



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS COMPUTACIONALES

# **Prototipo de Plataforma Web para la Gestión de la Nube de Auto-formación Basado en Ontologías**

Por:  
Br. Karla Moreno

Tutor: Prof. José Aguilar.

Abril 2013

©2013 Universidad de Los Andes Mérida, Venezuela

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo de sistemas de software se realiza en diferentes ámbitos para dar soporte a distintos problemas, el uso de estos en la educación es de suma importancia, es por ello que a medida que las tecnologías van evolucionando se presentan a su vez distintos problemas de comunicación por falta de entendimiento de las partes que están involucradas, lo cual trae como consecuencia problemas en cuanto a interoperabilidad, reutilización de información y compartimiento de la misma. Los nuevos sistemas y no solo los educativos tienen que ser capaces de solventar este tipo de problemas; una manera de resolver esto es crear un entendimiento compartido a través del uso de las ontologías, las cuales permiten establecer correspondencia y relaciones entre los diferentes dominios de entidades de información.

La Ontología es una antigua disciplina que se define como un esquema específico de categorías que refleja una visión específica del mundo. Desde el punto de vista informático, las ontologías especifican un vocabulario relativo a cierto dominio. Este vocabulario define entidades, clases, propiedades, predicados y funciones, además de las relaciones entre los componentes. Las ontologías se encargan de definir los términos utilizados para describir y representar un área de conocimiento, son utilizadas por los usuarios, las bases de datos y las aplicaciones que necesitan compartir información específica, es decir, en un campo determinado, como es el caso de los sistemas educativos. Además juegan un papel clave en la resolución de la interoperabilidad semántica entre sistemas de información y su uso.

Uno de los objetivos de usar ontologías en los sistemas es de comunicar información y esto se puede lograr a través del uso de los servicios web, que consisten en conjunto de aplicaciones o de tecnologías con capacidad para interoperar en la Web. Estas aplicaciones o tecnologías intercambian datos entre sí con el objetivo de ofrecer servicios. Los proveedores ofrecen sus servicios como procedimientos remotos y los usuarios solicitan un servicio llamando a estos procedimientos a través de la Web.

Los servicios proporcionan mecanismos de comunicación estándares entre diferentes aplicaciones, que interactúan entre sí para presentar información dinámica al usuario. Proporcionando interoperabilidad y extensibilidad entre estas aplicaciones, y permitiendo que al mismo tiempo sea posible su combinación para realizar operaciones complejas, usando una arquitectura de referencia estándar.

La iniciativa actual es combinar las ontologías con los servicios web, que contribuirá a estructurar y normalizar la terminología de un proyecto educativo para que pueda ser usado y proporcione diversos servicios. El objetivo es lograr una mayor interoperabilidad entre los componentes del sistema. La aplicación de las normas o estándares usados, permitirá realizar una mejor indexación y recuperación de recursos.

## **1.1 Definición y contextualización del problema**

En la ingeniería software se denomina aplicación web a aquellas aplicaciones que los usuarios pueden utilizar accediendo a un servidor web a través de Internet o de una intranet mediante un navegador. En otras palabras, es una aplicación software que se codifica en un lenguaje soportado por los navegadores web, y en la que se confía la ejecución de la aplicación al navegador. Actualmente son populares por lo práctico al permitir una comunicación más fluida y dinámica en la computación Cliente-Servidor.

Las plataformas educativas son una herramienta ya sea física, virtual o una combinación físico-virtual, que brinda la capacidad de interactuar con uno o varios usuarios con fines pedagógicos. Además, se considera un proceso que contribuye a la evolución del aprendizaje y de la enseñanza, que complementa o presenta alternativas en los procesos de la educación tradicional.

Las aplicaciones web o plataformas tecnológicas de los sistemas educativos actuales, se basan en cumplir ciertas tareas como lo son registro de estudiantes, consultas de notas, horarios y profesores, así como también consultas del plan de estudio. Ninguna de las aplicaciones educativas generalmente usadas en las universidades se preocupan de estudiar el comportamiento de los estudiantes en la carrera, es decir, no realizan un análisis constante para verificar por ejemplo el paradigma de aprendizaje más adecuado de acuerdo a las características del estudiante que van variando con el tiempo. Así como también las Universidades proponen planes de estudios rígidos en su totalidad, donde todos los estudiantes deben ver cierta cantidad de materias con un orden específico, para lograr un título.

La idea de una plataforma web en el ámbito educativo que sea dedicada al estudiante, que brinde flexibilidad y que además ofrezca recursos para completar

el aprendizaje, viene dada como soporte tecnológico a una visión desarrollada en el departamento de sistemas computacionales como proyecto de investigación que lleva por nombre “Proyecto Madre”, y que consiste en una Facultad Experimental de Ingeniería en Computación e Informática, basada en flexibilidad de la malla curricular, donde se presentan los 5 perfiles de estudio definidos por la IEEE, siendo estos Ciencias de la Computación, Ingeniería del Software, Ingeniería del Computador, Sistemas de Información y Tecnologías de Información. La definición de malla curricular flexible, consiste en dar al estudiante la opción de elegir los módulos o materias que desee ver, e irse forjando un camino académico que le generará un título específico, donde estos también varían en el nivel de formación, es decir, se da la opción de salir Técnico, Licenciado o Ingeniero de acuerdo con las unidades académicas que el estudiante decide.

Otra de las premisas del Proyecto Madre, y una de las más innovadoras en cuanto a los paradigmas de aprendizaje convencionales, consiste en un modelo pedagógico basado en el aprender haciendo, donde los estudiantes tendrán que plasmar sus conocimientos en obras o productos científico tecnológicos, que permiten asegurar que el estudiante realmente este adquiriendo los conocimientos del módulo o materia.

Dado a la definición de la idea del “Proyecto Madre” es necesario contar con una plataforma Tecnológica que de soporte a todas las premisas y que brinde los servicios que se ofrecen en la visión planteada.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo General**

- Desarrollar un prototipo de plataforma Web para la nube de autoformación, que soporte el dinamismo y flexibilidad de una malla curricular compuesta por los 5 perfiles de educación informática definidos por la IEEE/ACM, y

que además brinde acceso a distintos objetos de aprendizaje aplicando el paradigma ODA (Ontology Driven Architecture).

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Seleccionar los estándares, normas, reglas por los cuales se guiara la nube de autoformación.
- Diseñar el modelo de arquitectónico funcional para la gestión de conocimientos de la nube de Auto-formación
- Desarrollar las distintas capas ontológicas (CIM, PIM, PSM) siguiendo el paradigma ODA.
- Implementar los servicios de la plataforma con la característica de sistema orientado a componentes.

### **1.3 Justificación**

En primer lugar, se hace necesario mencionar los pocos proyectos e implementaciones encontradas referentes a aplicaciones web estudiantiles que analicen el comportamiento del estudiante a través de las ontologías y que además de prestan diversos servicios como consulta de notas, horarios, profesores y demás características de los sistemas convencionalmente usados. La mayoría de las plataformas, investigaciones, estudios o implementaciones realizadas se enfocan principalmente en el uso de ontologías para procesos de inferencia y reutilización de información de acuerdo a cierto dominio. Así mismo, durante la búsqueda de información se pudo apreciar que la mayoría de los estudios y aplicaciones desarrolladas que combinen el uso de ontologías con servicios web pertenecen a países como España, México, Argentina y otros, hallando una cantidad mínima de investigaciones, artículos e implementaciones en Venezuela.

En segundo lugar, desde el punto tecnológico, el uso de ontologías para aplicaciones web específicamente para un sistema universitario, educativo y que además haga uso de servicios web no ha sido completamente llevado a práctica, ya que los estudios encontrados hacen uso de la ontología para procesos de inferencia, buscadores de información o tan solo como base de conocimientos

para la automatización de procesos; por lo tanto la evolución del sistema educativo que se propone a través del “Proyecto Madre” genera la creación de una plataforma tecnológica que de soporte a las premisas propuestas. Al ser esta tecnología un híbrido tecnológico poco usado, existe actualmente una deficiencia de información y documentación en el área que puedan ayudar a la creación de posibles aplicaciones futuras que sirvan de base a nuevas propuestas tecnológicas.

En tercer lugar, la interoperabilidad entre sistemas y la reutilización de recursos son factores necesarios para obtener verdaderos beneficios en el uso de las tecnologías de información y comunicación (TIC) en la educación superior; ya que la educación está vinculada directamente con el avance tecnológico en búsqueda de mejores métodos para los procesos de enseñanza y aprendizaje. Los distintos paradigmas propuestos en el nuevo modelo educativo definido en el “Proyecto Madre” tendrían un importante impacto en los modelos actuales de educación perfilándose como una tendencia para aquellas organizaciones que busquen mejorar sus modelos educativos e innovar en tecnología. Para resolver estos problemas se hace uso de las ontologías que permiten el compartimiento y la reutilización de información, así como el uso de repositorios de objetos de aprendizaje, que consisten en recursos digitales que puede ser reutilizado para ayudar en el aprendizaje.

Por otra parte, desde el punto de vista tecnológico, el desarrollo de esta aplicación ayudará a mejorar la falta de documentación en cuanto al uso de ontologías con servicios web para proyectos relacionados con la educación.

Finalmente, este proyecto constituye una iniciativa para nuevas aplicaciones que ofrezcan servicios web y reutilicen información a través de los objetos de aprendizaje.

