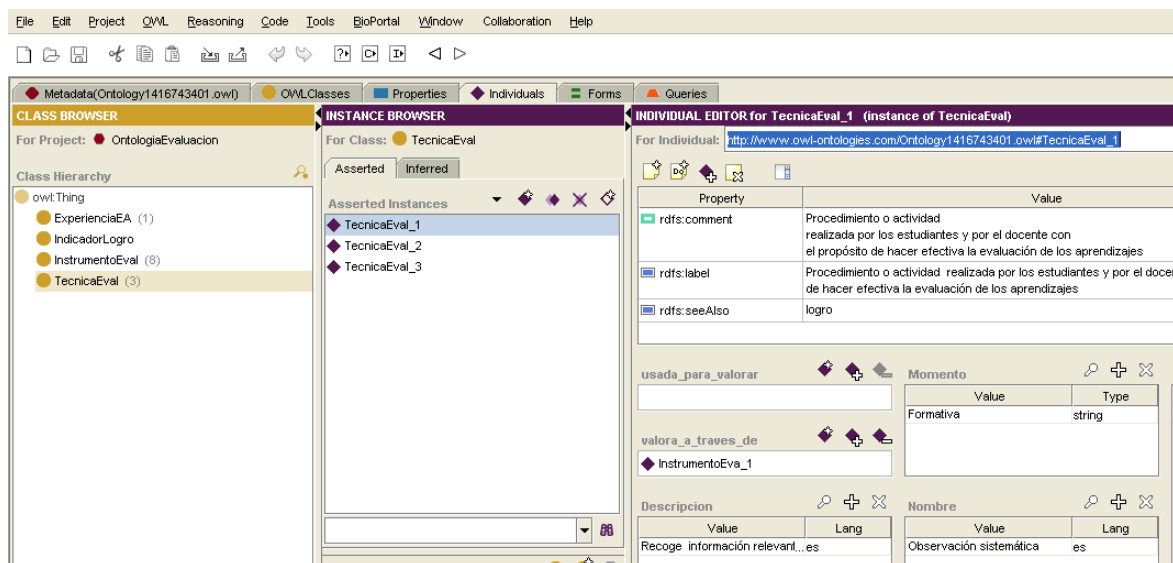


Figura 45.. Declaración de las instancias de la clase técnica de la ontología de técnicas e instrumentos de evaluación

Estas ontologías, son la única representación con estas características que se conoce en el dominio de las técnicas de enseñanza y aprendizaje y de las técnicas e instrumentos de evaluación. La revisión bibliográfica realizada en este trabajo, así como de las fuentes: librería DAML' directorio SchemaWeb y el motor de búsqueda Swoogle, fundamentan dicha afirmación

d) Actividad de Mantenimiento.

La actualización de la ontología de técnicas de enseñanza y aprendizaje, consistió en el ingreso de instancias a los conceptos: técnica, actividad, audiencia, experiencia, competencia, contexto y entorno. Y en relación a la ontología de técnicas e instrumentos de evaluación, esta actividad ha consistido en el ingreso de instancias a los conceptos: técnica de evaluación e instrumento de evaluación.

ANEXO 3: Esquema de evaluación de las ontologías únicas en un dominio

Es posible evaluar la calidad de una ontología sin la necesidad de recurrir a referencias de desarrollos previos, analizando un conjunto de criterios tales como: a) que el vocabulario utilizado para representar el conocimiento tenga cobertura suficiente del corpus (conocimiento experto, textos y otras fuentes), b) que la ontología esté escrita de manera correcta, sin errores y según las reglas del lenguaje utilizado, c) que la estructura taxonómica usada para estructurar los conceptos y términos del dominio sea completa, sin redundancias y consistente y d) que satisfaga los requerimientos para los cuales fue creada, de manera particular, que se respondan convenientemente las preguntas de competencia.

