

# MODELO ONTOLÓGICO PARA LA ADMINISTRACIÓN DEL CURRÍCULO DEL PERSONAL ACADÉMICO DE LA UNIVERSIDAD DE SONORA, MÉXICO

*Ontological model curriculum for the administration of the academic staff of the University of Sonora, Mexico*

Fecha de recibo del artículo: Julio de 2011 - Fecha de aceptación: Septiembre de 2011

José Edmundo Bernal Portillo

Universidad de Sonora, División de Ciencias Económicas y Administrativas, Hermosillo, Son., México. mundo\_bernal@pitic.uson.mx

Sara Ruiz Iduma

Universidad de Sonora, División de Ciencias Económicas y Administrativas, Hermosillo, Son., México. sriduma@pitic.uson.mx

## RESUMEN

En este artículo se muestran los resultados de una investigación que propone un modelo y una metodología para el diseño de ontologías para definir un vocabulario común en la terminología del proceso de evaluación y promoción docente del personal académico de la Universidad de Sonora. Dadas las actividades académicas, de capacitación o experiencia profesional realizadas por los docentes, determinar cómo realizar la designación de docentes a puestos vacantes, acorde a procesos de evaluación basados en la normatividad y capacitación. Se desarrolla un caso de estudio para la asignación de actividades a un grupo de docentes. La ontología se diseña aplicando el modelo y metodología propuesta, posteriormente se utiliza la herramienta de software Protégé 3.4 para que realice las consultas ontológicas, estableciendo reglas y verificando su funcionalidad. El resultado muestra si es factible usar una terminología común para el personal que integra las comisiones evaluadoras con el objetivo de facilitar la obtención de datos para informes académicos y autodiagnóstico.

## Palabras clave

Methontology, ontología, académicos, Protégé, web semántica, normas, categorías y niveles académicos.

## ABSTRACT

This article shows the results of the research done to propose a model and methodology for the design of ontologies to define a common vocabulary in the terminology of the process of teacher evaluation and promotion of academic staff of the University of Sonora. Given the academic, training or work experience undertaken by teachers, determine how to make the appointment of teachers for vacant posts, according to processes based assessment and training regulations. It develops a case study for the allocation of activities to a group of teachers. The ontology is designed using the methodology proposed model and then using the Protégé software tool 3.4 for performing ontological queries, establishing rules and verifying its functionality. The result shows whether it is feasible to use a common terminology to integrate personnel evaluation committees in order to facilitate the gathering of data for academics and self-reports.

## Keywords

Methontology, ontology, academic, Protégé, semantic web, norms, categories and levels of academic.

## INTRODUCCIÓN

La planta académica de la Universidad de Sonora representa la piedra angular en la cual descansa la organización institucional. Las estrategias de una mejor capacitación, la consolidación en cuerpos académicos y la participación en redes de cooperación y movilidad, promoverán una creciente calidad en el desempeño de las labores docentes, en donde los nuevos modelos educativos centrados en el aprendizaje les asignan a los profesores roles de guías y facilitadores del proceso de enseñanza-aprendizaje. Además, la función de investigación, con metodologías adecuadas, una formación científica y la retroalimentación, podrán dar resultados de mayor relevancia e incremento de la productividad académica.

Actualmente, la tendencia mundial en la innovación de las tecnologías de la información y la comunicación, presenta oportunidades para fortalecer las actividades propias de la Universidad y, por supuesto, las del personal académico; este cambio constante e incierto que enfrenta la Institución la obliga a estar preparada para responder de manera adecuada y no quedar en el intento de la generación, transmisión y aplicación del conocimiento. Estos cambios le imponen a la Institución, apoyar la formación y desarrollo de personal académico como una acción prioritaria para el mejoramiento permanente de la calidad académica institucional, invirtiendo mayores recursos con programas de formación pedagógica.

Con la finalidad de apoyar el logro de las acciones para el mejoramiento de la calidad del personal académico, es de gran utilidad para los profesores disponer del conocimiento de un grupo de expertos del dominio del currículo docente, adecuadamente adquirido, organizado, estandarizado y formalizado, y que pueda ser consultado, compartido y accedido cuando sea necesario. Una vía para lograr esto es a través del desarrollo de una ontología que integre dicho conocimiento, que permita su reutilización y expansión y que esté disponible vía web.

## ANTECEDENTES

La Universidad de Sonora ofreció sus primeros cursos el 15 de octubre de 1942. El Gobierno del Estado de Sonora dispuso que las escuelas secundaria y normal fueran transferidas a la universidad, así como su planta de profesores. En esta misma fecha fueron creadas las escuelas de iniciación universitaria y preparatoria. De esta manera, los primeros docentes que tuvo la institución fueron de extracción normalista, egresados de la Escuela Normal del Estado. Tal circunstancia contribuyó a fortalecer el desempeño académico de la universidad, cuyo prestigio comenzó a crecer. Los principios de disciplina, estudio y trabajo que en las escuelas impera-

ban, fueron determinantes en la formación de la juventud universitaria de aquellos años [1].

En la actualidad, el Plan de Desarrollo Institucional de la Universidad de Sonora (2005-2009) se basa en la autonomía universitaria, la libertad de cátedra y la vocación social y humanística. Para el logro de esos valores, la universidad establece como misión: "Formar profesionales creativos, competentes y comprometidos en la solución de problemas, generar conocimientos útiles para vivir mejor y difundir los productos científicos, tecnológicos y artísticos para engrandecer la cultura, promover la justicia y favorecer la democracia, la equidad social y la igualdad de oportunidades" [1].

Vista la Universidad de Sonora desde la perspectiva administrativo-académica, está estructurada por el colegio académico, el cual está constituido por tres vicerrectores y ocho directores de las distintas divisiones que conforman todos los programas. Las divisiones son: la de Ciencias Exactas y Naturales, las de Ciencias Biológicas y de la Salud, la de Ciencias Sociales, Ingeniería, Humanidades y Bellas Artes, Ciencias Económicas y Administrativas, Ciencias e Ingeniería, Ciencias Económicas y Sociales y Ciencias Administrativas y Agropecuarias.

### Preguntas de investigación

La investigación pretende dar respuesta a las siguientes preguntas:

1. ¿Cuáles son los términos para crear un vocabulario común entre el personal docente, el personal encargado de la asignación de puestos de trabajo, las comisiones de evaluación para la admisión y promoción docente?
2. ¿Cómo integrar la información para lograr una designación idónea del docente que impartirá las materias de los puestos vacantes, con base en sus conocimientos, capacidades, competencias, experiencia académica y profesional?
3. ¿Qué procedimientos utilizar para que los procesos de evaluación y promoción del personal académico de la Universidad de Sonora sean acordes a la normatividad dentro de los términos y requisitos que establecen los estatutos?
4. ¿Qué mecanismos utilizar para detectar las necesidades de capacitación del personal docente para mantener la actualización permanente en dicha planta y cómo realizar la planeación de los mismos?

