

## **Integration Framework of Technological Paradigms Towards a Distributed Semantic Web based on Process Management**

---

Carlos Alberto Pereira-Marín  
[carlosap@uclv.edu.cu](mailto:carlosap@uclv.edu.cu)

Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Santa Clara. Cuba

### **ABSTRACT**

The need of generating new paradigms in software engineering requires the development of models and methodologies used properly innovations, personalized services and software to integrate different models that facilitate interactivity and access to vital information for organizations technologies. This paper bring to account a proposition for the integration of technologies for implementing semantic web applications. An exhaustive study of the different possible technological paradigms to integrate, as well as tools and standards that support it is performed. The converging points of these areas in creating web applications can assist a strategy to ensure the permanence of the principles of each paradigm for which they were created. The results of this research confirm that such integration is possible in a single web site for the knowledge, information and processes management of an organization or business unit. It is possible to establish a technological guideline to implement a website, where the central core is built with ontological models and business process modeling, which share information and web services, described by the first one and invoked by the latter.

### **KEYWORDS:**

Technological integration, BPM, SOA, Ontology, Semantic web, Business rules.

## **Marco de Integración de Paradigmas Tecnológicos hacia una Web Semántica Distribuida basada en la Gestión de Procesos**

---

Carlos Alberto Pereira-Marín

[carlosap@uclv.edu.cu](mailto:carlosap@uclv.edu.cu)

Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Santa Clara. Cuba

### **RESUMEN**

La necesidad de generar nuevos paradigmas en la ingeniería de software, requiere del desarrollo de modelos y metodologías que integren adecuadamente las innovaciones, los servicios personalizados y las tecnologías informáticas con el fin de facilitar la interactividad y el acceso a la información vital para las organizaciones. La presente contribución plantea una propuesta de integración de tecnologías para la implantación de aplicaciones web semánticas basada en procesos. Se realiza un estudio exhaustivo de los diferentes paradigmas tecnológicos a integrar, así como las herramientas y estándares que las soportan. Los puntos convergentes de áreas tales como, la gestión de procesos y reglas de negocios, la arquitectura orientada a servicio y las ontologías, pueden facilitar una estrategia en la creación de aplicaciones web y a la vez garantizar la permanencia de los principios para los cuales fueron creados cada uno de estos paradigmas. Los resultados de esta investigación reafirman que es posible tal integración en un solo sistema web de gestión del conocimiento, la información y los procesos de una organización o negocio. Se logra establecer una pauta tecnológica para implementar un sitio web, donde el núcleo central está conformado por los modelos ontológicos y el modelado de procesos de negocio, que comparten información y servicios web, descrito por los primeros e invocado por los segundos.

### **PALABRAS CLAVE:**

Integración tecnológica, BPM, SOA, Ontología, web semántica, reglas de negocio.

## INTRODUCCIÓN

Las actuales tecnologías informáticas han cambiado la forma de comunicarse, diseminar y acceder a la información por parte de los usuarios. No obstante, los sistemas, capaces de interactuar e intercambiar la información automáticamente, son insuficientes; más escasos aún, son los que pueden llegar a compartir el significado de la información contenida en ellos.

La tendencia vigente en el desarrollo de *software* está centrada sobre plataformas o aplicaciones *web* y viene encaminada desde los inicios de la década del 2000, hacia un paradigma de integración de varias tecnologías, entre las cuales se encuentran involucradas aquellas, cuyos enfoques o principios se sustentan en los conceptos de la gestión de procesos de negocios, las arquitecturas orientadas a servicios o a modelos, la aplicación de ontologías, la inteligencia artificial, la reutilización del conocimiento, las reglas de negocios, la inteligencia de negocios, etc.

La *Web* semántica es un área prolífera, situada en la confluencia de la inteligencia artificial, la ingeniería de *software*, bases de datos y las tecnologías *web*; la misma propone técnicas y paradigmas en la representación y gestión de la información y el conocimiento mediante ontologías, para facilitar, tanto la localización y el compartimento, así como la integración y recuperación de recursos (Rodríguez\_Perojo *et al.*, 2005).

El desarrollo de *software* orientado a servicios y a la gestión de procesos de negocio está vinculado con el manejo de flujos de trabajo, lo cual permite definir, crear y manejar la ejecución de estos flujos. Los mismos se pueden correr en uno o más motores y son capaces de interpretar la definición del proceso, interactuar con los participantes del flujo de trabajo; y donde sea requerido, invocar el uso de herramientas y aplicaciones de tecnologías de la información (De\_Ávila\_Gutiérrez, 2015). Junto a ello, la administración de las reglas de negocio, como ente independiente, surgen justamente para incrementar el control y el conocimiento en la organización.

La principal motivación para la realización de esta contribución es la insuficiente labor integracionista para la implantación de aplicaciones *web*, que permitan la comprensión semántica, tanto de la gestión de la información y el conocimiento, como del control de los procesos de negocio que puedan gestionarse y adaptarse a los cambios después del planteamiento original de un problema. A partir de ello, se tiene como objetivo principal proponer un marco de integración de tecnologías para el despliegue de una aplicación *web* semántica, para la ejecución y el control de los modelados de procesos de negocio y la aplicación de reglas de negocios mediante servicios *web* semánticos, sin perder las facilidades de consultas a la información y al conocimiento explicitado en ontologías

Para el cumplimiento del mismo se plantearon como objetivos específicos, evaluar la tendencia integracionista de las actuales tecnologías de la información y gestión del conocimiento y los procesos de negocio; evaluar posibles estrategias en la creación aplicaciones *web* basadas en procesos, con tecnología semántica en los servicios invocados; determinar las herramientas que pueden hacer posible la integración de los paradigmas en estudio, y por último, determinar la convergencia tecnológica de los paradigmas conceptualizados en un modelo específico de

plataforma para crear un sistema de información y gestión del conocimiento y los procesos con tecnología semántica.

## INTEGRACIÓN TECNOLÓGICA HACIA UNA *WEB* SEMÁNTICA DISTRIBUIDA BASADA EN PROCESOS

*Tendencia integracionista del desarrollo tecnológico en la programación de la gestión de la información, el conocimiento y los procesos.*

Sin duda alguna el desarrollo de la *Web* por parte de Tim Berners-Lee en 1989 es el elemento detonante del proceso de integración tecnológica. Los métodos para la creación de aplicaciones *web* se han convertido en pieza fundamental tanto para personas, empresas o instituciones que desean unirse al mundo de la autopista global de la información, como para los creadores de dichas tecnologías.

Hoy día se plantea a la *Web* como una plataforma universal, cuyo uso únicamente precisa del usuario un solo *software* esencial: el navegador *web* (Pastor\_Sánchez, 2011). El dinamismo en la *Web* es total y las aplicaciones han abandonado el escritorio de las computadoras para lanzarse a Internet en forma de herramientas colaborativas. Ya en años posteriores, Codina (2003) se refirió, en su trabajo sobre el futuro de los sistemas de información en línea, a la idea de unir fuerzas en la creación de sistemas integracionistas. Existen autores que se aventuran a lanzar pronósticos sobre las diferentes extensiones de la *Web* en el futuro, incluso algunos hasta pronostican fechas de sucesos, quizás por el comportamiento que ha venido experimentando el propio desarrollo de las aplicaciones *web* y las tecnologías que giran alrededor (Figura 1). Otros autores estructuran la *Web* según la extensión, desde la *Web* 1.0 hasta la *Web* 4.0, incluso hasta la *Web* 7.0, entre ellas la *Web* semántica como la *Web* 3.0 (Balbuena, 2013).

