



Arquitectura multicapa para aplicaciones web con integración de tecnologías OWL, BPM Y SOA

José Gomes Figueiredo

Carlos Alberto Pereira Marín

Recibido: 17-03-2022 Aprobado: 05-05-2022

Arquitectura multicapa para aplicaciones web con integración de tecnologías OWL, BPM Y SOA

Multilayer architecture for web applications with integration of OWL, BPM and SOA technologies

Ing. José Gomes Figueiredo ¹

E-mail: (jogofi06@gmail.com) (<https://orcid.org/0000-0002-6320-652X>)

MSc. Carlos Alberto Pereira Marín²

E-mail: (carlosap@uclv.edu.cu) (<https://orcid.org/0000-0002-9892-6666>)

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

¹ Ingeniero en Informática y Computación. Universidad José Eduardo Dos Santos. Angola.

² Profesor de la Universidad Central de las Villas “Martha Abreu” Cuba.

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 prolifera, 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.

Arquitectura multicapa para aplicaciones web con integración de tecnologías OWL, BPM Y SOA

José Gomes Figueiredo

Carlos Alberto Pereira Marín

Recebido: 17-03-2022 Aprobado: 05-05-2022

DESARROLLO

Integración tecnológica hacia una Web semántica distribuida basada en 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*. 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*.

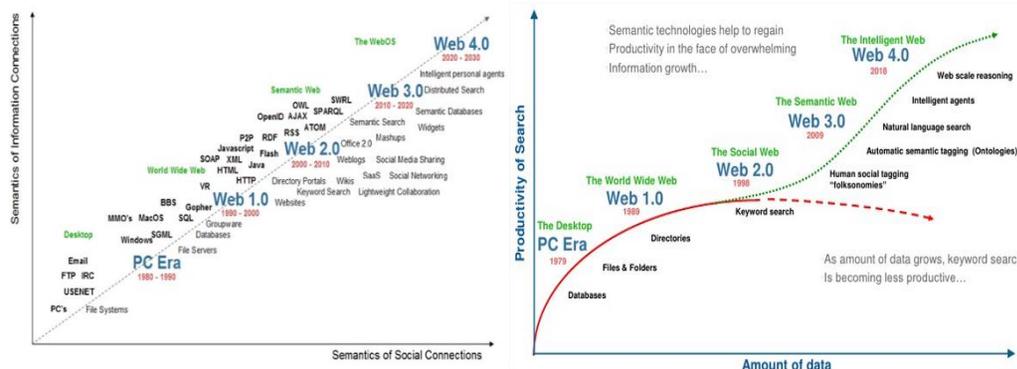


Figura 1: Tendencias en el desarrollo de aplicaciones. Fuente Spivak (2009).

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 *GartnerInc.*, 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): “*Definition: 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).



Arquitectura multicapa para aplicaciones web con integración de tecnologías OWL, BPM Y SOA

José Gomes Figueiredo

Carlos Alberto Pereira Marín

Recibido: 17-03-2022 Aprobado: 05-05-2022

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), 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.

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*). También, porque los diagramas de flujo de actividades han ido evolucionando e incorporando nuevas funcionalidades(Alvez *et al.*, 2006,). 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.

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).

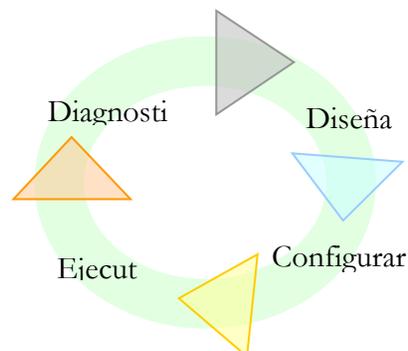


Figura 2: Ciclo de vida de la gestión de procesos de negocio (elaboración propia).

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. 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.

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*

Arquitectura multicapa para aplicaciones web con integración de tecnologías OWL, BPM Y SOA

José Gomes Figueiredo

Carlos Alberto Pereira Marín

Recibido: 17-03-2022 Aprobado: 05-05-2022

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"

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.