### Justificación

Los principales intereses que motivaron este trabajo se basan en contribuir al establecimien-

to de pautas a través del estudio del Contrato Colectivo de Trabajo (CCT) y los Estatutos del Personal Académico (EPA), para la realización de actividades básicas y generales de docencia e investigación, con el objeto de optimizar el manejo adecuado de la asignación de carga académica de docentes con base en sus conocimientos y experiencias en las mismas.

Como docentes activos en la Universidad de Sonora, hemos tenido la experiencia de la asignación de la carga académica, la que se hace de manera subjetiva; aún más, cuando no hay un concurso de oposición o curricular, por lo general se asigna por su estadía en la materia y en otros casos la preferencia hacia personal sindicalizado.

El desarrollo de un modelo ontológico apoyará al sistema de ESCOLARES (implementado por la Dirección de Informática de la Universidad de Sonora), el cual hace un esfuerzo para mejorar la gestión de docentes, materias y espacios, pero que no toma en cuenta aspectos académicos y profesionales para la asignación de materias. Además, el modelo tendrá un impacto muy significativo dentro del Plan de Desarrollo Institucional, particularmente en lo referente a la promoción del personal académico, al desarrollar una correcta planeación de actividades de superación y actualización.

Otro de los motivos es mostrar a los docentes cuáles son las actividades apropiadas que debe realizar, sin caer en ambigüedades, duplicidad o actividades cuyo esfuerzo no tendrá retribución, para alcanzar apropiadamente su promoción en el escalafón docente.

### Planteamiento del problema

La Universidad de Sonora es una institución educativa que cuenta con una planta académica aproximada de 2.100 profesores, los cuales, con base en los estatutos del personal académico, tienen diferentes tipos de categorías, funciones, clasificación y niveles que los distinguen como personal docente.

La diversidad existente del personal académico

propicia que no haya un proceso adecuado al momento de asignar profesores a las materias que se encuentran vacantes al inicio de un curso escolar; la elección del candidato idóneo, basada en los conocimientos, capacidades, competencias, experiencia académica y docente, así como en los procedimientos de evaluación, promoción, detectar necesidades de capacitación y planeación de requerimiento de personal académico, son un motivo recurrente de conflicto entre autoridades universitarias, gremios sindicales y profesores afectados.

Con la finalidad de solventar algunas de estas dificultades, se propone asesorarse del conocimiento de un grupo de expertos del dominio adquirido, organizado, estandarizado y formalizado, con el propósito de que pueda ser consultado, compartido y accedido cuando sea necesario. La opción propuesta para lograrlo es a través del desarrollo de un modelo ontológico que integre y administre el currículo del personal académico de la Universidad de Sonora, que permita su reutilización, expansión y que esté disponible vía Internet.

## Objetivo general

El presente ensayo está basado en una investigación descriptiva y operativa de la propuesta para crear un modelo ontológico que integre el currículo del personal académico de la Universidad de Sonora, con el objetivo principal de apoyar, a nivel institucional, los procedimientos de ingreso, promoción, evaluación, capacitación y planeación, basados en los estatutos y contratos colectivos del trabajo que rigen a los docentes. Para ello, se plantean los siguientes objetivos:

## Objetivos específicos

- Identificar y definir un vocabulario común entre el personal docente, el personal encargado de la asignación de puestos de trabajo, y las comisiones de evaluación para la admisión y promoción docente.

- Obtener un modelo ontológico para el dominio del personal académico, sus requisitos mínimos para ingresar a la institución, las actividades básicas a desempeñar y las básicas complementarias de docencia e investigación en las categorías de Asociado y Titular.

## Metodología

La investigación que se desarrolla es de tipo descriptiva-exploratoria en el sentido de que las variables que se van a analizar tienen un valor sobresaliente cualitativo, aunque sus equivalencias estén en forma cuantitativa para situarlas dentro de la jerarquía correspondiente del currículo de profesores, lo cual se explica así:

Se analiza el Contrato Colectivo de Trabajo, Estatutos del Personal Académico y el Reglamento de Acreditaciones Básicas y Generales y de Cursos Postbásicos del Estatuto de Personal Académico de la Universidad de Sonora, con el propósito de cruzar la información para el diseño de un mapa de dominio o de conocimiento que muestre la jerarquía de las categorías y niveles del personal académico [1].

Las variables y dimensiones estudiadas de la extracción de la información del personal académico son:

- a. Puesto o plaza: El cual puede ser ayudante, técnico académico, profesor o profesor investigador.
- b. Por su función: Puede ser de base o de confianza.
- c. Por el tiempo de sus funciones: Es determinado o indeterminado.
- d. Tipo de profesor: Hay dos tipos: el de carrera y profesor de asignatura.
- e. Categoría del profesor: Si es profesor de carrera puede tener tres categorías: titular, asociado y asistente.
- f. Niveles: El profesor de carrera titular puede tener los niveles A, B o C. El profesor de ca-

rera asociado a los niveles A, B, C o D. El profesor de asignatura tiene cuatro niveles: A, B, C y D.

- g. Clasificación: Según su ingreso y promoción, el personal de carrera y el personal de asignatura pueden ser: emérito, extraordinario, visitante y ordinario.
- h. Requisitos para el ingreso del personal académico: antigüedad, escolaridad, experiencia académica y profesional.
- i. Actividades generales de docencia, investigación y difusión de la cultura del personal académico.
- j. Actividades básicas, complementarias de las actividades de docencia e investigación, de la categoría de Asociado.
- k. Actividades básicas, complementarias de las actividades de docencia e investigación, de la categoría Titular.

Con esta información será construida la ontología, utilizando varias herramientas que serán descritas en los siguientes capítulos.

## CONCEPTOS TEÓRICOS

### Definición y utilidad de las ontologías

Si se desea diseminar conocimiento embebido en los documentos, se necesita, al menos parcialmente, automatizar el proceso de interpretación semántica. Es necesario describir y representar computacionalmente una porción de los propios modelos mentales sobre dominios específicos. Las ontologías son una herramienta fundamental para lograr este objetivo. Las ontologías intentan limitar las posibles interpretaciones a un solo modelo mental (el que se quiera expresar). Ningún otro modelo —como pueden ser las taxonomías, bases de datos y demás— es capaz de hacerlo. Las computadoras suplantarán de esta forma a los humanos en la interpretación de los diferentes vocabularios, mediante un proceso de inferencia que se ase-

mejará toscamente al proceso de interpretación o razonamiento humano [2].

Un lenguaje de representación del conocimiento incluye una sintaxis del lenguaje, describe la configuración que puede constituir sentencias y la semántica determina los hechos y significado, basado en las sentencias [3].