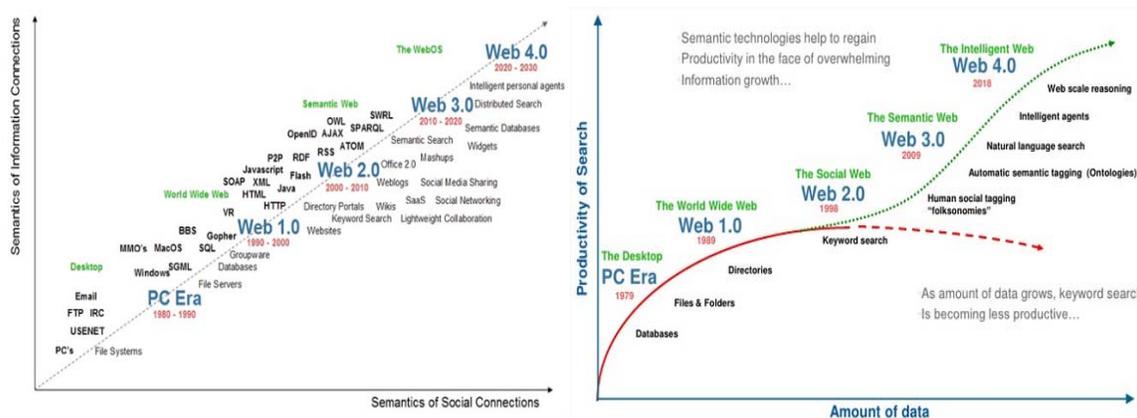


Figura 1: Tendencias en el desarrollo de aplicaciones (fuente Spivak (2009)).

El paradigma de desarrollo orientado a procesos y el de servicios distribuidos están llevando el mundo de la tecnología de información a un cambio de enfoque en la manera de resolver

problemas y también a una nueva visión de integración de aplicaciones. AuraPortal, por ejemplo, el único producto de origen español incluido entre los 22 *BPMS* (siglas en inglés para “*Business Process Management Systems*”) que aparecen en el “*Business Process Management Suites*, 2007, hasta ese momento, *Magic Quadrant*” de la prestigiosa consultora *Gartner Inc.*, es un sistema de gestión empresarial que ofrece, en una sola aplicación, cinco dominios relacionados entre sí que constituyen las áreas de mayor interés en la gestión moderna. Ellas son *BPMS/SOA* (siglas en inglés para “*Service Oriented Architecture*”) con reglas de negocio interactivas; el *CRM* (siglas en inglés para “*Customer relationship management*”) integrado en los procesos; la *INTRANET/EXTRANET*; la gestión documental con *MS SharePoint*; y los portales para publicación de contenido empresarial (Trilles, 2008).

En otros trabajos, Villa\_González (2011) afirma, que tras un estudio de sistemas existentes, se hace hincapié en la combinación y extensibilidad del sistema hacia distintas tecnologías, mientras que Bonfante et al. (2014) logra un resultado importante en la integración de procesos, ontologías y sistemas multiagentes (SMA), aunque sin especificación completa de una metodología o un marco de trabajo completo.

## FUNDAMENTOS TECNOLÓGICOS

### *Web semántica.*

La *Web* semántica es uno de los temas de máxima actualidad. Tim Berners-Lee intentó al inicio de la *Web* incluir informaciones semánticas en su creación, por diferentes motivos no había sido posible e introdujo el concepto de semántica con la intención de recuperar dicha omisión (Berners-Lee *et al.*, 2001). Este autor propone dar significado al contenido de los sitios *web*, a partir de un entorno en el que agentes de software puedan ejecutar tareas complejas para leer las páginas y extraer información más sofisticada, y de esta manera facilitar las tareas de indización y de búsqueda, pero principalmente para hacerlas más precisas y cercanas a la forma en que los seres humanos realizan las búsquedas.

Según *World Wide Web Consortium (W3C)* (el organismo promotor de la idea), citado por Codina (2003), se define *Web Semántica* de la siguiente manera (cita):

*“Definición: The Semantic Web is the representation of data on the World Wide Web. It is a collaborative effort led by W3C with participation from a large number of researchers and industrial partners. It is based on the Resource Description Framework (RDF), which integrates a variety of applications using XML for syntax and URIs for naming”.*

Al respecto, Codina en este trabajo duda, entre otras cosas, sobre la integración de una variedad de aplicaciones, quizás debido al poco desarrollo y comprensión alrededor del conocimiento en esta área para esa etapa; sin embargo, acertó en la idea de reconocer en ella a una auténtica idea-fuerza, capaz de movilizar muchas energías (y muchas ilusiones) y que, sin duda no dejó de arrojar resultados durante los años posteriores.

La *Web* semántica propone superar las limitaciones de la *Web* actual mediante la introducción de descripciones explícitas del significado, la estructura interna y la estructura global de los contenidos y servicios disponibles en la *Web*, es decir, se logrará un medio universal que permita

el intercambio de datos y brindar un mayor significado a la misma para que puedan ser interpretadas por las máquinas. Los principios en los que se va a basar este nuevo modelo de *Web* son la descentralización, la compartición, la compatibilidad, máxima facilidad de acceso y contribución, apertura al crecimiento y uso de la ontología. Esta última, tomada del área de la Inteligencia Artificial como herramienta fundamental en la representación del conocimiento.

La búsqueda semántica no es un tipo de inteligencia artificial que toma decisiones en lugar del usuario, sino una nueva manera de gestionar las informaciones dentro del proceso mental humano, potencializada sin embargo por una capacidad creciente de las computadoras de gestionar datos (Villa\_González, 2011).

#### *Ontologías.*

La ontología, en el ámbito de las tecnologías de la información y la comunicación, ha sido considerada por parte del grupo *W3C* como la tecnología que llamada a proporcionar la infraestructura de conocimiento a la *Web* semántica (W3C, 2004).

Existen variadas definiciones tecnológicas como son las citadas por Fernández\_Brise (2008), Falcón\_Espinosa (2009), Michán (2011), Caliusco (2011), quienes coinciden en resumen, como otros tantos autores, en mencionar la concisa pero efectiva definición de Gruber (1993): “Una ontología es una especificación explícita y formal de una conceptualización [...], lo que existe es lo que puede ser representado. [...] Las definiciones asocian nombres de entidades del universo del discurso con textos comprensibles por los humanos que describen el significado de los nombres, y axiomas formales que limitan la interpretación y buen uso de dichos términos. Formalmente, una ontología es una teoría lógica”.

La ontología, necesariamente, incluirá un vocabulario de términos y una especificación de sus significados para restringir las posibles interpretaciones. Según Gruber (1993), el conocimiento en ontologías se formaliza principalmente mediante el uso de cinco tipos de componentes: conceptos o clases (ideas básicas que se intentan formalizar o declarar), relaciones (tipo de interacción semántica entre los conceptos), funciones (tipo especial de relación en ontologías para modelar sistemas y procesos), axiomas (teoremas declarados sobre relaciones que deben cumplir los elementos de la ontología no explícitas en los conceptos) e instancias (elementos o datos que describen o ejemplifican un concepto).

