



SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA APOYAR LA GESTIÓN DE LA EDUCACIÓN A DISTANCIA

(Information System to support the management of the Distance Education)

Luis Enrique Ramos García

Universidad Nacional Abierta, Centro Local Aragua, Profesor Instructor del Área de Ingeniería Industrial. Dirección: calle Soubllette entre Páez y Miranda, Edif. UNA, Edo. Aragua, Venezuela. Código postal: 2107. Correo electrónico: lramos@una.edu.ve

Richard de Jesús Gil Herrera

Universidad Simón Bolívar, Baruta Gran Caracas, Personal-Jubilado Dirección de Ingeniería de Información. Profesor-ATC Dpto. de Procesos y Sistemas. Actualmente: Profesor-Activo Instituto Universitario de Tecnología Pascal, Cagua, Edo. Aragua. rgil@usb.ve

RESUMEN

La educación es uno de los fundamentos de la civilización humana, pero con el desarrollo y posterior uso intensivo de las Tecnologías de la Información y Comunicación en esta área, se han producido grandes diferencias en el acceso a la educación en los países subdesarrollados. Se tomó una propuesta de modelo de sistema de información basado en algunas de las variables que a nivel universitario influyen en esta problemática; tanto con la administración presencial como a distancia, y se representó computacionalmente con la finalidad de procesar la información generada. Para esto se siguió una metodología denominada Methontology, basada en el paradigma ontológico. Se utilizó una herramienta CASE para edición de ontologías denominada Protégé versión 3.3 beta, la cual facilitó la edición, adquisición de conocimiento, validación y documentación de la ontología. La adquisición de conocimiento se realizó con expertos, a quienes se les aplicaron cuestionarios para entrevistas directas, y se estudió la posibilidad de adquirir dicho conocimiento a través de internet con herramientas de software denominadas CSCL; para lograr una mayor participación de los usuarios. La validación de ontologías se hizo con un software razonador denominado Racer ®. Se generaron tres prototipos, con los cuales se trató de responder a las preguntas de investigación formuladas por los autores en la etapa de especificación de la ontología. Con el último prototipo, y usando un plugin denominado "queries", se logró dar respuesta a las preguntas planteadas. El resultado fue implementado en lenguaje Ontológico para la Web (OWL), del cual se podría generar una aplicación independiente en JAVA. Este desarrollo está orientado a facilitar el procesamiento de la información relacionada con los estudiantes, para orientarlos tanto en la selección de carreras profesionales como en forma de administración de estudios.

Descriptores: Educación, Ontología, Methontology, Protégé, OWL.



ABSTRACT

The Education is one of the foundations of the human civilization, but with the development and after intensive use of the Information and Communication Technologies in this area, it has been produced large differences in the access to education in the undeveloped countries. It was taken a proposal of model of information system based in some of the variables, which in the university level influences this problematic, so in the presence and distance education and it was computationally represented with the objective of being able to processing the generated information. For this, it was follow a methodology called Methontology, which is based in the ontological paradigm. It was used a CASE tool for ontologies edition called Protégé   version 3.3 beta, which facilitates the edition of ontologies, knowledge acquisition, validation and documentation of the ontology. The knowledge acquisition was done by experts, to whom some questionnaires were applied with direct interviews and it was studied the possibility of acquiring such knowledge through internet with CASE tool called CSCL, in order to have a larger participation of the user. The validation of the knowledge was done with a reasoner tool called Racer . Three prototypes were generated, with what it was tried to answer the research questions made by the authors in the ontology specification process. With the last prototype and using a plug – in called “queries” it was possible answering such questions. The result was the implementation in Ontological Language for Web (OWL), from which it could be generated an autonomous application in JAVA. This development is oriented to facilitate the information processing related with the students, to orienting them, so in the selection of their professional studies such as in the way of the studies administration.

Keywords: Education, Ontology, Methontology, Protégé, OWL.

1. Introducción

La humanidad ha tenido un desarrollo continuo y acelerado durante el último siglo, pero el mismo no ha sido equilibrado; existiendo países desarrollados, en vías de desarrollo y subdesarrollados. La educación, particularmente la de nivel superior, ha sido considerada como uno de los principales aspectos que ha influido en el desarrollo de algunos países, pero el acceso a ésta en los países subdesarrollados y en vías de desarrollo, ha sido limitado por aspectos económicos, sociales, políticos, de género, raciales, tecnológicos, entre muchos otros.

Ramos & Gil (2006) desarrollaron una propuesta de modelo de sistema de información para apoyar la gestión de la educación superior, basada en las siguientes variables: económica, tecnológica, cognoscitiva y la administración de la educación, considerando los trabajos de Fuenmayor (2000), la UNESCO (2003), Liu (1999) y Guillén (1993).

El producto fue un modelo que generaba un gran número de interrelaciones complejas, que para manejarlas se requeriría de sistemas de información basados en



computadora. El problema era la dificultad de representar esta complejidad con los paradigmas usados más ampliamente en la actualidad, y poder generar un sistema que apoyara la gestión de la educación, considerando las variables y sus interacciones.

El paradigma ontológico, el cual busca capturar conocimiento consensuado a partir de la lógica del juicio, fue utilizado para generar un modelo computable que representara esta complejidad. Se siguió en esta investigación la metodología denominada Methontology.

A efectos de instrumentar la ontología, se evaluaron tres herramientas para su edición: WebODE (OEG, 2003), ONTOEdit (AIFB, 2003) y Protégé versión 3.3 beta (SMI, 2006), de las cuales se seleccionó la última. Fueron desarrollados tres prototipos de forma evolutiva, tomando como elemento de juicio para dicho desarrollo la capacidad que tenían estos prototipos de responder a las preguntas formuladas en la etapa de especificación de la ontología.

Con el prototipo final se elaboraron reglas, axiomas y se implementó la ontología en Lenguaje Ontológico para la Web (OWL) (W3C, 2004). El uso de axiomas en la ontología del dominio en estudio, vertiente propia de las disciplinas de Inteligencia Artificial, se requirió debido a que las ontologías son una especificación formal de una conceptualización compartida.

Con respecto a esta actividad de la fase final del proceso de Ingeniería Ontológica, al tratar de recoger participativamente dicha forma de conceptualización para el caso de estudio (en la UNA), los investigadores se encontraron con la dificultad de que los posibles usuarios del sistema estaban distribuidos a lo largo del territorio nacional.

Para solucionar la problemática parcialmente, se realizó una selección de una muestra intencional de usuarios en el Centro Local Aragua de la UNA, dejándose la participación de los demás miembros de la Institución para la etapa de mantenimiento de la metodología seleccionada.

Para esta etapa, y a pesar de que no se tenía previsto entre los objetivos originales de la investigación, se desarrolló y probó una plataforma de Aprendizaje Colaborativo Soportado por Computadora (CSCL), teniéndose para ello que evaluar los software Fle3 (UADH, 2006) y Moodle (Moodle.org, 2007).