#### **1.4. Antecedentes**

En este apartado se hará mención de los distintos antecedentes encontrados a partir del año 2005. A continuación se citan dichos estudios siguiendo un orden en el área de desarrollo del tema y también cronológico:

En primer lugar como estudios relacionados con el tema ontológico encontramos el de Samper J. <sup>(1)</sup> en el año 2005 quien realizó un trabajo centrado en los Sistemas Inteligentes de Tráfico (ITS), orientados a facilitar información de tráfico al usuario, y que a su vez permitieran la gestión de la información, su tratamiento e intercambio, de manera eficaz entre los diferentes elementos que componen la arquitectura de servicios de información de tráfico, como los usuarios, aplicaciones, y proveedores de la información. En dicho estudio se realizó la construcción de una infraestructura ontológica cuyo dominio queda enmarcado en la información sobre tráfico vial; siendo esta el núcleo principal del trabajo, ya que por una parte, constituyen la ontología de dominio utilizada como soporte en el emparejamiento de servicios, y a su vez, conforman un mecanismo de descripción de los diferentes servicios de información de tráfico, los cuales son especificados mediante las referencias a conceptos descritos en estas ontologías. Además se expone un marco de trabajo para la conversión de portales Web convencionales de información en Servicios Web Semánticos (SWS) de manera que la información aportada pueda ser almacenada con la adición de significado consiguiendo a su vez, potenciar nuevas capacidades que en un principio no existían. El autor demostró que la integración de la Web Semántica y los Servicios Web suponen un pequeño escalón en el proceso de alcanzar la visión inicial de Web Semántica a partir de distintas fuentes de información así como de diversos recursos web.

Piña N. <sup>(2)</sup> en el año 2006 presenta un estudio del problema de registro y consulta electrónica de información pública catastral, enmarcado en la política del Estado Venezolano de controlar los recursos públicos. Donde el propósito de la investigación es proponer una Ontología espacio temporal de Registro Catastral venezolano como base para la creación de Sistemas de Información Territorial donde se construyó un prototipo de consultas reales a bases de datos inmobiliarias con tecnología de agentes de software. Se concluyó que una ontología definida para el dominio Registro Catastral venezolano podría facilitar el

desarrollo de aplicaciones orientadas al modelado semántico y de la información territorial, pudiendo implantarse sistemáticamente en cada municipio del país.

Quero A. <sup>(3)</sup> en el año 2007 realizó un estudio con el propósito de crear una ontología en lenguaje OWL basada en la Guía del cuerpo de Conocimiento de la Ingeniería de Software (SWEBOK), la cual contiene información acerca de un conjunto de procedimientos, técnicas y ayudas de documentación para el desarrollo de productos de software y que además puede ser utilizada para mejorar la productividad del desarrollo de sistemas y mejorar la confianza de los clientes finales en los mismos. Esta ontología esta soportada en un sistema Web que permite realizar búsqueda sobre los conceptos y tópicos, logrando así la optimización de la información. Adicionalmente, permite demostrar la aplicabilidad de una ontología en sistemas Web que pueden ser consultados a través de un navegador web por los usuarios.

Escobar C. <sup>(4)</sup> en el año 2010 presenta la investigación basada en una Ontología Web que permite definir, estructurar y trabajar sobre un vocabulario común para referirse a los diferentes conceptos del dominio, en este caso la Coordinación de Postgrado del Decanato de Ciencias y Tecnología de la UCLA, donde se le asocia un significado inequívoco y preciso a cada concepto. El autor concluye que los datos por si solos, sin tener una semántica asociada, no son de utilidad por resultar ambiguos; por lo tanto, hay que introducir esa semántica añadiendo datos que describen a su vez los propios datos. Sin embargo, para dar una descripción formal de contenidos, hace falta una Ciencia eficiente: las ontologías, apoyándose de las metodologías, las herramientas de desarrollo y los diversos frameworks.

En el área de los servicios web y las ontologías Aguirre N. <sup>(5)</sup> en el año 2011 realiza un estudio de cómo los servicios Web pueden interoperar combinando de manera automática sus funcionalidades a fin de resolver situaciones que así lo requieren. Empleando un agente dotado con capacidades semánticas por medio de diferentes razonadores y de las ontologías adecuadas al escenario elegido para el descubrimiento y combinación automática de los servicios. El aporte del

autor con esta tesis es establecer la manera en que la Web Semántica, descrita a través de agentes, ontologías y razonadores contribuye a una área de investigación activa como los servicios Web.

En cuanto a los servicios web, Herrera J. y Tapi M. <sup>(6)</sup> en el 2005 realizaron un estudio enfocado en la aplicabilidad de Web Services basada totalmente en XML y Software Libre, orientando de mejor manera a los estudiantes que han concluido sus estudios secundarios y se encuentran en el gran dilema de: “Qué carrera estudiar, a qué Universidad ir, en qué lugar”, cuestionamientos a los que se enfrentarán en algún momento los estudiantes que concluyen el bachillerato; por lo que los autores ofrecen una herramienta en donde las Universidades y Escuelas Politécnicas conjuguen la información de su Oferta Académica y se sirvan de la tecnología para que los estudiantes tomen una mejor elección de acuerdo a la Universidad, especialidad, título, modalidad, ciudad, nivel, duración, escogiendo la que mejor se acople a sus necesidades. Además los autores concluyen que constatan claramente cómo a través de los Web Services se comunican los ordenadores entre sí mediante XML, sin la intervención total del programador, y siendo completamente transparente para el usuario.

Noble Z. y Segovia K. <sup>(7)</sup> en el año 2008 realizaron un estudio cuyo objetivo se basaba en realizar el pronóstico del clima para una fecha determinada con la obtención, análisis y procesamiento de datos históricos sobre temperatura y precipitación. Para los autores fue posible desarrollar un agente inteligente utilizando la tecnología de Web Services para permitir la obtención del pronóstico del clima y de esta forma ayudar a las personas a que estén preparadas para eventuales cambios climáticos. Entre las conclusiones del trabajo, determinan que el uso de la tecnología de Servicios Web XML (Web Services) para la implementación del agente inteligente que realiza el pronóstico del clima permite, que los servicios definidos sean usados por otras aplicaciones sin importar la plataforma en la que estén desarrolladas dichas aplicaciones, debido a que ese es el propósito de los Servicios Web, que estén disponibles y que puedan ser accedidos por todos.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

En esta sección del trabajo se presentarán los avances científicos que preceden a esta investigación, relacionados con el objeto de estudio (antecedentes) y las bases teóricas pertinentes al tema.

#### **2.1. Bases teóricas y conceptuales**

##### **2.1.1.- Fundamentos Teóricos del Proyecto Madre**

*2.1.1.1.- Definición del Proyecto Madre*

*2.1.1.2.- Organización en Nubes*

*2.1.1.2.1 Nube de Formación*

*2.1.1.2.2 Nube de Paradigmas de Aprendizaje*

*2.1.1.2.3 Nube de Fuentes de Conocimiento*

*2.1.1.3.- Estructura Organizacional*

##### **2.1.2.- Fundamentos Teóricos de Ontologías**

*2.1.2.1.- Definición de ontología*

*2.1.2.2.- Tipos de ontologías*

*2.1.2.3.- Componentes de las ontologías*

*2.1.2.4.- Ingeniería ontológica*

*2.1.2.5.- Aplicaciones de la ontología*

*2.1.2.5.1 Aplicación de las ontologías en la Web Semántica*

2.1.2.5.2 Aplicación de las ontologías en Ingeniería del Conocimiento

2.1.2.5.3 Aplicación de las ontologías en Sistemas de Información.

2.1.2.6.- *Ventajas del uso de las ontologías*

2.1.2.7.- *Arquitectura guiada por ontologías*

### **2.1.3.- Los Web Services**

2.1.3.1. *Definición de los Servicios Web*

2.1.3.2. *Componentes de los Servicios Web*

2.1.3.2.1 Web Services Description Language (WSDL)

2.1.3.2.2 Simple Object Access Protocol (SOAP)

2.1.3.2.3 Universal Description, Discovery and Integration (UDDI)

2.1.3.3. *Características de los Servicios Web*

2.1.3.4. *Arquitectura de los Servicios Web*

2.1.3.5. *Servicios y Protocolos de los Servicios Web*

## **2.1. Bases teóricas y conceptuales**

### **2.1.1.- Fundamentos Teóricos del Proyecto Madre**

2.1.1.1.- *Definición del Proyecto Madre*

El Proyecto Madre está basado en la creación de una Facultad Experimental de manera tal que permita ir construyendo un espacio en el que-hacer universitario desde la reflexión sobre el deber ser universitario. Esa condición de experimental permite una reflexión-acción permanente sobre el modo de hacer universitario, tal que la Facultad se vaya ajustando a los resultados maduros de ese proceso. Además, por las características de la propuesta se requerirán condiciones particulares (organizacional, infraestructura, recurso humano, entre otras.) que soporten las actividades que se lleven a cabo en la misma, las cuales en las estructuras clásicas actuales de las Facultades de nuestra universidad no es posible conjugar. Algunas de ellas son: la dinámica de la Facultad es centrada en los grupos de investigación, las mallas curriculares son flexibles, el modelo

pedagógico es basado en un aprender haciendo cuyas necesidades de soporte a dicho modelo es emergente, es basado en un proceso de auto-formación, etc.

La Facultad Experimental a crear será una Facultad en Ciencias y Tecnologías para conjugar en su hacer actividades científicas, de reflexión y de desarrollo de tecnologías. En ese sentido, un elemento pilar son los grupos de investigación, sobre ellos gravitará todo el que-hacer de la Facultad, particularmente la gestión del conocimiento del área de formación y el desarrollo de las obras o productos tecnológicos, derivados del proceso de enseñanza “aprender-haciendo”. La organización de la Facultad debe estar concebida para darle soporte a esos dos aspectos de los grupos de Investigación. Ahora bien, en general la estructura organizacional de la Facultad debe responder al concepto de “nube” plasmado aquí.

Finalmente, será una Facultad en Sistemas Computacionales y Telecomunicaciones para abarcar todo el espectro posible del hacer en esas áreas como los son el desarrollo de software, arquitectura de computadores, sistemas de comunicaciones, entre otras. La justificación para dedicar la Facultad a ese ámbito del conocimiento es que el que-hacer de base del Departamento de Computación de donde nace la idea de la Facultad es en esas áreas (sus grupos de investigación, la opción de Ciencias de Computación de la carrera de Ingeniería de Sistemas que dirige, la Maestría de Computación que está bajo su responsabilidad, etc., abarcan algunas de las áreas en Ciencias Computacionales y Comunicacionales), que a nivel nacional existen carreras en diferentes Universidades que abarcan aspectos de formación que son híbridos de los cinco perfiles que a nivel mundial se han venido estableciendo en esta área (no hay carreras con perfiles según lo establecido por la IEEE/ACM como estándares de formación, ni tampoco un mecanismo de acreditación/estandarización de las carreras en esta área en nuestro país), y que esta área es vital para el desarrollo de una nación (prácticamente todas las actividades en las sociedades modernas son mediadas por objetos tecnológicos vinculados a esta área).