Las ontologías actúan como documentación para los programadores, facilitan la escritura de los esquemas, controlan la interacción de esquemas, facilitan la extensión a nuevos dominios, permiten validar la salida de los esquemas, aseguran la consistencia a través del proceso y posibilitan la generación de artefactos adicionales basados en conocimiento.

Crear una ontología conlleva realizar elecciones y seleccionar criterios y, puesto que el objetivo principal es de valer como referencia a personas y aplicaciones, es necesario que estas elecciones y categorizaciones estén consensuadas y aceptadas entre los individuos (Moreno\_Ortiz, 2005).

#### *Gestión de procesos de negocio.*

El interés de las organizaciones ya no está limitado únicamente al desarrollo de *software* que automatice determinadas actividades individuales, también tienen como objetivo final la automatización de todo el proceso de negocio, ya que de ello depende en gran parte su competitividad. Surgen entonces nuevas necesidades de capturar, modelar, ejecutar y monitorizar los procesos de negocio, vistos como un conjunto de procedimientos o actividades enlazadas, cuya realización permite alcanzar un cierto objetivo o meta en el contexto de una organización (Alvez *et al.*, 2006).

El término “Gestión de Procesos de Negocio” (*BPM*: siglas en inglés para *Business Process Management*) se ha venido empleando también para ir reemplazando el de “Diagrama de Flujo de Actividades” (en inglés *Workflow*) (van\_der\_Aalst *et al.*, 2004, zur\_Muehlen, 2004, Weske, 2008), este último más asociado a las tecnologías de la década del 90 del pasado siglo. También, porque los diagramas de flujo de actividades han ido evolucionando e incorporando nuevas funcionalidades (Alvez *et al.*, 2006, Giron\_Arevalo *et al.*, 2008).

El *BPM* no es una herramienta de desarrollo de aplicaciones; contempla un soporte para interacción humana e integración de aplicaciones en los flujos (Giron\_Arevalo *et al.*, 2008).

En el enfoque *BPM* los roles y responsabilidades están alineados por tareas de negocios y se tiene una visibilidad del proceso de negocio desde el principio hasta el fin. Una instancia de proceso de negocio representa un caso concreto dentro de los procesos operativos de una compañía (Weske, 2008).

Según van\_der\_Aalst *et al.* (2003), el ciclo de un *BPM* consta de cuatro fases (Figura 2): a) El diseño del proceso (modelado de proceso con el control de flujo, de datos, aspectos organizacional, social-técnico y operacional). b) La configuración del sistema (basado en el modelado se confecciona el sistema de información). c) Promulgación del proceso (se ejecuta el sistema bajo las condiciones actuales de la empresa). d) Diagnóstico del proceso (el sistema de información cambia a través del tiempo para mejorar el rendimiento, explotar nuevas tecnologías, soportar nuevos procesos, y adaptarse a un medio cambiante).

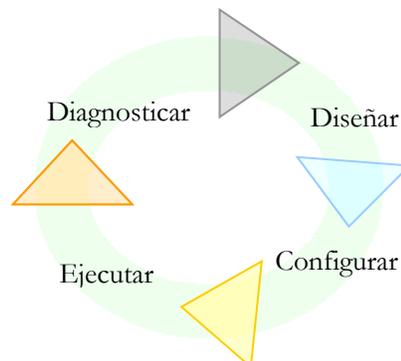


Figura 2: Ciclo de vida de la gestión de procesos de negocio (elaboración propia).

Las cuatro fases pueden solaparse y todo el proceso es iterativo para identificar los diferentes niveles de madurez en el desarrollo del sistema de información. También pueden incluirse o modificarse en otras etapas equivalentes o mejoradas (Garnet, citado por Pike (2006)).

#### *Reglas de negocio.*

Actualmente es posible contar con métodos que permiten describir muchos aspectos de cualquier negocio u organización. Las reglas de negocio (RN) son un medio por el cual la estrategia es implementada, especifican -en un nivel adecuado de detalle- lo que una organización debe hacer. Las reglas de negocio o conjunto de reglas de negocio describen las políticas, normas, operaciones, definiciones y restricciones presentes en una organización y que son de vital importancia para alcanzar los objetivos misionales. Deben administrarse como un activo independiente de una organización (Ross, 2005a).

En la búsqueda de productividad, las reglas de negocio y el *BPM* constituyen una combinación muy útil. Las plataformas *BPM* definen y ejecutan cómo un proceso ‘extremo-a-extremo’ debe ser orquestado para soportar los procedimientos de la organización. Los sistemas de gestión de reglas de negocio (siglas en inglés *BRMS: Business Rules Management Systems*) ayudan a automatizar las decisiones y a justificar por qué se ha tomado una decisión.

El Manifiesto de Reglas de Negocio (siglas en inglés *BRM: Business Rules Manifesto*) (Ross, 2005b) establece algunos aspectos importantes de las reglas de negocio a tener en cuenta desde el punto de vista de los usuarios; por ejemplo, deben expresarse separadamente de los procesos de negocio, en forma declarativa y no buscar formalismos procedurales, deben expresarse en formalismos, fácilmente comprensibles por cualquiera persona y tener muchas aplicaciones.

Dependiendo del uso, la literatura considera varios tipos de reglas de negocio, en especial, como parte de la Semántica de Vocabulario de Negocios y las Reglas de Negocio (siglas en inglés *SBVR: Semantics of Business Vocabulary and Business Rules*): reglas de derivación, reglas dinámicas, reglas de decisión, reglas de flujo, reglas del modelo de datos y reglas de restricción (Francesch\_Díaz, 2007).

#### *Arquitectura orientada a servicios.*

La arquitectura orientada a servicios (*SOA*) ha sido tratada y definida por muchos autores, en su mayoría por empresas y corporaciones internacionales encargadas del desarrollo de la ingeniería de software. La primera definición fue dada en 1996, por la empresa consultora y de investigación de las tecnologías de la información *Gartner Group*, con sede en Estados Unidos. Esta la define de la siguiente forma, según Roche\_Benitez (2015):

*“...es una arquitectura de software que comienza con una definición de interface y construye toda la topología de la aplicación como una topología de interfaces, implementaciones y llamados a interfaces. [...]”. SOA es una relación de servicios y consumidores de servicios, ambos suficientemente amplios para representar una función de negocios completa”*

El resultado neto es un aumento muy notable de la agilidad de la organización, ya que permite que una colección complicada de sistemas distribuidos y aplicaciones complejas se pueda transformar en una red de recursos integrados, simplificada y sumamente flexible (MS, 2006).

Una arquitectura técnica basada en *SOA* consiste, según Erl (2005), de tres capas, tal como se muestra en la figura 3: Una capa de gestión de procesos de negocio, que coordina la ejecución de servicios de negocio; una capa de servicios de negocio, que entrega los servicios de información a los procesos de negocio; y una capa de servicios de aplicación de negocio, que ejecuta la lógica de la aplicación y se encarga del almacenamiento de los datos.

Un proyecto *SOA* bien ejecutado permite alinear los recursos de *IT* (siglas en inglés para *Information Technologies*) de forma más directa con los objetivos de negocio, ganando así un mayor grado de integración con clientes y proveedores. La modularidad de los componentes de software y la interoperabilidad abierta que ofrece *SOA*, ha permitido crear diversas soluciones altamente escalables.

