

Modelo para evaluar la madurez y planificar la adopción de arquitecturas orientadas a servicios desde un enfoque integral

Model to evaluate maturity and plan the adoption of service-oriented architectures from an integral approach

Arturo César Arias Orizondo

La adopción de Arquitecturas Orientadas a Servicios en las organizaciones permite crear sistemas de información eficientes, flexibles e interoperables, lo que contribuye a aumentar la disponibilidad de información y la agilidad de la organización. Para abordar la complejidad de su adopción, resultan de utilidad los modelos de madurez por el enfoque evolutivo que ofrecen. Sin embargo, la revisión de los principales modelos existentes en este campo, identificó en ellos un grupo de insuficiencias que atentan contra una evaluación y planificación efectiva de la adopción de este estilo de arquitectura de Tecnología de la Información en las organizaciones. Por lo anterior, en este trabajo se diseña un nuevo modelo que supera las insuficiencias detectadas, mediante la integración de experiencias positivas en materia de modelos de madurez, así como de aspectos fundamentales de las Arquitecturas Orientadas a Servicios. La naturaleza del problema abordado es típica de la investigación en Sistemas de Información de Negocio, por lo que se emplearon las Ciencias del Diseño como método fundamental para la construcción y evaluación del modelo de madurez propuesto, cuya contribución básica es la de evaluar y planificar de manera más efectiva la adopción de Arquitecturas Orientadas a Servicios en las organizaciones.

Palabras clave: Arquitectura Empresarial, Arquitectura Orientada a Servicios, modelo de madurez

RESUMEN

ABSTRACT

The adoption of Service Oriented Architectures in organizations allows the creation of efficient, flexible and interoperable information systems, which contributes to increase the availability of information and the agility of the organization. To address the complexity of their adoption, maturity models are useful because of the evolutionary approach they offer. However, the review of the main existing models in this field, identified in them a group of insufficiencies that undermine an evaluation and effective planning of the adoption of this style of Information Technology architecture in organizations. Therefore, in this work a new model is designed that overcomes the shortcomings detected, through the integration of positive experiences in terms of maturity models, as well as fundamental aspects of Service-Oriented Architectures. The nature of the problem addressed is typical of research in Business Information Systems, so Design Sciences were used as a fundamental method for the construction and evaluation of the proposed maturity model, whose fundamental contribution is to evaluate and plan in a more effective way the adoption of Service Oriented Architectures in organizations.

Keywords: Enterprise Architecture, Services Oriented Architecture, maturity model

Introducción

La información es un recurso estratégico para las organizaciones. La toma de decisiones y la generación de nuevo conocimiento, dependen de la disponibilidad y oportunidad de esta. En las organizaciones modernas, donde los procesos organizacionales son habilitados de manera creciente por las tecnologías computacionales, buena parte de la información es procesada y distribuida a través de una compleja y heterogénea infraestructura de Tecnologías de la Información (TI), razón por lo que se ha convertido en un reto emplearla de forma apropiada para apoyar a la organización.

Los «Sistemas de Información» como disciplina de la computación, abordan la problemática anteriormente descrita, buscando alinear e integrar soluciones de TI y procesos de negocio de una organización, para satisfacer sus necesidades informativas, alcanzar sus objetivos de forma eficiente, efectiva y ganar agilidad. La complejidad de un Sistema de Información crece en la medida que aumenta el tamaño de la organización que lo gestiona. En estos entornos, en los que habitualmente abundan problemas de interoperabilidad organizacional, semántica y técnica, garantizar la disponibilidad de la información para facilitar una oportuna toma de decisiones y generar conocimiento, impone desafíos tecnológicos y organizacionales de gran importancia. Las Arquitecturas Empresariales y las Arquitecturas Orientadas a Servicios (por sus siglas en inglés SOA) pueden emplearse de manera conjunta para abordar esta problemática.

La Arquitectura Empresarial (AE) describe la forma en que la tecnología y la información sustentan las operaciones del negocio y aportan beneficios directos a este. Para ello, identifica y modela los componentes funcionales de una organización y cómo se relacionan operando como un todo. Provee mecanismos que permiten la evolución de la arquitectura, asegurando la gobernabilidad del programa, la reutilización de los activos creados y la coherencia con las metas de la organización (Lange & Mendling, 2011).

SOA es un estilo arquitectónico sustentado en la orientación a servicios, paradigma que presenta una visión ideal del mundo en el que los recursos son particionados y representados como servicios. Estos exponen capacidades de TI y el negocio para ser empleadas en contextos diferentes,

facilitando recombinar dichas capacidades y crear aplicaciones compuestas más complejas, independiente de la tecnología subyacente. Se generan entonces nuevas soluciones que dan respuesta a necesidades de la organización, y favorecen la reutilización y le confieren a las TI mayor eficiencia, flexibilidad e interoperabilidad entre los Sistemas de Información, facilitando así su alineación con el negocio (O'Sullivan, Butler, & O'Reilly, 2012).