El esquema de evaluación propuesto evalúa los siguientes criterios:

1. *Uso correcto del lenguaje*: examinar, en base a las características y reglas de construcción del lenguaje utilizado, la codificación de la ontología.
2. *Estructura taxonómica*: evaluar la taxonomía considerando la consistencia, completitud y no redundancia de los conceptos y términos codificados.
3. *Validez del vocabulario*: evaluar el significado de los términos y conceptos a partir del conocimiento de expertos, recopilaciones de textos o cualquier otra fuente de conocimiento disponible del dominio.
4. *Adecuación a requerimientos*: validar si la ontología implanta los requerimientos preestablecidos y si responde a las preguntas de competencia.

El esquema está constituido por cuatro fases, una para cada criterio a evaluar, las cuales pueden aplicarse sin un orden rígido, dependiendo del ámbito del conocimiento. A continuación se describen las fases y las actividades que las constituyen (Ramos, Núñez y Casañas, 2009).

Fase 1. Uso correcto del lenguaje

Se recomienda que el lenguaje seleccionado para codificar la ontología sea sólido y completo, ya que de esta manera se pueden aplicar métodos de razonamiento sobre la ontología de manera satisfactoria (Obrst, Ashpole, Ceusters, Mani, Ray y Smith, 2007). También es importante que la escritura esté libre de errores o defectos, para garantizar su futura utilización de manera exitosa. Las actividades que permitirán evaluar este criterio son:

- a) Validar que el lenguaje seleccionado cumpla con estándares para desarrollos ontológicos, como: OWL, RDF, DAML, etc.
- b) Evaluar sintácticamente la ontología en cada fase del ciclo de desarrollo. Se sugiere utilizar: el marco de prueba que provee el Protégé-OWL (Horridge, Knublauch, Rector, Stevens y Wroe, 2004) y analizadores sintácticos como el de DAML (<http://www.daml.org/validator/>) o el de OWL, desarrollado en el proyecto WonderWeb (<http://wonderweb.semanticweb.org/>).

Fase 2. Exactitud de la estructura taxonómica

La evaluación de la estructura taxonómica toma en cuenta el chequeo de inconsistencias, completitud y redundancia de los términos de la taxonomía (Gómez-Pérez, Fernández-López y Corcho, 2004). Los errores que por lo general se comenten son: clasificaciones semánticas incorrectas (clasificación de conceptos como subclase de una clase a la que no pertenecen), clases e instancias con diferentes nombres pero definiciones similares, omisión de conocimiento disjunto entre clases, ausencia de conceptos, redundancia de relaciones (clases con mas de una relación de subclase), clases definidas como generalización o especializaciones de si misma, entre otros.

Fase 3. Validez del vocabulario

Chequear que los términos codificados en la ontología existan y sean significativos en otras fuentes de conocimiento independientes, como por ejemplo, el conocimiento contenido en el *corpus* del dominio, entendiéndose por *corpus*, al conjunto más extenso y ordenado posible de datos o textos científicos,

literarios, etc., que pueden servir de base a una investigación (<http://rae.es>). Las actividades de esta fase son las siguientes:

- a) Analizar el *corpus* del dominio.
- b) Evaluar el vocabulario considerando medidas de calidad de resultados usadas en escenarios de recuperación de información (búsqueda de documentos), tales como la precisión (porcentaje de los términos de la ontología que aparecen en el *corpus* con relación a la cantidad total de términos de la ontología) y el *recall* (porcentaje de términos del *corpus* que aparecen en la ontología con relación al total de términos en el *corpus*).

Fase 4. Adecuación a requerimientos

Las actividades para evaluar la adecuación a los requerimientos, son:

- a) Verificar que las especificaciones del documento de requerimientos de la ontología, se cumplan.
- b) Verificar que las respuestas proporcionadas por la ontología a las preguntas de competencias sean correctas y pertinentes.