En lo que respecta a trabajos que se han realizado utilizando este paradigma ontológico para el soporte de decisiones, se encontró que Tu (1994) usó el mismo paradigma al desarrollar una aplicación en el dominio del tratamiento de pacientes infectados con el virus del VIH-SIDA. Dameron (2004), propuso una arquitectura para acceder a ontologías editadas en Protégé 2000, lo cual mejoraría la mantenibilidad e interoperabilidad de éstas.



2. Metodología

Dentro de las metodologías para el desarrollo de ontologías, el autor seleccionó la Methontology (Gómez – Pérez, 2005), pues sus actividades están claramente definidas, y además está basada en prototipos evolutivos, lo cual permite desarrollar progresivamente un sistema de información (Whitten, 2002).

En la figura 1 se presenta el proceso de desarrollo y ciclo de vida de la Methontology, donde se puede observar que la misma consta de actividades gerenciales, de desarrollo y soporte, la mayoría de éstas se realizan de forma paralela.

En la figura 2 se presentan en forma detallada las actividades que corresponden con el proceso de especificación de la ontología, el cual se describe en detalle en esta parte, pues allí se dan las actividades que permiten generar los prototipos de ontología.

2.1 Actividades Gerenciales

Esta etapa contiene tres componentes: el primero es la planificación, la cual consiste en determinar las actividades a realizar, su orden de ejecución, el tiempo y los recursos materiales necesarios para completarlas. Luego de establecer esto, se dan dos actividades de control y aseguramiento de la calidad paralelos con todo el proceso de desarrollo, lo cual busca garantizar que el producto final se ajuste a las especificaciones iniciales, que se describen en las etapas siguientes.

2.2 Actividades de Desarrollo

Esta etapa contiene las actividades de especificación, conceptualización, formalización y mantenimiento, y es en ésta en la que se desarrolla efectivamente la ontología. Si se observa detalladamente la figura 1 se puede notar que es la etapa de conceptualización, en la cual se recoge más conocimiento y hay una mayor evaluación, estas dos son actividades de soporte. A continuación se describen detalladamente estas actividades, que permitieron obtener los prototipos.

2.2.1 Especificación

Para cumplir con la actividad se siguió el criterio de Mc. Guinness (1998), quien señala que se debe responder a las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es el dominio que la ontología cubriría? El dominio es el de la educación, particularmente a distancia, en Venezuela y Latinoamérica.
- ¿Para qué se usaría la ontología? Serviría a los orientadores de los centros locales de la UNA para guiar a los estudiantes hacia la carrera profesional a elegir. También apoyaría a los asesores en la gestión del rendimiento de los estudiantes

regulares de las carreras, orientando en los métodos de estudio y en la selección de la tecnología, considerando las debilidades y fortalezas técnicas y económicas del estudiante.

- ¿Para qué tipo de preguntas la información en la ontología debería proveer respuestas? Se debe responder a preguntas, tales como: ¿Qué carrera estudiar?, ¿Qué métodos se pueden usar según las capacidades técnicas del estudiante?, ¿Qué técnicas y herramientas se pueden usar según las capacidades económicas del estudiante?, ¿Cuál es el perfil psicológico del estudiante? y ¿Quién usará y mantendrá la ontología?

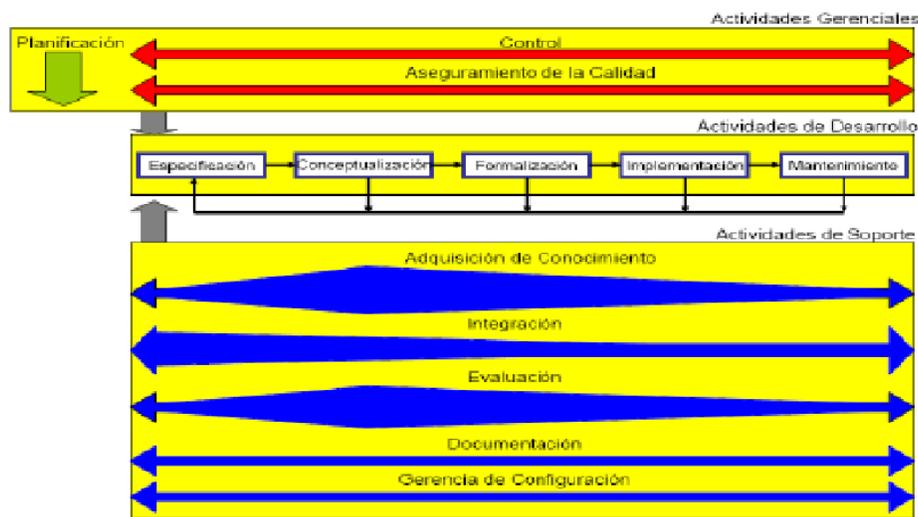


Figura. 1 Ciclo de vida de la Methontology, tomado de Gomez – Perez, 2005, traducción del autor

2.2.2 Iteración (Generación de Prototipos)

Primer Prototipo

a. 1 Conceptualización

Luego de concluir la primera etapa del proceso de desarrollo (especificación) se elaboró el modelo conceptual (conceptualización). Las actividades de esta etapa se indican en la figura 2. La misma permite convertir una vista informal de un dominio, en una vista semiformal, usando representaciones intermedias que pueden ser entendidas por expertos y por desarrolladores de ontologías.

Para la adquisición de conocimiento (actividad paralela de soporte) se tomó el artículo de Ramos & Gil (2006), en el cual se encuentra parte de la propuesta teórica educativa en la que se basa esta investigación. Se cumplió con las actividades 1 a 4 de la figura 2, obteniendo una ontología de peso ligero o "Light weight", permitiendo un primer acercamiento con un nivel medio de complejidad.



Los autores tuvieron dificultades para editar los diagramas jerárquicos, documentar relaciones entre los conceptos, y para asegurar y controlar la calidad de la taxonomía a medida que hacía adquisición de conocimiento, por tanto decidieron seleccionar una herramienta CASE para edición de ontologías que facilitase este proceso.

a.2 Selección de herramienta para desarrollo de ontologías

Las herramientas para desarrollo de ontologías se pueden dividir en: dependientes e independientes del lenguaje. Las primeras est n íntimamente ligadas con un lenguaje en particular, y las segundas tienen una arquitectura abierta, haciéndolas adaptables, expandibles e ínter operables con otras aplicaciones.

Se evaluaron tres de esta última clase de herramientas, entre las que est n: WebODE, ONTOEdit y Protégé versión 3.3 beta. WebODE requiere de una solicitud de acceso para trabajar en ella y se edita en línea, posee múltiples recursos de edición y está diseñada especialmente para trabajar con la Methontology, pero su uso en línea la convirtió en una opción limitada para los autores, por razones económicas.

ONTOEdit tiene un demo gratuito, pero para hacer gráficos de la Ontología y hacer preguntas (queries) se debe pagar por la licencia, y así poder usar la versión profesional. Finalmente, Protégé versión 3.3 beta es de descarga gratuita, todas las aplicaciones adicionales (plug-ins) son descargables e instalables sin costo alguno, además de estar soportada por amplia literatura técnica.

