

Arquitectura orientada a servicios en el contexto de la arquitectura empresarial

Service oriented architecture in the enterprise architecture field

Martin Darío Arango Serna¹, Ph.D., Jesús Enrique Londoño Salazar², M.Sc. & Julián Andrés Zapata Cortes¹ I.Q.

1. Ingeniería Industrial; Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín.

2. Comercio Electrónico; Grupo Bancolombia

mdarango@unal.edu.co; jelondon@bancolombia.com; jazapat1@unal.edu.co

Recibido para revisión 12 de mayo de 2010, aceptado 4 de junio de 2010, versión final 26 de junio de 2010

Resumen—Este artículo, muestra una forma de cómo las organizaciones empresariales deben responder a los cambios del entorno, optimizando sus procesos de negocio, usando las tecnologías de la información y las comunicaciones como factor clave para ser competitivas y flexibles a los cambios que afectan a la actividad de negocio. De acuerdo a Microsoft Corporation [1] “La Arquitectura Orientada a Servicios (SOA, Service Oriented Architecture) es una filosofía de diseño que permite un mejor alineamiento de las Tecnologías de Información con las necesidades de negocio, permitiendo a empleados, clientes y socios comerciales responder de forma más rápida y adaptarse adecuadamente a las presiones del mercado”. La Arquitectura SOA establece un marco de diseño para la integración de diferentes software empresariales, para que desde sitios remotos sea posible acceder a los múltiples servicios que las empresas ofrecen. La forma más habitual de implementarla es mediante Servicios Web, una tecnología basada en estándares e independiente de la plataforma, con la que SOA puede descomponer aplicaciones monolíticas en un conjunto de servicios e implementar esta funcionalidad en forma modular.

Palabras Clave: Arquitectura empresarial, Arquitectura orientada al servicio, Tecnologías de información, procesos de negocios, estrategia empresarial.

Abstract—This article shows an example of how business organizations should respond to the environment changes by optimizing their business processes through information and communications technologies (ICT) as a key factor for achieving competitiveness and flexibility toward such changes in the business activity. According to Microsoft Corporation [1] “*Service Oriented Architecture (SOA) is a design philosophic that allows achieving a*

better alignment between ICT and the business necessities, letting company workers, customers and partners to respond and adapt to the market pressure in a faster and better way”. SOA creates a design framework for the different business software integration in order to allow accessing to different services offered by companies from remote locations. The more common way of implementing SOA is through web services, a standard-base and platform-independent technology, whereby SOA can rot monolithic applications into a service set and implementing this functionality in a modular way.

Keywords: Enterprise architecture, Service oriented architecture, information technologies, business processes, business strategy.

I. INTRODUCCIÓN

El concepto SOA, por sus siglas en inglés, Service Oriented Architecture (Arquitectura Orientada a Servicios), no es nuevo, pues se viene manejando desde los años 80's del siglo XX y fue impulsado por las comunidades que dieron inicio al diseño de software a través de componentes, que en su momento fue denominado como la Programación Orientada a Objetos (OOP), por sus siglas en inglés, Oriented Object Programming [2]. En 1983, la ISO (Internacional Standards Organization) adoptó el modelo de referencia OSI (Open Systems Interconnect) como una referencia común para el desarrollo de estándares de comunicaciones de datos [3]. Mientras la tecnología y las capacidades en cada capa del modelo OSI han cambiado

dramáticamente a medida que avanza la tecnología, la arquitectura en sí permanece. Al hacer una correlación de este concepto respecto a la funcionalidad que debe prestar un servicio tecnológico, en la medida que las interfaces o relaciones entre servicios permanezcan estables y soportadas con estándares de industria, los servicios, en sí mismos, pueden ser cambiados fácilmente según las necesidades que vayan demandando los requerimientos del negocio.

En la actualidad se utiliza el término “Arquitectura” a nivel de los sistemas de información para indicar que se dispone de una estrategia y modelo de orquestación (coordinación) de los diferentes componentes tecnológicos que soportan las necesidades de negocio de una organización. De forma consecuente, a estos componentes se les da el nombre de Servicios.

Cualquier organización puede ser estructurada de acuerdo con tres niveles jerárquicos: Estrategia, procesos y sistemas de información. En la estrategia, la organización define sus mercados, productos/servicios, objetivos y metas; en otros términos, se ocupa de los fines que se propone conseguir. A nivel de procesos, la empresa instrumenta las operaciones de negocio congruentes con los objetivos y metas estratégicas, mediante su estructuración en forma de procesos de negocio; su propósito, es proporcionar los medios operativos necesarios para alcanzar los fines delineados en la estrategia.

Una empresa es una entidad compleja compuesta de personas, procesos y tecnología, que producen productos o servicios orientados a satisfacer las necesidades de los clientes [4]. Para capturar la visión completa del sistema empresa en todas sus dimensiones y complejidad surge el concepto de Arquitectura Empresarial. La arquitectura empresarial identifica los componentes principales de la organización y su relación para conseguir los objetivos del negocio. Actúa como fuerza integradora entre aspectos de planificación del negocio, aspectos de operación de negocio y aspectos tecnológicos [5].

La razón para que SOA ha alcanzado el nivel de importancia y relevancia que tiene en la actualidad, se debe principalmente a las necesidades latentes que tienen las organizaciones de alinear el modelo de negocio con los servicios tecnológicos, con el único objetivo de ser más competitivos y poder dar respuesta rápida a las exigencias del mercado. La Arquitectura Orientada a Servicios corresponde a un estilo de arquitectura en el contexto de las tecnologías de la información (TI), entendiéndose como la planeación y el diseño de un sistema de información de acuerdo con un conjunto de guías y lineamientos, de manera que soporte las capacidades actuales y futuras para las cuales fue diseñado [6]. Desde un punto de vista técnico, SOA es un estilo de arquitectura cuyo objetivo principal es permitir una interacción simple entre componentes de software que actúan recíprocamente [7].

Tradicionalmente, los modelos de gestión tecnológica en una organización están supeditados a los modelos de negocio. Bajo

este enfoque, el diseño y construcción de las soluciones informáticas consiste en tomar el conjunto de requerimientos que define el negocio, y a partir de estos extraer un modelo de tecnología que dé respuesta explícita a dichos requerimientos.

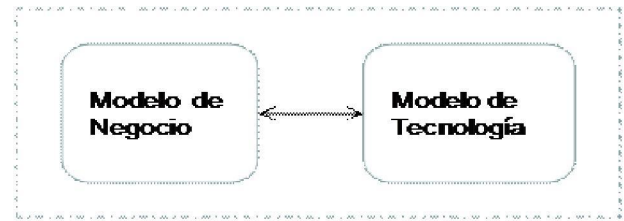


Figura 1. Modelo de tecnología como un resultado del modelo de negocio

Bajo un modelo con estas características, las áreas de TI no trabajan con el suficiente nivel de integración con las áreas de negocio, y si lo hacen, el resultado no se ve reflejado en la efectividad de las soluciones y servicios que provee, lo que conlleva a la implementación de servicios informáticos desarrollados a la medida, poco flexibles y en muchas ocasiones poco prácticos. El nivel de alineación entre los modelos de negocio y los modelos de gestión tecnológica, difícilmente se logra, debido principalmente a que la brecha entre las dos perspectivas es bastante amplia. Mientras el modelo de negocio está enfocado a generar soluciones eficientes dirigidas a satisfacer las necesidades de los clientes y los mercados, el modelo tecnológico no demuestra tener la misma capacidad de reacción, y cuando lo hace, no necesariamente cumple con las expectativas que espera el negocio [8].

Para tratar de resolver el problema planteado anteriormente, es necesario que las áreas de TI desarrollen una visión más abierta y estrechamente conectada con el negocio, así como una nueva alternativa de pensamiento sobre la orientación a servicios de los componentes tecnológicos que provee. La adopción de un modelo de arquitectura orientado a servicios proporciona los mecanismos que permiten definir contratos de prestación de servicios que aseguren que la capa de negocio en una organización se encuentre alineada con la capa de TI [9], tal como se representa en la figura 2.



Figura 2. Modelo de tecnología soportado en SOA como un resultado del modelo de negocio.

A través de la SOA, los procesos de negocio se implementan mediante servicios que ejecutan cada una de las unidades de trabajo mencionadas. Cada servicio es autónomo e independiente del resto, el cual al no necesitar información de contexto, puede reutilizarse indistintamente en varios procesos.

La comunicación con el resto de componentes se realiza por medio de su interfaz, que mientras no sea modificada, permite la mejora continua del servicio disminuyendo la necesidad de realizar pruebas continuas de regresión.