Estas características permiten que SOA siga siendo considerado el paradigma actual para lograr la integración de aplicaciones informáticas, pues ofrece un medio uniforme para el intercambio de información entre sistemas heterogéneos (Paul & Jacob, 2016). De allí la amplitud de aplicaciones que este paradigma encuentra en la práctica, pues lograr la interoperabilidad y la integración de los Sistemas de Información, sigue siendo una necesidad de organizaciones tan pequeñas como una simple empresa o tan grandes como un Estado que busca implementar el Gobierno Electrónico.

SOA y la AE son enfoques que se complementan por la sinergia que entre ellos existe, obteniéndose mejores resultados si se ejecutan como parte de un mismo programa, donde SOA puede ser el medio ideal y práctico para alcanzar los objetivos estratégicos delineados por la AE (Kistasamy, Van der Merwe, & De La Harpe, 2010). Sin embargo, en la práctica la adopción de SOA ha resultado compleja y no siempre se han obtenido los beneficios esperados, (Meehan, 2008), (Heffner, 2009). En estas iniciativas no falla la tecnología, fallan las personas. La implementación y uso de SOA más que un reto técnico, es un asunto organizacional (MacLennan & Belle, 2013); en consecuencia, las buenas prácticas para adoptar este paradigma aún deben madurar (Ciganek, Haines, & Haseman, 2009).

La adopción de SOA es un evento contemporáneo que debe ser abordado en el contexto de la vida real y para el cual no se ha establecido una teoría científica sustancial. Los aspectos referentes a la adopción de SOA por las organizaciones han sido insuficientemente tratados en la academia, a diferencia de los aspectos técnicos. Por tanto, la cuestión de cómo llegar a una SOA que genere los beneficios empresariales esperados a un costo razonable, sigue siendo objeto de examen. Es por ello que los profesionales de TI

deben contar con las herramientas que les permitan enfocarse y asegurar los aspectos claves para crear Sistemas de Información más eficientes usando SOA (Ciganek, et al., 2009).

Los modelos de madurez permiten manejar la complejidad inherente a la adopción de SOA por el enfoque evolutivo que ofrecen. Con ellos es posible planificar una hoja de ruta a partir de la evaluación del estado actual de la organización y del que esta desea obtener (Welke, Hirschheim, & Schwarz, 2011). Sin embargo, la mayoría de los modelos de madurez para SOA están basados en prácticas o factores de éxito derivados de la experiencia en proyectos, pero carentes de una teoría base (Mettler, 2009). La ausencia de un sustento metodológico para la adopción de SOA demuestra que esta es un área aún por madurar (Luthria & Rabhi, 2009), (O'Sullivan, et al., 2012).

Por todo lo anterior, se identificó como problemática: ¿cómo elevar la capacidad de los modelos de madurez, para contribuir a evaluar y planificar de manera más efectiva la adopción de SOA en las organizaciones? De allí que se definió como objetivo de este trabajo, definir las características de un modelo de madurez de SOA, que supere las insuficiencias detectadas en modelos de madurez existentes, para contribuir a mejorar la efectividad del proceso de evaluación y planificación de la adopción de SOA.

Materiales y métodos

La naturaleza del problema abordado es típica de la investigación en Sistemas de Información de Negocio. Por ello, y en correspondencia con el objetivo planteado, se emplearon las Ciencias del Diseño como método fundamental para la definición de las características del modelo de madurez propuesto (el artefacto de diseño). Este debe ser útil, novedoso y fundamental en la comprensión del problema (la evaluación y planificación efectiva de la adopción de SOA). Bajo este paradigma fueron articulados y aplicados los siguientes métodos y técnicas.

Mediante un análisis documental se revisó la literatura especializada, tanto académica como empresarial. Extraer la información necesaria y realizar el proceso de investigación, permitió identificar modelos de madurez reconocidos de SOA. Se realizó además

un análisis comparativo que permitió detectar similitudes, diferencias e insuficiencias en dichos modelos y determinar en qué medida apoyan el proceso de evaluación y planificación de la adopción de SOA. Se emplearon además, la modelación para la concepción de la propuesta y el método analítico-sintético para descomponer el problema de investigación en elementos, profundizar en su estudio y luego sintetizarlos en la solución propuesta. Finalmente, se utilizaron las técnicas de Iadov y el escalamiento de Likert para validar el modelo propuesto con potenciales usuarios y expertos en la materia tratada.

Los modelos empleados en el análisis son reconocidos por la literatura especializada. Estos son:

- Domain Model for SOA. BEA System, Inc.
- The New SOA Maturity Model. Sonic Software Corporation.
- Oracle SOA Maturity Model.
- Service Oriented Architecture Maturity Model. Microsoft Corporation.
- The SOA Maturity Model. CBDI Inc.
- HP SOA Maturity Model. Hewlett-Packard Development Company, L.P.
- SOA Maturity Model. Infosys Technologies Ltd.
- iSOAMM. Independent SOA Maturity Model. FZI, Research Center for IT, Germany.
- ZapThink's Service-Oriented Architecture Roadmap 3.0.
- The Service Integration Maturity Model (OSIMM), version 2. Adoptado por IBM. The Open Group.
- Service Oriented Architecture Maturity. Propuesto por los académicos Welke, Hirschheim & Schwarz.

