

Estudio de las prácticas de Arquitectura Empresarial en las grandes empresas del Valle del Cauca

Study of Enterprise Architecture practices in large organizations of Valle del Cauca

COLCIENCIAS TIPO 1. ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

RECIBIDO: JUNIO 11, 2012; ACEPTADO: AGOSTO 12, 2012

Andrés Felipe Millán, M. Sc.
afmillan@usc.edu.co

Erika María González
comba@usc.edu.co

Marco Antonio Rodríguez, M Sc.
marco.rodriguez@usc.edu.co

Jorge Wilmar Alzate
comba@usc.edu.co

Grupo de Investigación COMBA I+D
Universidad Santiago de Cali, Colombia

Resumen

Arquitectura Empresarial es una práctica que busca alinear la estrategia de un negocio con su ejecución, lo cual es un aspecto crítico en las organizaciones modernas que requieren gran flexibilidad y agilidad para ser competitivas y adaptables al cambio. Este artículo presenta los resultados de un estudio realizado en el año 2012 en veinte grandes empresas del Departamento del Valle del Cauca sobre el ejercicio de arquitectura empresarial, con el propósito de servir de referencia en dos dimensiones de interés para el grupo de investigación COMBA I+D. Una primera dimensión relacionada con la formulación de estrategias de capacitación y consultoría por parte del grupo de investigación que faciliten la apropiación de la práctica de arquitectura empresarial en la región. La segunda dimensión consiste en la incorporación del concepto de arquitectura empresarial como una estrategia educativa para la formación de ingenieros de sistemas de información. Este estudio es el primer esfuerzo conocido por entender el estado actual de arquitectura empresarial en las empresas colombianas.

Palabras Clave

Arquitectura empresarial; Empresas del departamento del Valle del Cauca; Ingeniería de sistemas de información; interdisciplinariedad en el currículo.

Abstract

Enterprise Architecture is a practice that seeks to align business strategy with operational execution, which is critical in modern organizations that require flexibility and agility to be competitive and adaptable to change. This paper presents the results of a study conducted in 2012 in twenty major companies in the Valle del Cauca Department on the exercise of enterprise architecture, with the aim of serve as a reference in two dimensions relevant to COMBA I+D research group. A first dimension relates to development of strategies for training and consulting by the research group to facilitate the appropriation of the enterprise architecture practice in the region. The second dimension is the incorporation of the concept of enterprise architecture as an educational strategy for the formation of information systems engineers. This study is the first know effort to understand the current state of enterprise architecture in Colombian companies.

Keywords

Engineering curriculum; enterprise architecture; information systems engineering; innovation adoption; organizations of Valle del Cauca.

I. INTRODUCCIÓN

El ambiente de negocios competitivo y cambiante exige cada vez más de las organizaciones. De ahí que Spear (2010) plantea que las empresas líderes del mercado en el futuro serán las organizaciones de alta velocidad. El autor define a las organizaciones de alta velocidad como aquellas que alcanzan niveles de rendimiento excepcionales en indicadores como calidad, seguridad, adaptabilidad y tiempo en el mercado. Por eso, es recomendable que las organizaciones modernas especifiquen un modelo operacional que este alineado con su estrategia. Ross, Weill y Robertson (2006) establecen el ejercicio de *Arquitectura Empresarial* [AE] como la práctica ideal para integrar la ejecución con la estrategia del negocio.

La práctica de AE tuvo sus orígenes en los años sesenta, gracias a los trabajos de Dewey Parker sobre administración y planificación de sistemas de información para grandes y complejas organizaciones (Coetzee, 2009). Estas contribuciones fueron retomadas por John Zachman, quien fue pupilo de Parker en 1982, mientras trabajan para IBM (Zachman, 1982). De estas investigaciones, Zachman (1987) propuso un modelo de referencia para la arquitectura de sistemas de información que sirvió de fundamento al concepto de arquitectura empresarial como una ontología para representaciones descriptivas de empresas. A partir de esta visión, a finales de los años noventa se acuñó el término *Arquitectura Empresarial* entre varios modelos de referencia de empresas gubernamentales (*Federal Enterprise Architecture Framework*, FEAF) y genéricos (TOGAF y Zachman).

Durante los pasados quince años la práctica de AE se ha popularizado, en especial, en las grandes empresas. Obitz y Babu (2009) encontraron que el 100% de las empresas internacionales encuestadas en su estudio anual estaban utilizando AE como una práctica organizacional. Sin embargo, en Colombia la situación es diferente, pues aunque se conoce de varios proyectos que se están llevando a cabo en grandes empresas nacionales como Ecopetrol y EPM, su ejercicio no es popular.

El programa académico de *Ingeniería de Sistemas* de la *Universidad Santiago de Cali* [USC] ha decidido basar el perfil profesional de sus egresados en el concepto y práctica de la AE (Millán, 2010). De allí, el lema de este programa académico: *Formamos arquitectos de sistemas de información de clase mundial con responsabilidad social*. No obstante, se desconocía de un estudio en las organizaciones de la región

sobre el conocimiento y uso de AE, lo cual dificultaba la formulación de estrategias de formación de recursos humano que fomenten la apropiación de esta práctica entre las empresas de la región.