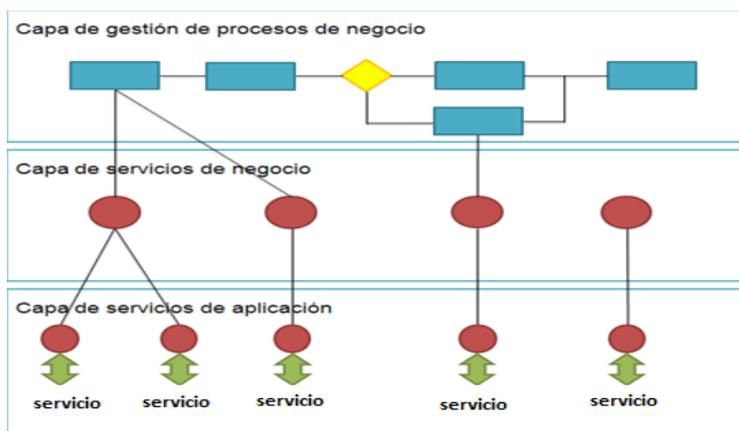


Figura 3: Capas de servicio de una arquitectura orientada a servicio (elaboración propia).

### *Servicios web como facilitador tecnológico de SOA.*

Los servicios *web* (SW) son aplicaciones que utilizan estándares para el transporte, codificación y protocolo de intercambio de información. La adopción de una solución de diseño basada en *SOA* no exige necesariamente implantar servicios *web*; no obstante, los servicios *web* son la forma más habitual de implementar *SOA*. Ellos permiten la intercomunicación entre sistemas de cualquier plataforma y se utilizan en una gran variedad de escenarios de integración, tanto dentro de las organizaciones como con *partners* de negocios (Valledor\_Pellicer, 2006).

De acuerdo con Krishnamurthi *et al.* (2005), entre las principales características de los servicios *web* se pueden destacar que proporcionan interoperabilidad, superan las barreras geográficas, presentan gran flexibilidad a los cambios en las aplicaciones, se basan en *HTTP* sobre *TCP* en el puerto 80, aunque también es seguro vía *SSL* sobre *HTTPS*; por último, permiten la abstracción de los procesos de negocio y centrarse en el entorno de programación de los servicios *web*.

## **INGENIERÍA DE SOFTWARE, METODOLOGÍAS Y SOPORTES TECNOLÓGICOS PARA APLICACIONES *WEB* CON INTEGRACIÓN DE TECNOLOGÍAS**

Según Silva *et al.* (2001) desde 1985 han ido apareciendo herramientas, metodologías y tecnologías que se presentaban como la solución definitiva al problema de la planificación, previsión de costos y aseguramiento de la calidad en el desarrollo de software. La dificultad propia de los nuevos sistemas y su impacto en las organizaciones, ponen de manifiesto las ventajas y la necesidad de aplicar una metodología formal para llevar a cabo los proyectos de este tipo. La ingeniería de software es una tecnología multicapa en la que, según Pressman (2005), se pueden identificar: los métodos, el proceso (fundamento de la ingeniería de software) y las herramientas (soporte [semi]automático).

Existen numerosas propuestas metodológicas que inciden en distintas dimensiones de este proceso de desarrollo. Por una parte están aquellas propuestas más tradicionales que se centran especialmente en el control del proceso. Otra aproximación es centrarse en otras dimensiones, como por ejemplo el factor humano o el producto software; esta es la filosofía de las metodologías ágiles, las cuales dan mayor valor al individuo, a la colaboración con el cliente y al desarrollo incremental del software con iteraciones muy cortas (Col.\_de\_ autores, 2009).

Muchos estudios se han realizado para establecer alguna que otra metodología o arquitectura para crear sistemas informáticos o software, en los cuales se integren varias de las tecnologías o paradigmas de actual tendencia mundial y anteriormente aquí descritos. Algunos autores no especifican un marco tecnológico, otros simplemente integran las tecnologías en un tipo de sistema de información y no dejan explícito la arquitectura aplicada a la implementación. Existen otras contribuciones metodológicas orientados sólo a la ingeniería de requisitos para la integración tecnológica en la creación de software (Escalona\_Cuaresma *et al.*, 2007, Hui, 2012, Bonfante *et al.*, 2014, Escobar\_Rivera *et al.*, 2016, Morales\_Arias *et al.*, 2016, Li *et al.*, 2017). En casi todos los estudios y resultados las integraciones tecnológicas se logran en pares o tríos, por ejemplo, *BPM-SOA*, *SOA-OWL\_S* (servicios web semánticos), *BPM-RN*, *RN-SW*, *BPM-OWL-SMA*, etc.

La eventual aplicación simultánea de diferentes enfoques o modelos hace posible la combinación de métodos y fragmentos de modelos para lograr especificidades de determinados escenarios, los cuales pueden ser un modo más efectivo de lograr las preocupaciones de los *stakeholders*. Gestionar las dependencias entre y dentro de diferentes modelos es crucial para garantizar la comunicación, consistencia y alineación entre los diferentes participantes del proyecto de software (Antunes *et al.*, 2014). Sin embargo, la integración de múltiples modelos causa desafíos en el nivel de la coherencia y la regularidad, así como de trazabilidad, ya que es difícil mantener enlaces entre elementos de diferentes modelos, y aún más cuando estos son creados por herramientas diferentes. Buschle *et al.* (2013) plantean otros desafíos, por ejemplo, en el análisis y evaluación de la alineación entre los objetivos de la empresa y las capacidades tecnológicas.

El principal reto en la integración de varios paradigmas tecnológicos radica en elegir la combinación armónica de implementación de los respectivos soportes, de tal forma que

garantice un exitoso despliegue y funcionamiento del software resultante. Para los diferentes modelos o paradigmas descritos se han estandarizado algunas tecnologías.

El grupo *WebOnt (Web Ontology)* fue designado por el *W3C* específicamente para desarrollar un lenguaje de representación de **Ontologías** para la **Web semántica**. Ya en el 2004 con la creación de su trabajo “*Ontology Web Language?*” (*OWL*), o sea, lenguaje para ontología *web*, existe por primera vez un formato estándar para la creación de ontologías, consensado para la reutilización y la interoperabilidad de recursos. La disponibilidad de metodologías y herramientas para el desarrollo de ontologías es suficiente como para tener un arranque con una curva de aprendizaje relativamente suave. Además, muchas de estas aplicaciones están disponibles de forma gratuita, donde la más popular es la aplicación *Protégé*, implementada por investigadores de la Universidad de Stanford .