Resultados

El estudio realizado sobre los modelos seleccionados (Orizondo, 2013) confirmó que aún no existe un estándar establecido para esta disciplina, dificultando la elección

de alguno de los modelos existentes para su aplicación. Esto se evidenció en la diversidad de dominios y niveles de madurez identificados en los modelos estudiados. Se detectaron además un conjunto de insuficiencias que atentan contra el proceso de evaluación y planificación de la adopción de SOA debido a que:

- Los beneficios que genera la adopción de SOA son enunciados en la mayoría de los modelos; sin embargo, no queda establecida una relación explícita entre ellos y las capacidades que los crean. Esto limita identificar y desarrollar las capacidades que contribuyen de forma directa a lograr los resultados esperados.
- Todos los modelos revisados representan la madurez mediante un número fijo de niveles. Según la bibliografía consultada (Steenbergen, Brinkkemper, & Berg, 2007), (Steenbergen, Bos, Brinkkemper, & Weerd, 2010), esto constituye una simplificación excesiva cuando se valoran fenómenos complejos. Para favorecer análisis locales más profundos, dimensiones diferentes deben tener distintos niveles de madurez. Distinguir un mayor número de niveles, permite definir pasos más pequeños para avanzar entre ellos y ofrece una guía más detallada para desarrollar las capacidades.
- En los modelos estudiados no son evidentes las relaciones de dependencia entre capacidades que pertenecen a diferentes dominios de madurez. Esto no favorece sugerir un orden para desarrollarlas.
- Todas las capacidades se muestran con el mismo nivel de importancia relativa, lo que no contribuye a establecer una prioridad para su desarrollo.
- Por defecto la adopción de SOA es a nivel de la organización. Sin embargo, pueden existir consideraciones que influyen la decisión sobre un menor o mayor alcance de la iniciativa. En la mayoría de los modelos de madurez investigados, no es posible distinguir las capacidades que son requeridas en distintos alcances. Excepto el de Oracle (Hensle & Deb, 2008), los restantes modelos revisados no se adaptan a alcances específicos.

- Los modelos analizados son poco precisos para abordar aspectos organizacionales que influyen en la adopción de SOA. Este proceso requiere que sean desarrolladas aquellas capacidades que garantizan una adecuada gestión de la arquitectura por parte de la organización.

Para superar las principales insuficiencias anteriormente detectadas y desarrollar un modelo de madurez con mayor capacidad para contribuir a evaluar y planificar de manera más efectiva la adopción de SOA en las organizaciones, fueron definidos los principios del modelo. Estos integran experiencias positivas en materia de modelos de madurez, así como aspectos fundamentales de las Arquitecturas Orientadas a Servicios:

1. El modelo resulta coherente con las dimensiones usualmente empleadas para describir la Arquitectura Empresarial, por lo que incluye aspectos que evalúan los modelos de madurez de AE.
2. El modelo evalúa las capacidades arquitectónicas con respecto a una arquitectura de referencia definida para SOA, para identificar los elementos que faltan o que requieren ser adaptados en la arquitectura sobre una base estándar (Zimmermann & Zimmermann, 2011).
3. El modelo profundiza en los aspectos referentes a la gestión de la arquitectura, teniendo en cuenta que las principales causas de fracaso de iniciativas SOA son organizacionales (Geric & Vrcek, 2009), (MacLennan & Belle, 2013). Para ello resultan referencias válidas, experiencias de éxito y fracaso de iniciativas SOA ejecutadas y modelos de madurez de AE.
4. El modelo clarifica la forma en que SOA genera los resultados que promete, mediante la definición de relaciones causa-efecto para conectar a los habilitadores SOA (capacidades) con los beneficios que generan a las TI y al negocio (experiencia tomada del Organizational Project Management Maturity Model OPM3 (Project Management Institute, 2003)).
5. El modelo establece un nivel de prioridad para desarrollar las capacidades, al definir la importancia relativa de unas con respecto a otras (experiencia tomada del OPM3).

1. El modelo sugiere un orden para desarrollar las capacidades, a partir del establecimiento de relaciones de dependencia entre ellas (experiencia tomada de los modelos de madurez orientados a áreas focales (Steenbergen, et al., 2010)).
2. El modelo favorece los análisis locales más profundos para abordar la complejidad de la adopción de SOA. Para ello, cada aspecto a evaluar tiene sus propios niveles de madurez (tomado de los modelos de madurez orientados a áreas focales (Steenbergen, et al., 2010)).
3. La flexibilidad del modelo permite su adaptación a la organización donde se aplique. Para ello, este es soportado sobre una estructura que facilita su adaptación a alcances específicos, distinguiendo las capacidades que son necesarias de acuerdo al alcance de la adopción de SOA (experiencia tomada del modelo de madurez SOA de Oracle (Hensle & Deb, 2008)). Además, ofrece facilidades para ajustar el instrumento de evaluación.