Por tanto, se decidió utilizar a Protégé versión 3.3 beta como herramienta de desarrollo de la Ontología. Luego se procedió a editar la información obtenida en la primera fase de conceptualización. Una primera vista de la Ontología se muestra en la figura 3. Se editaron un total de 33 clases, 6 propiedades y 14 individuos, quedando documentada esta versión de la Ontología.

a.3 Control y aseguramiento de la calidad

La calidad de la ontología se asegura a través de un proceso de evaluación con respecto a un marco de referencia. Se hicieron dos validaciones: una a partir del software evaluador (razonador), y otra a partir de la evaluación de expertos.

La primera se realizó con un software especializado denominado Racer Versión 1.9.0 (RacerPro, 2007), que puede trabajar en conjunto con Protégé versión 3.3 beta. Dicho software permite verificar consistencia (conocimiento no contradictorio), y clasifica la taxonomía. Al realizar la primera corrida se obtuvo el resultado que se muestra en la figura 4.

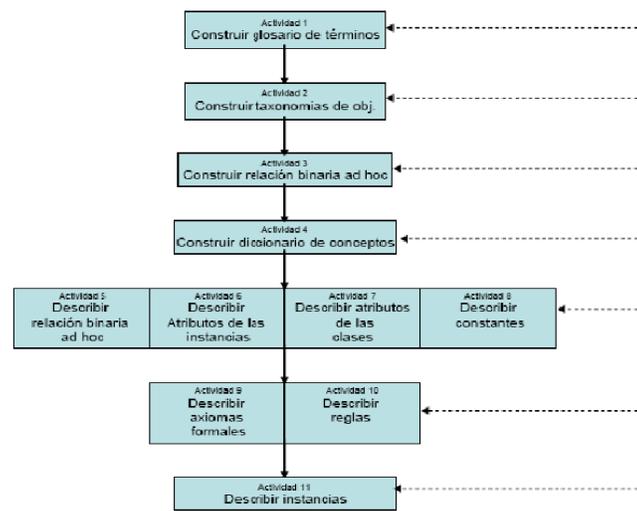


Figura 2. Tareas de la Actividad de Conceptualización según la Methontology. Tomado de Gómez – Pérez, 2005. Traducción de los autores.

Se puede observar que Racer Versión 1.9.0 detectó inconsistencia en cuatro conceptos, lo cual fue corregido por el autor, eliminando restricciones incorrectamente editadas sobre esos conceptos. Para la validación de la ontología, a partir del criterio de expertos, se retomaron los planteamientos hechos en la actividad de especificación de la ontología.

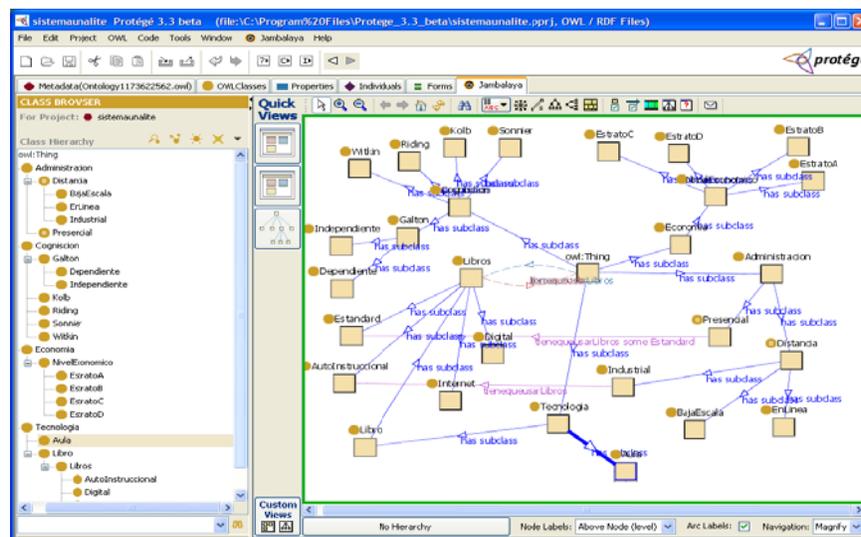


Figura 3. Ontología desarrollada en Protégé OWL Lite versión 3.3 beta. Tomado de Ramos & Gil (2007, Abril).

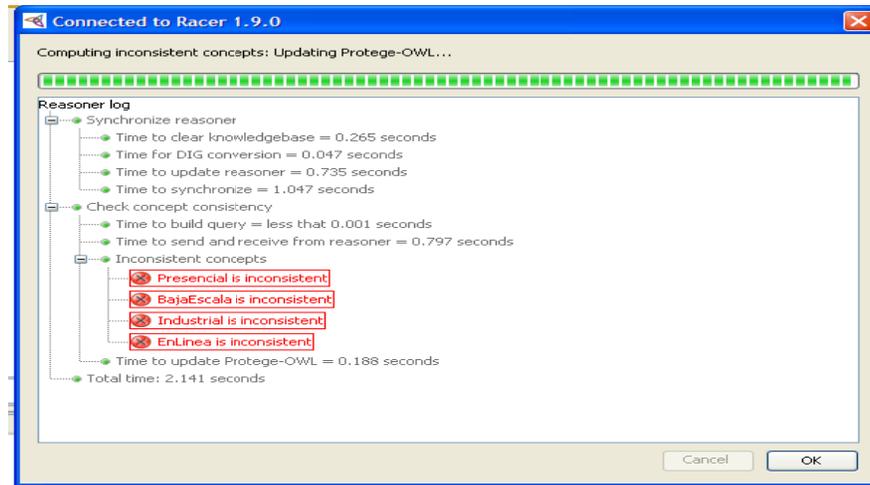


Figura 4. Resultado de una corrida de Racer Versión 1.9.0 con Protégé versión 3.3 beta.

Al ser evaluado por los expertos, se encontró que este primer prototipo no permite obtener respuestas a preguntas, tales como: ¿Qué carrera estudiar?, ¿Qué métodos se pueden usar según las capacidades técnicas del estudiante?, ¿Qué técnicas y herramientas se pueden usar según las capacidades económicas del estudiante?, ¿Cuál es el perfil psicológico del estudiante?

Por tanto, se debieron establecer más relaciones entre clases y agregar nuevas que ayudasen a dar respuestas a estas interrogantes. Tomando esto en consideración se desarrolló un segundo prototipo, pero a partir de la etapa de conceptualización previa.

Segundo Prototipo

b.1 Conceptualización

Se retomaron los pasos indicados en la figura 1, se crearon nuevos individuos y propiedades para las clases de administración, nivel económico y tecnología. Al igual que en el primer prototipo, se cumplió con las actividades desde la 1 a la 4 de dicha figura.