En una organización orientada a procesos y servicios, las áreas de negocio modelan y orquestan sus procesos desde un punto de vista lógico, utilizando los servicios que provea el área de TI. Los cambios en los requerimientos y necesidades del negocio se abordan modificando parcialmente los procesos y los servicios, o bien desarrollando algunos nuevos si fuera necesario. Como consecuencia, el tiempo de respuesta que el negocio puede dar frente a las exigencias del mercado decrece notablemente frente a un escenario orientado al desarrollo de aplicaciones, mejorando la competitividad de la compañía y disminuyendo los costos por cambios y mantenimiento que se presentan tanto a nivel de los procesos como de los servicios tecnológicos.

La relación que existe entre una arquitectura orientada a servicios y la *Arquitectura Empresarial (AE)*, presenta una alta similitud y superposición en varios de los conceptos, procesos, actividades y resultados que se presentan en cada una de ellas. Adicionalmente, ambos modelos están determinados por el direccionamiento que se hace a nivel de la organización (estrategia y planeación y arquitectura de referencia); al mismo tiempo, ambos modelos manejan esquemas de gobernabilidad similares.

En el desarrollo de un modelo de AE, se parte de un estado actual de la arquitectura (línea base), además, sirve como insumo para conducir el planteamiento de las acciones y planes a desarrollar para llevar la arquitectura a un estado más evolucionado acorde a las necesidades del negocio. Lo importante es que al conocer este estado, se dispone de información valiosa para definir el plan de acción para evolucionar a un nivel de arquitectura superior u objetivo donde se quiere llegar, al cual se le denomina “TO-BE” que significa “Estado deseado”. El camino a recorrer se va a soportar en SOA como vehículo de transformación [10].

El proceso para transitar de un estado actual hacia un estado deseado, se denomina “GAP” que significa “Brecha”. El

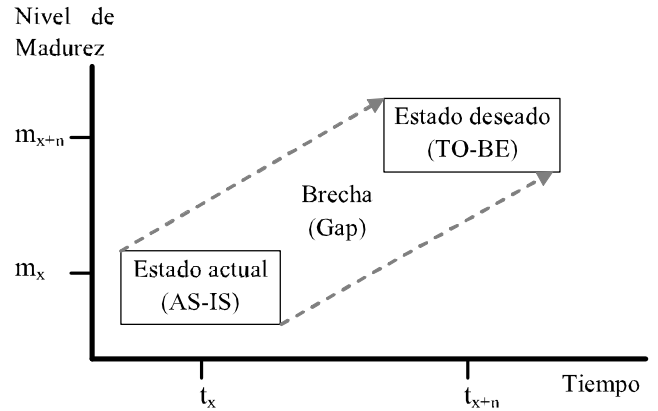


Figura 3. Evolución de los esquemas de integración empresarial soportada en las TI. (fuente propia)

cubrimiento de las brecha permite que se vaya realizando el acercamiento hacia el modelo objetivo, el cual se puede representar en un plano de tiempo vs. el nivel de madurez que se va alcanzando (figura 3).

A través de este artículo, el lector podrá incursionar en la conceptualización y terminología que hay alrededor del tema de una arquitectura orientada a servicios, el papel que juega sobre cómo apoyar en la productividad y eficiencia de las organizaciones, los componentes técnicos que se utilizan y la forma en que se integra con los frameworks de AE más representativos de la industria. El conocimiento adquirido le posibilita disponer de información clara y precisa relacionada con el tema, lo que le va a permitir tener un mejor entendimiento para la adopción de estas metodologías.

II. SOA: EL NUEVO PARADIGMA EN LA CONSTRUCCIÓN DE SERVICIOS DE TI

El concepto de integración empresarial ha evolucionado a la par de los cambios que se han venido dando a nivel tecnológico y de la forma en que operan las empresas.

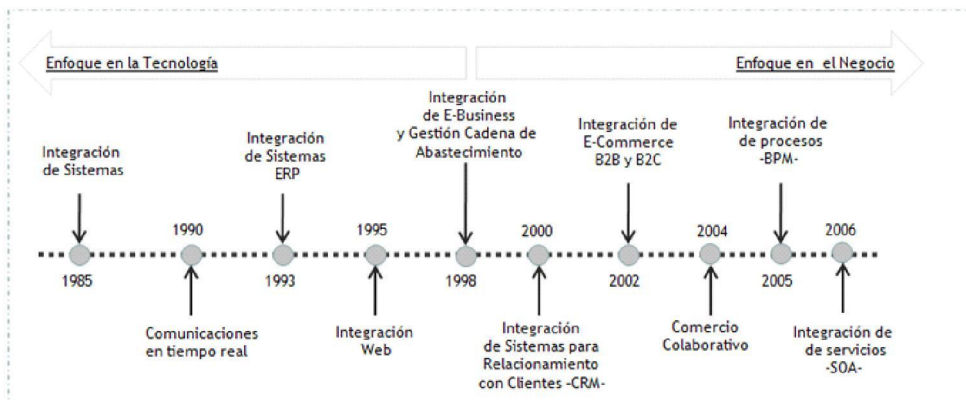


Figura 4. Evolución de los esquemas de integración empresarial soportada en las TI. (Adaptado de: Lam, 2006)

En la figura 4, se observa como en el siglo pasado entre los años 70's y 80's era común utilizar la expresión "Integración de Sistemas", en la cual, gran parte de los procesos de la organización estaban supeditados a las funcionalidades y servicios tecnológicos, los cuales, debido a la poca interoperabilidad existente y la poca estandarización de las tecnologías, se soportaba en los esquemas de integración entre las aplicaciones bajo el intercambio de información a través de interfaces u otros medios [11]. Al inicio de la década de 1990, se comienza a dar un cambio en el modelo de integración de las comunicaciones en tiempo real, lo que permitió hacer más simples y eficientes los esquemas de integración entre aplicaciones. En el transcurso de la misma década, surgen diferentes modelos que apoyan la integración de aplicaciones en un único sistema, siendo la primera vez que se unifican en una misma aplicación diferentes módulos que soportan procesos verticales de una organización, como es el caso de los sistemas ERP. También surgen los esquemas de integración con sistemas externos a través de las tecnologías Web y el desarrollo de los negocios por internet.

A partir de este período, se comienza a dar una ruptura en los esquemas de integración existentes, en la cual se comienza a pasar de un modelo de integración empresarial con enfoque en la tecnología, hacia un modelo de integración con enfoque en el negocio. Desde comienzos del año 2000, se afianzan los modelos de integración, debido al desarrollo del comercio y los negocios electrónicos, planteando retos ya no sólo de integración, sino también de colaboración entre los sistemas de información de diferentes actores (empresas, proveedores, clientes, etc). En los últimos años, las empresas se han visto forzadas a tener un mayor nivel de integración entre los procesos de negocio y los servicios tecnológicos, dando vida y visibilidad a conceptos que ya existían de tiempo atrás, pero que toman vigencia, como son la integración de procesos y la orientación a servicios.

Al incursionar en el tema de la integración de servicios, se resalta como el modelo de una arquitectura orientada a servicios ayuda a los arquitectos y diseñadores a descubrir artefactos (componentes) en el nivel de abstracción adecuado para satisfacer y alinear las necesidades del negocio. Permite también que las áreas funcionales de la empresa a nivel estratégico y de procesos participen activamente en las definiciones y diseños, y así lograr una mejor trazabilidad y correlación de los servicios que requiere el negocio respecto a los que le provee el área de TI. También proporciona una metodología y un marco de trabajo para documentar las capacidades del negocio y dar soporte a las actividades de integración y consolidación de los servicios de negocio.

Una Arquitectura SOA permite soportar servicios débilmente acoplados (servicios independientes de la plataforma subyacente y del lenguaje de programación) para posibilitar la flexibilidad en el negocio de una manera interoperable e independiente de los componentes tecnológicos. Consta de un

conjunto de servicios de negocio que soportan la realización de procesos de negocio de principio a fin de una forma dinámica y reutilizable, utilizando descripciones de servicios basadas en interfaces. Al utilizar SOA, se pueden descomponer los procesos y funcionalidades de la organización en partes reutilizables y manejables, que pueden ser diseñadas, desarrolladas y gestionadas de forma independiente como servicios. El modelo SOA es iterativo, ya que permite que un servicio pueda estar compuesto de otros servicios de granularidad fina (servicios simples o elementales, respecto de la lógica que ejecutan). Cada servicio se desarrolla con la intención de aportar valor al negocio, ya sea en mayor o menor grado. Ningún servicio tecnológico que se construya tiene sentido o valor si no está orientado a satisfacer una necesidad concreta del negocio [10, 11].