Respetando las pautas anteriormente establecidas, se definió la estructura general del modelo de madurez propuesto, el cual quedó conformado por tres perspectivas de madurez como puede observar en la figura 1. Estas agrupan las principales áreas a evaluar durante la adopción de SOA. La estructura de pirámide seleccionada indica que las perspectivas inferiores brindan sustento a las superiores. De esta forma, las capacidades de «gestión de la arquitectura» referidas a los aspectos organizacionales que inciden en la adopción de SOA, garantizan que se desarrolle la «arquitectura», perspectiva que agrupa a las capacidades técnicas. Finalmente, estas capacidades generan beneficios tanto para las TI, como para el negocio, agrupados estos en la perspectiva «resultados». Ello permite distinguir que solo cuando se obtengan beneficios, las capacidades técnicas y organizacionales estarán confirmadas.

Este enfoque establece una relación causa-efecto entre capacidades y beneficios, clarificando la forma en que SOA genera los resultados que promete. El mismo es coherente con (Szyszka, 2009) que diferencia las capacidades de arquitectura y las de gestión de la arquitectura. Además, distinguir una perspectiva para los resultados, coincide con el marco de valoración de la

Arquitectura Empresarial (EAAF v3.1) de la *Office of Management and Budget* (Office of Management and Budget, 2009). Finalmente, concuerda con (Steenbergen, 2011) quien reconoce que prácticas maduras tienen una influencia positiva en la efectividad de un programa de arquitectura, destacando en ello las relaciones entre el contexto organizacional, la madurez de la arquitectura y la efectividad de la arquitectura.

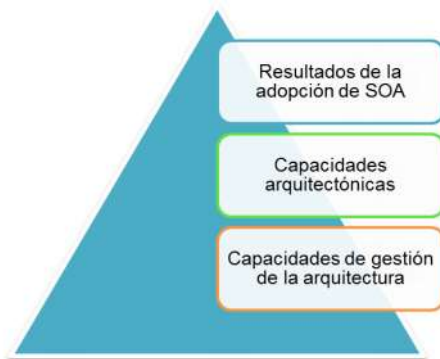


Figura 1. Estructura general del modelo de madurez (Fuente: elaboración propia)

Para representar formalmente el modelo propuesto se extendió la propuesta de Steenbergen (2010) (Steenbergen, et al., 2010) referida a modelos de madurez orientados a áreas focales. El diagrama resultante es mostrado en la figura 2.

Las perspectivas que evalúan el desarrollo de las capacidades son organizadas en

dominios. En cada uno de ellos se distinguen las áreas focales y dentro de estas son ubicadas las capacidades.

A cada una de ellas se le asocian preguntas de evaluación cuya posible respuesta es Sí, No o Parcialmente. Para que la capacidad sea lograda, todas las preguntas deben ser respondidas positivamente. A las capacidades es posible asociarles acciones de mejora, presentadas como prácticas sugeridas para alcanzarlas.

Las capacidades se posicionan en una matriz de madurez de tal modo que reflejen relaciones de dependencia (relaciones dentro de una misma área focal y entre capacidades de distintas áreas focales). De esta forma el modelo muestra el orden en que las capacidades deben ser desarrolladas mediante pasos progresivos, lo que facilita la planificación de la mejora.

En la matriz las áreas focales son ubicadas en la columna izquierda y las capacidades por área focal son representadas por letras que muestran una progresión en la madurez. El nivel de madurez que ha alcanzado una organización se representa coloreando las celdas de cada fila hasta la capacidad aún no desarrollada. La columna más a la derecha que está completamente coloreada, indica la madurez que ha alcanzado la organización.