### 2.1.1.2.- Organización en Nubes

La propuesta se basa en la conformación de nubes, las cuales responden a ciertas cualidades que en las mismas se dan, llamado el “efecto nube”: sus dinámicas internas se van moviendo con el viento (con el acontecer mundial y nacional, con la industria, etc.). Dichas cualidades dinamizan las actividades, el que-hacer, etc., que en el seno de las mismas van emergiendo, pero además permiten que se vayan entrecruzando entre ellas, generando una poderosa sinergia educativa. Así, el concepto de nube es usado como metáfora para indicar que es un espacio difuso en el que libremente se puede navegar, se puede caminar, cuyas fronteras no están claramente definidas o indicadas, y cuyos elementos constitutivos pueden aparecer o desaparecer, así como las interrelaciones que se dan entre ellos. Específicamente, serán una acumulación de cosas en un ámbito dado (mallas curriculares, fuentes de conocimiento, etc.) que representan la abundancia de ese algo necesario para la realización de los objetivos perseguidos con esa nube. Así, se habla más de “densidad” que de “estructura”, permitiendo que esta última surja de las dinámicas internas que se den en cada nube, con cualidades como:

- No hay un camino único de recorrido en ellas.
- Se puede detener en ella sin perder de vista a la nube (grupo) como un todo.
- Al navegar en ella se deja cierta oportunidad al caos, al igual que haría una partícula en una nube. Este caos controlado se traduce en creatividad, conectividad entre conceptos e ideas que en una malla tradicional no se pueden hacer.

De esta manera, el aprendizaje se basa en conectar a alumnos, docentes, tecnólogos, fuentes de conocimiento, estrategias de aprendizaje, a través de

formas creativas y productivas que hacen la generación de conocimiento más agradable, apasionante.

## 2.1 Nube de Formación:

Esta nube es la que navega quien se forma, en un proceso en el que va explotando todo lo que le ofrecen las nubes de aprendizaje y de conocimiento, para que de forma autónoma vaya construyendo su formación. El estudiante va construyendo su propia malla curricular, y va navegando a través de ella, la nube debe permitir esta navegación de una forma directa y natural. Esa formación se da a través de un construir, de un hacer, en el cual se va plasmando todo ese conocimiento que va adquiriendo, desde un modelo pedagógico del tipo “aprender haciendo”. En general, algunas de las cualidades que caracterizan esa nube son.

- Está conformado por un conjunto de módulos de formación que pueden constituir una materia, pero pueden ser tomados/estudiados individualmente. De esta manera, ellos son auto-contenidos. Cada módulo va aportando créditos de conocimiento en vías a la obtención de algún tipo de diploma, y tiene un conjunto de pre-requisitos claramente definidos.
- Los posibles diplomas a obtener en un recorrido de formación son caracterizados por un número mínimo de créditos que se van obteniendo en áreas específicas. Los créditos son de dos tipos: créditos de conocimiento y créditos tecnológicos, más adelante ahondamos en detalles sobre los mismos. Cada diploma (técnico medio, técnico superior, ingenieril, especialización, maestría, etc.) tendrá claramente definido los créditos a obtener en áreas específicas para optar a ese diploma. Estas áreas estarán inspiradas en las definidas por IEEE/ACM curricula (área de Fundamentos de Programación, área de Arquitectura y Organización de Computadora, etc.), con otras áreas transversales vinculadas a aspectos humanísticos, sociales, etc.
- Se proponen caminos a seguir (perfiles de formación) para conseguir competencias específicas (por ejemplo, en Ingeniería de Software, en

Ciencias de la Computación, maestría en Bioinformática, etc.), pero el estudiante es autónomo y va guiando su propio proceso de autoformación, pudiendo hibridizar su formación. Los diplomas serán únicos (ingeniero, licenciado, técnico medio, máster, etc.), con un certificado anexo indicando el perfil de formación (por ejemplo, si se siguió el camino propuesto en Ingeniería de Software será en eso el certificado específico). Los perfiles de formación estarán inspiradas en las definidas por IEEE/ACM curricula (Ingeniería de Software, Ingeniería del Computador, etc.), en el acontecer mundial en esta área (por ejemplo, Maestría en Bioinformática, en Ambientes Inteligentes, etc) y otras que emerjan por las necesidades nacionales (por ejemplo, Computación Petrolera, etc.)

- Cada estudiante explotará los recursos provistos por las otras nubes en ese navegar por esta nube, y se le irá certificando lo que va estudiando. Además, debe ir construyendo en su camino una obra (se entenderá al desarrollo de un proyecto, producto, objeto, para lo cual utiliza todo el conocimiento adquirido en los créditos académicos), en la cual irá plasmando el conocimiento adquirido y mostrando las virtudes obtenidas en su proceso de auto-formación. Desde ese hacer se le acreditan los respectivos créditos científicos/tecnológicos.
- El paradigma de base es la inclusión de todos, entendiéndose por eso que cualquiera puede entrar a la nube de formación. Quien entre a la nube de formación debe estar consciente de los pre-requisitos exigidos por los módulos de las materias. Esos pueden ser cubiertos por cursos previos, pueden haber sido adquiridos por procesos de auto-formación, o eventualmente pueden ser cubiertos durante la realización del módulo. En este último caso, es responsabilidad del que aprende de adquirirlos. Según el nivel de avance que tenga un individuo en la obtención de créditos, etc. se alcanza uno u otro título.
- Las formas de acreditaciones del conocimiento son diversas, pudiéndose usar las tradicionales de exámenes y trabajos, como aquellas que emerjan

desde la nube de aprendizaje. En cuanto a los créditos tecnológicos, reflejados en la obra que este ejecutando quien se esté formando, debe reconocerse en esa obra ese conocimiento que ha adquirido, desde los principios de “aprender haciendo”. Para ello, esa obra deberá defenderse y mostrarse ante un jurado público.

- Debe ser lo más flexible posible, posibilitándose la incorporación de nuevos módulos (actualización curricular), caminos posibles a recorrer (perfiles de formación), etc. Así, estamos hablando de Mallas curriculares flexibles. (varios perfiles), donde los estudiantes pueden cumplir créditos a lo largo de uno a más de ellos, o pueden cumplir una cantidad de créditos mínimos y graduarse, sin necesariamente estar asociados a un perfil en particular. Además, los estudiantes no deben esperar para graduarse en 3, 4 o 5 años, ellos acumulan créditos y pueden salir a buscar trabajo en cualquier momento, con los créditos que tienen hasta los momentos.
- Debe ser posible integrar áreas distintas que coadyuven a su formación profesional integral (por ejemplo, es permisible que un estudiante tome créditos de otras carreras como el caso de neurofisiología fundamental para computación inteligente), todo con la visión de fomentar una educación transdisciplinaria en la que los ingenieros puedan manejar conocimientos externos a los asociados con el perfil principal de la carrera.

En cuanto a los créditos, hemos hablado de dos tipos, los cuales son:

- Créditos académicos o de conocimiento: corresponden a los créditos que se obtienen por adquisición de conocimiento a través de cursos, talleres, experiencias, pasantías, etc. Esos créditos se corresponden a módulos específicos de conocimiento, que pueden formar una materia o ser vistos individualmente. En general, todo diploma tendrá definido tres tipos de créditos académicos: créditos de conocimiento de base, créditos de conocimientos intermedios y créditos de conocimientos avanzados (especializados). La forma de adquisición de conocimiento puede ser

siguiendo estrategias de aprendizaje presenciales, a distancia, etc. y para la obtención de los mismos podrán regir lógicas distintas, usarse fuentes de conocimiento diversas, según lo establecido en la nube de conocimiento.

- Los créditos tecnológicos son los derivados de la evaluación de la obra que venga realizando el estudiante, sobre la cual debe plasmar ese conocimiento adquirido. Estos créditos son la base del paradigma “aprender haciendo”, necesarios para garantizar el proceso de retroalimentación del modelo pedagógico a implantar. En ese sentido, la obtención de esos créditos debe reflejar el proceso de acompañamiento que se haga localmente en el obrar del estudiante, los procesos de enriquecimiento del conocimiento local por el conocimiento usado en la obra, las competencias adquiridas por el estudiante, la capacidad de integración de diversos conocimientos (multidisciplinariedad), el reconocimiento de lo virtuoso de la obra, entre otras cosas. Para la obtención de esos créditos jugarán un papel fundamental los grupos de investigación de la Facultad. Serán en el seno de ellos donde se darán todos los procesos vinculados a las obras. En general, los créditos podrán ser obtenidos a través de seminarios, artículos, y por supuesto, de manera obligatoria en la misma obra desarrollada. Es bueno aclarar que cada uno de los aspectos señalados antes (artículos, producto tecnológico, etc.) deben reflejar en su contenido ese conocimiento adquirido a través de los créditos académicos. Estos créditos también serán de varios tipos: créditos iniciales de definición de la obra, créditos del proceso de concepción de la obra, y créditos de consumación de la obra. Los mismos serán obtenidos durante el proceso de formación del estudiante.

En cuanto a los programas de estudio de los perfiles de formación, deben poseer las siguientes cualidades:

- Deben reflejar la integridad del conocimiento de la disciplina del área de Ciencias Computacionales caracterizada por ellos.
- Deben responder rápidamente a los cambios tecnológicos.

- Deben caracterizar claramente las capacidades específicas que los estudiantes obtendrán.
- Deben promover la innovación y la creatividad.
- Deben proporcionar a los estudiantes que culminaron con una experiencia de aplicación de sus habilidades y conocimientos para resolver problemas reales (a través de la obra) de manera colaborativa.