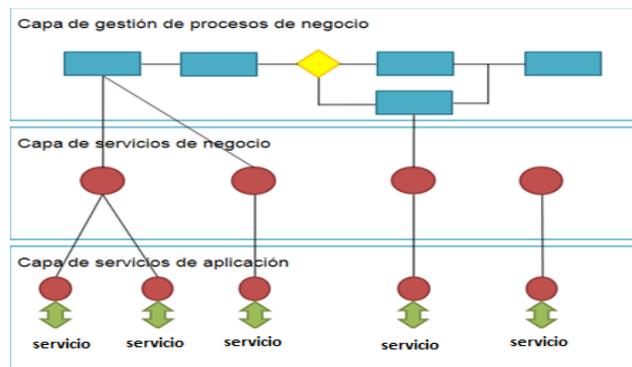


Figura 3: Capas de servicio de una arquitectura orientada a servicio (elaboración propia).

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. El modularidad de los componentes de software y la interoperabilidad abierta que ofrece SOA, ha permitido crear diversas soluciones altamente escalables.

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).

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 contribuciones metodológicas orientados sólo a la ingeniería de requisitos para la integración tecnológica en la creación de software. 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.

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* (*WebOntology*) 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 "*OntologyWebLanguage*" (*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

Arquitectura multicapa para aplicaciones web con integración de tecnologías OWL, BPM Y SOA

José Gomes Figueiredo

Carlos Alberto Pereira Marín

Recibido: 17-03-2022 Aprobado: 05-05-2022

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. (BPML, 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 RulesManagementSystems*), *BPMS*, entre otros (Mejía_Castelo, 2011, Boyer et al., 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) (Browne 2005, Selman, 2002). Existen estudios comparativos que plantean diversas características de varios sistemas informáticos para generar reglas de negocio (Mejía_Castelo, 2011, Martínez, 2010, 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 *WebServices*. 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.

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 fig. 5.

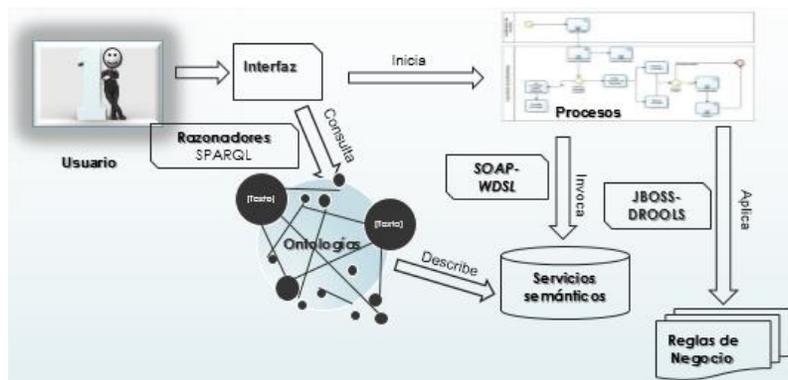


Figura 5: Esquema de integración de un sitio web semántico basado en procesos (elaboración propia).

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,



Arquitectura multicapa para aplicaciones web con integración de tecnologías OWL, BPM Y SOA

José Gomes Figueiredo

Carlos Alberto Pereira Marín

Recibido: 17-03-2022 Aprobado: 05-05-2022

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 una estrategia tecnológica 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.

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*.