Para este caso, la edición fue simultánea en Protégé versión 3.3 beta, utilizando la forma de representación denominada "Frames", a diferencia de la primera versión denominada OWL. Se generaron un total de 30 clases, 10 relaciones y 47 individuos. Se utilizó un plugin denominado Jambalaya para generar una vista de la ontología (ver figura 5).

b.2 Control y aseguramiento de la calidad

Se hicieron nuevamente dos validaciones, la primera a partir de Racer Versión 1.9.0, la cual no arrojó inconsistencias. En la segunda validación, se retomaron los planteamientos hechos en la actividad de especificación de la ontología. Este segundo prototipo permitió obtener respuestas a preguntas, tales como: ¿Cuáles son las clases de Administración de la educación que no hacen uso intensivo de las tecnologías virtuales?

La pregunta se realizó a partir de una aplicación de Protégé versión 3.3 beta, denominada Queries (preguntas), por medio de la que se pueden elaborar preguntas estructuradas y así hacer validación de la ontología. En la figura 6 se muestra una pregunta hecha al prototipo, la cual está relacionada con la tecnología.

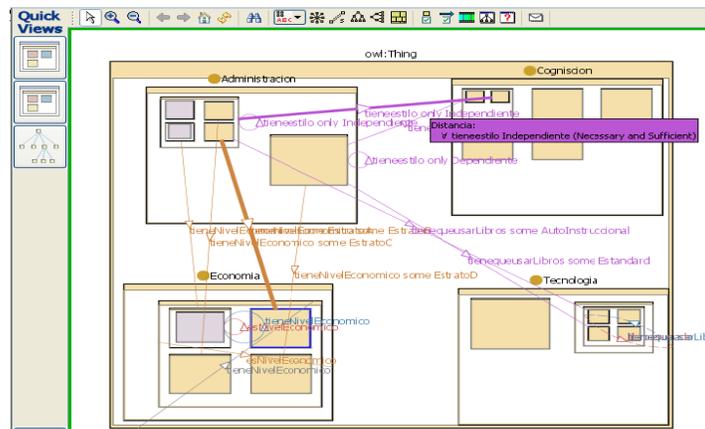


Figura 5. Representación de la ontología en jambaaja. Tomado de Ramos & Gil (2007, julio).

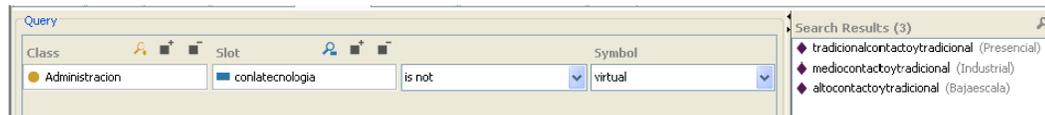


Figura 6. Respuesta a la pregunta por las clases de administración con tecnologías no virtuales.

Las clases de Administración que no hacen uso intensivo de las tecnologías virtuales son la Presencial, Industrial y de Baja escala, tal y como respondió el prototipo. Pero éste siguió sin dar respuesta a preguntas tales como: ¿Cuál es el perfil psicológico del estudiante?, ¿Qué carrera estudiar? y ¿Qué métodos se pueden usar según las capacidades técnicas del estudiante? Lo que hizo necesario el desarrollo de un tercer prototipo.

Tercer Prototipo

c.1 Conceptualización:

Debido a que existía dificultad en encontrar respuesta a las preguntas planteadas en la etapa de especificación de la ontología, se decidió realizar entrevistas no



dirigidas (UNA, 1991) con los expertos seleccionados; a fin de encontrar algunos atributos (individuos) de los conceptos (clases) manejados en estas preguntas, y nuevas relaciones.

Los expertos sugirieron la revisión de cuatro fuentes bibliogr fias; a fin de encontrar atributos más especializados en las cuatro variables o dimensiones consideradas en el modelo, a continuación se muestran las tablas con los resultados obtenidos por cada fuente.

Tabla 1. Especificaciones del LSI de Kolb

Nivel de Conducta			
	Competencia	Empleo	Tipo de personalidad
Convergente	Decisión	Tecnológicos	Pensamiento extravertido
Asimilador	Pensamiento	Sistemas de información	Intuición introvertida
Acomodador	Acción	gerenciales	Sensación extravertida
Divergente	Valuación	Manejo de personal	Sentimiento introvertido

Fuente: Kolb, 2005.

Tabla 2. Dimensiones Cognitivas

	Independiente	Dependiente
Ambiente	Se apoya en el ambiente	No se apoya en el ambiente
Maestro	Lo ve como fuente de información	Lo ve como ser humano
Orientación	Autónomo	Interpersonal
Percepción	Discreta	Global
Situación	Formal	Informal

Fuente Ramírez, 2001.

Tabla 3. Distribución por estrato socioeconómico

Tecnología Educativa	Estratos			
	A/B	C	D	E
TV	1	1	1	1
Equipo de sonido	1	1	1	1
Radio	1	1	1	1
VHS	1	1	1	1
DVD	1	1	0	0
Computadora	1	1	0	0
Agenda electrónica	0	0	0	0
Libro	1	1	1	1
Teléfono residencial	1	1	1	0
Internet	1	0	0	0
Teléfono celular	1	1	1	1

Fuente Datan lisis, 2005.



Tabla 4. Estilos de Aprendizaje y Tecnologías Educativas

Estilo de Aprendizaje	Tecnología		Dispositivos
Auditivo	Medios con audio		Radio Teléfono Audio casetes Cd sonido Dvd sonido Computadora
Visual	Medios visuales		Imágenes o palabras impresas Libros folletos Computadora
Kinestésico	Medios audio visuales	Fijos	Transparencias con sonido Páginas con sonido Videos con imágenes fijas y audio
		Con movimiento	Películas Televisión Videocasetes Cd película

Fuente: Casas, 1987 & Liu, 1999.

Para el caso de la tabla 3, ésta se elaboró en función del posible estrato socioeconómico. Considerando sólo los recursos que se usan en educación presencial o a distancia, allí se puede ver la capacidad de acceso a la tecnología educativa.

Los autores utilizaron la notación binaria “1” en los casos en los que más del 25 % de los entrevistados contó con el atributo, considerando “presente” al atributo, y “0” en caso de que 25 % o menos de los entrevistados respondió negativamente, considerando “no presente” al atributo.

Para el caso de las tablas 2 y 4, el conocimiento recabado sirvió para determinar cuál forma de administración sería más adecuada al estudiante, presencial o a distancia, desde el punto de vista cognitivo. Con el conocimiento adquirido y sintetizado en estas tablas, se culminaron las actividades de conceptualización indicadas en la figura 2. Paralelamente, la información recabada fue editada y documentada en Protégé versión 3.3 beta.

c.2 Control y aseguramiento de la calidad

Finalmente, se hicieron dos validaciones más de consistencia, la primera a partir de Racer Versión 1.9.0, la cual no arrojó inconsistencias. Este último prototipo permitió obtener respuestas a todas las preguntas planteadas en el proceso de especificación de la ontología.