El docente en este caso:

- Asume el rol de acompañante en los procesos de enseñanza-aprendizaje, y no instructor de contenidos conceptuales.
- Es orientador: el eje vertebrador de la acción educativa es el individuo y no los contenidos. Eso implica que el docente debe poseer un perfil de orientador de procesos de formación integral del alumnado. Así, ayuda, propone nuevas actividades, guía el aprendizaje, clarifica dudas, expone información, acompaña al alumno en la adquisición de nuevos aprendizajes, capacidades y habilidades, etc.
- Es investigador, ya que su papel como científico en la obra es vital, insertándose en su hacer de manera natural. Así, desde la obra se da un proceso de retroalimentación entre el investigador y el estudiante como compañeros de viaje en el hacer de un área de conocimiento.
- Es capaz de producir y de guiar el desarrollo de una obra. Además, no es un científico puro o un teórico puro, sino que conjuga aspectos de ambas cosas. Por eso, debe ser capaz de respaldar, apoyar, reconocer, tanto los créditos académicos como los créditos tecnológicos de los estudiantes.

Eso implica que los estudiantes deben asumir algunas responsabilidades acerca de su propio aprendizaje, planteando iniciativas, propuestas de tareas, etc. (establece un contrato de aprendizaje). Es una educación sin la necesaria presencia física del docente, interviniendo para asesorar, brindar tutoría, mediante guías de trabajo, aclaración de dudas, evaluación.

#### 2.1.1.2.2 Nube de Paradigmas de Aprendizaje

En esta nube aparecerán los paradigmas, las estrategias y las herramientas de aprendizaje. Su objetivo es aportar los mecanismos de aprendizaje necesarios para el proceso de auto-formación del estudiante. Ella guiará las dinámicas de auto-formación, establecerá formas de acreditar cursos, posibilitará maneras de construir esa obra, espacios de intercambio, de trabajo colaborativo, de construcción colectiva del conocimiento, entre otras cosas. Permitirá navegar entre el mundo presencial y virtual en el proceso de aprendizaje, garantizando elementos humanísticos en el ambiente de aprendizaje. En específico, desde esta nube se generan actividades que permitan la inclusión de ejes transversales vinculados al ámbito humanístico, a las artes y creatividad, a la innovación, etc., de tal manera de formar ingenieros capaces de reconocer su entorno social.

Las herramientas y servicios que preste/contenga esta nube debe posibilitar alcanzar las metas vinculadas a la adquisición de forma autónoma de conocimiento, competencias, etc. Además, esta nube debe proveer todo el soporte en Tecnologías de Información para la gestión de cursos, conocimiento, proyectos, etc., así como salones Ágiles, que estimulen el trabajo y la organización en equipo, alrededor de obras. Algunas cualidades de este módulo son:

- Se inspirara en paradigmas del “aprender haciendo”, buscando una participación activa de quien se forma en la constitución de una obra, la cual puede ser artística, tecnológica, científica, etc.
- En ese sentido, todos las formas de aprendizaje que promuevan el aprender haciendo (aprendizaje activo, RAIS, aprendizaje ágil, aprendizaje combinado, etc.) son formas posibles para dinamizar esta nube.
- El trabajo colaborativo, el compartir conocimiento, el trabajo multidisciplinario, serán aspectos que deben enriquecer el proceso de enseñanza. Esas competencias deben ser promovidas por las diferentes estrategias, herramientas, etc. que constituyan esta nube.
- Se requiere de multitud de herramientas y aplicaciones de Internet para gestionar espacios compartidos, toma de decisiones comunes, asignación

de tareas y responsabilidades, votaciones, gestión de grupo, seguimiento de obras / proyectos, entre otros.

El proceso de aprendizaje que se da en esta nube se enriquece permanentemente, conectando a alumnos, docentes, tecnólogos, etc. en formas creativas y productivas que hacen que el caldo de cultivo del conocimiento se vuelva más agradable, más intenso y apasionante. Los rasgos específicos de ese proceso de aprendizaje son:

- Interconectado: es fundamentalmente el aprendizaje en red.
- Conversacional: La red propicia y fomenta la conversación entre personas. Así, estamos hablando de conversaciones entre nodos de la red.
- Distribuido: la transferencia de conocimiento no es jerárquica ni unidireccional. Además, no existen roles definidos de aprendiz y maestro. En ese sentido, los investigadores/profesores son otros actores que desde su hacer siguen acumulando créditos académicos y científicos/tecnológicos.
- Colaborativo: co-creación de conocimiento a partir de las múltiples aportaciones y conversaciones entre los diversos nodos que colaboran unidos por un interés común. El conocimiento surge de la comunidad, es decir, es un conocimiento social fruto de la inteligencia colectiva. Dicho conocimiento es plasmado en las múltiples obras en realización.
- Líquido: La generación de conocimiento no es un proceso con principio y final, es continua, supone el abandono de la búsqueda de metas estáticas y definitivas. Así, es un estado “beta permanente”.
- Abierto: el conocimiento que se genera debe ser abierto. El valor no reside en proteger y acumular sino en compartir, ya que es la manera de asegurar que éste se mantenga vivo y siga evolucionando.
- Emergente: suele producirse de forma espontánea. Es un aprendizaje auto-liderado, que se debe más a razones de curiosidad, motivación, interés personal / colectivo.

- Ubicuo: el aprendizaje pueda tener lugar prácticamente en cualquier momento y lugar, lo que facilita una mayor integración entre información y experiencia práctica.
- Personalizable: El aprendizaje se adapta el perfil del individuo en función del reconocimiento de sus cualidades/habilidades particulares (a partir de las cuales se establecen sus propios modos de aprendizaje, límites en los procesos de enseñanza, etc.), sin dejar de fomentar las dinámicas colaborativas que permiten la complementariedad para lograr objetivos comunitarios. La gestión del conocimiento individual/colectivo pasa a ser una responsabilidad del individuo y del entorno social.
- Colectivo, se produce conocimiento colectivo que es libre, que es patrimonio de la humanidad, que es responsabilidad de todos y del cual todos debemos velar.
- Multidisciplinario: Las áreas “puras” de conocimiento se rebelan insuficientes para abordar determinados temas y requieren la integración de múltiples disciplinas (por ejemplo: Bioinformática mezcla Biología, Informática y Estadística). Así, el valor del conocimiento puro cae ante el valor de la diversidad. En este aspecto son fundamentales los ejes transversales así como la posibilidad de tomar créditos de otras carreras.

Esta nube debe garantizar que estas cualidades del proceso de aprendizaje se den a través de los paradigmas, estrategias y herramientas que ella provea. Debe permitir un aprendizaje activo (volar un aeroplano, ya sea en un simulador o realmente), no pasivo (escuchar a los instructores de vuelo o leer los libros de instrucciones para volar un avión), a través de estrategias instrucciones que conllevan a los estudiantes a hacer y pensar sobre lo que hacen. Algunas ideas al respecto que en esta nube se deben promover son:

- Actividades que conlleven a un hacer más que a escuchar pasivamente un curso, una conferencia.

- Estrategias que incluyan ejercicios en los que los estudiantes apliquen el conocimiento a situaciones de la vida real, problemas concretos, etc.
- Mecanismos que conlleven a un Aprendizaje Significativo, aprendizaje en el que el estudiante relaciona el conocimiento con otros conocimientos, con otras experiencias, o con actividades o hechos de su cotidianidad.
- Dinámicas que coadyuven a un Aprendizaje Relevante, aprendizaje que provoca que el estudiante reestructure sus anteriores esquemas mentales. Así, el nuevo contenido asimilado permite adquirir nuevas habilidades más complejas.

#### 2.1.1.2.3 Nube de Fuentes de Conocimiento

Está constituido por todo el conocimiento esparcido a través del mundo, en todas sus formas, desde todas las fuentes posibles. Su objetivo es posibilitar el mayor acceso al conocimiento disponible a nivel mundial, pero desde una mirada crítica al mismo. Las metodologías, herramientas y técnicas que conforman esta nube deben posibilitar el acceso crítico a ese conocimiento, según las dinámicas/actividades establecidas en las otras nubes. Así, no estamos hablando de un acceso pasivo, neutro, al conocimiento, sino crítico, visto además desde ese proceso de auto-formación según la dinámica curricular establecido en la nube de formación, y desde el proceso de aprendizaje dictado por la nube de aprendizaje. En esta nube, los aspectos humanísticos y sociales de formación juegan un rol fundamental, ya que son los que permitirán una aproximación al conocimiento con el ojo crítico del papel de la ciencia y tecnología en la sociedad. En ese sentido, el proceso de adquisición de conocimiento será desde el paradigma de apropiación del conocimiento, el cual está conformado por los siguientes aspectos, fundamentales a develar por las estrategias establecidas en esta nube:

- La obtención de todo el conocimiento de base detrás de un área cognitiva, un producto tecnológico, una teoría; además del conocimiento necesario para usarlo, para explotarlo, etc. en una obra.

- El análisis del contexto, la realidad social, etc. en el cual se realizó el desarrollo de ese conocimiento, esa obra tecnológica, así como su impacto, su influencia, etc. a través del tiempo en la sociedad.

Así, no es meramente el acceso al conocimiento, adquirirlo pasivamente, sino que como ciudadano de este mundo se debe ser capaz de analizar todos los aspectos que abarcan dicho conocimiento. Esta nube requerirá de herramientas para organizar, analizar, explotar, criticar, dicho conocimiento (es decir, de gestión del conocimiento). Esas herramientas deben posibilitar lo establecido en la nube de aprendizaje (paradigmas, estrategias, etc.) y en la nube de formación (auto-formación, etc.). Esto permitirá hacer énfasis en la adquisición de conocimientos, en las destrezas para usarlo y reflexionar sobre él, y la actitud como ciudadano para reconocerlo en el contexto social donde este inmerso.

Algunos aspectos resaltantes a nivel de las posibles fuentes de conocimiento son:

- Deben ser en la medida de lo posible auto-contenidas.
- Deben estar vinculados a los módulos establecidos en la nube de formación para algunos de los posibles diplomas.
- Deben ser posibles validar, verificar, dichas fuentes.