Una ontología puede tomar una gran variedad de formas, pero necesariamente incluirá un **vocabulario de términos**, y alguna **especificación de su significado**. Esto incluye definiciones y una indicación de cómo los conceptos se interrelacionan, lo que colectivamente impone una estructura sobre el dominio y restringe las posibles interpretaciones de los términos [4], [5], [6].

Con las ontologías, los usuarios organizarán la información de manera que los agentes de software podrán interpretar el significado y, por lo tanto, buscar e integrar datos mucho mejor que ahora. Gracias al conocimiento almacenado en las ontologías, las aplicaciones podrán extraer de manera automática datos de las páginas web, procesarlos y sacar conclusiones de ellos, así como tomar decisiones y negociar con otros agentes o personas. Las ontologías proceden del campo de la Inteligencia Artificial; son vocabularios comunes para las personas y aplicaciones que trabajan en un dominio. Según el Grupo de Trabajo en Ontologías del consorcio W3C, una ontología define los términos que se usan para describir y representar un cierto dominio o área como la medicina, contabilidad, fabricación de productos, entre otros. Toda ontología representa cierta visión del mundo con respecto a un dominio [7].

### PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Al atender al grado de conceptualización, el trabajo se orienta a la creación de una Ontología de Dominio, mediante la cual se expresarán los conceptos y términos específicos dentro de los dominios: Personal Académico de la Universidad de Sonora, Contrato Colectivo de Trabajo, Estatutos del Personal Académico y el Regla-

mento de Acreditaciones Básicas, Generales y de Cursos Post-básicos del Estatuto de Personal Académico de la Universidad de Sonora, que a su vez constituirá en su gran mayoría conceptos genéricos aplicables a otros dominios relacionados y asociados por su similitud, sobre la información que manejan o comparten (otras instituciones educativas). En este caso, se diseñó una ontología que hace referencia al intento de formular un profundo y riguroso esquema conceptual dentro de los dominios previamente nombrados, con el propósito de facilitar la comunicación y de compartir la información entre las diferentes fuentes de datos.

El diseño de una ontología en los dominios anteriores está basado en la recuperación desde fuentes heterogéneas, como son: bases de datos de actividades de currículo de los docentes con similitud de funciones, conceptos y atributos.

En el análisis previo al diseño se identifica y determinan aquellos conceptos, términos y descripciones de los dominios, que intervienen de alguna manera en los procesos de promoción, evaluación y seguimiento del personal académico, así como del conocimiento de expertos.

Para la construcción de la ontología se aplicó la metodología Methontology desarrollada por la Universidad Politécnica de Madrid, en los Laboratorios de Inteligencia Artificial [8].

Como apoyo al desarrollo de la ontología, en el cumplimiento de las diferentes tareas que se describen en Methontology, son utilizadas otras herramientas como Cmap Tools versión 4.11.01 (<http://cmap.ihmc.us>), para la construcción de la taxonomía de conceptos y las relaciones binarias.

El modelo conceptual generado por Methontology se implementó con el software libre de código abierto Protégé versión 3.4 build 128 [9], desarrollado en Java por la Universidad de Stanford, que permite la construcción de ontologías. Es capaz de operar como una plataforma para acceder a otros sistemas basados en conoci-

miento o aplicaciones integradas, o como una librería que puede ser usada por otras aplicaciones para acceder y visualizar bases de conocimiento. La herramienta ofrece una interfaz gráfica que permite al desarrollador de ontologías enfocarse en el modelado conceptual sin que requiera de conocimiento de la sintaxis de los lenguajes de salida. El modelo de conocimiento de Protégé 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, comentado en la conferencia internacional de Protégé en el año 2005 por la *International Society for Computational Biology* (ISCB, por sus siglas en inglés).

Una vez implementada la ontología, se procedió a demostrar la utilidad del proyecto estableciendo axiomas, ya que una ontología contiene una secuencia de hechos y sentencias de la base del conocimiento. En estos últimos encontramos varios tipos: de subclase, equivalencia, restricciones sobre propiedades y además, los axiomas de reglas que son implementados por *Semantic Web Rule Language* (SWRL, por sus siglas en inglés).

SWRL está basado en la combinación de los sub-lenguajes OWL DL y OWL LITE del lenguaje ontologías Web OWL, en conjunto con el sub lenguaje Unary/Binary Datalog RuleML. Este producto establece axiomas de regla que se combinan con las bases de conocimiento OWL [10]. Los axiomas de regla se constituyen de: antecedente y consecuente, que a su vez están compuestos por un conjunto de átomos. Una regla SWRL está compuesta por la siguiente sintaxis:

Antecedente => Consecuente

La manera de interpretar una regla es: si el antecedente es cierto, entonces el consecuente también lo es. Utilizando una notación clásica lógica se establece el siguiente ejemplo: la propiedad *ser tío* se describirá de la siguiente forma:

$$\text{Persona}(?x) \wedge \text{esPadre}(?x, ?y) \wedge \text{esHermano}(?y, ?z) \rightarrow \text{esTio}(?x, ?z)$$

Para ejecutar las reglas elaboradas con SWRL se acopló la herramienta de software Jess versión 7.1 [11], el cual es un procesador de reglas y escrito totalmente en un entorno de programación Java. Usando Jess se puede construir software Java con capacidad de razonamiento, utilizando conocimiento proporcionado en forma de reglas declarativas. Jess es pequeño, liviano y uno de los más rápidos procesadores de reglas actualmente disponibles, tanto en el campo de la investigación como en el comercial. Su potente lenguaje de *scripts* le da acceso a todas las interfaces de programación de aplicaciones (*API's*, por sus siglas en inglés) de Java. Incluye un completo entorno de desarrollo de funciones basado en la exitosa plataforma Eclipse que crea entornos integrados de desarrollo (*IDE*, por sus siglas en inglés).

Jess utiliza una versión mejorada del algoritmo Rete para el proceso de reglas. Rete es un mecanismo muy eficiente para resolver problemas de reglas. Jess tiene características únicas como el encadenamiento hacia atrás y las consultas a la memoria de trabajo; tiene un potente entorno de programación Java con lo que manipula y razona directamente con objetos, crea objetos, llama a métodos, implementa interfaces y compila código Java.

## ANÁLISIS Y DESARROLLO DEL PROTOTIPO

El principal problema dentro de la actividad de evaluación curricular que motiva a la creación de una ontología, para la administración del currículo del Personal Académico de la Universidad de Sonora, se basa en que la información de las actividades de currículo del personal académico que se gestiona, procesa, administra y provee, mediante documentación impresa, no cuenta con una eficiente tecnología que permita la integración, compartición de la información, terminología y conceptualización para los

diferentes usuarios de la información, por la heterogeneidad semántica de la información.