En el área de **Gestión de Procesos de Negocio**, el proveer sistemas computacionales que faciliten al usuario definir los procesos de negocio en una notación clara es un aspecto importante de la tecnología, pero es sólo una parte de la solución. Desde las investigaciones iniciales sobre los diagramas de flujo de actividades existe una gran variedad de modelados de procesos, como los mencionados por van\_der\_Aalst (2005) y por de Medeiros, citado por van\_der\_Aalst (2007). Desde su aparición la *BPMN* (siglas en inglés para *Business Process Modelling Notation*) ha tenido un éxito notable y como consecuencia han ido apareciendo gran cantidad de herramientas que dan soporte a esta especificación, entre los que se encuentran, *Business Process Management Suite (Appian Enterprise 5)*, *Process Manager (aXway)*, *BizAgi*, *ADONIS (BOC Information Systems)*, *nDesigner (Intalio)*, etc. (BPMI, 2007)

Para la gestión de **Reglas de Negocios** existen dos tipos principales de herramientas, los editores y los motores de reglas de negocio, los cuales son muy útiles a la hora de implementar y desplegar estas reglas. Según Ross (2005a), la metodología de reglas de negocio es un conjunto de pasos y técnicas para desarrollar sistemas de reglas de negocio. El objetivo es separar tres aspectos importantes de un sistema: reglas, datos y procesos. Por ejemplo, la metodología *ABRD* (siglas en inglés para *Agile Business Rule Development*) se creó en el 2003 y define un proceso de desarrollo de software incremental e iterativo, que toma en consideración los nuevos conceptos requeridos para desplegar *BRMS* (siglas en inglés para *Business Rules Management Systems*), *BPMS*, entre otros (Boyer *et al.*, 2011, Mejía\_Castelo, 2011).

Un motor de reglas de negocio resulta ser un componente que partiendo de una información y un conjunto de reglas, detecta qué reglas deben aplicarse en un instante determinado y cuáles son los resultados de esas reglas. Se compone básicamente por tres elementos: un conjunto de reglas (de la forma *IF-THEN*), el espacio o memoria de trabajo (almacena el conocimiento [los hechos]) y el procesador de reglas (mecanismo de inferencia) (Selman, 2002, Browne 2005). Existen estudios comparativos que plantean diversas características de varios sistemas informáticos para generar reglas de negocio (Martínez, 2010, Mejía\_Castelo, 2011, Rivillas, 2012).

El **servicio web** realiza sus disímiles funcionalidades a través de cuatro elementos fundamentales (Figura 4), mediante los cuales se hacen posibles las intercomunicaciones e intercambios de

datos, que éste ofrece como facilidades de uso. Estos elementos son los siguientes (Roche\_Benitez, 2015):



Figura 4: Descubrimiento e invocación de servicios web (fuente Roche\_Benitez, 2015).

- *eXtensible Markup Language (XML)*: El XML fue diseñado fundamentalmente para ejecutar la descripción de datos en los documentos *Web*. La principal ventaja es que permite a los diseñadores crear sus propios tags (óptima modificación, definición, transmisión, validación e interpretación de datos entre aplicaciones).
- *Web Services Description Language (WSDL)*: El WSDL, basado fundamentalmente en XML, mediante el cual se presenta los accesos al *Web Services*.
- *Simple Object Access Protocol (SOAP)*: SOAP es un protocolo basado en XML, y es principalmente el responsable del sistema de comunicación de base existente entre los *Web Services*. independiente de plataforma y de lenguaje.
- *Universal Discovery Description and Integration (UDDI)*: El UDDI, modelo de directorios para los Servicios *web*, estandariza formato universal de la información. El UDDI permite conocer los servicios ofrecidos.

Hoy y especialmente en el futuro, entre otras situaciones, los desarrolladores de sistemas computacionales se enfrentan a una alta competencia (mucho más alta la oferta que la demanda), a clientes conocedores y expertos que exigen cada día más, a un entorno dinámico altamente cambiante con necesidades de flexibilidad, rapidez e innovación, y a unas tecnologías industriales y de información que requieren simplicidad y coherencia para integrarse de manera sistémica a las organizaciones o negocios.

## LAS TECNOLOGÍAS SEMÁNTICAS COMO SOPORTE PARA LA INTEGRACIÓN DE PARADIGMAS

El objetivo principal de la web semántica ha sido permitir que los datos almacenados en la *Web* puedan ser procesados por las máquinas de manera inteligente, facilitando a las personas la búsqueda, integración y análisis de la información disponible (CONACYT, 2016).

La utilización de ontologías como modelos fundamentales para el desarrollo de sistemas de software representa una evolución en la fusión de las líneas de investigación de ingeniería de software y la web semántica, dando origen a los sistemas de información dirigidos por ontologías (ODIS, siglas en inglés para *Ontology Driven Information Systems*) (Reynares, 2015). Las ideas principales de esta forma de desarrollo consisten en el modelado del dominio de una aplicación, el razonamiento automatizado, la programación automatizada, las especificaciones ejecutables y el procesamiento de los datos mediante las tecnologías semánticas.

Ya los primeros pasos de este tipo de desarrollo se han dado por parte del Fondo de Información y Documentación para la Industria (INFOTEC) de México (CONACYT, 2016), cuando planteó en el 2008 la construcción de una plataforma y un *framework* para el desarrollo acelerado de aplicaciones, con el objetivo de lograr que la información en las aplicaciones desarrolladas contara con una estructura y significado bien definidos. Dicha plataforma, se denomina *SemanticWebBuilder Platform* (Solis et al., 2013, Pacheco et al., 2014). También (Reynares, 2015) logra el desarrollo de sistemas web siguiendo el enfoque *ODIS*, pero ambos limitados desde la perspectiva de la integración de paradigmas empresariales.

No sólo se trata de integrar datos de fuentes heterogéneas, también intervienen elementos del mundo físico y su interacción con el mundo virtual, mediante el establecimiento de procesos de análisis, servicios y procesamiento semántico de la información. Probablemente reste cierto tiempo para que la incorporación de ontologías en los sistemas de información se convierta en un enfoque ampliamente reconocido, aceptado e implementado (Chen *et al.*, 2013, Diefenthaler *et al.*, 2013, Reynares, 2015).

## **DESCRIPCIÓN DEL MARCO ESTRATÉGICO DE INTEGRACIÓN. ESQUEMA DE INTEGRACIÓN TECNOLÓGICA**

El caso de particular que ocupa este trabajo aborda la integración de los paradigmas anteriormente descritos en una aplicación web, que apoya todas las recomendaciones proporcionadas por *W3C* para la web semántica, o sea, se debe garantizar el uso de las ontologías como fuente de información y conocimiento del sistema. Además, el ciclo de vida de los procesos de negocio que se modelen y la descripción semántica de los servicios, así como el uso de las reglas de negocio que lo gobiernan, deben estar avalados en el sistema de información. Desde el punto de vista metodológico, no deben violarse los principios sobre y para los cuales surgieron y se desarrollaron cada uno de los paradigmas. Una propuesta de esta integración podría explicarse mediante la figura 5.

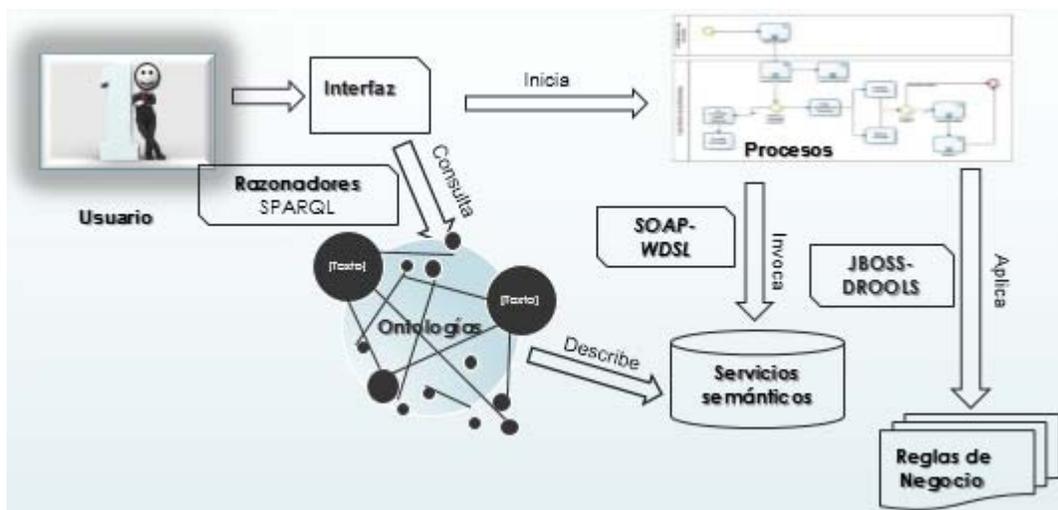


Figura 5: Esquema de integración de un sitio web semántico basado en procesos (elaboración propia).