Al completar estas actividades, se cumplió con los requisitos mínimos de calidad para poder pasar al proceso de formalización e implementación, y se culminan las iteraciones planeadas.

2.2.3 Formalización

Es el proceso mediante el cual se convierte el modelo conceptual en un modelo formal o semicomputable, que contiene símbolos para objetos, procesos y estados que est n interconectados con muchos tipos de enlaces de semántica precisa (Dori, 2002). Para el caso de Methontolgy, esta actividad se puede obviar, pues en Protégé versión 3.3 beta la actividad de implementación se hace automáticamente.

2.2.4 Implementación

En esta etapa se convierte al modelo formalizado en un modelo computable, a través de un lenguaje para construcción de ontologías. La selección del lenguaje se hace a partir del modelo formalizado que se realiza en función de: nivel de expresividad requerido, versatilidad de la herramienta del soporte del lenguaje, nivel de ínter cambiabilidad y reingeniería que permite el lenguaje.

Además, se tomó en cuenta la posibilidad de interoperabilidad que brinda, existencia de traductores que conviertan la ontología en un código fuente implementable, y minimización de pérdida de conocimiento en el proceso de transformación.

Al evaluar tanto la herramienta como el lenguaje usado en este trabajo, se encontró que Protégé versión 3.3 beta permite convertir a la ontología en un lenguaje implementable denominado Lenguaje Ontológico para la Web (OWL).

Al consultar bibliografía relacionada con el lenguaje, se encontró que Tu (1994) generó una aplicación implementable utilizando plugins (DASH y Ma tre) de Protégé II. Moreno (2005) desarrolló una aplicación que permite visualizar una ontología generada en Protégé versión 3.3 beta usando HTML, lo cual demuestra la versatilidad de la herramienta.

Por  ltimo, Kalyanpur (2004) desarrolló una metodología para convertir una ontología desde OWL a JAVA. Este autor afirma que se minimiza la pérdida de conocimiento.

2.2.5 Mantenimiento

Como parte de la etapa de postdesarrollo, éste consiste en la actividad de actualización y corrección de la ontología si es necesario, pudiendo usarla en otras ontologías.



Para este trabajo no se consideró la fase de mantenimiento entre los objetivos, pero a los autores les pareció conveniente evaluar herramientas que le permitieran actualizar y corregir, por parte de los expertos y como una extensión del alcance metodológico, la ontología obtenida como producto de la investigación.

Se consideraron dos herramientas de software: la primera Soporta Aprendizaje Colaborativo Basado en Computadora (CSCL) denominada Fle3 (UADH, 2006). Para poder visualizar la interface de este software se debió instalar previamente PYTHON 2.5.1 (Python.Org, 2007) y ZOPE 2.8.0 (ZOPE.org, 2005).

Esta herramienta no está totalmente traducida al castellano y no es ampliamente utilizada por la comunidad académica aún, lo que limita su uso, no obstante viene ganando adeptos.

Seguidamente se revisó el software Moodle, siendo ésta una de las herramientas más utilizadas en educación por internet. Se realizó una comparación funcional para determinar si se podrían generar aplicaciones similares a las presentadas en Fle3. Para usar a Moodle en vez de Fle3, se requirió estructurar las preguntas de forma parecida, usando finalmente a Moodle para esta aplicación.

3. Resultados

Para esta investigación se consideró a la Methontology como la metodología a seguir en el desarrollo del sistema de información para apoyar la gestión de la educación universitaria a distancia.

A pesar de eso, se tuvieron que realizar actividades no especificadas dentro de esta metodología, y otras cuyo momento de realización dentro de la metodología no estaba especificado con precisión, como por ejemplo: el momento de la selección de la herramienta tipo CASE. Siendo el resumen de la metodología aplicada lo que se muestra en la figura 7.

Se desarrollaron tres prototipos, validándose cada uno de ellos con herramientas de software y expertos en áreas relacionadas con la educación, particularmente a distancia. La última versión del prototipo (taxonomía) consta de 45 clases, 26 propiedades y 44 individuos. Ésta deberá considerarse para su mejora durante las actividades de mantenimiento posterior.

Los dos primeros prototipos llegaron sólo hasta la actividad 4 que se muestra en la figura 7 del resumen de la metodología, pues no pasaron el control de calidad. El tercer prototipo pasó a las actividades de la 5 a la 11.

Particularmente en las actividades 9 y 10 se uso lógica formal para definir axiomas y reglas. Quedando documentadas las reglas generales para responder a las preguntas planteadas en la etapa de conceptualización. En la tabla 5 se muestra uno de los axiomas establecidos para la ontología.

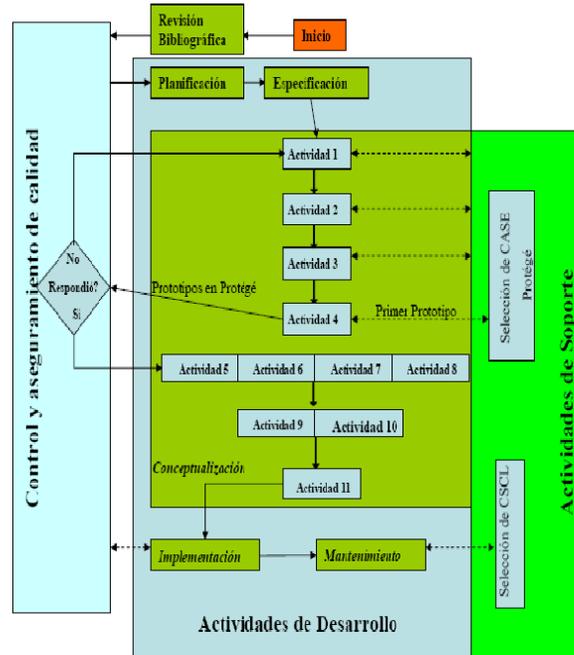


Figura 7. Resumen de la variante metodológica aplicada al caso de estudio

Tabla 5. Axioma formal para responder a la pregunta: ¿Qué carrera estudiar?

Nombre del axioma	¿Qué carrera estudiar?
Descripción	Quienes tienen estilo de aprendizaje de Kolb y un nivel de conducta determinado trabaja en un oficio específico.
Expresión	$\forall (?X, Y?, Z?)$ $([Kolb](?X) \&$ $[Nivel de Conducta](?X, ?Y) \&$ $[Empleo] (Z?) \longrightarrow$ $[trabaja como](?Z, ?X)$
Conceptos	Kolb, Nivel de Conducta, Empleo
Atributos referenciados	-----
Relaciones binarias Ad hoc	Trabaja como
Variables	?X ?Y ?Z

Nota: Elaborado por el autor.

El axioma se lee para cada uno de los estilos de aprendizaje de “Kolb” (variables X) y “Nivel de Conducta” de los estilos de aprendizaje de Kolb (variable Y dependiente de X) y cualquier “Empleo” (variable Z), entonces la relación “trabaja como” establece una relación biunívoca entre uno de los estilos de aprendizaje de “Kolb” y un “Empleo” determinado.