El ejemplo que ilustra la tabla 1, expresa que

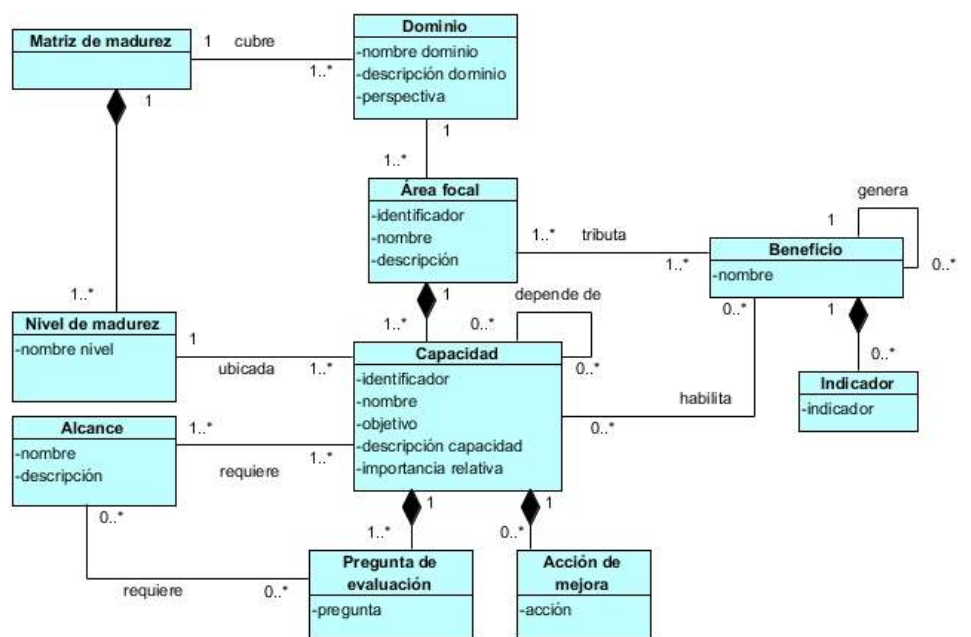


Figura 2. Representación formal de la estructura del modelo de madurez propuesto (Fuente: elaboración propia).

Tabla 1. Representación de la madurez por el modelo

Escales de Madurez	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Área Focal														
AF 1		A			B			C						
AF 2			A						C			D		
AF 3		A				B								
AF 4			A				B		C					
AF 5					A		B			C			D	
AF 6				A		B		C			D			
AF 7				A					C			D		
AF 8		A			B						D			
AF 9			A				B							D

la organización evaluada se encuentra en el nivel 0, pues la capacidad A del área focal 8 (AF 8) no ha sido desarrollada.

A la versión original de Steenberg (Steenberg, et al., 2010) se le incorporaron los siguientes conceptos, los que también responden a varios de los principios establecidos para el modelo de madurez propuesto.

Para contribuir a la planeación de la mejora, en cada nivel de madurez se establecen niveles de importancia relativa a las capacidades allí ubicadas. Así el modelo no solo considera las dependencias entre las capacidades, sino que además incorpora el orden de prioridad en que deben crearse.

Las capacidades son habilitadoras de los beneficios. Igualmente, un área focal está orientada a la obtención de resultados concretos. Por lo anterior, en el modelo se conectan los beneficios de la adopción de SOA con aquellas capacidades que los habilitan. Ello permite clarificar la forma en que SOA genera resultados y, además, establecer un mecanismo para ratificar con mayor objetividad el nivel de madurez alcanzado, pues de definirse los respectivos indicadores, podrían medirse los beneficios que generan las capacidades.

También es posible reconocer las dependencias que existen entre los beneficios como lo propone Thomas Erl (Erl, 2007), de modo que unos beneficios son consecuencia de haber alcanzado otros. Esto permite establecer un vínculo entre los beneficios que SOA genera a las TI y su impacto en el desempeño de la organización.

Para lograr mayor precisión en la evaluación, son definidas instancias del modelo para alcances bien establecidos (ejemplo: departamento, segmento de la organización,

organización, entre organizaciones). Para cada una de ellas son determinadas las capacidades requeridas. Incluso, es posible establecer diferentes preguntas de control en el instrumento de evaluación del modelo, para evaluar una misma capacidad de manera diferenciada en los distintos alcances.

En relación a las capacidades, como se expuso anteriormente, el modelo las organiza en dos perspectivas: arquitectura y gestión de la arquitectura. Para definir los dominios de madurez que conforman la primera de ellas, se tomó como referencia a los dominios comúnmente aceptados para describir la Arquitectura Empresarial (negocio, información, aplicaciones y tecnología) y se adaptaron a SOA, quedando definidos los dominios siguientes: arquitectura de negocio, arquitectura de información, arquitectura de servicios e infraestructura. La perspectiva gestión de la arquitectura agrupa las capacidades que la organización debe desarrollar para sustentar el programa de la arquitectura y quedó conformada por los dominios: gobierno SOA, métodos y organización.

En general, los dominios definidos fueron resultado de la síntesis de los principales modelos de madurez de SOA analizados y de modelos de madurez de Arquitectura Empresarial disponibles, estos últimos empleados en general para enriquecer las capacidades del modelo y en particular, las de la perspectiva de gestión de la arquitectura. Además, el modelo obtenido incluye los dominios incorporados por sus predecesores para SOA. A continuación se ofrece una breve descripción de cada uno de los dominios identificados.

- En general, los dominios definidos fueron resultado de la síntesis de los principales modelos de madurez de SOA analizados y de modelos de madurez de Arquitectura

Empresarial disponibles, estos últimos empleados en general para enriquecer las capacidades del modelo y en particular, las de la perspectiva de gestión de la arquitectura. Además, el modelo obtenido incluye los dominios incorporados por sus predecesores para SOA. A continuación se ofrece una breve descripción de cada uno de los dominios identificados.