## MARCO LEGAL Y TECNOLÓGICO DE INTEGRACIÓN. ARQUITECTURA GENÉRICA

Hacer que un modelo se convierta en un proceso ejecutable requiere de varias tecnologías habilitantes. Entre estas componentes tecnológicas están los motores de procesos, las herramientas de simulación y de análisis, los motores de reglas de negocio, los repositorios y las herramientas de consultas, así como de integración. También para los servicios web son necesarias las tecnologías para la creación, descripción, publicación y descubrimiento. Se trata entonces de evaluar recursos tecnológicos con el objetivo de lograr una convergencia en las herramientas que permitan la funcionalidad de un sistema web con las características explicadas anteriormente. En muchos sistemas de gestión convergen y se integran diversas tecnologías que ya están maduras a nivel de mercado; dos requisitos indispensables para esta evaluación son la disponibilidad y la gratuidad de las herramientas (no necesariamente software libre).

### *Arquitectura genérica.*

La programación por capas es una arquitectura, cuyo objetivo principal es la separación de las lógicas de negocios y de diseño. Este estilo de desarrollo se puede llevar a cabo en varios niveles. Para cualquier cambio, solo se ataca al nivel requerido sin tener que revisar entre código mezclado. Trabajar con modelos independientes de la plataforma (siglas en inglés *PIM: Platform-Independent Model*) permite diseñar soluciones estables tan independientes como resulta posible de la tecnología utilizada para implementarlas y su inevitable evolución. Es necesario contar, además, con herramientas capaces de transformarlos en modelos dependientes de la plataforma (siglas en inglés *PSM: Platform-Specific Model*) sobre la que se quiere realizar la implementación.

A continuación se propone un marco tecnológico para realizar la etapa de correspondencia entre los niveles *PIM* y *PSM*, dentro de la ingeniería orientada por modelos (siglas en inglés *MDE: Model Driven Engineering*) para la integración de paradigmas, explicada por Ruiz (2010). La misma

permitirá cumplir con los requerimientos mínimos necesarios para cubrir todos los parámetros para la ingeniería de software de una aplicación *web* semántica basada en procesos. En la figura 6 se muestra la arquitectura de capas del modelo de generación de código *web* basado principalmente en ontologías.

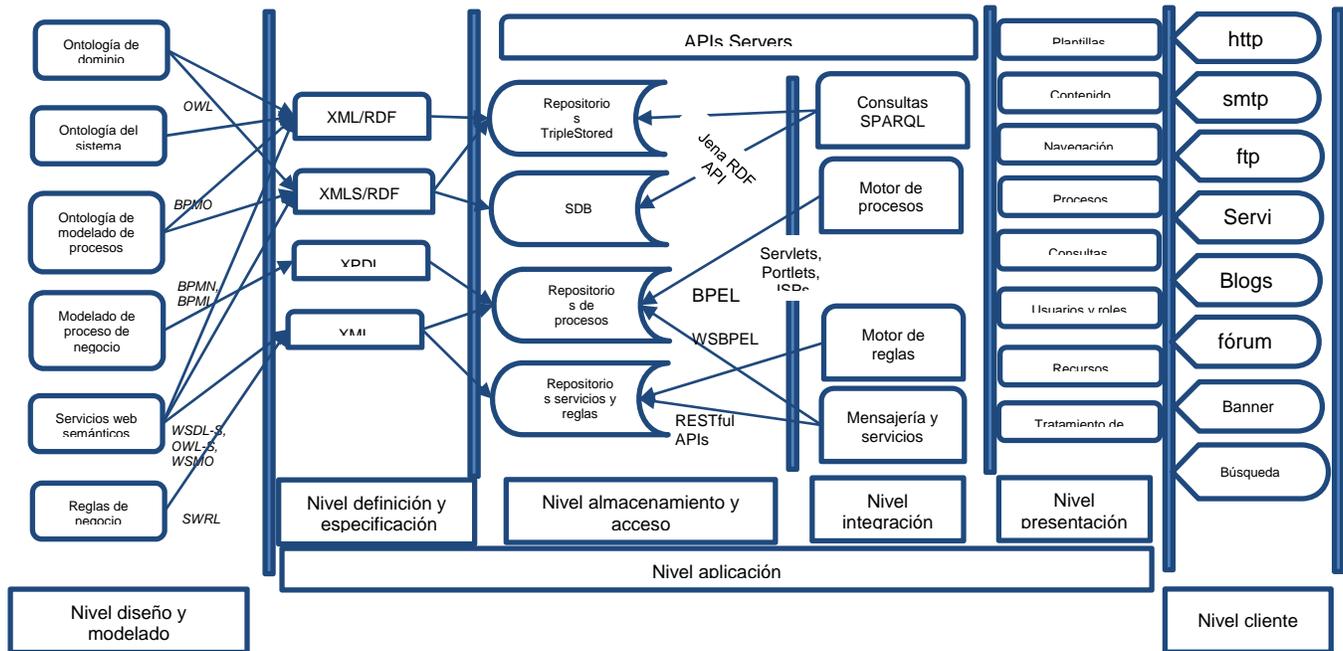


Figura 6: Arquitectura de un sitio *web* semántico basado en procesos (elaboración propia).

Una de las tendencias actuales en la ingeniería de software es el uso de ontologías como medio para representar los modelos conceptuales que definen al sistema a desarrollar. A través de la misma se puede generar de manera automática la arquitectura y funcionalidad básica de un sistema de software. Además se describe la lógica de negocio y restricciones de software en el mismo modelo. Para la gestión de la información y el conocimiento del dominio en cuestión se desarrollan las ontologías de dominio, de modelado del proceso de negocio y de los servicios *web* semánticos, incluyendo el guardado de la información en una base de datos semántica en forma persistente de tripletas (TDB), ejemplo *RDF*.

En la etapa de correspondencia del *PIM* al *PMS* del sistema a desarrollar es importante mapear el modelado de los procesos de negocio al estándar *XPDL* (siglas en inglés para *XML Process Definition Language*). El objetivo es poder almacenar y permitir el intercambio de diagramas de procesos, que puedan ser importados/exportados por cualquier editor que implemente el estándar. También para poder ser interpretado por los motores de procesos que utilicen el lenguaje de ejecución de procesos *BPEL* (siglas en inglés para *XML Business Process Execution Language*). *WSBPEL* es un lenguaje con una sintaxis basada en *XML* y soporta la especificación de procesos que involucran operaciones provistas por uno o algunos servicios *web*

*XML* ha tenido un enorme impacto sobre las tecnologías. Se ha convertido en el formato universal para el intercambio de datos entre aplicaciones y organizaciones. *WDSL* permite describir las operaciones que ofrece el servicio, los mensajes de entrada y salida que soporta y los tipos de datos usados, los cuales son definidos en términos de esquemas *XML*. Al desarrollar servicios *web* con el empleo de *XML*, los convierte independientes de la plataforma; la mayor parte de los sistemas de gestión de información lo ha incorporado a sus productos en el desarrollo de portales.