Los componentes que conforman la red de servicios hacen disponibles sus recursos a otros de ellos que se encuentran en la misma red, bajo un esquema de servicios independientes a los que se tiene acceso de un modo estandarizado. Al contrario de las Arquitecturas Orientadas a Objetos, una arquitectura SOA está compuesta por servicios de aplicación débilmente acoplados y altamente operativos entre ellos. Para comunicarse entre sí, estos servicios se basan en una definición formal de la interfaz, independiente de la plataforma, del lenguaje de programación o de la tecnología subyacente, ocultando o encapsulando las particularidades de la implementación. Con esta arquitectura, se pretende que los componentes de software desarrollados sean reutilizables, ya que cada interfaz se define siguiendo un estándar.

La Arquitectura Orientada a Servicios es tanto un marco de trabajo para el desarrollo de software como un marco de trabajo de implantación de los servicios que se construyen. Para que un proyecto SOA tenga éxito, los arquitectos, diseñadores y desarrolladores de software deben cambiar sus paradigmas en lo que respecta al diseño de componentes tecnológicos, para comenzar a construir servicios comunes que puedan ser orquestados a través de una capa de intermediación, denominada middleware, para la implementación de los procesos de negocio. El desarrollo de sistemas basado en SOA, requiere de un compromiso con este modelo en términos de planificación, metodología, herramientas y la infraestructura requerida. Para poder alcanzar una Arquitectura Orientada a Servicios, tanto los procesos de negocio como los procesos de tecnología deben estar integrados en un mismo flujo; esto es, deben diseñarse para que funcionen como una sola unidad, garantizando que cada capa tenga su independencia de la otra, sin que se vea afectada notablemente cuando se presenten cambios en alguna de ellas [13]. Lo anterior es un acercamiento a lo que se podría decir que es tener definida una AE.

Desde una perspectiva técnica, existen diferentes estándares de industria que han sido adoptados por SOA para efectos de facilitar la implementación de servicios:

Con respecto al diseño y modelado de procesos de negocio, se cuenta con estándares como BPEL (*Business Process Execution Language*), WS-Coordination (*Web Services Coordination*), los cuales proporcionan métodos de definición, coordinación y soporte para flujos de trabajo, procesos de negocio y aplicaciones distribuidas.

Desde el punto de vista de implementación tecnológica, para Heffner [14], la mayoría de las definiciones de SOA identifican la utilización de servicios web a través de estándares basados en SOAP (*Simple Object Access Protocol*), WSDL (*Web Services Description Language*), UDDI (*Universal Description, Discovery and Integration*), XML (*Extensible Markup Language*), HTTP (*HyperText Transfer Protocol*) y JMS (*Java Message Service*), entre otros. También es posible hacer implementaciones de SOA utilizando otro tipo de estándares y tecnologías que están basadas en el concepto de servicios, sin que necesariamente sean consideradas servicios Web, por ejemplo: JMS (*Java Message Service*) para la implementación de servicios soportados en colas de mensajería y CORBA (*Common Object Request Broker Architecture*), entre otros.

III. COMPONENTES PRINCIPALES DE UNA ARQUITECTURA SOA

3.1. Los Servicios

Cuando se define implementar soluciones de negocio bajo una orientación de servicios, la cual se soporta en una arquitectura SOA, la palabra clave es Servicio [14, 15].

Un servicio es una unidad de trabajo que se ejecuta por un proveedor del mismo para obtener un resultado final, el cual es requerido o utilizado por un consumidor. Tanto el proveedor como el consumidor del servicio son representados por agentes de software que se ejecutan al lado de cada actor que participa en la comunicación [7].

Los servicios corresponden a funciones de negocio que, cuando son invocadas, ejecutan una tarea específica, tal como consultar el saldo de un crédito, realizar un pedido, abrir una cuenta o hacer un registro en un sistema, radicar un reclamo, solicitar una cita. Si todos estos servicios, entre muchos otros, son comunes para casi todas las organizaciones, y que por lo general pueden ser adquiridos como paquetes de industria o ser construidos internamente, la diferencia o ventaja competitiva reside en la forma en que cada organización ensambla y reutiliza dichos servicios, ajustándolos a la estrategia y necesidades específicas del negocio.

Algunas de las características principales que incorpora la implementación de un servicio, son las siguientes:

- Un servicio expone una interface bien definida soportada en estándares.
- Un servicio oculta los detalles relacionados con la

implementación del mismo.

- La invocación del servicio se hace mediante mecanismos basados en estándares abiertos de industria.
- Un servicio puede ser de granularidad gruesa o granularidad fina. Los de granularidad gruesa, exponen una función de alto nivel de negocio, que a su vez invoca a otros servicios internos que pueden ser de granularidad fina. Un servicio de granularidad fina es aquel que implementa una y solo una función muy específica.
- Un servicio es publicado por el proveedor del mismo, para que sea consumido por uno o más clientes (aplicaciones, flujos, procesos, etc.).
- Los servicios son desacoplados (modulares), autónomos e independientes.
- Un servicio es reutilizable al poder ser invocado por diferentes aplicaciones.

3.1.1. Componentes de un Servicio

El planteamiento de una arquitectura SOA se basa en las interacciones que se establecen entre tres elementos principales: el proveedor del servicio, el registro del servicio y el consumidor del servicio [17]. Las interacciones comprenden las operaciones de publicación, búsqueda y enlace. En un escenario típico, un proveedor de servicios crea y registra un componente o módulo de software que es accesible a través de la red de telecomunicaciones; esto se conoce como la implementación del servicio. El proveedor de servicios define una descripción de éste y lo publica en un registro de servicios (Directorio). El consumidor del servicio ejecuta una operación de búsqueda para encontrar la descripción del servicio que requiere consumir, ya sea que lo haga de forma local, o bien, desde el registro de servicios al utilizar la descripción para establecer un enlace y comunicación con el proveedor e invocar o interactuar con la implementación del mismo. En la figura 5 se ven reflejados los componentes y las iteraciones que se dan entre los mismos.

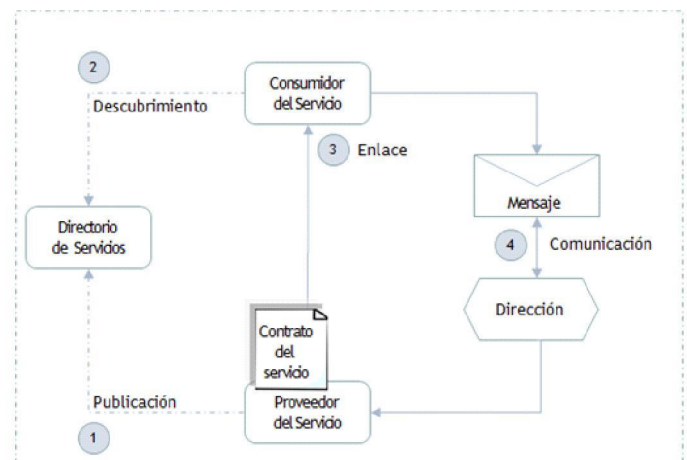


Figura 5. Componentes básicos de un Servicio

En una Arquitectura Orientada a Servicios se cuenta con los siguientes componentes [17]:

Proveedor del Servicio: Desde la perspectiva de negocio corresponde al propietario del servicio, mientras que desde la perspectiva de arquitectura se relaciona con la plataforma tecnológica que aloja el servicio.

Consumidor del Servicio: Desde una perspectiva del negocio es el sistema de información o aplicación que requiere satisfacer ciertas funciones empresariales. Desde la perspectiva de arquitectura es la aplicación o componente que invoca o inicia una interacción con el servicio.

Registro del Servicio: Corresponde a un catálogo de servicios donde se buscan las descripciones y donde los proveedores publican las descripciones. Los consumidores de servicios se conectan al directorio o registro de servicios, obteniendo información de enlace en la descripción de los mismos.

Desde una vista tecnológica, los componentes técnicos que permiten la implementación de un servicio de negocio se encuentran representados en la figura 6 y se describen a continuación (The SOA Glossary):

- **WSDL:** Corresponde a un formato XML que se utiliza para describir servicios Web, y describe la interfaz pública a los servicios.
- **UDDI:** Corresponde al catálogo o directorio donde se registran los servicios Web.
- **SOAP:** Es un protocolo estándar que define cómo dos objetos en diferentes procesos pueden comunicarse por medio del intercambio de datos XML.
- **ENDPOINT:** Significa el punto en el cual una capacidad provista por un servicio es entregada al consumidor del mismo. También hace referencia a los puntos de partida como al destino final de un servicio que es invocado.