- Evalúa si han sido definidos los indicadores claves de desempeño de la organización que se verán afectados por la adopción de SOA. Se valoran además los principales requisitos de negocio y las restricciones que deben abordarse durante el esfuerzo por construir la arquitectura. Incluye además, el modelado de la arquitectura de negocio y la arquitectura deseada, los productos de negocio y servicios requeridos por la organización, así como los procesos, flujos de trabajo y reglas del negocio.
- Arquitectura de información: este dominio se enfoca en verificar cómo la arquitectura de información es soportada por un modelo de datos maestros mediante servicios de datos federados y se implementa un vocabulario común para la información del negocio. Para ello se evalúa fundamentalmente cómo la información es estructurada y modelada, los métodos de acceso a la información empresarial, la abstracción del acceso a datos de los aspectos funcionales, las características de los datos, las capacidades para la transformación de los datos, el manejo de los identificadores, los modelos de información del negocio y la gestión de contenidos.
- Arquitectura de servicios: evalúa la forma en que son desarrolladas las aplicaciones empleando como constructo básico a los servicios. Es la esencia de SOA, pues todos los demás dominios definidos en este modelo tributan a lograr una arquitectura de servicios robusta. Los servicios son desplegados y responden a diferentes tipos de necesidades de negocio y de la infraestructura tecnológica.
- Infraestructura: evalúa las capacidades lógicas de software y hardware requeridas para sustentar el despliegue de los servicios de negocio, datos y aplicaciones. Estas permiten sustentar los requisitos no funcionales y operacionales, así como los acuerdos de nivel de servicios (SLAs)

necesarios para operar el ambiente de servicios compartidos de la organización. Evalúa las capacidades para exponer y virtualizar los servicios (bus de servicios); capacidades para garantizar la seguridad, disponibilidad y accesibilidad a estos mediante los canales de comunicación; capacidades para sustentar la orquestación de procesos, las reglas de negocio, procesamiento de eventos complejos; capacidades para garantizar el registro de los servicios y su descubrimiento; capacidades para el monitoreo del ambiente de ejecución, entre otras.

- **Gobierno SOA:** es una extensión del gobierno de las TI con la función de asegurar que los conceptos y los principios de la orientación a servicios y la arquitectura asociada, son adoptados apropiadamente en la organización para alcanzar las metas de negocio propuestas. Para ello, el gobierno genera las reglas de actuación y restricciones que rigen el ciclo de vida de los servicios, así como institucionaliza la autoridad para tomar las decisiones. Por lo anterior, este dominio verifica el desarrollo de las capacidades relativas al establecimiento de los principios de gobierno, los procesos que los sustentan, las personas que los ejecutan, las herramientas que los apoyan y las métricas que evalúan el cumplimiento de los principios, durante todas las fases del ciclo de vida del portafolio de servicios y soluciones.
- **Métodos:** en este dominio se evalúa el sistema de métodos de ingeniería empleados para ejecutar cada una de las fases del ciclo de vida de los servicios. Se verifica si estos cumplen con las reglas de gobierno y restricciones definidas. Se evalúan las capacidades necesarias para la obtención de requisitos, el aseguramiento de la calidad, las herramientas que se emplean en el diseño, el uso de marcos de trabajo y repositorios de buenas prácticas.
- **Organización:** en este dominio se evalúa cómo los procesos de la organización tributan al desarrollo exitoso de la adopción de SOA. En este sentido se verifica la existencia e integración al programa de la arquitectura de procesos de gestión administrativa tales como: la planeación estratégica del negocio, la planificación y control del presupuesto, las inversiones y adquisiciones, la planificación de TI, la contratación de

personal, los procesos de gestión de cambio, los programas de capacitación del personal, los mecanismos para la comunicación institucional, la apreciación del contexto en que opera la organización, el compromiso y apoyo de la organización a la iniciativa SOA, entre otros.

Definidos los principios, la estructura y el objeto de evaluación del modelo (dominios de madurez que cubre), a continuación se describe su mecanismo de funcionamiento, el cual es descrito gráficamente en la figura 3.

Primero el modelo debe ajustarse a las características de la iniciativa SOA en curso. Para ello es determinado el alcance en el que se adopta SOA y son identificadas las capacidades requeridas en ese escenario, a modo de obviar durante la evaluación aquellas capacidades propias de otros alcances. Posteriormente es aplicado el instrumento de evaluación, consistente en el cuestionario asociado a las capacidades. Con las respuestas obtenidas es posible determinar las capacidades logradas y con ello el nivel de madurez alcanzado en cada área focal. En este punto son comprobados los beneficios asociados a dichas capacidades. En los casos en que sea posible su cuantificación, quedarán ratificadas las capacidades para las que se confirmen los beneficios que prometen.

Una vez determinado el nivel de madurez alcanzado por cada área focal, se procede a planificar la mejora. El mecanismo diseñado toma como base lo que propone el modelo original de Steenberg (Steenbergen, et al., 2010) y además emplea el valor de

importancia relativa definido para las capacidades ubicadas dentro de un mismo nivel. De este modo el proceso de planificación es facilitado mediante el establecimiento de prioridades.