Teniendo definidos los axiomas y las reglas implementados en la Ontología, fue posible responder a varias de las interrogantes iniciales hechas en la etapa de especificación de la Ontología, cuyas respuestas se deberían encontrar en la Ontología desarrollada. Las respuestas a tres de estas preguntas se generaron con el plug – in “Queries”, y la última respuesta se tomó del plug – in “Individuals” detallándose las respuestas a continuación: ¿Qué carrera estudiar?

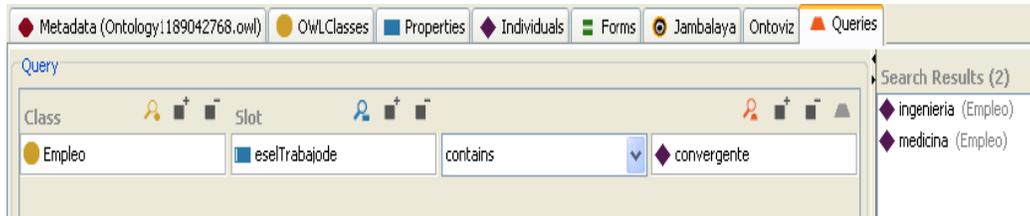


Figura 8. Respuesta a la pregunta ¿Qué carrera estudiar?

Para éste caso, una de las posibles respuestas se encuentra en la figura 8, considera al concepto “Empleado” y lo relaciona con una de las instancias del concepto “Kolb”, denominada “convergente” a partir de la propiedad “es el trabajo de”. La respuesta obtenida es: “ingeniería” y “medicina”.

Los estudiantes deberían ser clasificados previamente dentro de las cuatro instancias presentes en “Kolb”, las cuales son: convergente, divergente, asimilador y acomodador.

¿Qué métodos se pueden usar según las capacidades técnicas del estudiante?

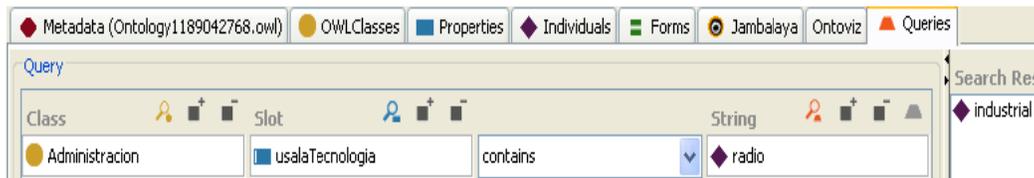


Figura 9. Respuesta a la pregunta ¿Qué métodos se pueden usar según las capacidades técnicas del estudiante?

Una posible respuesta a esta pregunta se encuentra en la figura 9. Se relaciona el concepto “Administración”, con una instancia denominada “radio” perteneciente al concepto “Tecnología”. La relación se da por medio de una propiedad denominada “apoya la administración”.

Aquí la respuesta señala a la administración industrial como la que usa la tecnología “radio”, por tanto éste sería el método a seguir por el estudiante que sólo posea este recurso tecnológico.

¿Qué técnicas y herramientas se pueden usar según las capacidades económicas del estudiante?

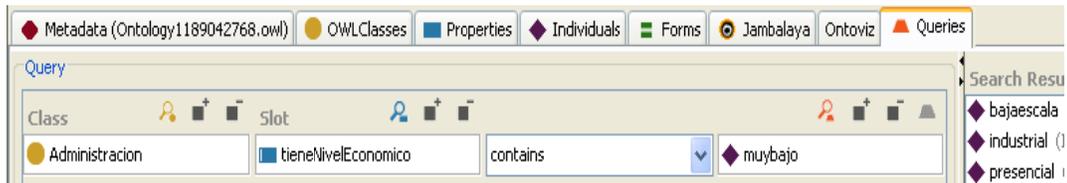


Figura 10. Respuesta a la pregunta ¿Qué técnicas y herramientas se pueden usar según las capacidades económicas del estudiante?

Una posible respuesta a esta pregunta se encuentra en la figura 10. Se relaciona el concepto “Administración”, con una instancia denominada “muy bajo” perteneciente al concepto “Economía”. La relación se da por medio de una propiedad denominada “tiene nivel económico”.

Aquí la respuesta señala a las formas de administración de la educación “presencial”, “baja escala” e “industrial”, que serían accesibles desde el punto de vista económico a las personas de nivel económico “muy bajo”.

¿Cuál es el perfil psicológico del estudiante?

Para este trabajo se consideró como perfil psicológico válido el planteado por Witkin (1962), ya que está relacionado con los conceptos de “administración” “presencial” y a “distancia”. Los dos tipos psicológicos serían las instancias “dependiente” e “independiente”. Cuando se selecciona alguno de ellos, se puede observar la figura siguiente:

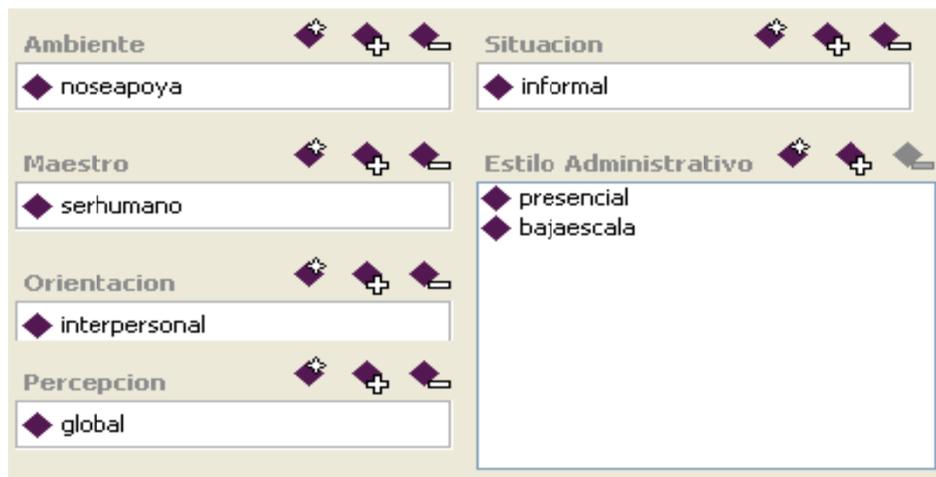


Figura 11. Respuesta a la pregunta ¿Cuál es el perfil psicológico del estudiante?

En la figura 11 se observan los atributos considerados en el perfil psicológico, estos son: “Ambiente”, “Maestro”, “Orientación”, “Percepción”, “Situación” y adicionalmente el “Estilo Administrativo” recomendable para ese perfil.