Las reglas de negocio son el medio para representar las decisiones que el negocio debe tomar. Las decisiones deben ser confiables, detectables, y auditadas. Para lograr eso, se necesita construir servicios de decisión que sean altamente reutilizables, manejables y flexibles. Los motores de reglas de negocio son la tecnología ideal para alcanzar esas metas.

Para realizar consultas semánticas, podrían ser realizadas a partir del lenguaje SPARQL. Es el lenguaje de consulta para *RDF*, recomendado por la *W3C*. La ventaja, es que no está limitado para realizar consultas sobre un sitio, está fundamentado en el uso de tripletas.

*JENA* es un formato no propietario que ofrece un marco de recursos Java para construir aplicaciones de la *Web* semántica, para almacenamiento, consulta y razonamiento con *RDF* y *RDF Schema* y *OWL* e incluye un motor basado en reglas de inferencia. Mientras que se ha considerado el estilo arquitectural *REST* para la exposición de los recursos y servicios que componen los procesos administrativos mediante *APIs* denominadas *RESTful*. Estas definen recursos que estarán asociados a servicios de los procesos como, por ejemplo, los procedimientos en ejecución (para consultar su estado), o a los servicios del subsistema de gestión del conocimiento (para almacenar, validar o recuperar un documento concreto).

## CONCLUSIONES

La combinación de principios de varias metodologías de ingeniería de software y de aplicaciones *web* permitió crear un marco tecnológico y metodológico para la definición, la identificación estructural y la implantación de sistemas web de información organizacional, basados en procesos, a partir de modelos ontológicos y tecnologías completamente semánticas.

Se logró la integración de los conceptos de modelos, arquitecturas y paradigmas de software con enfoque semántico, aplicado a la innovación tecnológica actual en los sistemas de información empresarial. Esto permite reducir la brecha entre las necesidades de diferentes dominios, en este caso el modelado de procesos de negocio, de la información y el conocimiento, de la arquitectura de los servicios y de las características propias de los actuales lenguajes de programación *web*.

Los modelos semánticos resultantes de la integración de varios paradigmas ofrecen máxima flexibilidad en los procedimientos de diseño y codificación de los artefactos y permiten mejoras en el mantenimiento de la aplicación; contribuyendo de esta forma a la eficiencia, la agilidad y adaptabilidad de los sistemas de información en el entorno organizacional y responder a los cambios persistentes del mercado.

## BIBLIOGRAFÍA

Alvez, P., Foti, P. & Scalone, M. 2006. Proyecto Batuta - Generador de Aplicaciones Orquestadoras. Estado del arte. Montevideo: Universidad de la República.

- Antunes, G., Bakhshandeh, M., Mayer, R., Borbinha, J. & Caetano, A. 2014. Using ontologies for enterprise architecture integration and analysis. *Journal Complex Systems Informatics and Modeling Quarterly (CSIMQ)*. <http://dx.doi.org/10.7250/csimq.2014-1.01>, Nro. 1: ISSN: 2255-9922 online, pp. 1-23 (24) <https://csimq-journals.rtu.lv>.
- Balbuena, J. 2013. Evolución de la Web desde la Web 1.0 hasta la Web 7.0. In: Toro, U. F. (ed.) *Diplomado en Docencia Universitaria*. Caracas, Venezuela: Universidad Fermín Toro.
- Berners-Lee, T., Hendler, J. & Lassila, O. 2001. The semantic web: a new form of web content that is meaningful to computers will unleash a revolution of new possibilities. *Scientific American*, <http://www.sciam.com>.
- Bonfante, M. C. & Castillo, A. 2014. Integración de sistema multi-agente, ontologías y procesos de negocios como marco tecnológico de la estrategia “Gobierno En Línea”. *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada.*, Vol: 1., Nr. 23.: ISSN: 1692-7257, 8
- Boyer, J. & Mili, H. 2011. *Agile Business Rule Development: Process, Architecture, and JRules Examples*.
- BPMI, B. P. M. I. 2007. *Bpmn implementors and quotes*.
- Browne, P. 2005. *Give Your Business Logic a Framework with Drools*, O’Reilly Media, Inc.
- Buschle, M., Johnson, P. & Shahzad, K. *The Enterprise Architecture Analysis Tool - Support for the Predictive, Probabilistic Architecture Modeling Framework*. 19th Americas Conference on Information Systems., 2013 Chicago, Illinois.
- Caliusco, M. L. 2011. *La Web Semántica: tecnologías y aplicaciones*. La web semántica. Santa Fe: Universidad Técnica Nacional de Argentina, Facultad Regional de Santa Fe.
- Codina, L. 2003. Internet invisible y web semántica: ¿el futuro de los sistemas de información en línea? *Revista Tradumática*, Vol. 3, Nro. 2: ISSN: 1578-7559, pp. 16 <http://www.fti.uab.es/tradumatica/revista>.
- Col\_de autores. 2009. *INGENIERÍA DEL SOFTWARE: METODOLOGÍAS Y CICLOS DE VIDA*, adrid, España, Instituto Nacional de Tecnologías de la Comunicación.
- CONACYT. 2016. *Web semántica: facilitar la búsqueda e integración de la información*. [Online]. México DF, México: Centros Públicos de Investigación. [Accessed: Noviembre 2017].
- Chen, W., Claudia Hess, Langermeier, M., Stuelpnagel, J. & Diefenthaler, P. 2013. *Semantic Enterprise Architecture Management*. ICEIS-SEAM 2013. Germany: University of Augsburg.
- De\_Ávila\_Gutiérrez, L. 2015. Metodología para el desarrollo de software integrando SOA, BPM y TOGAF. *Actas de Ingeniería* [Online], Vol. 1. pp. 6-10. Instituto Tecnológico de Soledad Atlántico. Colombia. <http://fundacioniai.org/actas>
- Diefenthaler, P. & Bauer, B. 2013. Gap analysis in enterprise architecture using semantic web technologies. pp. 10. Institute for Software & Systems Engineering, University of Augsburg. Augsburg Germany.