En este trabajo se hace referencia solo a las dos primeras actividades de la Methontology: Actividad de Especificación y Actividad de Conceptualización [12]:

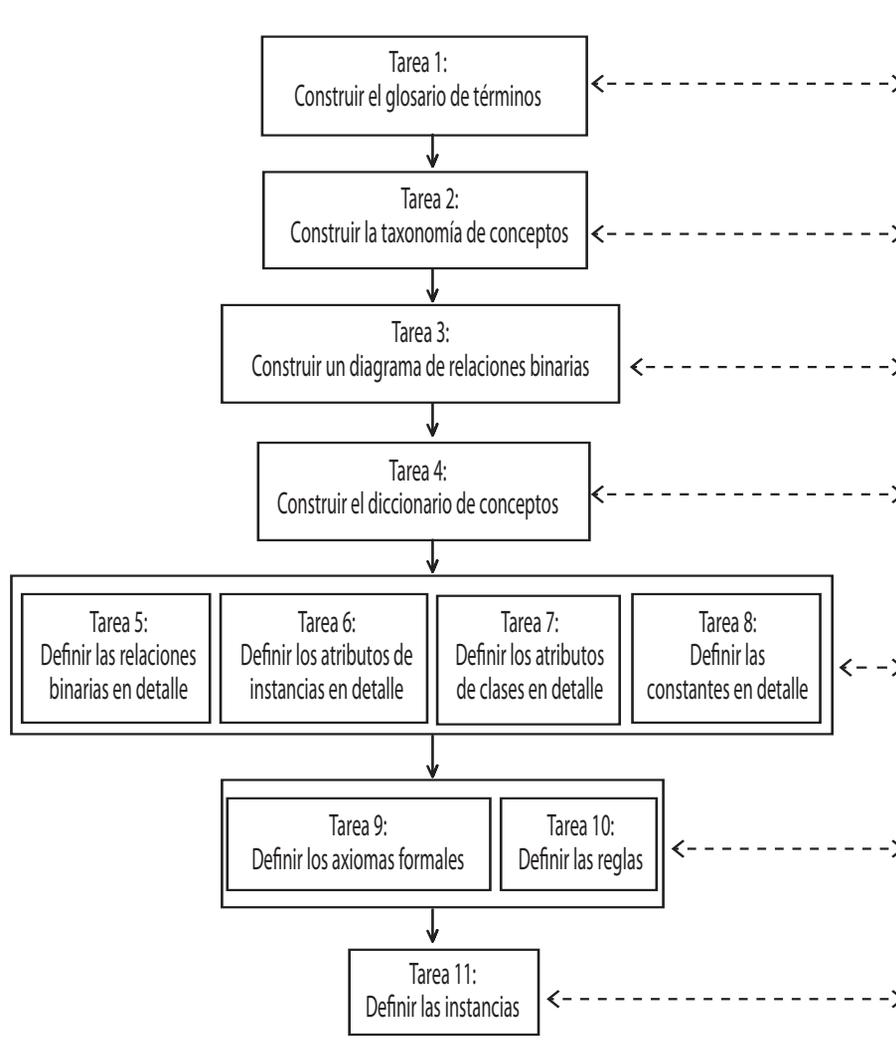
- La actividad de especificación declara el porqué de la construcción de la ontología, cuáles son los usos que tendrá, y quiénes son los usuarios finales.
- La actividad de conceptualización organiza y convierte una vista informalmente percibida de un dominio dado, en una especificación semi-formal, usando un juego de representaciones intermedias basado en anotaciones gráficas y tabulares que pueden ser entendidas por expertos del dominio y los desarrolladores de la ontología. El resultado de la actividad de conceptualización es el modelo conceptual ontológico.

## Actividad de conceptualización

Methontology incluye en la actividad de conceptualización un juego de tareas de estructuración del conocimiento (Figura 1), donde se enfatizan los componentes de la ontología (conceptos, atributos, relaciones, constantes, axiomas formales o reglas, y entidades) que se construyen dentro de cada tarea; además, propone un orden de creación de dichos componentes. El proceso de modelado no es secuencial, aunque debe seguirse algún orden que asegure la consistencia e integridad del conocimiento que se desea representar. En caso de cambios o actualizaciones es posible regresar en cualquiera de las tareas.

## Construcción de una ontología en el dominio

Para el diseño y creación de la ontología para la administración del currículo del personal académico de la Universidad de Sonora, es necesari-



**Figura 1. Actividades de conceptualización de Methontology**

rio evaluar las clases de entidades especiales y sus relaciones dentro de los dominios: Personal Académico de la Universidad de Sonora, Contrato Colectivo de Trabajo, Estatutos del Personal Académico y el Reglamento de Acreditaciones Básicas y Generales y de Cursos Postbásicos del Estatuto de Personal.

### Descripción de las tareas de conceptualización aplicadas a la creación de la ontología

Para obtener el conocimiento incluido en la ontología fue necesario llevar a cabo un conjunto

de actividades retroalimentadas. A continuación se describe cada una de ellas:

- Llevar a cabo reuniones con los expertos con el fin de adquirir una visión más clara de la problemática.
- Revisión de la documentación oficial e institucional
- Adquisición detallada del conocimiento mediante la aplicación de algunas técnicas tales como: entrevistas, observación directa de los expertos mientras realizan la actividad, análisis de textos [12].

Una vez obtenida la información adecuada de los distintos conceptos que se manejan en lo referente a productividad académica del personal docente, se procedió a aplicar los pasos que establece Methontology para plasmar el conocimiento del dominio. A continuación se muestra el resultado de ejecutar cada una de las tareas para la conceptualización de la ontología.

### Construir el glosario de términos (Tarea 1)

En la construcción del Glosario de Términos se incluyen todos los términos que son de interés en el dominio (conceptos, instancias, atributos, relaciones entre conceptos, y demás), su descripción en lenguaje natural, y los sinónimos y acrónimos.

El glosario construido contiene un total de 76 términos, en la Tabla 1 se muestra un extracto de éste.

### Construir la taxonomía de conceptos (Tarea 2)

La Taxonomía establece la jerarquía de los conceptos del dominio. Para llevar a cabo su construcción se utilizan los términos utilizados en el Glosario de Términos (Tarea 1). Una porción de esta jerarquía se presenta a continuación:

- PERSONAL ACADÉMICO DE LA UNIVERSIDAD DE SONORA

- ALUMNOS
  - ALUMNO REGULAR
  - CANDIDATO A DOCTOR
  - CANDIDATO A MAESTRO
  - ESTUDIANTE DE MAESTRÍA
  - PASANTE DE LICENCIATURA
- CURRÍCULUM
  - ACTIVIDADES
    - \* BÁSICAS COMPLEMENTARIAS
    - . DEL ASOCIADO
    - . DEL TITULAR

### Construir el diagrama de relaciones binarias (Tarea 3)

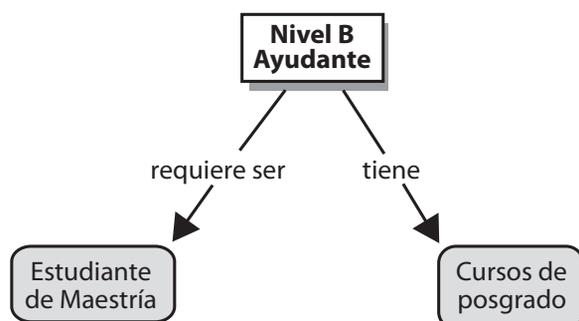
El diagrama presenta los tipos de relaciones o *slot* que se establecen entre los conceptos. En la Figura 2 se muestra un fragmento del diagrama con la relación *requiere ser*, y *tiene*.