A partir de las capacidades ya logradas por cada una de las áreas focales, son identificadas aquellas no desarrolladas ubicadas en el próximo nivel de madurez. Estas serán las siguientes a desarrollar. Como en la matriz de madurez las capacidades se ubican teniendo en cuenta sus relaciones de dependencia, para establecer un orden son seleccionadas primero las capacidades no desarrolladas de menor nivel de madurez. Las de un mismo nivel son ordenadas de acuerdo a su importancia relativa. De esta forma se procede con el resto de las capacidades ubicadas en los siguientes niveles, las que se van ordenando respetando la sucesión de niveles de madurez.

Discusión

El principal aporte de la investigación consiste en la fundamentación de un modelo de madurez para Arquitecturas Orientadas a Servicios, que integra experiencias positivas en materia de modelos de madurez, contribuyendo a mejorar la efectividad del proceso de evaluación y planificación de la adopción de SOA en las organizaciones.

La concepción del modelo propuesto es novedosa, pues integra de manera coherente tres elementos fundamentales en la adopción de SOA: los resultados esperados, las capacidades de arquitectura requeridas para obtenerlos y las capacidades

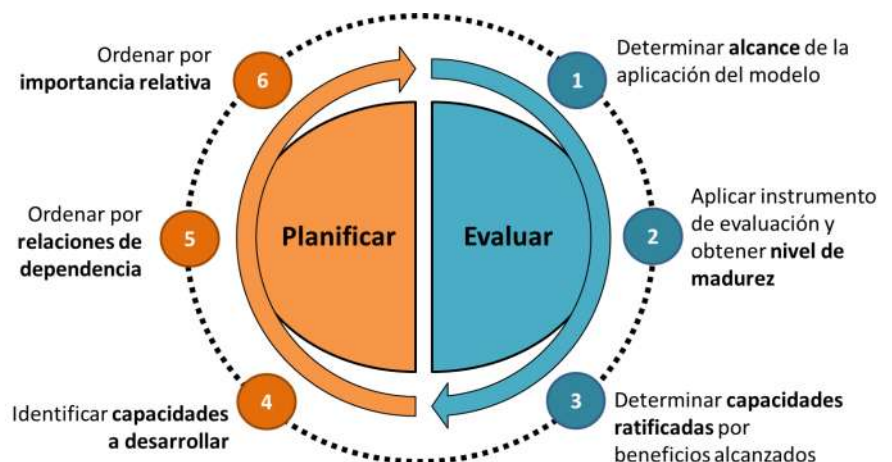


Figura 3. Descripción del mecanismo de funcionamiento del modelo

que debe crear la organización para sustentarlos. Con ello se asegura la alineación de la iniciativa con los objetivos estratégicos de la organización.

El modelo de madurez puede emplearse además para diagnosticar las capacidades iniciales de las organizaciones que pretenden adoptar SOA y evaluar así sus posibilidades reales para ejecutar la iniciativa. Adicionalmente, permite detectar en función de los resultados que se estén obteniendo, si la adopción de SOA está resultando exitosa, de constatarse o no los beneficios esperados.

El modelo fue puesto a la consideración de un grupo de usuarios potenciales. A estos se les aplicó la técnica de Iadov la que arrojó un índice de satisfacción grupal de 0.83, demostrando clara satisfacción de potenciales usuarios del modelo. Además, para conocer el grado de aceptación del modelo por expertos, se le presentó a una representación de especialistas en la materia, un conjunto de planteamientos sobre las características del modelo aquí expuestas. Aplicando la escala de Likert, el índice porcentual en cada uno de los planteamientos fue igual o mayor que 80, lo que evidenció alta valoración de los expertos sobre las características del modelo.

La validación a la que fue sometida el modelo propuesto, demuestra el rigor con que fue concebido y la utilidad práctica que generará su aplicación en organizaciones inmersas en programas de adopción de SOA. Lo anterior sienta las bases para el desarrollo de los respectivos instrumentos de evaluación para cada uno de los dominios definidos en este modelo de madurez.

Conclusiones

Las insuficiencias detectadas en los modelos de madurez de SOA, valoradas integralmente, atentan negativamente contra la efectividad del proceso de evaluación y planificación de la adopción de SOA.

Mediante la integración de experiencias positivas en materia de modelos de madurez, fueron definidos los principios, la estructura, el objeto de evaluación y el mecanismo de funcionamiento de un modelo de madurez que contribuye a mejorar la efectividad del proceso de evaluación y planificación de la adopción de SOA en las organizaciones.