Algunos ejemplos de fuentes de conocimientos son:

- Formas virtuales: cursos en línea en la web, programas de formación a distancia, talleres, etc.
- Cursos presenciales: cortos, escuelas de formación, cursos clásicos, etc.
- Laboratorios y centros de investigación: en estos casos se requerirán de mecanismos de validación de las pasantías realizadas en dichos espacios.

### *2.1.1.3.- Estructura Organizacional*

El paradigma de nubes nos obliga a pensar en un conjunto de unidades que coadyuven, que posibiliten, las dinámicas que están detrás de cada nube. De esta manera, se requerirá de una estructura organizacional en la Facultad que posibilite el hacer de ellas. Algunos posibles componentes de esa estructura organizacional

serían (el nombre de unidad es para definir a cualquier dependencia que se establezca como elemento atómico organizacional):

- Unidad de Ordenación Académica: responsable de la reflexiones y definiciones de los diplomas posibles a impartir (carreras técnicas, docencia de pregrado, estudios de Postgrado, y en general todos los diplomas que se impartan). Además, es responsable de las tareas de Acreditación y Evaluación de Carreras, definición de nuevas titulaciones, etc.
- Unidad de recursos docentes: estudia los diferentes paradigmas Pedagógica, de Accesibilidad del conocimiento, etc. A partir de ellos, define políticas a ser implementadas en la nube de aprendizaje que coadyuven los paradigmas que se vayan definiendo como perentorios, así como los requerimientos y actividades requeridas para su implantación.
- Unidad de Investigación: coordina las actividades de los grupos de investigación, garantiza la sinergia entre ellos, visualiza los proyectos donde las obras de los estudiantes se deben dar, etc.
- Unidad para la Evaluación: de la calidad de la docencia, del profesorado, del quehacer universitario, etc.: responsable de todas las actividades que permitan estudiar, valorar el hacer de la facultad. Así, la definición de métricas, la implementación de mecanismos de medición, la discusión de resultados de procesos de evaluación, definición de políticas de acción de mejoramiento académico, entre otras cosas, están entre sus actividades.
- Unidad de Asuntos Administrativos: responsables de las áreas de economía, finanzas, y en general, de todos los aspectos de Gestión Institucional.
- Unidad de Extensión Universitaria: responsable de la relación con el entorno social. Debe establecer mecanismos de difusión del quehacer de la Facultad, así como de relación con la Comunidad. Un aspecto fundamental, propio por las obras que se puedan derivar, es la Extensión Cultural.

- Unidad de Asuntos Estudiantiles: responsable de velar por el hacer de los estudiantes. En ese sentido, debe coadyuvar a la armonía de la vida estudiantil con los principios de aprendizaje activo.
- Unidad de Infraestructura y servicios: responsable de la gestión de los Centros de Cálculo, de las herramientas y recursos informáticos docentes, de las redes, etc. Ella recoge los requerimientos de las otras unidades (por ejemplo, de la unidad de recursos docentes) y desde un hacer de investigación-acción provee las herramientas demandadas.
- Unidad de relación con el exterior: su responsabilidad es establecer convenios de trabajo, programas de cooperación, de relacionarse con los graduados, de las Relaciones Internacionales, etc. Además, del establecimiento, debe garantizar el hacer que se derive de esos convenios (que no sea letra muerta)
- Unidad de Infraestructura Productiva: es la responsable de definir, gestionar, articular, Proyectos Especiales, proyectos industriales o sociales, etc. Con los diferentes actores de la Facultad. Además, debe promover, articular la participación de la facultad a partir de su hacer con los proyectos de su entorno social.
- Unidad de Apropiación del conocimiento: es la responsable de los cursos transversales, que a su vez lleven implícito la capacidad de criticar, reflexionar, contextualizar, ese conocimiento. En ese sentido, debe dinamizar todos los procesos de articulación de las reflexiones sobre la Ciencia, tecnología y Sociedad (cursos, conversatorios, herramientas de gestión de conocimiento a usar, etc.), Su principal función es cultivar el área de Informática Social.

## **2.1.2.- Fundamentos Teóricos de Ontologías**

### *2.1.2.1.- Definición de ontología*

Desde hace mucho tiempo, el término ontología se ha empleado en el campo de la filosofía y hace varias décadas tomó especial interés en el campo de la

Inteligencia Artificial (IA). En la actualidad, ha adquirido un nuevo impulso debido al desarrollo de la Web Semántica, proyecto cuya idea principal es transformar la red en un espacio de conocimiento además de un espacio de información. En este proyecto, convergen la IA y las tecnologías Web y se proponen nuevas técnicas y paradigmas para la representación del conocimiento que contribuyan a la localización e integración de recursos a través de la www <sup>[2]</sup>. La Web Semántica se apoya en la utilización de ontologías como vehículo para cumplir este objetivo <sup>[3]</sup>.

Numerosas son las definiciones de ontologías, entre las que destacan dos referidas al campo de la filosofía y la IA:

(<sup>1</sup>) En la filosofía, disciplina que trata sobre la teoría de la existencia, el Diccionario de la Real Academia (DRAE) define ontología como: "Parte de la metafísica que trata del ser en general y de sus propiedades trascendentales". Desde esta perspectiva, una ontología estudia las categorías fundamentales del ser.

(<sup>2</sup>) En la Inteligencia Artificial, disciplina que trata sobre cómo lograr que las computadoras realicen tareas que, por el momento, los humanos hacen mejor, una definición de ontología ampliamente aceptada es la siguiente:

"Especificación formal y explícita de una conceptualización" <sup>[3]</sup>. En este contexto, una ontología define un vocabulario común que describe en un dominio específico conceptos básicos y las relaciones entre ellos.

Se agrega expresividad a esta última definición complementándola de la siguiente manera <sup>[4]</sup>:

- Conceptualización: modelo abstracto de un fenómeno, que generalmente se expresa como un conjunto de conceptos (entidades, atributos, procesos), sus definiciones e interrelaciones.
- Formal: organización teórica de términos y relaciones usados como herramienta para el análisis de los conceptos de un dominio.
- Compartida: captura conocimiento consensual que es aceptado por una comunidad.
- Explícita: se refiere a la especificación de los conceptos y a las restricciones sobre estos.

### 2.1.2.2.- Tipos de ontología

Las ontologías se pueden clasificar considerando diferentes criterios. En este particular, se hace referencia a las categorizaciones proporcionadas por <sup>[5]</sup>, <sup>[6]</sup> y <sup>[7]</sup>:

En <sup>[5]</sup> se ofrece tres dimensiones sobre las cuales varían los tipos de ontologías, a saber:

- Formalidad: referido al grado de formalismo del lenguaje usado para expresar la conceptualización, como altamente informal, informal estructurada, semi-formal y rigurosamente formal.
- Propósito: referido a la intención de uso de la ontología, entre las que se tienen aquellas para la comunicación entre personas, ontologías para la interoperabilidad entre sistemas y por último, las ontologías para beneficiar la ingeniería de sistemas.
- Materia: para expresar la naturaleza de los objetos que la ontología caracteriza. Con respecto a esta dimensión, las ontologías pueden ser: de dominio, de tarea y de representación.

Según <sup>[6]</sup>, las ontologías pueden clasificarse de acuerdo a la cantidad y tipo de estructura de la conceptualización en:

- Ontologías terminológicas: especifican los términos que son usados para representar conocimiento en el universo del discurso. Suelen ser usadas para unificar vocabulario en un campo determinado.
- Ontologías de información: especifican la estructura de almacenamiento de bases de datos. Ofrecen un marco para el almacenamiento estandarizado de información.
- Ontologías de modelado del conocimiento: especifican conceptualizaciones del conocimiento. Contienen una rica estructura interna y suelen estar ajustadas al uso particular del conocimiento que describen.

Según su dependencia y relación con una tarea específica desde un punto de vista, en <sup>[7]</sup> se clasifican las ontologías en:

- Ontologías de Alto nivel o Genéricas: describen conceptos más generales.

- Ontologías de Dominio: describen un vocabulario relacionado con un dominio genérico.
- Ontologías de Tareas o Técnicas básicas: describen una tarea, actividad o artefacto.
- Ontologías de Aplicación: describen conceptos que dependen tanto de un dominio específico como de una tarea específica, y generalmente son una especialización de ambas.

### 2.1.2.3.- Componentes de las ontologías

Una ontología es una herramienta conceptual que define un vocabulario común para quien necesita compartir información dentro de un determinado dominio. Esto incluye definiciones de los conceptos básicos del dominio, así como sus relaciones, que tienen que ser interpretables por máquinas <sup>[8]</sup>. En este sentido, la ontología está constituida por un vocabulario específico utilizado para describir una cierta realidad.

Producto de la revisión de la bibliografía especializada se aprecia que los componentes de una ontología varían según el dominio de interés y las necesidades de los desarrolladores. A continuación, se presentan los componentes de las ontologías que se describen en <sup>[9]</sup>, <sup>[8]</sup> y <sup>[10]</sup>.