### Construir el diccionario de conceptos (Tarea 4)

El Diccionario de Conceptos contiene los más importantes de los dominios, según la opinión de expertos y las relaciones de estos. En la Tabla 2 se presenta una fracción de la tabla que contiene este diccionario.

**Tabla 1. Glosario de términos**

Nombre	Sinónimo	Acrónimo	Descripción	Tipo
Profesor	Personal académico Catedrático Pedagogo Educador Institutor Maestro Instructor Tutor Facilitador		Quien realiza las actividades propias de la función de docencia y de difusión de la cultura	Concepto



**Figura 2. Diagrama de relaciones binarias. Personal académico con puesto de ayudante en Nivel B**

**Tabla 2. Diccionario de conceptos**

Nombre del Concepto	Sinónimo
Personal Académico de la Universidad de Sonora	tiene función de tiene puesto o plaza
Base	es por el tiempo de sus funciones es por su función
Determinado	
Indeterminado	

### Definir en detalle las relaciones binarias (Tarea 5)

Se presenta el detalle de las relaciones, mediante una tabla de relaciones binarias (Tabla 3). Son aquellas especificadas en el diccionario de conceptos. La fracción de esta tabla muestra cada

relación en donde se indica el nombre, conceptos fuente, destino y cardinalidad.

### Definir en detalle los atributos de clase (Tarea 7)

Los atributos de las clases se definen mediante una tabla de los atributos de clases (Tabla 4), los cuales fueron especificados en el diccionario de conceptos. Los atributos de clases representan características genéricas de un concepto; es decir, todas las instancias del concepto tendrán el mismo valor para ese atributo. Para cada atributo de clase se especifica el nombre, concepto donde es definido, tipo de valor.

### Definir las reglas (Tarea 10)

Las reglas necesarias en la ontología se definen en una tabla de reglas o en una relación de reglas. Para cada regla se especifica el nombre, descripción, expresión que formalmente la describe y conceptos a los que hace referencia. Para su especificación se sugiere la forma: Si <condiciones> entonces <consecuencias o acciones>.

Regla: Asistente

**Descripción:** Determinar si el Personal Académico de Carrera o Profesor Investigador cumple con los requisitos para ocupar el nivel de Asistente.

**Tabla 3. Relaciones binarias**

Concepto fuente	Concepto destino	Cardinalidad
Personal Académico	Alumno regular	1:0...1
Personal Académico	Candidato a doctor	1:0...1
Personal Académico	Candidato a Maestro	1:0...1
Personal Académico	Pasante de Licenciatura	1:0...1
Personal Académico	Estudiante de Maestría	1:0...1

Tabla 4. Atributos de clase

Nombre	Concepto al que pertenece	Tipo de valor
Carrera	Alumno regular	String
Créditos de la carrera	Alumno regular	String
Promedio superior a la media	Alumno regular	int
Diploma de estancia avanzada	Candidato a doctor	Bool

**Expresión:**

Si

(Pasante de Licenciatura y (Experiencia Académica = 1 año o Experiencia Profesional = 2 años)) o (Título Profesional Técnico y Experiencia Profesional = 2 años)

Entonces Nivel Asistente.

**Conceptos:** Personal Académico, Personal de Carrera, Pasante de Licenciatura, Título Profesional Técnico y Experiencia.

**IMPLANTACIÓN DE LA ONTOLOGÍA**

Al completar las tareas estipuladas con Methontology para especificar el dominio del conocimiento de la ontología y con apoyo de Cmap Tools para elaborar la taxonomía, diagramas y relaciones, se procedió a implementar la información concebida por la metodología con las herramientas del software Protégé, en donde se codificó el modelo conceptual generado, llevando a cabo de la siguiente manera:

- Conceptos de la jerarquía, utilizando los tipos de clase de Protégé, clases abstractas para conceptos sin instancias y clases concretas para conceptos con instancias.
- Relaciones entre las clases, en donde a cada relación se define: nombre, clases permitidas, dominio, cardinalidad, clases disjuntas.
- Atributos para describir conceptos, definiendo su nombre, tipo de dato o valor, clase a la que pertenece y valor inicial.

- Instancias de cada clase con los valores en sus atributos.
- Establecer las reglas para la gestión de la información de la base de conocimiento y poder comprobar la utilidad de la ontología.

En la Figura 3 se observa la interfaz del editor Protégé donde se definen las relaciones entre las clases de la ontología. Como se planteó desde un inicio, este proyecto se modeló conceptualmente, por lo que una de las actividades de la adquisición del conocimiento, fue establecer las relaciones entre las clases.

Al concluir la codificación del modelo ontológico su registro queda en el archivo con la extensión: \*.owl y \*.pprj.