Referencias

- Ciganek, A. P., Haines, M. N., & Haseman, W. D. (2009). Service Oriented Architecture Adoption: Key Factors and Approaches. *Journal of Information Technology Management, XX(3)*, 42-54.
- Erl, T. (2007). *SOA Principles of Service Design*. Boston: Prentice Hall.
- Geric, S., & Vrcek, N. (2009, 22-25 junio). Prerequisites for successful implementation of Service-Oriented Architecture. Trabajo presentado en 31st International Conference on Information Technology Interfaces, Dubrovnik, Croacia.
- Heffner, R. (2009). Insights for CIOs: SOA and beyond. Extraído el 15 de octubre 2012, desde <http://www.forrester.com/Insights+For+CIOs+SOA+And+Beyond/fulltext/-/E-RES55937>
- Hensle, B., & Deb, M. (2008). SOA Maturity Model - Guiding and Accelerating SOA Success. Extraído el 14 de abril 2012, desde <http://www.oracle.com/technetwork/topics/entarch/oracle-wp-soa-maturity-model-176717.pdf>
- Kistasamy, C., Van der Merwe, A., & De La Harpe, A. (2010, 25-29 de octubre). The Relationship between Service Oriented Architecture and Enterprise Architecture. Trabajo presentado en 14th IEEE International Enterprise Distributed Object Computing Conference Workshops (EDOCW 2010), Vitoria, Brasil.
- Lange, M., & Mendling, J. (2011, 29 de agosto - 2 de septiembre). An Experts' Perspective on Enterprise Architecture Goals, Framework Adoption and Benefit Assessment. Trabajo presentado en 15th IEEE International Enterprise Distributed Object Computing Conference Workshops (EDOCW), Helsinki, Finlandia.
- Luthria, H., & Rabhi, F. (2009). Service Oriented Computing in Practice - An Agenda for Research into the Factors Influencing the Organizational Adoption of Service Oriented Architectures. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, 4(1), 39-56. DOI: 10.4067/S0718-18762009000100005
- MacLennan, E., & Belle, J.-P. V. (2013). Factors affecting the organizational adoption of service-oriented architecture (SOA). *Information Systems and e-Business Management*, 11(1), 1-30. DOI: 10.1007/s10257-012-0212-x
- Meehan, M. (2008). SOA adoption marked by broad failure and wild success. Extraído el 3 de diciembre 2012, desde <http://searchsoa.techtarget.com/news/1319609/SOA-adoption-marked-by-broad-failure-and-wild-success>
- Mettler, T. (2009). A Design Science Research Perspective on Maturity Models in Information Systems (Reporte No. BE IWI/HNE/03). St. Gallen, Switzerland: University of St.Gallen - Institute of Information Management.
- O'Sullivan, R., Butler, T., & O'Reilly, P. (2012, 13-14 septiembre). Realizing the Business Value of Service-Oriented Architecture: The Construction of a Theoretical Framework. Trabajo presentado en 6th European Conference on Information Management and Evaluation, Cork, Ireland.
- Office of Management and Budget. (2009). Enterprise Architecture Assessment Framework v3.1. Washington D. C.: Office of Management and Budget. Recuperado de http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/omb/assets/fea_docs/OMB_EA_Assessment_Framework_v3_1_June_2009.pdf.
- Orizondo, A. C. A. (2013, 13-15 de marzo). Principios para el diseño de un modelo de madurez más integral para Arquitecturas Orientadas a Servicios. Trabajo presentado en X Congreso Internacional sobre Innovación y Desarrollo Tecnológico (CIINDET 2013),

- Cuernavaca, Morelos, México.
- Paul, A., & Jacob, J. (2016). Service Oriented Software Engineering: the new era of Software Engineering. *International Journal of Computer and Communication System Engineering*, 3(3), 110-115.
- Project Management Institute. (2003). *Organizational Project Management Maturity Model (OPM3)*. Pennsylvania: Project Management Institute.
- Steenbergen, M. v. (2011). *Maturity and Effectiveness of Enterprise Architecture*. Utrecht: Utrecht University.
- Steenbergen, M. v., Bos, R., Brinkkemper, S., & Weerd, I. v. d. (2010, 4-5 de junio). The design of focus area maturity models. Trabajo presentado en 5th International Conference on Design Science Research in Information Systems and Technology (DESRIST 2010), St. Gallen, Switzerland.
- Steenbergen, M. v., Brinkkemper, S., & Berg, M. v. d. (2007, 12-16 de junio). An Instrument for the Development of the Enterprise Architecture Practice. Trabajo presentado en 9th International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS 2007), Funchal, Madeira, Portugal.
- Szyska, B. (2009). *Analysis and Classification of Maturity Models in Enterprise Architecture Management*. Unpublished Bachelor Tesis, Facultad de Informática. Universidad Técnica de Munich, Munich. Alemania.
- Welke, R., Hirschheim, R., & Schwarz, A. (2011). Service Oriented Architecture Maturity. *Computer*, 44(2), 61-67. DOI: 10.1109/MC.2011.56
- Zimmermann, A., & Zimmermann, G. (2011, 25-30 de septiembre). ESARC - Enterprise Services Architecture Reference Cube for Capability Assessments of Service-oriented Systems. Trabajo presentado en 3rd International Conferences on Advanced Service Computing (SERVICE COMPUTATION 2011), Roma, Italia.

Recibido: 8 de mayo de 2017
Aprobado en su forma definitiva:
20 de julio de 2017

Arturo César Arias Orizondo
Universidad de las Ciencias Informáticas,
La Habana, Cuba
Correo-e.: arturo@uci.cu