- Erl, T. Service Oriented Architecture: Concepts, Technology, and Design. 2005 New Jersey, USA. Prentice Hall.
- Escalona\_Cuaresma, M. J. & González\_Romano, J. 2007. Metodología y técnicas en proyectos software para la Web. Sevilla, España: Universidad de Sevilla.
- Escobar\_Rivera, D., Lisbeth\_Aguilera\_Sánchez, A. & Parra\_Pompa, Y. 2016. Propuesta metodológica para la orientación de aplicaciones informáticas hacia BPM y SOA. Revista Cubana de Ciencias Informáticas, Vol. 10, Nro. 1: Pág. 39-54
- Falcón\_Espinosa, D. 2009. Desarrollo de una Ontología de Dominio y Modelado de procesos para el Negocio de Postgrado en la UCLV. Tesis de Diploma Trabajo de diploma, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.Santa Clara
- Fernández\_Breis, J. T. 2008. Un entorno de integración de ontologías para el desarrollo de sistemas de gestión de conocimiento. Tesis de doctorado Doctoral, Universidad de Murcia.Murcia
- Francesch\_Díaz, E. 2007. MODELO DE ANÁLISIS DE REGLAS DE NEGOCIO PARA SU APLICACIÓN EN SISTEMAS DE GESTIÓN DE PROCESOS DE NEGOCIO EN EL SECTOR ASEGURADOR PROGRAMA. UNIVERSIDAD PONTIFICIA DE SALAMANCA, Campus de Madrid.Madrid, España
- Giron\_Arevalo, A. C. & Quishpe\_Villafuerte, P. A. 2008. Estudio comparativo de tecnologías BPM - Gestión de Procesos de Negocios, caso práctico Escuela Superior Politécnica de Chimborazo". Tesis de diploma Tesis de ingeniería, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.Riobamba
- Gruber, T. R. 1993. A translation approach to portable ontology specifications. Knowledge Acquisition. London: UK Academic Press.
- Hui, L. 2012. Integration of model driven engineering and ontology approaches for solving interoperability issues. Ph. Dr. Doctorate, PRES Université Lille Nord-de-France.París, Francia
- Krishnamurthi, S. & Bultan, T. 2005. Characteristics of web services and their impact on testing, analysis and verification. ACM SIGSOFT, Software Engineering Notes, Vol. 30, Nr. 1: 2
- Li, P., Sun, J. & Wang, H. Towards code generation from design models. SEKE 2017: 29th International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering., 2017. pp. 242-247 6.
- Martínez, J. 2010. Introduciendo Semántica en un Proceso de Desarrollo de Software a través de Reglas de Negocio. Universidad Politécnica de Madrid
- Mejía\_Castelo, C. A. 2011. Uso de Motores de Reglas de Negocio. Universidad de San Vuenaventura Cali
- Michán, L. 2011. Ontologías para Web 3.0 y minería de literatura. Biiiogeek [Online]. Available from: <http://biiiogeek.blogspot.com/> [Accessed Junio Acc. 2014].
- Morales\_Arias, J. J. & Pardo\_Calvache, C. J. 2016. Revisión sistemática de la integración de modelos de desarrollo de software dirigido por modelos y metodologías ágiles. Revista

- Informador Técnico Vol. 80, Nro. 1: pp. 13  
<https://dialnet.unirioja.es/download/articulo/5767274.pdf>.
- Moreno\_Ortiz, A. 2005. Ontologías para la Terminología: Por qué, Cuándo, Cómo. Tradumática [Online], V. 2014. Málaga.
- MS, M. C. 2006. La Arquitectura Orientada a Servicios(SOA) de Microsoft aplicado al mundo real. EEUU.
- Pacheco, H., Najera, K., Estrada, H. & Solis, J. SWB Process: A business process management system driven by semantic technologies. 2nd International Conference on Model-Driven Engineering and Software Development., 2014 México. SWB, pp. 525-532.
- Pastor\_Sánchez, J. 2011. Tecnologías de la web semántica, ISBN/ISSN: 978-84-9788-474-7, UOC.
- Pike, J. 2006. Setting the record straight Part 1: The Subtle Evolution.
- Reynares, E. 2015. Marco de trabajo para el desarrollo integrado de sistemas de software basados en ontologías. Ph.D. Tesis, Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional. Santa Fe, Argentina
- Rivillas, O. 2012. Estado del arte de los motores de reglas de negocio BRM. Universidad de San Buenaventura. Santiago de Cali. Colombia
- Roche\_Benitez, A. 2015. Servicios web para la gestión de información del Departamento de Computación. Ingeniero Tesis de grado, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Santa Clara
- Rodríguez\_Perojo, K. & Ronda\_León, R. 2005. Web semántica: un nuevo enfoque para la organización y recuperación de información en el web. ACIMED, 13, 6: 1024-9435, [http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol13\\_5\\_05/aci01505.htm](http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol13_5_05/aci01505.htm).
- Ross, R. G. 2005a. Business Rule Concepts. Getting to the Point of Knowledge.
- Ross, R. G. 2005b. Los Principios de la Independencia de las Reglas. Manifiesto de Reglas de Negocio [Online]. The Business Rules Group. [Accessed Nov. 2016]. <http://www.businessrulesgroup.org/brmanifesto/BRManifesto.pdf>
- Ruiz, F. Procesos de Negocio y Desarrollo de SW. In: Información, D. D. T. Y. S. D., ed. Desarrollo de sistemas, 2010 Universidad de Castilla-La Mancha. Instituto de Tecnologías y Sistemas de Información.
- Selman, D. 2002. Java Rule Engine API Specification JSR-9.
- Silva, D. A. & Mercerat, B. 2001. Construyendo aplicaciones web con una metodología de diseño orientada a objetos.
- Solis, J., Pacheco, H., Najera, K. & Estrada, H. 2013. SemanticWebBuilder: A framework for semantic web applications development. 1st International Conference on Model-Driven Engineering and Software Development. México DF, México.

- Spivak, N. 2009. The Web Evolution. <http://es.slideshare.net/novaspivack/web-evolution-nova-spivack-twine>. ^<http://es.slideshare.net/novaspivack/web-evolution-nova-spivack-twine>
- Trilles, P. AuraPortal BPMS, de la Modelización de los procesos a la Monitorización, pasando por la Ejecución sin necesidad de programación. Congreso Nacional de BPMS (Business Process Management Systems), 2008 Madrid. Club BPM, 24.
- Valledor\_Pellicer, P. 2006. Servicios Web Semánticos. In: Informática, D. D. (ed.) Cursos de doctorado. España: Universidad de Oviedo.
- van\_der\_Aalst, W. M. P. 2005. Business Process Management Demystified: A Tutorial on Models, Systems and Standards for Workflow Management. Eindhoven University of Technology. Eindhoven.
- van\_der\_Aalst, W. M. P., Alves\_de\_Medeiros, A. K. & Weijters, A. J. M. M. 2007. Process Equivalence: Comparing Two Process Models Based on Observed Behavior. Department of Technology Management. Eindhoven: Eindhoven University of Technology.
- van\_der\_Aalst, W. M. P. & van\_Hee, K. M. 2004. Workflow Management: Models, Methods, and Systems. MIT press.
- van\_der\_Aalst, W. M. P., Weske, M. & Grünbauer, D. 2003. Case Handling: A New Paradigm for Business Process Support.
- Villa\_González, G. 2011. Buscadores semánticos para la gestión del conocimiento. Doctor Doctorado, Instituto Politécnico Nacional.México D.F.
- W3C. 2004. Web Services Glossary [Online]. World Wide Web Consortium [Accessed: 19 Mayo 2016].
- Weske, M. 2008. Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures, ISBN/ISSN: 978-3-540-73521-2 Postdam, Germany, Springer Verlag.
- zur\_Muehlen, M. 2004. Workflow-based process controlling, ISBN/ISSN: 3-8325-0388-9 Berlin, Germany, Logos Verlag.

Artículo recibido: 01/04/2017

Artículo aceptado: 05/05/2018

*Editor in Chief: Prof. Dr. Luis Camilo Ortigueira-Sánchez*