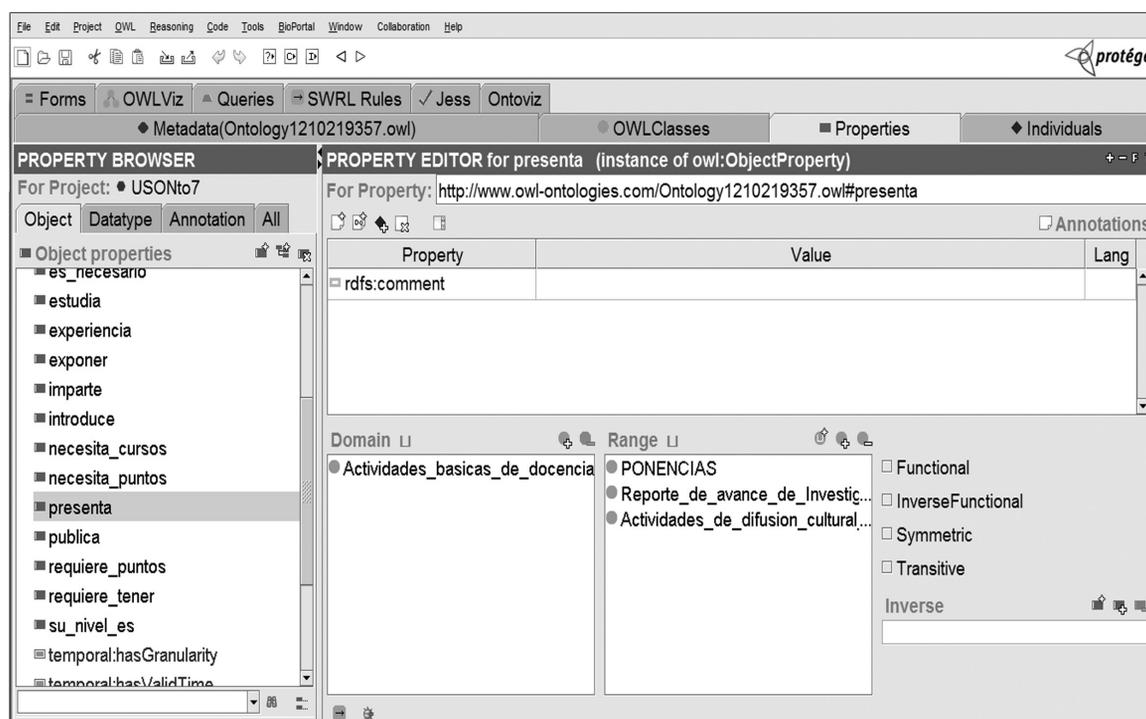
**ANÁLISIS DE RESULTADOS**

Se realizaron varias tareas previas con el objeto de conocer los conceptos que se manejan en el área del dominio del conocimiento, en este caso el currículo docente. Estas tareas consistieron en entrevistas, consultas a documentos comprobatorios de producción docente, contratos de trabajo, estatutos y reglamentos.

Con el conocimiento adquirido se modeló la ontología de manera conceptual; posteriormente se cargó información con datos prueba a los que se aplicaron reglas para conocer su comportamiento.

**Protocolo de experimentación**

Al iniciar el desarrollo de este proyecto se partió de una revisión bibliográfica dentro de las que se destacan: Contrato Colectivo de Trabajo entre el Sindicato de Trabajadores de la Universidad de Sonora y la propia Universidad, Estatutos del Personal Académico y varios reglamentos de evaluación docente y de requisitos mínimos con que debe contar cualquier actividad o productos académicos para que sean evaluados para la promoción docente.



**Figura 3. Interfaz del editor Protégé donde se definen las relaciones entre las clases de la ontología**

Con la información recabada se modeló la ontología, para después generar varias instancias pertenecientes a cada clase (conceptos) y los valores de sus atributos, con el objeto de aplicar diferentes reglas y demostrar que el modelo cumpla con los objetivos esperados. Las instancias constituyen la base de conocimiento o base de hechos.

El definir las instancias de una clase exige: elegir la clase, crear una instancia individual para esa clase, rellenar los valores de las propiedades. Por ejemplo, una instancia de la clase Personal Académico podría tener los siguientes valores:

- Apellido Paterno: Flores
- Apellido Materno: Ruiz
- Nombre: Juan
- Tipo de contratación: Determinado

Para efecto del proyecto, como se muestra en la Figura 4, se crearon instancias de la siguiente

clase: Personal Académico, Títulos Licenciatura, Títulos Maestría, Alumnos, Tipo de puesto, Nivel Asignatura, Actividades Básicas del Docente, Conferencia, Publicaciones, Actividades de difusión cultural en medios de comunicación.

En el caso de probar las reglas o axiomas se generaron distintas actividades básicas de docencia para un grupo de docentes, a manera de prueba. Esta aplicación de las reglas permitió visualizar información objetiva para la administración del currículo docente. La visualización se lleva a cabo utilizando la herramienta SWRL para el diseño de reglas, SQWRL Query Tab basado en Jess para ejecutar las reglas.

A continuación se presentan algunas de las reglas:

**Total de integrantes de Personal Académico:**

**PERSONAL\_ACADEMICO (?x) ^ tiene\_puesto\_de (?x, ?y) → sqwrl:count (?y)**

The screenshot shows a web-based form titled 'INDIVIDUAL EDITOR for ALFONSO GUADALUPE'. The form is organized into several sections with labels and input fields. The fields are as follows:

- Personal Information:**
  - Property: `rdfs:comment`
  - Property: `apellido_paterno` (Value: PERAZA)
  - Property: `apellido_materno` (Value: RUIZ)
  - Property: `nombre` (Value: ALFONSO GUADALUPE)
  - Property: `curp` (Value: PERA700725)
  - Property: `nacionalidad` (Value: MEXICANO)
  - Property: `sexo` (Value: M)
  - Property: `estado_civil` (Value: C)
  - Property: `r_f_c` (Value: PERA700725)
  - Property: `domicilio_completo` (Value: PERIF. NORTE 56, COL. MODELO, CP 83150, HERMOSILLO, SONORA)
  - Property: `telefono` (Value: 2145486, Type: int)
- Academic Information:**
  - Property: `titulado` (Value: PERAZA)
  - Property: `estudia` (Value: estudia)
  - Property: `motivo_contratacion` (Value: PLAZA DE NUEV)
  - Property: `mecanismo_de_ingreso` (Value: EXAMEN DE OPOSICION)
  - Property: `tipo_de_contrati` (Value: INDETERMIN)
  - Property: `plaza_no` (Value: 897)
  - Property: `puesto_o_plaza` (Value: PROFESOR)
  - Property: `en_sustitucion_de` (Value: )
  - Property: `vigencia_inicio` (Value: 2008-08-16)
  - Property: `vigencia_final` (Value: 2008-12-31)
  - Property: `horas_laborables` (Value: 18)
  - Property: `clave_tabulador` (Value: )
  - Property: `ingreso_promocion` (Value: ORDINARIO)
  - Property: `tiene_puesto_de` (Value: PA\_PERAZA)

Figura 4. Instancia de Personal Académico

*Profesor de Asignatura con título de licenciatura en nivel A:*

PERSONAL\_ACADEMICO(?x) ^ tiene\_puesto\_de(?x, ?puesto) ^ con\_nivel(?puesto, ?nivel) ^ nivel\_asignatura(?nivel, ?nivelA) ^ swrlb:equal(?nivelA, "A") ^ con\_experiencia(?nivel, ?exp) ^ institucion\_ea(?exp, ?inst) ^ fecha\_desde\_ea(?exp, ?fea) ^ fecha\_hasta\_ea(?exp, ?fhea) ^ apellido\_paterno(?x, ?y) ^ titulado(?x, ?lic) ^ titulo\_de(?lic, ?nom) ^ swrlb:equal(?nom, "LIC") → sqwrl:select(?y, ?nom, ?nivelA, ?inst, ?fea, ?fhea)