- Clase o tipo: son la base de la descripción del conocimiento en las ontologías ya que detallan los conceptos del dominio. La clase se refiere a un conjunto de objetos (físicos, tareas, funciones, entre otros) y cada objeto en una clase es una instancia de esa clase. Desde el punto de vista de la lógica, los objetos de una clase se pueden describir especificando las propiedades que éstos deben satisfacer para pertenecer a esa clase. Una clase puede ser dividida en subclases, las cuales representarán conceptos más específicos que la clase a la que pertenecen. Una clase cuyos componentes son clases, se denomina superclase o metaclass.
- Relaciones: se establecen entre conceptos de una ontología para representar las interacciones entre éstos. Definidas por lo general como el

producto cartesiano de n conjuntos:  $R: C_1 \times C_2 \times \dots \times C_n$ . Algunas de las relaciones más utilizadas son:

- (a) Instancia de: asocian objetos a clases;
  - (b) Relaciones temporales: implican precedencia en el tiempo y
  - (c) Relaciones establecen conexiones espaciales entre conceptos.
- Instancias o individuos: son objetos, miembros de una clase, que no pueden ser divididos sin perder su estructura y características funcionales. Pueden ser agrupados en clases.
  - Propiedades o slots: los objetos se describen por medio de un conjunto de características o atributos que son almacenados en los slots. Éstos almacenan diferentes clases de valores. Las especificaciones, rangos y restricciones sobre estos valores se denominan características o facetas. Para una clase dada, los slots y las restricciones sobre ellos son heredados por las subclases y las instancias de la clase.
  - Taxonomía: conjunto de conceptos organizados jerárquicamente. Las taxonomías definen las relaciones entre los conceptos, pero no los atributos de éstos.
  - Axioma: elementos que permiten el modelado de verdades que se cumplen siempre en la realidad. Los axiomas pueden ser estructurales y/o no estructurales. Un axioma estructural establece condiciones relacionadas con la jerarquía de la ontología, conceptos y atributos definidos. Ejemplo: el concepto A no es una clase de A. Un axioma no estructural establece relaciones entre atributos de un concepto y son específicos de un dominio. Ejemplo: la relación  $F=m*a$ , que debe cumplirse siempre entre los atributos F (fuerza), m (masa) y a (aceleración) de un determinado concepto.
  - Frame: un objeto que incluye clases, instancias y relaciones.
  - Conceptualización: conjunto de conceptos, relaciones, objetos y restricciones que caracterizan un dominio.
  - Vocabulario: conjunto de palabras con una explicación y documentación que persigue la universalidad y el formalismo en el contexto de un dominio.

#### *2.1.2.4 Ingeniería ontológica*

Las ontologías se presentan como una buena solución para alcanzar interoperabilidad semántica, ya que permiten conceptualizar el conocimiento, generando formas comunes y compartidas de ver el mundo. Entre las ventajas proporcionadas por las ontologías destacan: (a) Reducción de la ambigüedad al disminuir las confusiones semánticas; (b) Reutilización del conocimiento por aquellas aplicaciones que lo requieran en el mismo dominio que la ontología representa; (c) Extensión de ontologías desarrolladas y su reutilización en otras ontologías; entre otras ventajas. Su importancia es tal que ha aparecido recientemente una rama de la ingeniería dedicada al conjunto de actividades concernientes al proceso de desarrollo de las ontologías, a su ciclo de vida, los métodos y metodologías para construirlas y las herramientas y lenguajes que las soportan, denominada Ingeniería Ontológica <sup>[1]</sup> y <sup>[11]</sup>.

#### *2.1.2.5.- Aplicaciones de las ontologías*

##### *2.1.2.5.1 Aplicación de las ontologías en la Web Semántica*

- a) Indización de documentos: La indexación de un sitio web con apoyo de una ontología terminológica comienza con la extracción de los términos más relevantes de cada página, y después de asociar a estos términos conceptos candidatos, se evalúa la capacidad de representación de la página de cada uno de estos conceptos, que determina su nivel de representatividad, y finalmente se construye el índice. De esta manera, las consultas se procesan a un nivel conceptual, lo que reportará un mayor grado de acierto.
- b) Agrupamiento: Las técnicas de clustering permiten el crecimiento de un sistema mediante la adición de procesadores o CPU (central processing units) a la unidad primitiva. Las ontologías aportan las herramientas para

que los distintos equipos puedan entenderse entre sí y funcionar como si fuera uno sólo.

- c) Servicios web: Las ontologías representarán los datos en la red de tal forma que puedan ser utilizados y comprendidos por las máquinas sin necesidad de la intervención humana.

#### 2.1.1.5.2 Aplicación de las ontologías en *ingeniería del Conocimiento*

- a) Ingeniería del Conocimiento: Se usa la Ontología como un conjunto de esquemas o Contenedores de Conocimiento creando un glosario de la terminología del dominio.
- b) Procesamiento del Lenguaje Natural: Una Ontología tiene la capacidad de mantener la definición de elementos gramaticales del lenguaje y sus relaciones permitiendo el análisis sintáctico de un texto.
- c) Reutilización: Permite reutilizar el conocimiento para sistemas futuros. Se pueden integrar ontologías para la constitución de una nueva que mejore la conceptualización que aportaban las demás por separado.

#### 2.1.2.5.2 Aplicación de las ontologías en Sistemas de Información

- a) Interoperatividad entre Sistemas Heterogéneos: Las Ontologías se presentan como una solución para lograr una integración inteligente.
- b) Sistemas de Información Cooperativa: La meta es lograr que múltiples sistemas de información sean capaces de trabajar de forma cooperativa combinando datos y funcionalidades con ayuda de las ontologías.
- c) Mejorar la Formulación de Consultas: De este modo, se reducirá el ruido y el silencio en los resultados de una búsqueda, lo que permitirá que no se omita en aquellos resultados, que aún siendo conceptualmente sinónimos al de la consulta, no se encuentran por ser distintos terminológicamente.

#### *2.1.2.6.- Ventajas del uso de las ontologías*

Herrera, D. en 2009 afirma El uso de ontologías para la recuperación de la información tiene ciertas ventajas sobre los métodos de acceso simples basados en palabras clave. Estas ventajas son:

- Una ontología suministra un vocabulario compartido común para expresar información sobre el contenido de los documentos.
- Las ontologías incluyen axiomas para especificar relaciones entre conceptos.
- Facilidad de uso que ofrece, frente a otros sistemas que requieren un mayor entrenamiento por parte de los compiladores de la ontología.
- Posibilidad de crear un recurso independiente y autónomo.
- Riqueza de la información que permite representar.
- Trazar una estructura conceptual tan detallada y completa como sea necesario.

#### **2.1.3.- Los Web Services**

##### *2.1.3.1. Definición de los Servicios Web*

En su origen, los Web Services (Servicios Web) fueron creados como un método para compartir recursos en la red; en un entorno donde el aumento constante del número de usuarios demandaba cada vez más un mayor número de recursos en la red, surgió la necesidad de facilitar la distribución entre las empresas de dichos recursos para satisfacer las necesidades de sus clientes. El resultado fue el desarrollo de una tecnología de muy fácil implantación y que era capaz de solucionar los aspectos de disponibilidad e inmediatez que se requerían.

Esta tecnología ha tenido una aceptación bastante importante excepto para los servicios que implicaban transacciones seguras, debido a que aún se están definiendo los estándares para asegurar el acceso a los Web Services. Tal es así,

que este planteamiento se está empezando a trasladar a la Intranet de las empresas. Así, los Servicios Web se están revelando como la tecnología capaz de distribuir los recursos internos entre todos los sistemas, ahorrando costosos desarrollos de integración.

Los Web Services son pequeños programas formados por varios componentes que permiten ser publicados en directorios e invocados para su ejecución por otros programas vía http, generando una respuesta en XML.

Una de las ventajas de los Web Services es que se ha convertido en un estándar y que, a diferencia de otras tecnologías de integración, posibilitan la compartición de funcionalidades entre sistemas heterogéneos se lo realiza de forma transparente, mediante el intercambio de datos vía XML. Para este intercambio el único requisito es establecer conexiones TCP/IP posibilitando la comunicación http entre los sistemas.

#### *2.1.3.2. Componentes de los Servicios Web*

Los web services están formados por los siguientes elementos:

1. Un formato que describa la interfaz del componente (sus métodos y atributos) basado en XML. Por lo general este formato es el WSDL (Web Service Description Language).
2. Un protocolo de aplicación basado en mensajes y que permite que una aplicación interaccione (use, instancia, llame, ejecute) al webservice. Por lo general este protocolo es SOAP (Simple Object Access Protocol).
3. Un protocolo de transporte que se encargue de llevar los mensajes por internet. Por lo general este protocolo de transporte es HTTP (Hiper-Text Transport Protocol) que es exactamente el mismo que usamos para navegar por la Web.

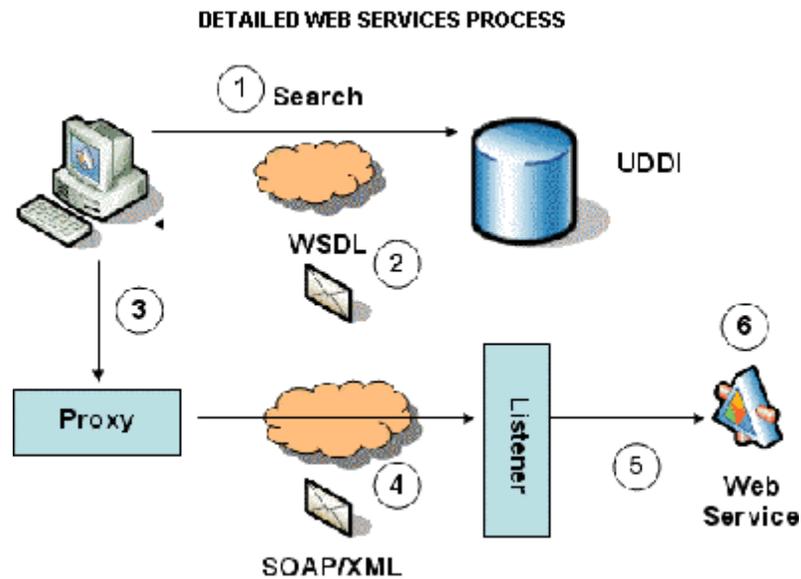


Fig. 1.1 Componentes de los Servicios Web

#### 2.1.3.2.1 Web Services Description Language (WSDL)

El WSDL es el lenguaje basado en XML que permite la descripción de los Web Services definiendo la gramática que se debe usar para permitir su descripción y capacidades (datos, comandos que aceptan o producen), y su publicación en un directorio UDDI.

#### 2.1.3.2.2 Simple Object Access Protocol (SOAP)

SOAP es el Protocolo de comunicación, basado en XML, que sirve para la invocación de los servicios Web a través de un protocolo de transporte, como HTTP. Consta de tres partes:

- Una descripción del contenido del mensaje
- Reglas para la codificación de los tipos de datos en XML
- Una representación de las llamadas RPC para la invocación y respuestas generadas por el Web Service.