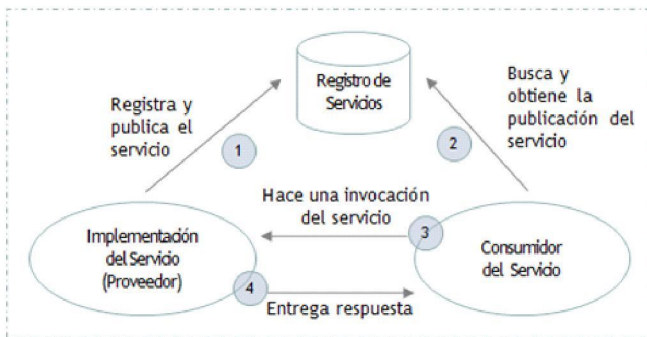


Figura 6. Modelo de registro de servicios. (Adaptado de: Shekkerman [11])

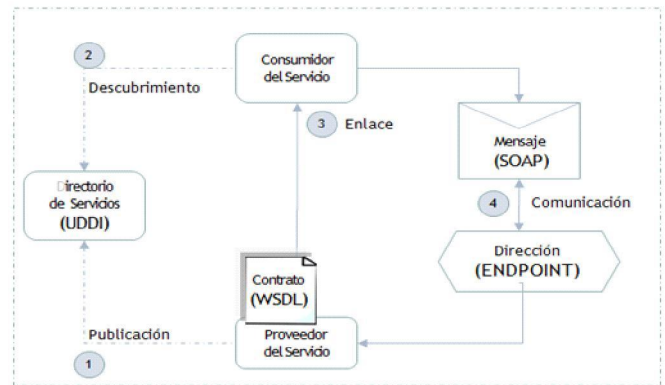


Figura 7. Componentes técnicos para la implementación de un servicio

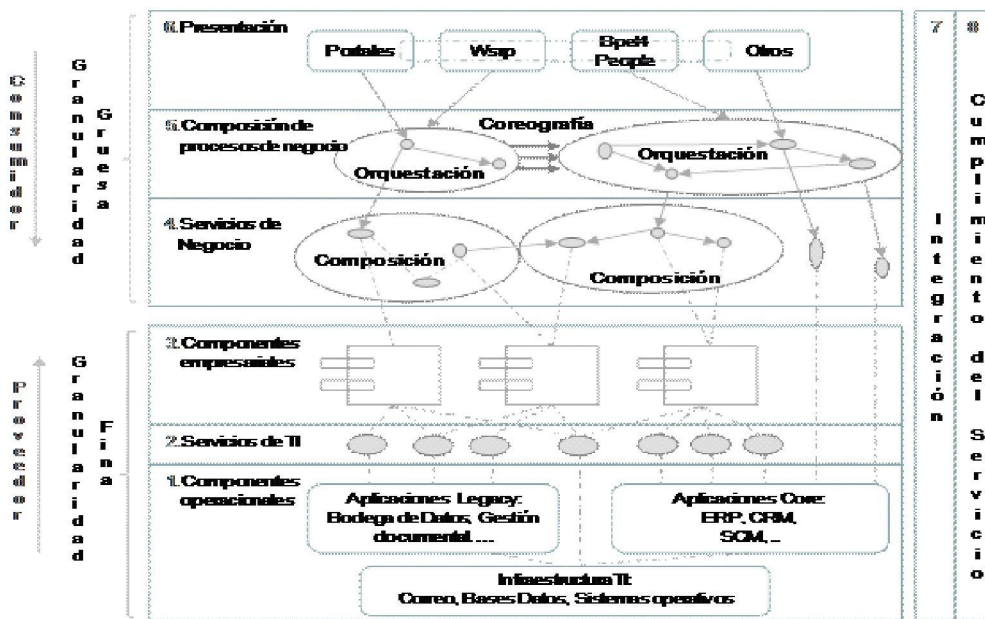


Figura 8. Capas de una arquitectura SOA. (Adaptado de: Arsanjani, 2004 & Emig, 2008)

3.1. Arquitectura de SOA

Uno de los aspectos más importantes que debe ser considerados en un arquitectura SOA, está relacionado con la independencia que debe existir entre cada una de las capas, de tal forma que sean flexibles e independientes de los cambios que se presentan en las capas subyacentes.

Diferentes autores han planteado diversos esquemas para representar las capas de SOA. Para Emig et al [18], quien toma como base el modelo definido por Arsanjani [19] propone una arquitectura SOA, desde el punto de vista de la base tecnológica, tiene las siguientes capas: capa de sistemas operacionales (compuesta por aplicaciones legacy y componentes de infraestructura), capa de servicios tecnológicos (servicios que se derivan de los sistemas operacionales), capa de integración (composición de servicios), capa de servicios de negocio (descripción de la interfaz y esquema de comunicación del servicio), capa de procesos (permite realizar una orquestación que facilita coordinar y propiciar la interacción de diferentes servicios) y la capa de presentación (interacción de los usuarios con los procesos) -este modelo no incluye dos capas adicionales que si son cubiertas por el modelo de Arsanjani-, una capa de integración (capacidades de integración a través de mecanismos de transformación y enrutamiento de información) y una capa de calidad o cumplimiento del servicio (monitoreo, gestión y mantenimiento).

La siguiente representación (figura 8), muestra un modelo que integra los enfoques planteados por ambos autores.ç

La capa de componentes operacionales se refiere a los servicios tecnológicos existentes, llamados sistemas operacionales [20], también conocidos con el nombre de sistemas legacy. En esta capa se cubren elementos de tipo tecnológico como son las aplicaciones tipo ERP (*Enterprise Resource Planing*), CRM (*Customer relationship management*), SCM (*Supply Chain Management*) y sistemas legados pre-existentes). Por lo general, los sistemas mencionados anteriormente han sido desarrollados bajo esquemas tradicionales de programación y usualmente no están orientados a servicios. En los últimos años, se comienzan a dar excepciones respecto a algunas aplicaciones nuevas que salen al mercado que incorporan varias funcionalidades orientadas a servicios [11]; de igual forma, sistemas pre-existentes están incorporando servicios en las nuevas versiones que liberan.

En la capa de componentes empresariales se utiliza tecnología y diseños basados en contenedores y desarrollos basados en componentes [17]. Es la capa encargada de realizar la funcionalidad y mantenimiento de la calidad del servicio de cada uno de los que están expuestos. Un contenedor se encarga de dirigir el intercambio de mensajes siguiendo un protocolo determinado, además de administrar el diseño y la posición de los controles que ejecuta.

La composición de servicios se realiza a través de una capa de integración. El término de composición en este contexto denota la combinación de servicios simples que producen un resultado que sirve de entrada para otro servicio de granularidad gruesa [15]. Los servicios corresponden a una estructura basada en componentes, en la cual, estos son definidos como un conjunto de componentes reutilizables, los cuales pueden usarse para construir nuevos servicios más complejos, nuevas aplicaciones o integrar programas existentes. Es en esta capa donde siempre se realiza la clásica integración de aplicaciones (EAI: *Enterprise Application Integration*), pero ahora se aplican estándares para la descripción del servicio (p.e. WSDL) y protocolos de comunicación (p.e. SOAP). Es de anotar que en la parte superior de la capa de la arquitectura, se encuentran los servicios de negocio, los cuales contienen menos cantidad de código de software (o aspectos técnicos) y más características y capacidades a nivel de definición de procesos de negocio.

La capa de composición de procesos de negocio se establece después de la capa de servicios. Esta define la composición de procesos de negocio a partir de los servicios. Generalmente, se utilizan herramientas visuales de composición de flujos para su diseño. La función de orquestación permite que un proceso primario controle la secuencia global e invoca a los servicios colaborativos. Para realizar esta actividad, el proceso contiene la lógica (secuencia, actividades, invocaciones y sesiones) para invocar otros servicios (llamados colaboradores), para completar su trabajo de forma combinado [20]. La coordinación de procesos de negocio en un nivel superior, se denomina coreografía, la cual define los protocolos de comunicación entre los servicios de negocio. Básicamente la coreografía con respecto a la composición de servicios es un mecanismo de diseño que pretende definir un comportamiento global de esta a partir de comportamientos individuales que se relacionan por medio del intercambio de información y que se rigen por reglas de comportamiento [21].

La capa de presentación corresponde al último peldaño que precede a la capa de procesos y permite la interacción (integración) de las personas o usuarios con los procesos que requieren de su intervención [2] La interacción puede extenderse a acciones de tipo operacional relacionadas con el negocio, el inicio, actualización o finalización de un proceso o a la entrada de datos que lo alimentan. Desde el punto de vista tecnológico, estándares como, BPEL4People (*Business Process Execution Language for People*) y WSRP (*Services for Remote Portlets*) prometen convertirse en los estándares para ser aplicados en esta capa [18].