*Profesor de Asignatura con título de maestría en nivel A:*

PERSONAL\_ACADEMICO(?x) ^ tiene\_puesto\_de(?x, ?puesto) ^ con\_nivel(?puesto,

?nivel) ^ nivel\_asignatura(?nivel, ?nivelA) ^ swrlb:equal(?nivelA, "A") ^ con\_experiencia(?nivel, ?exp) ^ institucion\_ea(?exp, ?inst) ^ fecha\_desde\_ea(?exp, ?fea) ^ fecha\_hasta\_ea(?exp, ?fhea) ^ apellido\_paterno(?x, ?y) ^ titulado(?x, ?lic) ^ titulo\_de(?lic, ?nom) ^ swrlb:equal(?nom, "MAE") → sqwrl:select(?y, ?nom, ?nivelA, ?inst, ?fea, ?fhea)

### Resultados experimentales

La aplicación de las reglas al modelo ontológico permite obtener información esperada (las Figuras 5, 6 y 7 visualizan el resultado de las reglas anteriormente descritas) con lo que se demuestra la utilidad de la herramienta.

count(?y)
22

Figura 5. Total de integrantes del Personal Académico

?y	?nom	?nivelA	?inst	?fea	?fhea
PERAZA	LIC	A	UNIVERSIDAD DE SO...	2002-11-01	2007-06-30
ACOSTA	LIC	A	INSTITUTO TECNOLO...	2000-01-12	2008-06-04
CASTELLANOS	LIC	A	UVM	2000-01-17	2005-12-31
FRANCO	LIC	A	UNIDEP	2003-01-02	2007-12-31
PADILLA	LIC	A	UNIVERSIDAD LA SA...	2001-06-18	2007-12-31
CASTILLO	LIC	A	ITESM CAMPUS MON...	1999-01-04	2005-06-30
TIRADO	LIC	A	UNIVERSIDAD DE SO...	1997-11-12	2008-11-04
YEPÍZ	LIC	A	CENTRO UNIVERSIT...	1996-08-01	2007-10-10
VALDEZ	LIC	A	UNIVERSIDAD DE SO...	1997-12-01	2006-04-25
BALLESTEROS	LIC	A	ITESM CAMPUS HER...	2001-03-15	2007-09-30
FIGUEROA	LIC	A	UVM	2001-01-17	2007-06-30

Figura 6. Profesor de Asignatura con título de licenciatura en nivel A

?y	?nom	?nivelA	?inst	?fea	?fhea
BOJORQUEZ	MAE	A	UNIVERSIDAD DE SO...	1999-05-28	2007-01-15
VILLARRUEL	MAE	A	UNIVERSIDAD DE SO...	1998-11-11	2005-06-09

Figura 7. Profesor de Asignatura con título de maestría en nivel A

## Resultados encontrados

Una vez diseñado el esquema del modelo ontológico y haber elaborado datos de prueba, se alimentó el esquema con ellos (instancias de los conceptos) y se realizó la consulta a la ontología para verificar su funcionalidad. Los datos fueron recabados en el Departamento de Contabilidad de la División de Ciencias Económicas y Administrativas de la Universidad de Sonora y son utilizados por CACECA (Consejo de Acreditación en la Enseñanza de la Contaduría y Administración), organismo encargado de llevar a cabo la Acreditación de los programas Académicos de las Instituciones de Educación Superior de Contaduría y Administración. Dichos datos son información real del docente tomada de documentos comprobatorios de sus actividades académicas y de formación, por lo cual se confía en la validez de los mismos pues fueron aceptados por una Comisión de Evaluación del pro-

pio Departamento de Contabilidad. La captura de datos se llevó a cabo manualmente, lo que aumenta las probabilidades de error, poniendo de manifiesto la necesidad de una apropiada interfaz para el tipo de documento comprobatorio a capturar. Con respecto a los atributos de cada una de las clases, estos fueron seleccionados por su relevancia e importancia y otros dejados por fuera, ya que la Comisión de Evaluación argumenta que no se ha establecido un criterio general para todas las Comisiones con respecto a los contenidos de la documentación comprobatoria. Debido a que el modelo y metodología fueron validados directamente en la herramienta de software Protégé, las consultas se realizaron utilizando la interfaz que provee la herramienta. Al concluir el esquema ontológico y cargar los datos, se elaboraron varias reglas con base en los Estatutos del Personal Académico de la Universidad de Sonora, utilizando la

herramienta SWRL de Protégé y SQWRL Query Tab basado en Jess para ejecutar dichas reglas o axiomas.

Con base en las reglas establecidas se obtuvieron los resultados esperados. Cabe hacer mención de que la herramienta utilizada para desarrollar y ejecutar las reglas no permite plasmar consultas muy complejas; por ejemplo: inferir si un docente tiene derecho a cambiar de nivel o verificar cuántos puntos requiere para concluir sus actividades básicas de docencia, entre otros. Es importante seguir investigando sobre qué herramienta podrá aplicar reglas complejas para inferir el conocimiento y darle seguimiento a este proyecto. Entre los resultados más importantes están los siguientes: 1. El modelo ontológico demostró que se puede aplicar un vocabulario común entre el personal docente, el personal encargado de la asignación de puestos de trabajo, las comisiones de evaluación para la admisión y promoción docente. Lo anterior vendrá a solucionar la terminología ambigua que se maneja actualmente entre el personal académico; 2. Con la aplicación de reglas se puede lograr una designación idónea del docente que impartirá las materias de los puestos vacantes, con base en sus conocimientos, capacidades, competencias, experiencia académica y profesional. Esta propiedad puede ser utilizada para facilitar los procesos de evaluación y promoción del personal académico de la Universidad de Sonora, ya que el modelo se apegó fielmente a la normatividad de los términos y requisitos que establecen los estatutos; 3. Facilitar la obtención de datos para informes académicos y de auto-diagnóstico, de acuerdo con recomendaciones de organismos de acreditación; y 4. Detectar las necesidades de capacitación del personal docente para mantener la actualización de dicha planta, en forma permanente.

El proyecto se realizó a nivel conceptual, sin contar con alguna base de datos previa sobre el dominio planteado, dejando en claro que es viable su implementación, llevando a cabo varias actividades, entre las que se destaca la unificación en un solo criterio para la evaluación docente.

## CONCLUSIONES

De acuerdo con los objetivos planteados al inicio de esta investigación, se concluye que:

Para identificar y definir un vocabulario común entre el personal docente, el personal encargado de la asignación de puestos de trabajo y las comisiones de evaluación para la admisión y promoción docente, se elaboró una tabla de conceptos manejados en el dominio, describiendo el significado detallado de cada uno e incluyendo palabras sinónimas, los cuales sirvieron de base para la construcción de la taxonomía de clases.

Se llevó a cabo una comparación e integración de la información, para lograr una designación idónea del docente que impartirá las materias de los puestos vacantes, con base en sus conocimientos, capacidades, competencias, experiencia académica y profesional, por medio de una triangulación de información entre el Contrato Colectivo de Trabajo del Sindicato de Trabajadores Académicos de la Universidad de Sonora, Estatutos del Personal Académico y la taxonomía de clases, para determinar cuáles son las actividades que debe desarrollar el docente para evitar caer en ambigüedades. Por otro lado, este procedimiento sirvió para establecer las reglas o axiomas que son aplicadas para lograr este objetivo.