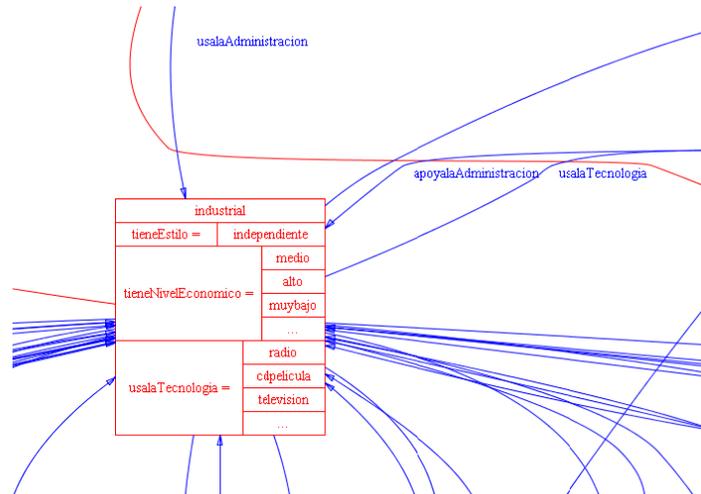


Figura 12. Representación de una instancia de la Ontología en Ontoviz.

En la figura 12 se puede observar la instancia “industrial”. La línea roja que la toca proviene del concepto “Industrial”, y las líneas azules son las puntas y/o extremos de flechas que denotan relaciones (“usa la administración”, “apoya la administración” y “usa la tecnología”) con otras instancias, las cuales no se observan aquí debido a las dimensiones del gráfico generado.

Como actividad complementaria se compararon dos herramientas CSCL, de las cuales se tomó a Moodle como plataforma para adquisición de conocimiento.

4. Conclusiones y Recomendaciones

4.1. La educación universitaria, particularmente la que se realiza a distancia, es influenciada por un conjunto amplio de variables complejas y dinámicas que deben tomarse en cuenta para poder alcanzar sus objetivos.

Esto no ocurre en educación solamente, sino en la mayoría de los procesos productivos en los que interviene el ser humano. Cuando se trata de evaluar estas variables y sus interacciones surge un gran volumen de información heterogénea, para lo cual se hace altamente recomendable el uso de sistemas de información basados en computadora para intentar hacer converger estas apreciaciones.

Uno de los principales problemas se produce en ese momento, ya que el uso de la mayoría de los paradigmas existentes para el desarrollo de software presenta una baja efectividad, según estudios previos, y tienen dificultad para representar conocimiento.



4.2. Con el paradigma ontológico se hace posible afrontar la dificultad planteada en el punto anterior y representar parte de tal complejidad propia de la educación universitaria a distancia y de algunas de las variables que influyen en ella.

El conocimiento obtenido de los diversos usuarios y expertos fue agregado y representado en parte como conceptos (clases), relaciones (propiedades) y entidades (instancias) propias de este paradigma de la tecnología semántica. Además, se agregaron reglas y axiomas que especifican mejor y más precisamente las relaciones.

4.3. La metodología para el desarrollo de la ontología que se siguió se denomina Methontology, la cual está suficientemente documentada y describe con claridad cada una de las etapas a seguir y los productos a obtener. Se utilizó una herramienta tipo CASE para edición de ontologías denominada Protege 3.3 beta.

Las pruebas de calidad se hicieron con la herramienta de software denominada RACER y con la opinión de expertos apoyándose en los gráficos generados en Jambalaya y Ontoviz: además con la validación por medio de las Queries y las Forms.

El resultado fue la ontología del dominio, que para este caso es la educación universitaria a distancia, y de las variables relacionadas. Se generó el código computable en OWL, el cual puede ser convertido a futuro en aplicaciones JAVA desarrollables para que funcionen independientemente.

4.4. Las herramientas de aprendizaje colaborativo CSCL, como FLE y Moodle (adaptado) fueron evaluadas experimentalmente para el caso de estudio, por tanto se sugieren como posibles plataformas para actividades específicas futuras de adquisición de conocimiento; a fin de mantener la ontología desarrollada.

Para el caso particular de la UNA, considerando que los profesores se encuentran diseminados a lo largo de toda Venezuela, será factible apoyarse en estas herramientas para ampliar la participación de los profesores, y vencer este obstáculo geográfico.

4.5. Al haberse desarrollado una ontología para una complejidad como lo es la educación a este nivel, junto con los aspectos económicos, cognoscitivos y técnicos que intervienen all , se infiere que se pueden hacer representaciones similares en otras áreas de dominios del conocimiento con similar e inclusive de mayor complejidad.

4.6. Luego del desarrollo de una ontología del dominio como la propuesta, se sugiere hacer la ontología de la aplicación, llevando el código de OWL a software de aplicación, como JAVA. Se deberán seguir líneas de investigación para trabajar en el desarrollo de herramientas que lleven automáticamente el código en OWL a un sistema que funcione independientemente y que sea mantenible e interoperable.



4.7. Con el uso del sistema de información basado en esta ontología específica, podría asesorarse mejor a los estudiantes en cuanto a problemáticas cruciales, tales como: la selección de la carrera profesional y estrategias de estudio, para luego medir la efectividad de la asesoría mediante el nivel de aprobación.

4.8. Considerando los resultados conocidos hasta el presente, incluidos los de este trabajo, para el desarrollo de sistemas basados en ontologías, los antecedentes teóricos citados en esta investigación, aunado a la existencia de metodologías, y varias herramientas CASE especializadas, se recomienda que dicho paradigma sea tomado en cuenta dentro del pensum de estudio de la instituciones de educación superior, al menos en lo concerniente a los programas de estudios, tanto de Pregrado como de Postgrado de Ingeniería de Sistemas y/o carreras afines.

4.9. La Ingeniería Ontológica y Tecnologías Semánticas vienen en ascenso en el mundo como alternativas para estudio y aplicación a los Sistemas de Información, Inteligencia Artificial y el modelado del conocimiento de dominios particulares. Este caso de estudio y el aplicativo derivado, ilustran el potencial que imprimiría a la ciencia y tecnología nacional ampliar y profundizar en líneas de investigación relacionadas con esta alternativa.

5. Referencias Bibliográficas

- Casas Armengol, M. (1987). Universidad sin Clases. Caracas: OEA, UNA, Kapeluz.
- Dameron, O. & Otros (2004). Accessing and Manipulating Ontologies Using WebServices. [Documento en línea]. Disponible en: www.ai.sri.com/SWS2004/final-versions/SWS2004-Dameron-Final.pdf. [Consulta: 2007, marzo].
- Datan lisis (2005). Los Usuarios de las Telecomunicaciones en Venezuela. [Documento en línea]. Disponible en: <http://www.datanalisis.com.ve/detalle.asp?id=224&plantilla=14>. [Consulta: 2006, marzo].
- Dori, D. (2002). Object – Process Methodology. (1ra Edición) Berlin: Springer.
- Fuenmayor T, L. & Vidal Y. (2000). La admisión estudiantil a las universidades públicas venezolanas: aparición de iniquidades. Revista de Pedagogía, XXI: N 62, pp. 273-292, Facultad de Humanidades y de Educación, Universidad Central de Venezuela, Caracas.
- Gómez – Pérez, M & Corcho, O. (2005). Ontological Engineering. (4ta reimpresión). Londres: Springer.