La capa de integración se considera transversal a toda la arquitectura, pues no sólo es necesaria la integración de servicios basados en componentes, ya que al evaluar los requerimientos de una arquitectura es necesario considerar que adicional a la integración de aplicaciones también es requerida la integración a nivel de la interfaz de usuario, de conectividad de aplicaciones, de procesos y la integración de información,

etc. La capa de integración provee diferentes capacidades que permiten realizar dicha función, tales como: transformación, enriquecimiento, enrutamiento inteligente de mensajes, mapeo y homologación, registro de servicios, conectividad, seguridad, modelado y ejecución de procesos, etc. A nivel de las herramientas tecnológicas que proveen estas funcionalidades se encuentra lo que se denomina ESB, por sus siglas en inglés, Enterprise Service Bus (Bus de servicios empresariales). Algunas definiciones para ESB son las siguientes: Un ESB es una arquitectura que explota los servicios y la mensajería a nivel de capa intermedia, el enrutamiento inteligente y la transformación [10]. Desde otra perspectiva, para Cullen et al. [22] el ESB es un modo simple de hacer integración dentro de una arquitectura orientada a servicios. Para nosotros, la definición de un ESB corresponde al componente central que a nivel tecnológico provee una solución de integración, a través del cual se realizan todas las operaciones de intercambio de información entre diferentes aplicaciones y servicios, para lo cual se soporta en estándares de industria, además de proveer las funcionalidades mencionadas anteriormente en la descripción de las capacidades de la capa de integración de una arquitectura SOA.

En la capa de cumplimiento o calidad del servicio se dispone de las capacidades necesarias para monitorear, gestionar y mantener las propiedades de calidad del servicio, tales como: trazabilidad, ejecución, seguridad, ejecución y disponibilidad. Se utilizan diferentes herramientas de software que permiten monitorear el estado de los servicios y de las aplicaciones que cumplen con los estándares de SOA.

Una variación de la arquitectura descrita anteriormente, se soporta en el hecho de cómo diversas fuentes hacen una división de la capa de servicios en dos categorías [23] servicios de grano grueso y servicios de grano fino. Este tipo de clasificación es relativa y no existen sistemas de medición claramente establecidos [24]. Emig et al. [18] propone una arquitectura donde separa los servicios en dos grupos: servicios core y servicios de negocio. La capa de servicios core (principales) permite la exposición de servicios de aplicaciones legacy ya existentes (servicios de granularidad fina), los cuales pueden ser compuestos a través de la capa de integración para generar nuevos servicios más orientados al negocio y que podrían convertirse en servicios de granularidad fina. En contraste, la capa de servicios de negocio precede a la capa de integración, permitiendo la orquestación y coreografía de servicios simples en servicios de granularidad gruesa, articulados a flujos de procesos que manejan el mismo tipo de interfaz y protocolo de comunicación.

IV. ADOPCIÓN DE SOA POR ALGUNOS DE LOS PRINCIPALES FRAMEWORK DE ARQUITECTURA EMPRESARIAL

Los frameworks de Arquitectura Empresarial han venido evolucionando desde el mismo momento en que este concepto

fue introducido al mercado en el año 1987 con la publicación de un artículo de J. Zachman en el Diario IBM Systems, titulado "Un marco para la Arquitectura de Sistemas de Información." [25].

En el contexto de la arquitectura empresarial, un framework corresponde a los componentes especiales que actúan como base para la estructuración y ensamble de componentes en construcciones más complejas [26]. Continuando en el mismo contexto, un framework de AE concierne a un enfoque para el diseño, planificación, implementación y gobierno de una arquitectura empresarial. Para Togaf, un framework es un marco de trabajo de AE que provee la metodología y los instrumentos que ayudan a determinar en qué términos se define y documenta la arquitectura.

Con la adopción generalizada de SOA por parte de las grandes empresas, a finales de 2005 Erl [20] los framework de AE ya existentes advirtieron la necesidad de integrar a sus modelos este concepto. La Orientación a Servicios (OS) es un estilo Arquitectónico, más no una Arquitectura en sí misma [10,25]. Lo anterior permite inferir que SOA no es un nuevo modelo de arquitectura empresarial, sino una variación en la forma como ésta puede ser implementada.

De los diferentes framework de AE utilizados a nivel de industria, los más representativos, determinados por su nivel de madurez y de penetración en el mercado (Schekkerman - IFEAD, 2005) son los siguientes: Federal Enterprise Architecture Framework -*FEAF*, The Open Group Architectural Framework -*TOGAF*, Zachman Framework -*ZACHMAN*-, Extended Enterprise Architecture Framework -*E2AF*, Department Of Defense Architecture Framework -*DoDAF*-.

Para el desarrollo de este capítulo, se toman como referencia los frameworks de arquitectura empresarial E2AF, ZACHMAN y TOGAF, por ser los primeros en mapear SOA en los modelos de AE, respectivamente.

4.1. Extended Enterprise Architecture Framework (E2AF)

Este framework está compuesto por cuatro filas (dimensiones) y cinco columnas (niveles de abstracción). En el nivel de abstracción contextual del marco de referencia E2AF se considera la implementación del concepto -SPA-, por sus siglas en inglés *Services Paradigm Adoption* (Adopción del paradigma de servicios). La adopción por parte de una empresa de un modelo orientado a servicios debe estar soportada con base en la estrategia y objetivos que tenga establecidos, y no porque sea un concepto o paradigma que esté de moda. Su incorporación en una organización debe ser vista como una estrategia a nivel corporativo, y no solamente como una capacidad tecnológica, de tal forma que ésta se pueda estructurar en términos de servicios. Lo anterior exige un cambio de mentalidad y compromiso, tanto desde las líneas estratégicas (directivas) como de las áreas operativas de la empresa (p.e,

procesos y tecnología). En E2AF, la aplicación de SPA comprende todos los cuadrantes resultantes de la intersección de las cuatro dimensiones de arquitectura, con el nivel de abstracción contextual.

En los niveles de abstracción ambiental y conceptual del marco de referencia se incorpora el concepto SOE, por sus siglas en inglés *Services Oriented Enterprise* (Empresa Orientada a Servicios). Este cubre todos los cuadrantes de intersección que se establecen con las cuatro dimensiones de la arquitectura. Cuando se habla de que una empresa está orientada a servicios, se hace referencia a que es toda la organización y no solamente algunas áreas. Desde una perspectiva a nivel del modelo organizacional, SOE orienta y habilita el cambio organizacional desde una perspectiva estratégica, lo cual exige que a nivel de toda la cadena de mando y estructura organizacional se cuente con el compromiso de todas las áreas y personas, para lograr la implementación exitosa de esta clase de iniciativas.

La decisión de adoptar e implementar SOA en una organización, no se hace de la noche a la mañana, se debe contar con un proceso claramente definido y adecuado que evalúe las implicaciones a nivel del negocio, los procesos y las tecnologías disponibles, además del horizonte que la empresa quiere alcanzar adoptando una estrategia de orientación a servicios.

En el nivel de abstracción físico, encontramos la representación del concepto de SOC, por sus siglas en inglés *Services Oriented Computing* (Computación Orientada a Servicios). Comprende dos cuadrantes resultantes de la intersección entre las dimensiones de sistemas de información (aplicaciones) e infraestructura tecnológica. Los servicios de computación se realizan a través de las aplicaciones, ya sean que estén orientadas a prestar servicios de negocio, o bien, porque ejecuten servicios completamente técnicos. Una variación de la computación orientada a servicios corresponde al concepto de SOI, por sus siglas en inglés *Services Oriented Infrastructure* (Infraestructura Orientada a Servicios), el cual se centra específicamente en los componentes técnicos tales como: plataformas de procesamiento, bases de datos, recursos de almacenamiento, redes de telecomunicaciones, etc. El objetivo detrás de este concepto consiste en implementar servicios tendientes a reducir tanto los costos como la complejidad de la infraestructura de TI mediante la virtualización, reutilización y la asignación dinámica de los recursos. Por último, en el nivel de abstracción de transformación, se tiene la representación del concepto de STP, por sus siglas en inglés *Services Transition Plan* (Plan de Transición de Servicios). Este cubre todos los cuadrantes de intersección que se establecen con las cuatro dimensiones de la arquitectura.

La clave para que se lleve a feliz término el proceso de transición de una empresa hacia un modelo basado en servicios, consiste en contar con un punto de equilibrio entre la turbulencia

que rodea el apogeo de SOA, con el desarrollo e implementación de un plan coherente que sirva como guía para llevar a la empresa por un camino que seguramente va a contar con sus dificultades de tipo técnico, de resistencia al cambio y por los vaivenes a nivel de las tendencias de industria con relación al tema.