Se establecieron relaciones entre los conceptos de la taxonomía, detallando las propiedades de cada uno de ellos, con el propósito de visualizar la productividad académica del docente, plasmando las reglas o axiomas que permitan la realización de búsquedas en la información, de tal forma que los procesos de evaluación y promoción del personal académico de la Universidad de Sonora sean totalmente transparentes, basados en la normatividad, términos y requisitos que establecen los estatutos y reglamentos, sin dejar espacio a duplicidad.

El modelo ontológico propuesto muestra cuáles son las actividades ya realizadas por el docente y visualiza las no realizadas. Por lo tanto, una de

sus principales aplicaciones es detectar las necesidades de capacitación del personal docente para la actualización de dicha planta, en forma permanente.

Una vez detectada la capacitación que requiere el docente la Universidad tendrá herramientas adecuadas para establecer parámetros y llevar a cabo una planeación objetiva.

El modelo ontológico y metodología fueron validados directamente en la herramienta de software Protégé, utilizando la interfaz que provee para realizar las consultas. La interfaz, aunque facilitó el trabajo del presente proyecto, no es apropiada para ser utilizada por un usuario común, por lo que se debe diseñar una interfaz de acuerdo con los requerimientos de los documentos que se van a capturar. Por otro lado, se utilizó la herramienta SWRL de Protégé y SQWRL Query Tab basado en Jess, para ejecutar reglas o axiomas. Se obtuvieron los resultados esperados aplicando reglas sencillas, pero con reglas complejas no se ejecutaron correctamente, ya que la herramienta no lo permitió, lo que nos lleva a seguir investigando sobre alguna otra herramienta que permita inferir el conocimiento y dar seguimiento a este proyecto.

La investigación citada muestra que el modelo ontológico es factible de aplicarse en la universidad, pero el primer paso que se debe llevar a cabo es homogeneizar criterios de evaluación interdisciplinaria en las diferentes divisiones que la integran, aprovechando la infraestructura de cómputo, con el propósito de ponerla a la vanguardia en gestión del currículo y promoción docente, y, en consecuencia, en el área de ontologías dentro de las instituciones de educación superior.

## TRABAJOS FUTUROS

Debido a que la metodología y el modelo ontológico fueron implementados directamente con la herramienta de software Protégé, va a ser requerida una base de datos del currículo docente, la que podrá ser consultada por el do-

cente y actualizada por el personal autorizado utilizando la interfaz que provea la herramienta. Además, va a ser necesario y de suma importancia capacitar a las comisiones evaluadoras interdisciplinarias de las Divisiones, por un lado en la gestión de la base de datos, y por otro, en la unificación de criterios de evaluación. Una vez concluida la tarea anterior y aprovechando la infraestructura de cómputo de la universidad, va a ser posible desarrollar un sistema basado en web que facilite la interacción con el personal académico y autoridades; esta funcionalidad permitirá asignación de docentes entre las distintas unidades regionales.

El modelo ontológico propuesto facilitará las tareas de evaluación, pues un aspecto que recibe especial atención en la universidad son las evaluaciones institucionales, las que implican un gran trabajo para recabar la información requerida por los Comités Interinstitucionales de Evaluación de la Educación Superior (CIEES), que realizan su labor por medio de autoevaluaciones periódicas a los programas vigentes, incluyendo al personal académico, integración de la plantilla docente y la normatividad [13].

El desarrollo tecnológico que actualmente alcanza la Universidad en materia de computación, permitirá que los modelos ontológicos puedan ser aplicados en áreas como: estructuración de contenidos didácticos de las asignaturas para unificar conceptos, prácticas y contenidos, evitando la diversificación de temas impartidos por docentes en una misma materia; además, extender el presente modelo hacia los programas de estímulos del personal académico de carrera (Programa de Estímulo al Desempeño del Personal Docente).

Una vez implementados los modelos ontológicos deseados, se podrán desarrollar agentes inteligentes, los que ingresarán a la base de datos para detectar las necesidades de capacitación, generando la documentación comprobatoria que simultáneamente actualizará la base de datos cuando se imparta el curso.

## REFERENCIAS

- [1] A. Gómez Pérez, M. Fernández López and O. Corcho. *Ontological Engineering*, ISBN 1852335513. Springer Verlag. (2002).
- [2] M. A. Abián. *Ontologías: qué son y para qué sirven*. (2005) [En línea] Disponible: <http://www.wshoy.sidar.org/index.php?2005/12/09/30-ontologias-que-son-y-para-que-sirven>
- [3] R. Alonso. *Ontología geoespacial en el dominio forestal*, División Geomática Soluciones Integradas, GeoSÍ. GEOCUBA – Cuba (2008).
- [4] M. C. Daconta, L. J. Obrst and K. T. Smith. *The semantic Web. A guide to the future of XML, Web services, and knowledge management*. (2003). pp. 196-197.
- [5] N. Fridman Noy and D. L. McGuinness. *Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology*. Stanford Knowledge Systems Laboratory Technical Report KSL-01-05 and Stanford Medical Informatics Technical Report SMI-2001-0880.
- [6] P. Horrocks Ian, P. F. Schneider, H. Boley, S. Tabet, B. Grosf and M. Dean. *SWRL: A Semantic Web Rule Language Combining OWL and Rule-ML*. (2004). [En línea] Disponible: <http://www.w3.org/Submission/SWRL/>
- [7] Jess. *Jess, the Rule Engine for the Java™ Platform*. (2008) [En línea] Disponible: <http://www.jessrules.com/jess/index.shtml>
- [8] "Plan De Desarrollo Institucional 2005–2009", "Contrato Colectivo de Trabajo STAU–UNISON 2007-2009", "Estatutos del Personal Académico", "Reglamento de Acreditaciones Básicas y Generales y de Cursos Postbásicos del Estatuto de Personal Académico de la Universidad de Sonora". [En línea] Disponible: <http://www.uson.mx>
- [9] Protégé. *The Protégé Ontology Editor and Knowledge Acquisition System*. (2007). [En línea] Disponible: <http://protege.stanford.edu/>
- [10] S. Ruiz Iduma (2004). *Evaluación del desempeño docente en la División de Ciencias Económicas y Administrativas de la Universidad de Sonora*. Universidad Pedagógica Nacional, México.
- [11] J. J. Samper. *Ontologías para servicios Web semánticos de información de tráfico: descripción y herramientas de explotación*. Universidad de Valencia, España (2005).
- [12] M. Uschold and M. Gruninger. *Ontologies: principles, methods and applications*. *Knowledge Engineering Review*, Vol. 11, No. 2. (1996).
- [13] H. Weigand. "Multilingual Ontology-Based Lexicon for News Filtering - The TREVI Project". In: K. Mahesh (1997). pp. 138-159.