#### 2.1.3.2.3 Universal Description, Discovery and Integration (UDDI)

Directorio donde es posible publicar los Web Services, permitiendo con ello que los posibles usuarios de ese servicio puedan obtener toda la información necesaria para la invocación y ejecución del Servicio Web un directorio UDDI ofrece una serie de interfaces que posibilitan tanto la publicación como la obtención de información sobre los Servicios Web publicados. La información registrada se clasifica según lo que se desee obtener del servicio:

- Información de negocio: acerca de quién publica el servicio.
- Información de servicio: descripción del tipo de servicio.
- Información de enlace: dirección (URL, por ejemplo) para acceder al servicio.

#### *2.1.3.3. Características de los Servicios Web*

- Aportan interoperabilidad entre aplicaciones de software independientemente de sus propiedades o de las plataformas sobre las que se instalen.
- Los servicios Web fomentan los estándares y protocolos basados en texto, que hacen más fácil acceder a su contenido y entender su funcionamiento.
- Al apoyarse en HTTP, los servicios Web pueden aprovecharse de los sistemas de seguridad firewall sin necesidad de cambiar las reglas de filtrado.
- Permiten que servicios y software de diferentes compañías ubicadas en diferentes lugares geográficos puedan ser combinados fácilmente para proveer servicios integrados.
- Permiten la interoperabilidad entre plataformas de distintos fabricantes por medio de protocolos estándar.
- Al apoyarse en HTTP, pueden esquivar medidas de seguridad basadas en firewall cuyas reglas tratan de bloquear o auditar la comunicación entre programas a ambos lados de la barrera.

#### 2.1.3.4. *Arquitectura de los Servicios Web*

Dentro de la arquitectura de los webservices, se pueden distinguir tres tipos de roles:

- Proveedor del servicio: Desde una perspectiva de negocio, representa el propietario del servicio; desde una perspectiva de arquitectura representa la plataforma que atiende el acceso al servicio.
- Registrador del servicio: Es el rol que representa el registro de los distintos de los distintos web services que han sido publicados por sus proveedores con las correspondientes descripciones.
- Consumidor o cliente del servicio: Desde la perspectiva del negocio, es el cliente que pretende satisfacer ciertas necesidades al invocar o solicitar dicho servicio; desde un punto de vista de arquitectura, es la aplicación que permite buscar e invocar el servicio. Tal rol puede ser proporcionado por un navegador donde a partir de la acción del usuario se ejecute la petición del servicio, o a través de un programa sin interfaz de usuario como puede ser otro web service. Dichas interacciones implican publicar los servicios (por parte del proveedor), registrarlos (por parte del registrador), buscarlos e invocarlos (por parte del cliente de los servicios) e interactuar

#### 2.1.3.5. Servicios y Protocolos de los Servicios Web

##### 2.1.3.5.1 *Protocolos de negocios*

Un servicio Web suele ofrecer operaciones a los clientes que deben ser invocadas en cierto orden para lograr su objetivo

El conjunto de reglas que gobiernan una conversación se denominan protocolos de negocio. Ejemplos de protocolos de negocio:

- Web Services Conversation Language (WSCL)
- Business Process Execution Language for Web Services (BPEL)

##### 2.1.3.5.2 *Protocolos de Transporte*

Son los encargados de ocultar la red de comunicaciones. El más común es http

#### *2.1.3.5.3 Protocolos de Mensaje*

Una vez que se cuenta con un protocolo de transporte, se precisa de un formato para la información. Este papel lo juega SOAP (Simple Object Access Protocol). SOAP no detalla propiedades, simplemente especifica una plantilla de mensaje genérico

#### *2.1.3.5.3 Middleware (Protocolos horizontales)*

Se denominan así porque pueden ser utilizados para varios servicios web. Son los encargados de otorgar fiabilidad en las transacciones

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

En este capítulo se describirá la forma o manera como se llevará a cabo la investigación. Comenzando con el tipo y diseño de la investigación. Además, se mencionarán las técnicas metodológicas

#### **4. Métodos para la construcción de ontologías**

##### *4.1 Proceso de desarrollo de ontologías*

En la comunidad de desarrolladores de ontologías, han surgido una serie de métodos de diseño y construcción de ontologías, que tienen por finalidad proporcionar un procedimiento comúnmente aceptado, validado y verificado, que garantice el logro de un producto exitoso. A continuación, se describen las actividades que se incluyen en el proceso de diseño y construcción de una

ontología <sup>[8]</sup>:

- Definir las clases de la ontología.
- Organizar las clases en una jerarquía taxonómica (subclase-superclase).
- Definir las propiedades y describir los valores posibles para cada una.
- Dar valores a las propiedades para cada una de las instancias.

No obstante, las fases que normalmente conforman el ciclo de vida de construcción de una ontología son:

- Especificación: se identifica el propósito y el ámbito de la ontología.
- Conceptualización: se describe el modelo conceptual de la ontología.
- Formalización: se transforma el modelo conceptual en un modelo formal.
- Implementación: se implementa la ontología formalizada en un lenguaje de representación del conocimiento.
- Mantenimiento: se actualiza y corrige la ontología.

Además de las actividades que se deben realizar en las fases mencionadas, hay otras actividades que pueden llevarse a cabo durante todo el ciclo de vida como son:

- Adquisición de conocimiento: se adquiere el conocimiento del dominio
- Documentación: se documenta qué se ha hecho, cómo se ha hecho y por qué se ha hecho.
- Evaluación: técnicamente se juzga la ontología

Asimismo, existe otra actividad que depende de la metodología, ésta es la reutilización de ontologías, denominada a menudo integración <sup>[12]</sup>. Diseñar y construir ontologías para soportar aplicaciones de un dominio requiere de mucho tiempo y esfuerzo. Las ontologías de dominio, ofrecen posibilidades a los desarrolladores para explotar y reutilizar el conocimiento existente en el dominio, para así construir las aplicaciones con más facilidad y confianza <sup>[13]</sup>.

## 4.2. Principios para el diseño de ontologías

El proceso de diseñar una ontología se caracteriza por ser complejo, ya que no responde a un único criterio lógico viéndose fuertemente afectado por el contexto donde se construyen. En este sentido, las diferentes comunidades que desarrollan ontologías siguen sus propios principios, criterios, reglas o métodos, dependiendo del tipo de ontología a desarrollar o de una situación particular. Al respecto, <sup>[14]</sup> se establecen los siguientes principios que deben respetar las ontologías:

- Parsimonia: las ontologías deben ser parsimoniosas, deben contener suficientes conceptos, pero sólo aquéllos que son estrictamente necesarios.
- Bases teóricas claras: las ontologías deben tener bases teóricas cónsonas. Una ontología no debe ser una simple jerarquía de términos, sino un marco teórico que describe un dominio.
- Categorías versus términos: no se debe perseguir la especificación de los términos más comunes, sino de las categorías básicas del dominio del conocimiento.
- Coherencia: las categorías básicas deben ser coherentes y sus marcos deben tener sentido dentro del propio dominio de conocimiento. La representación de objetos del mundo real siempre depende del contexto en el que se usan los objetos.

Así mismo, <sup>[8]</sup> se establecen las siguientes reglas básicas para el diseño de Ontologías:

- No hay una única forma correcta de modelar un dominio. Siempre hay alternativas viables. La mejor solución siempre depende de la aplicación que se tiene en mente y de las extensiones que se puedan anticipar.
- El desarrollo de una ontología es necesariamente un proceso iterativo.

- Los conceptos en la ontología deben ser cercanos a objetos (físicos o lógicos) y a las relaciones en el dominio de interés. Éstos suelen ser nombres (objetos) o verbos (relaciones) en las frases que describen el dominio.

## 4.2. Metodologías para la construcción de ontologías

Existen muchas propuestas metodológicas para el diseño y construcción de ontologías. A continuación, se hará una breve revisión de alguna de ellas, a saber: Guía para crear ontologías de la Universidad de Stanford; Methontology, de la Universidad Politécnica de Madrid y MDA Arquitectura dirigida por Modelos.

### 4.2.1 Guía para crear ontologías

Metodología bastante sencilla, aplicada a la creación de ontologías <sup>[8]</sup>. La misma está compuesta por siete pasos, a saber:

1. Determinar el dominio y el alcance o ámbito de la ontología: con la finalidad de definir el dominio y el alcance de la ontología, se deben responder preguntas tales como: ¿cuál es el dominio que la ontología debe cubrir?, ¿para qué se va a usar la ontología?, ¿a qué preguntas debe dar respuesta la ontología?, ¿quién va a usar y a mantener la ontología?
2. Considerar reutilizar ontologías existentes: demostrar si es posible usar y extender fuentes de conocimientos ya existentes, y que puedan ser de utilidad para el dominio del problema.
3. Enumerar los términos importantes en la ontología: escribir una lista (precisa y sin ambigüedades) con todos los términos con los que se harán afirmaciones acerca del dominio o se explicará éste a un usuario.
4. Definir las clases y la jerarquía de clases: seleccionar de la lista creada en el paso anterior, aquellos términos independientes para constituir las clases. A partir de estas clases se establece la jerarquía.

5. Definir las propiedades de las clases – (slots): describir los conceptos propios de la estructura interna de las clases. Por lo general los términos que no fueron seleccionados en el paso anterior pasan a considerarse propiedades de las clases. Existen varios tipos de propiedades de los objetos que se pueden convertir en propiedades en una ontología: propiedades intrínsecas, propiedades extrínsecas, partes, si el objeto es compuesto y relaciones con otros objetos. Adicionalmente, todas las subclases heredan la propiedad de esa clase, es decir, todas las propiedades de la superclase son heredadas por sus subclases.
6. Definir las características (facetas) de las propiedades: las ranuras tienen diferentes propiedades que describen el tipo de valor, los valores permitidos, el número de valores (cardinalidad), así como otras características de los valores que la propiedad puede tener.
7. Crear instancias: definir una instancia individual de una clase requiere
  - a) elegir una clase;
  - b) crear una instancia individual de esa clase, y
  - c) rellenar las propiedades con valores.