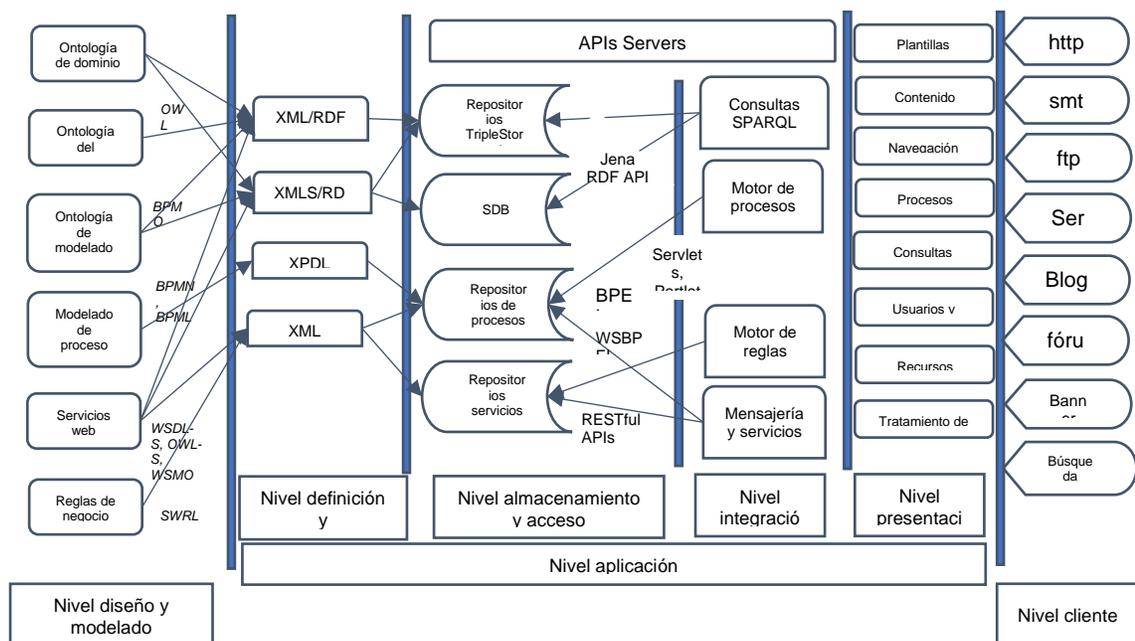


Figura 6: Arquitectura de un sitio web semántico basado en procesos (elaboración propia).

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. *WSDL* 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).



Arquitectura multicapa para aplicaciones web con integración de tecnologías OWL, BPM Y SOA

José Gomes Figueiredo

Carlos Alberto Pereira Marín

Recibido: 17-03-2022 Aprobado: 05-05-2022

CONCLUSIONES

Se estableció un esquema o estrategia de integración tecnológica para implementar sitios web semánticos basados en procesos, a partir de la combinación de principios de varias metodologías de ingeniería de software y de aplicaciones *web*, en la cual se identifican diferentes capas de implementación.

La puesta en funcionamiento de tal estrategia 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 resultados de cada capa pueden variar de un proyecto a otro, debido a que las metodologías seleccionadas y los estándares tecnológicos que se apliquen para la creación de los artefactos de software son muy variados en el mercado. Para todas estas fases existen herramientas de software libre disponibles en la Internet.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvez, P., Foti, P. & Scalone, M. 2006. Proyecto Batuta - Generador de Aplicaciones Orquestadoras. Estado del arte. Montevideo: Universidad de la República.
- 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>.
- Boyer, J. & Mili, H. 2011. Agile Business Rule Development: Process, Architecture, and JRules Examples.
- Browne, P. 2005. Give Your Business Logic a Framework with Drools, O'Reilly Media, Inc.
- Codina, L. 2003. Internet invisible y web semántica: ¿el futuro de los sistemas de información en línea? Revista Tardumática, Vol. 3, pp. 16.
- De_Ávila_Gutiérrez, L. 2015. Metodología para el desarrollo de software integrando SOA, BPM y TOGAF. Actas de Ingeniería [Online], Vol. 1. Available: <http://fundacioniai.org/actas>.
- Erl, T. Service Oriented Architecture: Concepts, Technology, and Design. 2005 New Jersey, USA. Prentice Hall.
- 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, Pág. 39-54.
- 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.

- Gruber, T. R. 1993. A translation approach to portable ontology specifications. Knowledge Acquisition. London: UK Academic Press.
- Krishnamurthi, S. & Bultan, T. 2005. Characteristics of web services and their impact on testing, analysis and verification. ACM SIGSOFT, Software Engineering Notes, Vol. 30, 2.
- Martínez, J. 2010. Introduciendo Semántica en un Proceso de Desarrollo de Software a través de Reglas de Negocio. Universidad Politécnica de Madrid.
- 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.
- 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.
- 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.
- Villa_González, G. 2011. Buscadores semánticos para la gestión del conocimiento. Doctor Doctorado, Instituto Politécnico Nacional.
- W3C. 2004. Web Services Glossary [Online]. World Wide Web Consortium. Available: <https://www.w3.org/TR/ws-gloss/> [Accessed 19 Mayo 2016].
- Weske, M. 2008. Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures, Postdam, Germany, Springer Verlag.