4.2. The Open Group Architecture Framework (TOGAF)

TOGAF es un estándar que nació en 1995, desarrollado por *The Open Group*, y patrocinado por el Departamento de Defensa estadounidense a partir del *Technical Architecture Framework for Information Management* (TAFIM). Está enfocado hacia la definición, implantación y mantenimiento de un modelo de Arquitectura Empresarial. TOGAF es un marco de arquitectura genérico que no es específico a ninguna industria, estilo de arquitectura, geografía o tecnología (Bloomberg & Schmelzer); por el contrario, es considerado como un marco de trabajo genérico para el desarrollo de la arquitectura. [27]

TOGAF consta de cuatro componentes o partes principales: La fase preliminar o introducción, el método de desarrollo de la arquitectura -ADM- (*The Architecture Development Method*), la taxonomía empresarial (*The Enterprise Continuum*) y la base de recursos (*The Resource Base*).

La fase preliminar hace una introducción a los conceptos y principios que rigen la arquitectura y al enfoque específico de TOGAF. El método de desarrollo de la arquitectura incluye el desarrollo de cada una de las vistas o dominios de la arquitectura. También incorpora la descripción de cada una de las fases para administrar y gestionar el plan de ejecución (ver figura 10). La taxonomía empresarial corresponde a un repositorio virtual de todos los activos de arquitectura disponibles en la organización, los cuales son utilizados en el proceso de construcción de la misma.

TOGAF aborda el desarrollo de la AE a partir de cuatro niveles de abstracción: Negocio, Sistemas de Información (compuesto por la Arq. de aplicaciones y la Arq. de información), e Infraestructura tecnológica. En el marco de referencia, estos niveles de abstracción se reflejan en las fases B, C y D del diagrama que representa a TOGAF (ver figura 10). El ciclo de vida que sigue TOGAF para el desarrollo de la arquitectura cubre nueve fases, una primera fase que es considerada como el punto inicial (preliminar o introducción), y las ocho siguientes que son las que permiten el desarrollo de todo el ciclo de vida de la arquitectura. Adicionalmente, incorpora una fase o proceso para la gestión de requerimientos, a la cual confluyen todas las demás.

A partir de la versión 9, TOGAF incorpora la implementación de SOA a través de una extensión que hace al componente “método de desarrollo de la arquitectura -ADM-”. En la figura 11, se muestra la forma en que Togaf hace una representación gráfica de la incorporación de SOA en su framework de

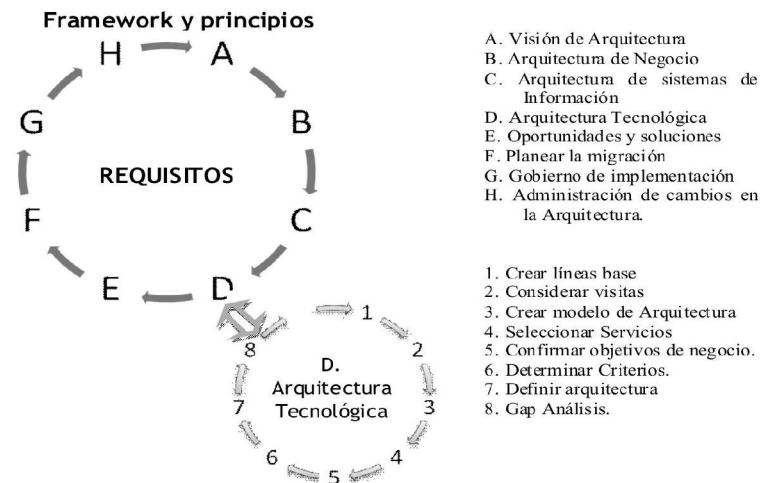


Figura 10. Framework de AE – TOGAF. (Adaptado de TOGAF, [27])

arquitectura. En esencia, lo que se plantea, es la incorporación de algunas definiciones y planteamientos sobre el esquema de

governabilidad para la implementación de SOA a través de las diferentes fases del ciclo de desarrollo de TOGAF [27].

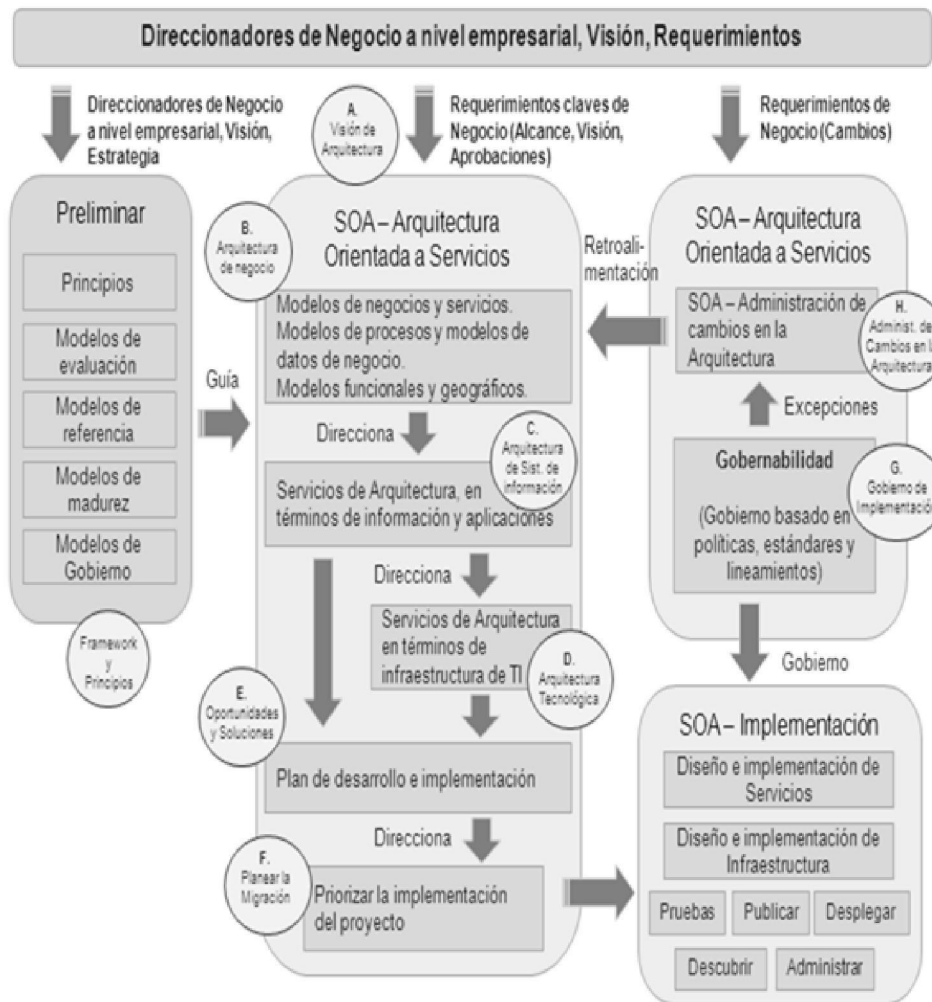


Figura 11. Modelo SOA, aplicado al Framework de AE – TOGAF. (Adaptado de Togaf, [27])

Antes de comenzar el ciclo de desarrollo de la arquitectura, el modelo TOGAF incorpora un componente central y común a todas las fases -Gestión de requerimientos-; a través de este se asegura que cada una de las demás fases fundamente su desarrollo e implementación en requerimientos de negocio válidos. El desarrollo de cualquier iniciativa de arquitectura y servicios de negocio debe estar sustentado en dichos requerimientos.

Fase preliminar: prepara a la organización para abordar el proceso de adopción e implementación de un modelo de AE soportado en TOGAF, se define los equipos de trabajo, los principios que rigen la arquitectura y los marcos y herramientas de trabajo requeridos.

Fase A - Visión de arquitectura: se establece el alcance, las restricciones y expectativas sobre el desarrollo de un proyecto de arquitectura. Se hace un levantamiento de la visión, el contexto del negocio, los patrocinadores y participantes, los acuerdos de entendimientos y las aprobaciones necesarias. Es fundamental para el éxito de un proyecto SOA que esta fase se considere como un instrumento para el desarrollo de la arquitectura.

En las fases siguientes (B, C y D), se sigue un modelo de implementación que es común para las tres, y que consiste en construir un modelo objetivo (to-be) de la arquitectura, teniendo como base las brechas (gaps) que se identifican a partir de un modelo existente (as-is).