#### 4.2.2 *Arquitectura dirigida por Modelos*

Según Ciberaula en el año 2010, MDA es un marco de trabajo que utiliza modelos en el proceso de desarrollo de software. MDA propone la definición y uso de los modelos a diferente nivel de abstracción, así como la posibilidad de la generación automática de código a partir de los modelos definidos y de las reglas de transformación entre dichos modelos <sup>(10)</sup>.

El mayor beneficio que propone la separación del sistema es que las definiciones se pueden reutilizar para generar la implementación de nuevos sistemas en diferentes tecnologías.

El proceso se basa en el modelado y las transformaciones de modelos, y su principal característica es el desarrollo sistemático y semiautomático de sistemas

Web.

Las tres metas principales de MDA son:

- Portabilidad: permite que una aplicación se pueda ejecutar en diferentes aplicaciones sin necesidad de cambiar su código fuente.
- Interoperabilidad: permite que dos sistemas heterogéneos puedan intercambiar procesos o datos. Para dar interoperabilidad a la Web se utiliza los servicios Web y la Web semántica.
- Reutilización: permite crear aplicaciones a partir de aplicaciones existentes sin tener que crearlas desde el principio.

MDA ofrece un enfoque y permite que las herramientas puedan:

- Especificar un sistema independiente de la plataforma que soporta
- Especificar plataformas
- Escoger una plataforma particular para el sistema
- Transformar las especificaciones del sistema en uno sólo para una plataforma en particular <sup>(9)</sup>.

Los conceptos más comunes que utiliza MDA son:

- Sistema: puede incluir: un programa de computación, una combinación de diferentes partes de varios sistemas, cada control por separado, personas, una empresa.
- Modelo: un modelo es la descripción o especificación del sistema y su entorno. Se presenta como una combinación de diagramas y texto.

- Dirigida por modelos: proporciona un medio para el uso de modelos para dirigir la comprensión, diseño, construcción, despliegue, operación, mantenimiento y modificación.
- Plataforma: es un conjunto de subsistemas y tecnologías que proporcionan un conjunto de funcionalidades a través de interfaces y patrones específicos.
- Modelo independiente de la computación: este modelo no muestra detalles de la estructura de los sistemas. En algunas ocasiones este modelo es conocido como modelo del dominio.
- Modelo independiente de la plataforma: este modelo muestra un grado de independencia de la plataforma con el fin de que pueda ser utilizado con plataformas diferentes.
- Modelo específico de la plataforma: combina las especificaciones de la PIM con los detalles que especifica como usa el sistema un tipo particular de plataforma.
- Transformación de modelos: consiste en convertir un modelo en otro modelo del mismo sistema.

#### *4.2.3 Funcionamiento de MDA*

##### 1. - CIM (Computation Independent Business Model)

Los requerimientos del sistema son modelados en la fase CIM, donde se describe las características que va a tener el sistema. Este modelo también es conocido como modelo de dominio o modelo de negocio. La automatización del uso del sistema no se incluye en esta fase. Este modelo muestra lo que se espera realice el sistema, además es la base para el desarrollo de los modelos PIM y PSM.

##### 2. - PIM (Platform Independent Model)

Describe el funcionamiento del sistema sin mostrar detalles de la plataforma en la que va a trabajar. Este modelo va a estar listo para cualquier tipo de arquitectura.

### 3.- Modelo de Plataforma

En este modelo el arquitecto escogerá una o varias plataformas que permita la implementación del sistema con las características deseadas.

### 4.- Mapeo

Proporciona especificaciones para la transformación de PIM a PSM. El modelo de plataforma va a determinar la naturaleza del mapeo.

### 5.- Transformación

Consiste en convertir el modelo de marcas PIM al modelo PSM, este proceso se puede realizar de forma manual o automática.

### 6.- Registro de Transformación

Este registro muestra un mapa desde el elemento del PIM hacia su correspondiente elemento del PSM y muestra las partes usadas en el mapeo para cada transformación.

### 7.- PSM (Platform Specific Model)

Este modelo va a servir para la implementación del sistema si proporciona toda la información necesaria y detallada o puede actuar como un modelo PIM si nuevamente se va a redefinir el modelo.

El PSM va a proporcionar diferente información como: código fuente, interconexión del programa, especificaciones de carga, descriptores de despliegue y otras configuraciones específicas.

### 8.- Enfoques de transformación

Se pueden realizar transformaciones de marcas, de meta modelos, de modelos, de diseño de aplicación y de modelo de combinación <sup>(9)</sup>.

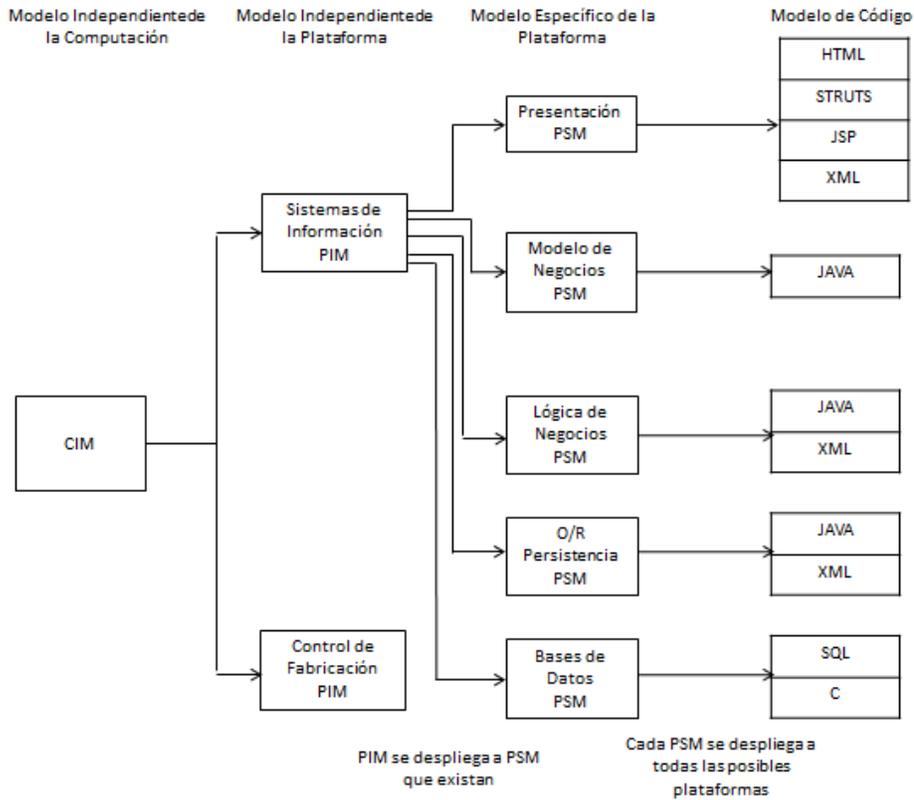


Figura 1.2: Modelo MDA y sus relaciones

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.- Samper J. ONTOLOGÍAS PARA SERVICIOS WEB SEMÁNTICOS DE INFORMACIÓN DE TRÁFICO: DESCRIPCIÓN Y HERRAMIENTAS DE EXPLOTACIÓN. Universitat de Valencia. 2005. Disponible en:  
<http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/10000/SAMPER.pdf?sequence=1>
- 2.- Piña N. ONTOLOGÍA ESPACIO TEMPORAL DE REGISTRO CATASTRAL VENEZOLANO COMO BASE PARA LA CREACIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN TERRITORIAL. Universidad de los Andes. 2006.
- 3.- Quero A. DEFINICIÓN DE UNA ONTOLOGÍA PARA LA GUÍA DE CONOCIMIENTO SWEBOK. Universidad de los Andes. 2007.
- 4.- Escobar C. VOCABULARIO BASADO EN XML Y ONTOLOGÍA PARA LA ORDINACIÓN DE POSTGRADO DEL DECANATO DE CIENCIAS Y ECNOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD CENTROCCIDENTAL LISANDRO ALVARADO. Universidad CentroOccidental Lisando Alvarado. 2010
- 5.- Aguirre N. UN AGENTE BASADO EN UN RAZONADOR DE ONTOLOGÍAS. Universidad de Buenos Aires. 2011.
- 6.- Barrera M, Núñez H, Ramos E. INGENIERÍA ONTOLÓGICA. Universidad Central de Venezuela. 2012
- 7.- Herrera J, Tapia M. APLICABILIDAD DE LA TECNOLOGÍA WEB SERVICES BASADA EN SOFTWARE OPEN SOURCE O DE CÓDIGO ABIERTO, ORIENTADA A LA OFERTA ACADÉMICA DE LAS UNIVERSIDADES DEL CENTRO DEL PAÍS. Escuela Politécnica del Ejército. 2005.
- 8.- Lagos C, Cañizares L. DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN “WEB SERVICES PILOTO” PARA DINERS CLUB DEL ECUADOR USANDO ADVANTAGE PLEX Y WEBSYDIAN. Escuela Politécnica del Ejército. 2005.
- 9.- Cocha A, Tasipanta L. DESARROLLO DEL PORTAL WEB DE FORMACIÓN ELEARNING COMO HERRAMIENTA DE SOPORTE PARA LA EDUCACIÓN PRESENCIAL DE LA “MAESTRIA DE INGENIERIA DE SOFTWARE” DE LA ESPE-L, UTILIZANDO TECNOLOGIAS DE APOYO A LA WEB 2.0. Escuela Politécnica del Ejército. 2008.
- 10.- Noble Z, Segovia K. DESARROLLO DE U N AGENTE INTELIGENTE PARA PRONOSTICOS METEOROLOGICOS USANDO WEB SERVICES. Escuela Politécnica del Ejército. 2008.

11.- Narváez A, Baldeón P. DESARROLLO DEL SISTEMA WEB PARA LA ADMINISTRACIÓN DE LAS ACTIVIDADES ACADÉMICAS DE ALUMNOS, PROFESORES Y RESPONSABLES DE LOS DEPARTAMENTOS DE EVALUACIÓN Y PSICOLOGÍA DE LA ACADEMIA DE GUERRA DEL EJÉRCITO. Escuela Politécnica del Ejército. 2011.