Una vez realizada la evaluación, el desarrollador deberá chequear y analizar la validez de los resultados. En caso de no ser satisfactorios, se regresará a fases previas hasta alcanzar los resultados deseados, así, de manera incremental, se verificará la calidad de la ontología. En la Figura 46 se muestran las fases del esquema de evaluación propuesto.

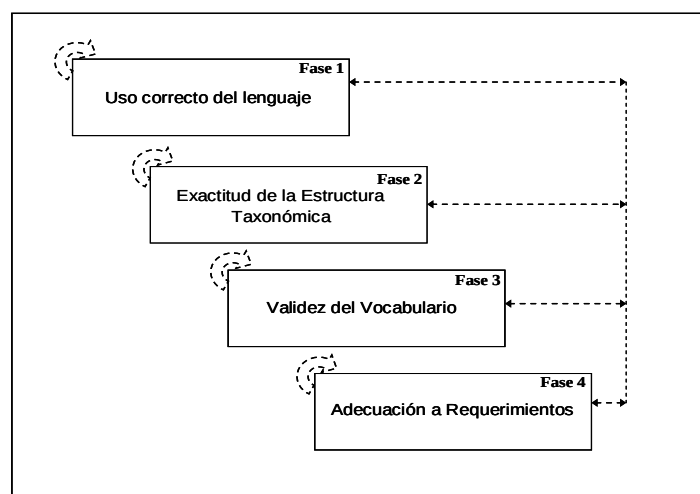


Figura 46. Fases del esquema de evaluación de ontologías (Ramos, Núñez y Casañas, 2009).

Evaluación de las ontologías en base a métricas

La evaluación de las ontologías se completa con la aplicación del siguiente grupo de métricas propuestas por Tartir, Arpinar y Sheth (2010). A continuación, se mencionan éstas métricas:

Métricas de esquema:

- a) Riqueza de Relaciones (RR):** Diversidad de tipos de relaciones presentes en la ontología. Una ontología que sólo contiene relaciones de subclase, transmite menos que una que contiene diversos tipos de relaciones.

$$RR = \frac{|P|}{|H| + |P|} \quad 0 \leq RR \leq 1$$

Donde:

P: número de relaciones de no-herencia (ad-hoc)

H: número de relaciones de herencia (sub_clase_de)

- b) Riqueza de Herencia (RH):** Indica que tan bien se agrupa el conocimiento en las diferentes categorías y subcategorías, siendo el promedio de subclases por clases del esquema.

$$RH = \frac{|H|}{|C|} \quad 0 \leq RH \leq 1$$

Donde:

H: número de relaciones definidas en el esquema (herencia)

C: número de clases definidas en la ontología

- c) Riqueza de Atributos (RA):** La cantidad de atributos (slots) que se definen para las clases pueden calificar el diseño y la cantidad de información

relativa a datos de la instancia, siendo el promedio de atributos por clases del esquema.

$$RA = \frac{|A|}{|C|}$$

Donde:

A: número de atributos definidos en la ontología

C: número de clases definidas en la ontología

Métricas de la base de conocimiento:

- a) **Riqueza de Clases (RC):** Describe cómo las instancias están distribuidas a través de las clases, comparando la cantidad de clases instanciadas contra la cantidad total de clases.

$$RC = \frac{|C'|}{|C|} \quad 0 \leq RC \leq 1$$

Donde:

C': número total de clases que han sido instanciadas

C: número total de clases

- b) **Importancia de Clases (ICi):** Define el porcentaje de instancias que pertenecen a un subárbol de la base de conocimiento (BC) con raíz en la clase i, en comparación al número total de instancias de clase en la BC.

$$Imp(Ci) = \frac{|Inst(Ci)|}{|BC(CI)|}$$

Donde:

Inst (Ci): número de instancias de la clase Ci

BC (CI): número de clases instanciadas

Esta medida es un indicador de qué clases de la ontología se destacan (representan el mundo real) y cuáles se encuentran en los bordes.