Fase B - Arquitectura de negocio: se encarga de la descripción de la estructura organizacional, de los procesos de negocio, los sistemas de planeación y control, los mecanismos de gobierno, administración de políticas y procedimientos a nivel empresarial. En esta fase se encuentra el punto neurálgico que determina en gran medida el éxito en la adopción de una iniciativa SOA, al incorporarse la implementación de un modelo de negocio basado en servicios, convirtiéndose en el punto de partida que soporta el resto del ciclo de vida en el proceso de desarrollo, construcción y puesta en producción de un servicio de negocio. En el contexto de SOA, en esta fase se realiza la descripción de los modelos de negocios y servicios, de procesos y datos de negocio, además de los modelos funcionales y geográficos.

Fase C - Arquitectura de sistemas de información (aplicativa y de datos): la arquitectura de datos o información describe los activos lógicos y físicos de los datos como un activo de la empresa, y la administración de los recursos de información. La arquitectura aplicativa incorpora soluciones que apoyan el negocio, basadas en las capacidades funcionales requeridas y las estrategias de tecnología definidas, además de identificar componentes y servicios que den respuesta a necesidades comunes de las áreas de negocio.

Fase D - Arquitectura tecnológica: define la estrategia y arquitectura a nivel de la infraestructura de TI que dan soporte al negocio. En SOA, en esta fase se determinan los servicios a nivel de la infraestructura tecnológica que soportan y habilitan

los demás eslabones de la cadena de los niveles de abstracción de la arquitectura. Los servicios que se proveen en esta capa son por lo general de granularidad fina, y son provistos por las plataformas tecnológicas y diferentes sistemas core o legacy que se ejecutan sobre éstas.

Fase E - Oportunidades y soluciones: se evalúan y seleccionan las opciones de implementación de los proyectos más importantes de los diferentes modelos identificados en la arquitectura objetivo para cada uno de los niveles de abstracción.

Fase F - Planear la migración: se priorizan los proyectos a implementar, análisis de costos, riesgos e implicaciones y desarrollar el plan de migración. La aplicación de SOA a nivel práctico se hace realidad en esta fase.

Fase G - Gobierno de implementación: se definen los mecanismos e instrumentos que garanticen que el desarrollo de los proyectos está acorde con la arquitectura definida. El gobierno SOA pretende dotar de los mecanismos de control, procesos, procedimientos y métodos probados en la práctica para garantizar el orden en las decisiones que se tomen en una iniciativa SOA.

Fase H - Administración del cambio de la arquitectura: establecer procedimientos para gestionar el cambio de la nueva arquitectura, además de proveer un monitoreo continuo para asegurar que la arquitectura responda de forma rápida y efectiva a las necesidades de la empresa. A través del SOA, la empresa debe ir adelante de los retos inherentes del cambio organizacional, mitigando los riesgos e incluyendo principios avanzados de gestión de cambio en sus estrategias de diseño e implementación.

4.1. El Framework ZACHMAN

El framework de AE de Zachman es una matriz de artefactos que permite describir la arquitectura de la empresa, el cual está compuesto por seis filas (dimensiones o perspectivas) y seis columnas (niveles de abstracción), tal como se observa en la figura 12. Este framework fue el primero en ser construido, por lo cual se ha convertido en la base sobre la cual se han originado los demás frameworks de AE que existen en el mercado.

La implementación de un modelo de AE soportado en Zachman no exige que todo el modelo se deba implementar completamente y de una sola vez; de por sí, esto es casi imposible debido a lo amplio del modelo. Como tal, el framework de AE Zachman no propone ningún modelo de integración o adopción de SOA. Algunos autores que han trabajado sobre el tema plantean diferentes escenarios sobre la forma en que SOA puede ser cubierto desde Zachman. Para Chmelzer, por las características de framework Zachman, es más probable y fácil que se contextualice SOA alrededor del marco de referencia, a que por el contrario, sea Zachman quien se adapte a las particularidades de SOA, (aunque es completamente viable que se haga para nuevas versiones del framework), al igual que lo han hecho ya otros frameworks como E2AF y TOGAF.

Perspectivas	Niveles de Abstracción del funcionamiento de una empresa						Roles
	Qué (Datos)	Cómo (Función)	Dónde (Red)	Quién (Personas)	Cuándo (Tiempo)	Porqué (Motivo)	
Modelo de Negocio (Contextual)							N e g o c i o
Modelo de Negocio (Conceptual)							
Modelo de Sistemas (Lógico)							T e c n o l o g í a
Modelo Tecnológico (Físico)							
Implementación							
Modelo Funcional							U s u a r i o f i n a l

Figura 12. Framework de AE – Zachman. [14,15]

En el framework Zachman, como se ve reflejado en la figura 13, la aplicación de SOA comprende ocho cuadrantes, resultantes de la intersección entre las dimensiones del modelo empresarial (conceptual), modelo de sistemas (lógico), modelo tecnológico (de implementación), con los niveles de abstracción de datos (¿qué?), funciones (¿cómo?) y red (¿dónde?).

Perspectivas	Niveles de Abstracción del funcionamiento de una empresa						Roles
	Qué (Datos)	Cómo (Función)	Dónde (Red)	Quién (Personas)	Cuándo (Tiempo)	Porqué (Motivo)	
Modelo de Negocio (Contextual)							N e g o c i o
Modelo de Negocio (Conceptual)							
Modelo de Sistemas (Lógico)							T e c n o l o g í a
Modelo Tecnológico (Físico)							
Implementación							
Modelo Funcional							U s u a r i o f i n a l

Figura 13. Modelo SOA aplicado al Framework de AE de AE – Zachman. [14,15]

V. CONCLUSIONES

La idea principal que se desea transmitir en este artículo está relacionada con la necesidad imperante de que las organizaciones vislumbren la importancia y den sus primeros pasos para la incorporación en sus modelos operativos, de la adopción de un enfoque de arquitectura orientada a servicios, o en su defecto, en un nivel más simple, la adopción de una filosofía de orientación a servicios en cualquiera de sus niveles de madurez. La importancia de que esto se haga, radica en la necesidad latente de disponer de mecanismos que le permitan a la organización afrontar las exigencias de integración a nivel de procesos y componentes tecnológicos, los cuales, a través de servicios, le den respuesta efectiva a los retos y necesidades que demanda el negocio. La relevancia que viene tomado el

tema no es una simple moda, es un paso más en la evolución y el desarrollo tecnológico, del cual, las organizaciones que están a la vanguardia y que reconocen la importancia de las TI para apalancar su crecimiento están sacando el mayor provecho. Las necesidades que tienen las empresas de orientar sus procesos a través de un modelo de servicios, ha comenzado a trascender a la misma empresa, planteando retos de integración a nivel inter-empresarial, inter-organización, convirtiéndose en un estándar de facto requerido para el intercambio de información y la ejecución de transacciones.

Bajo otro contexto, en toda organización es prácticamente imposible disponer de un solo modelo de procesos, de un modelo único de datos, de una plataforma única de aplicaciones, y en muchos casos, de una plataforma tecnológica unificada a nivel de manejadores de bases de datos, plataformas de procesamiento y protocolos de comunicaciones. Estas variables se convierten en un una razón de peso que deben motivar a una organización a centrar su modelo de operación en una plataforma solida de integración basada en servicios.

Para la adopción de un modelo SOA, no es necesario, ni mucho menos obligatorio, que una empresa deba desechar los recursos tecnológicos de que dispone (p.e, aplicaciones, componentes de infraestructura de TI y estructuras existentes). Es completamente viable comenzar la implementación de un modelo orientado a servicios, utilizando los recursos y tecnologías existentes, los cuales podrán ir evolucionado, y ser actualizados a medida que se vayan viendo los beneficios de un esquema de integración. Lo que sí es muy importante y con carácter de obligatorio, es disponer de un modelo de gobernabilidad que le permita a la organización avanzar en la construcción de ese nuevo modelo operativo, ya que es la única forma de poner a conversar y a trabajar de forma mancomunada a las diferentes áreas de la organización que intervienen o que de alguna forma están relacionadas con esta clase de iniciativas.

Desde otra perspectiva, una iniciativa SOA que pretenda incorporar cambios radicales desde el comienzo y obtener resultados en el corto plazo a partir del momento que comienza su implementación, va a requerir de altas inversiones, lo cual hace que su viabilidad y sostenibilidad sea a largo plazo. Esto se debe a que se debe considerar el ciclo de vida completo de los servicios en el transcurso del tiempo, desde su creación, incorporando los cambios o modificaciones hasta llegar a su eliminación, en caso de requerirse.