- Guillén Padrón, J. (1993). Hacia un Concepto Teórico Unificado de Educación a Distancia y Educación Presencial. [CD]. Disponible en: Universidad Nacional Abierta (UNA), Dirección de Investigación y Postgrado.
- Institut für Angewandte Informatik und Formale Beschreibungsverfahren - AIFB. (2003). Ontoedit. [Programa de computación en línea]. Disponible en: <http://ontoserver.aifb.uni-karlsruhe.de/ontoedit/>. [Consulta: 2007, julio].
- Kalyanpur & otros. (2004). Automatic mapping of OWL ontologies into Java. [Documento en línea]. Disponible en: www.mindswap.org/~aditkal/SEKE04.pdf. [Consulta: 2007, julio].
- Kolb, A & Kolb, D. (2005). The Kolb Learning Style Inventory (LSI) —Version 3.1.2005 Technical Specifications (2005). [Documento en línea]. Disponible en: www.learningfromexperience.com/images/uploads/Tech_spec_LSI.pdf. [Consulta: 2007, junio.]
- Liu, Y. & Ginther, D. (1999). Cognitive Styles and Distance Education. Online Journal of Distance Learning Administration, Volume II, Number III, Fall1999. [Revista en línea]. Disponible en: <http://www.westga.edu/~distance/liu23.html>. [Consulta: 2006, marzo.]
- Mc. Guinness, D. L. and Wright, J. (1998). Conceptual Modeling for Configuration: A Description Logia based Approach. Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis, and Manufacturing-special issue on Configuration.
- Moodle.org (2007). Moodle. [Programa de Computación en línea]. Disponible en: <http://download.moodle.org/>. [Consulta: 2007, junio].
- Moreno, L & Otros. (2005). Toward Accesible Semantic Web Applications. [Documento en línea]. Ponencia presentada en el International Conference on Dublin Core and Metadata Applications. Disponible en: <http://purl.org/dcpapers/2005Paper07>. [Consulta: 2007, junio].
- Ontology Engineering Group - OEG. (2003). WebODE. . [Programa de Computación en línea]. Disponible en: <http://kw.dia.fi.upm.es/wpbs/>. [Consulta: 2007, junio].
- Python.Org. (2007). Python. [Programa de Computación en línea]. Disponible en: <http://www.python.org/download/>. [Consulta: 2007, junio].
- RacerPro. (2007). Racer. [Programa de Computación en línea]. Disponible en: <http://www.racer-systems.com/products/download/index.phtml>. [Consulta: 2007, marzo].
- Ramos, L. & Gil, R. (2006). Propuesta de Marco de Referencia de Sistema de Información para apoyar la Gestión de la Educación a Distancia. Ponencia



presentada en el XIII Congreso Internacional de Tecnología y Educación a Distancia. Costa Rica.

Ramos, L & Gil, R (2007, Abril). Hacia un Sistema de Información para Apoyar la Gestión de la Educación a Distancia. Ponencia presentada por en el I Encuentro Venezolano de Tecnología de la Información y la Ingeniería de Software (EVETIS). Margarita, Venezuela.

Ramos, L & Gil, R (2007, julio). Propuesta de Sistema de Información para Apoyar la Gestión de la Educación a Distancia. Ponencia Presentada en el 2do Simposium Internacional en Comunicación del Conocimiento y Conferencias (CCC 2007). Orlando, Florida. EUA (2007).

Ramos & Gil (2007, octubre). Sistema de Información para Apoyar la Gestión de la Educación a Distancia. Componente colaborativo. Ponencia a presentar por en el Encuentro Nacional de Tecnología Educativa 2007.

Stanford Medical Informatics, (2006). Protégé 3.3 beta. [Programa de Computación en línea]. Disponible en: <http://protege.stanford.edu/download/prerelease/full/> [Consulta: 2006, noviembre].

Stanford Medical Informatics, (2006). what is protege?. [Documento en línea]. Disponible en: <http://protege.stanford.edu/overview/index.html> [Consulta: 2006, noviembre].

Stanford Medical Informatics, (2006). What is protege frames? [Documento en línea]. Disponible en: <http://protege.stanford.edu/overview/protege-frames.html> [Consulta: 2006, noviembre].

Stanford Medical Informatics, (2006). What is protege owl? [Documento en línea]. Disponible en: <http://protege.stanford.edu/overview/protege-owl.html> [Consulta: 2006, noviembre].

Tu, S. & Otros. (1994). Ontology-Based Configuration of Problem-Solving Methods and Generation of Knowledge-Acquisition Tools. [Documento en línea]. Disponible en: <http://citeseer.ist.psu.edu/530644.html>. [Consulta: 2006, noviembre].

University of Art and Design Helsinki. (2006). Fle3. [Programa de computación en línea]. Disponible en: <http://fle3.uiah.fi/download.html>. [Consulta: 2007, junio].

UNESCO. (2003). Education in and for the Information Society. [Documento en línea]. Disponible en: http://portal.unesco.org/ci/en/file_download.php/60a203d894a4002ada6bc3e4232d6d5ceducation.pdf. [Consulta: 2006, marzo].



Universidad Nacional Abierta (1991). Técnicas de Documentación e Investigación. Caracas: Autor.

Whitten, J., Bentley, L & Dittman, K. (2002). System Analysis and Design Method. (5ta edición). Estados Unidos de América. McGraw Hill.

Witkin, H. A. (1962). Psychological differentiation: Studies of development. New York: Wiley.

World Wide Web Consortium – W3C (2004). OWL Web Ontology Language Overview. [Documento en línea]. Disponible en: <http://www.w3.org/TR/owl-features/>. [Consulta: 2007, enero].

ZOPE.org (2005). Zope. [Programa de Computación en línea]. Disponible en: <http://www.zope.org/Products/> [Consulta: 2007, junio].

Nota: Este trabajo fue desarrollado de forma independiente por los autores y se toma como posible ambiente de aplicación a una institución de educación superior, que para este caso es la UNA, donde labora uno de ellos.

Sin embargo, las opiniones y conclusiones aquí expresadas no tienen que ser necesariamente compartidas por las autoridades de esta institución. Igualmente, los autores desean expresar su agradecimiento al Consejo de Investigación y Postgrado de la UNA, al Decanato de Postgrado de la USB y al FONACIT por el financiamiento que recibieron, que permitió presentar algunos avances de esta investigación, tanto en Congresos Nacionales como Internacionales.

El Prof. Luis Ramos, igualmente, desea expresar su agradecimiento a la Fundación Gran Mariscal de Ayacucho, por la beca que recibió, con la cual realizó sus estudios de Maestría, siendo este trabajo producto de sus investigaciones, bajo la tutela del Prof. Richard Gil.