En la actualidad, todavía existen sistemas de información que se soportan sobre aplicaciones construidas bajo estándares de programación que ya no son vigentes, en los cuales, todo cambio requerido por el negocio, exigía o exige (porque todavía es vigente) que se deban hacer cambios directamente en las aplicaciones a nivel de código de software, teniendo que convivir con las dificultades, sobrecostos y riesgos que ello conlleva. Desde la adopción de SOA en diferentes empresas e industrias, en especial la del software, el modelo adoptado para

el desarrollo de aplicaciones o la actualización de las ya existentes ha cambiado radicalmente, permitiendo que las aplicaciones sean adaptables a las necesidades de las empresas que las utilizan, lo cual se logra a través de modelo de parametrización, flujos de trabajo y orquestación de procesos a través de flujos, entre otras técnicas. Este permite menor dependencia respecto al proveedor, responde a cambios de forma más rápida, incorpora nuevas funcionalidades de forma autónoma, rápida y segura, sin tener que acudir a cambios en el software. Lo anterior se ve reflejado en una mayor agilidad y flexibilidad para el negocio. Estos nuevos modelos también están presionando una evolución en el rol de los gestores de sistemas de información en la organización, haciendo que se centren más en las necesidades del negocio y menos en los aspectos técnicos de las aplicaciones.

Aunque el concepto de AE existe desde hace varios años, una de las posibles razones por las que no tiene un alto nivel de penetración en las organizaciones, tiene que ver con la percepción que tienen las áreas del negocio, de que ésta sólo promete beneficios tangibles a nivel de eficiencia a las áreas TI, más no necesariamente a otras áreas de la empresa. La importancia de la adopción de un modelo SOA, a la luz de la AE, es que el primero incorpora un concepto que hacía falta en la AE: los Servicios. SOA requiere de un modelo de gobierno y diferentes instrumentos que permitan operacionalizar su arquitectura, la cual se ve reflejada de forma tangible en los Servicios que se proveen a la organización. Los instrumentos mencionados son provistos por el modelo de AE.

REFERENCIAS

- [1] Microsoft Corporation, 2006. La Arquitectura Orientada a Servicios (SOA) de Microsoft aplicada al mundo real. Disponible en www.microsoft.com/soa. Último acceso. Julio de 2010.
- [2] Arsanjani, A.; Ghosh, S.; Allam, A.; Abdollah, T.; Ganapathy, S. and Holley, K., 2004. SOMA: A method for developing service-oriented solutions, *Web Service Journal*, Vol. 47. No. 3, pp. 377-396.
- [3] Larman, C., 2001. *Applying UML and Patterns - An Introduction to Object-Oriented Analysis and Design*, 2nd Ed, Prentice Hall, New Jersey, USA.
- [4] Vernadat, F.B., 1996. *Enterprise Modeling and Integration. Principles and applications*. [en línea]. Chapman&Hall. London. Acceso a través de: <http://www.flipkart.com/enterprise-modeling-integration-francois-vernadat/0412605503-eww3ffp4tb#previewbook> [Consulta: 20 Jul. 2009].
- [5] Cuenca, LL., Ortiz, B., A. y Boza, G., A., 2005. *Arquitectura de Empresa. Visión General*, Universidad Politécnica de Valencia, España. Presentado en el IX Congreso de Ingeniería de Organización Gijón.
- [6] Ambrose, and Morello, D., 2004. *Designing the agile organization: Design principles and practices*. Gartner Group. ID Number: R-21-7532.
- [7] He, H., 2003. What is service-oriented architecture. [en línea]. Xml.com. Acceso a través de: <http://www.xml.com/pub/a/ws/2003/09/30/soa.html>. [Consulta: 5 May. 2009].
- [8] Rolls, J. W.; Weill, P.; Robertson, D. C., 2006. *Enterprise Architecture As Strategy: Creating a Foundation for Business Execution*, Harvard Business Scholl Press, Harvard Way, Boston, USA.
- [9] Weill, P. and Rolls, J. W., 2005. *IT Governance: How Top Performers Manage IT Decision Rights for Superior Results*, Harvard Business Scholl, Harvard Way, Boston, USA.
- [10] Schulte, R. W., 2007. *The Enterprise Service Bus*. [en línea]. *Communication Backbone for SOA*. Gartner RAS Core Research Note G00143223. Acceso a través de: <http://www.gartner.com/DisplayDocument?id=504645>. [Consulta: 10 Ago. 2009].
- [11] Schekkerman, J., 2006. *Structuring the Enterprise around Services The Differences between Hype, Hope and Reality?*. White paper, IFEAD, Amersfoort, The Netherlands.
- [12] Schekkerman, J., 2005. *Trends Enterprise Architecture 2005: How are Organizations Progressing?*. Institute For Enterprise Architecture Developments (IFEAD). Amersfoort, The Netherlands.
- [13] Whittle, R. and Myrick, C. B., 2004. *Enterprise Business Architecture: The Formal Link between Strateg and Results*, Auerbach Publicatons, New York, USA.
- [14] Heffner, R., 2007. *Topic Overview: Service-Oriented Architecture*. Forrester Research, Inc., Cambridge, MA – USA.
- [15] Bloomberg, J. and Schmelzer, R., 2006. *Service Orient or Be Doomed!: How Service Orientation Will Change Your Business*. John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey.
- [16] Bloomberg, J. and Schmelzer, R., 2009. *SOA and TOGAF: A Good Fit?*. [en línea]. Document ID: ZAPFLASH-2009421 Document Type: ZapFlash. Acceso a través de: <http://www.zaphink.com/report.html?id=ZAPFLASH-2009421> [Consulta: 23 Ago. 2009].
- [17] De Soto, A. R. y Fernández, E. C., 2006. *Nuevas Tendencias en Sistemas de Información: Procesos y Servicios*. Universidad de León, España.
- [18] Emig, C.; Langer, K.; Krutz, K.; Link, S.; Momm, C. and Abeck, S., 2006. *The SOA's Layers*. White paper, Cooperation & Management, Universitat Karlsruhe. Alemania.
- [19] Arsanjani, A.; Borges, B. and Kerrie, H., 2004. *Service-oriented architecture*, *Web Service Journal*, Vol. 4. No. 9, pp. 34-38.
- [20] Erl, T., 2005. *Service-Oriented Architecture: Concepts, Technology and Design*. Prentice Hall PTR, ISBN 0-13-185858-0.
- [21] Peltz, C., 2003. *Web Services Orchestration and Choreography*. Hewlett-Packard Company. IEEE Computer Society (2003). Vol. 36 #10. pp 46-52.
- [22] Cullen, A.; Heffner, R. and Leganza, G., 2006. *The Enterprise Architecture Of SOA: Essential Action Items For The EA Group's Plans*. Forrester Research, Inc., Cambridge, MA – USA.
- [23] Newcomer, E. and Lomow, G., 2004. *Understanding SOA with Web Services*. Addison Wesley Professional. ISBN 0-321-18086-0
- [24] Sessions, R., 2007. *A Comparison of the Top Four Enterprise Architecture Methodologies*. [en línea]. ObjectWatch, Inc. Newsletter Vol. 13. Acceso a través de: http://www.objectwatch.com/white_papers.htm#4EA/ [Consulta: 1 Oct. 2009].
- [25] Schekkerman, J., 2006. *Enterprise Architecture Good Practices Guide: How to Manage the Enterprise Architecture Practice*. Editorial Writer.
- [26] TOGAF 9, The Open Group Architecture Framework (TOGAF), s.a. *Structure of the TOGAF*. Document Number: G091 ISBN: 978-90-8753-230-7. [en línea]. Acceso a través de: <http://www.opengroup.org/architecture/togaf9-doc/arch/>. [Consulta: 6 Nov. 2009].

Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín

Facultad de Minas

Escuela de Ingeniería de Sistemas

Misión

La misión de la Escuela de Ingeniería de Sistemas es fomentar y apoyar la generación o la apropiación de conocimiento, la innovación y el desarrollo tecnológico en el área de ingeniería de sistemas e informática sobre una base científica, tecnológica, ética y humanística.



Visión

La formación integral de profesionales desde el punto de vista científico, tecnológico y social que les permita adoptar, aplicar e innovar conocimiento en el campo de los sistemas e informática en sus diferentes aspectos, aportando con su organización, estructuración, gestión, planeación, modelamiento, desarrollo, procesamiento, validación, transferencia y comunicación; para lograr un desempeño profesional, investigativo y académico que contribuya al desarrollo social, económico, científico y tecnológico del país.



Escuela de Ingeniería de Sistemas
Dirección Postal:
Carrera 80 No. 65 - 223 Bloque M8A
Facultad de Minas. Medellín - Colombia
Tel: (574) 4255350 Fax: (574) 4255365
Email: esistema@unalmed.edu.co
<http://pisis.unalmed.edu.co/>