Por esta razón, el grupo de investigación COMBA I+D, con el apoyo del programa de Ingeniería de Sistemas de la USC realizó el presente estudio, con el objetivo de conocer el estado actual de AE en un grupo de empresas grandes de la región. El artículo presenta los principales resultados y conclusiones de este estudio, en seis partes. La sección II es una introducción al concepto de AE; la sección III explica el método que se utilizó para la realización del estudio; la sección IV muestra sus resultados y las principales conclusiones; la sección V presenta un conjunto de estrategias de capacitación y consultoría del grupo de investigación, para la apropiación de la práctica de AE en la región; la sección VI presenta la incorporación del concepto de AE, como una estrategia educativa para la formación de ingenieros de sistemas de información con una visión más interdisciplinar; y la sección VII muestra el trabajo futuro y unas conclusiones generales a partir del estudio.

A. El concepto de arquitectura empresarial

Para entender que significa AE se puede dividir la expresión en dos partes. En primer lugar, arquitectura es la organización lógica de cualquier cosa o *la organización fundamental de un sistema compuesto por sus componentes, la relación entre cada uno y con su medio ambiente, y los principios que guían su diseño y evolución* (IEEE Computer Society, 2000). En segundo lugar, una empresa es *cualquier colección de organizaciones que tiene un conjunto común de objetivos* (The Open Group, 2009, p.5). *The Open Group* plantea que el concepto de empresa se puede aplicar a una parte de ella, a la empresa completa o a la empresa extendida (lo que incluye a sus aliados estratégicos y clientes). En consecuencia, AE sería la organización lógica de parte de una empresa, la empresa completa o la empresa extendida, estructurada en componentes, las relaciones entre estos y su medio ambiente, y los principios que guían su diseño y evolución.

Otros autores han planteado definiciones similares que enriquecen la comprensión sobre AE. Zachman (1997) dice que es la representación de una empresa funcionando, lo que implica todas las descripciones relevantes para representar una empresa, pero no en un instante de tiempo sino de forma dinámica. De otra parte, AE es entendida como *un mapa y una herramienta para la transformación y*

evaluación organizacional (Fernández & Wijegunaratne, 2010, p.32). De la misma manera, Ross, Weill, y Robertson (2006) definen AE como la lógica organizativa de los procesos de negocios y los activos de Tecnología de Información (TI), que se ve reflejada en el modelo operacional de la empresa; de allí que se pueda decir que AE es la práctica que permite alinear la estrategia del negocio con su ejecución.

Con este breve acercamiento a su definición, es claro que AE no es solo una práctica de arquitectura de TI sino un ejercicio orientado por el negocio, que permite alcanzar cambios empresariales efectivos a partir de la correcta alineación de la estrategia y la ejecución del negocio.

B. Método del estudio

1) Metodología seleccionada

De acuerdo con Robson (1993), se planteó la realización de un estudio exploratorio pues se buscaba indagar en una problemática poco estudiada y de la cual no se conocen antecedentes en el departamento del Valle del Cauca. Este estudio utilizó la metodología de *Investigación de campo*, que consiste en la recolección de datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar variable alguna (Arias, 1999, p.21). El diseño metodológico puede incluir el uso de entrevistas, cuestionarios, encuestas u observaciones.

C. Desarrollo Metodológico

1) Definición de Requerimientos del grupo de empresas participantes en el estudio

Dado que los resultados del estudio debían provenir de una fuente de información idónea, fue necesario establecer unos requerimientos mínimos que debían cumplir el grupo de empresas que participaran en él. Estos requerimientos fueron:

- *Ubicación.* La empresa o filial de la organización seleccionada, debido al contexto del estudio, debía estar localizada en el Valle del Cauca.
- *Tamaño.* La empresa o filial de la organización seleccionada debía ser una compañía de gran tamaño, en términos de ingresos y número de empleados, porque la mayoría de casos de éxito de AE publicados provienen de grandes empresas, líderes en su sector (Obitz & Babu, 2009).
- *Estructura organizacional.* La empresa o filial de la organización seleccionada debía contar con un área

consolidada de TI o similar, teniendo en cuenta que los resultados de estudios internacionales anteriores muestran que 80% de los proyectos de AE son dirigidos por un ejecutivo de TI (Aziz y Obitz, 2007).

2) Selección de las empresas participantes en el estudio.

- *Población.* Se estableció como población las 500 empresas más grandes del departamento. Para definir las, el grupo investigador tuvo en cuenta el informe *500 empresas más exitosas del Valle* (El País, 2011). Así mismo, se incluyó en el estudio a las principales universidades de la región, pues el grupo consideró que una de las dimensiones principales del estudio se centraba en el aspecto educativo.
- *Muestra.* Para definir su tamaño y las empresas que la conformarían se utilizó el método de muestreo de selección experta o muestreo de juicio (Grande y Abascal, 2009), que consiste en la selección de una muestra a criterio de uno o varios expertos quienes escogen las unidades o porciones representativas o típicas. Su tamaño se delimitó por los objetivos del estudio y las características de la población, además de los recursos y el tiempo disponible. Así pues, se seleccionó un grupo de veinte empresas de la población. No obstante, el grupo investigador entiende que los resultados del estudio depende de los criterios de selección del experto, los que pueden variar en cada caso particular (Lastra, 2000).

Por las condiciones del acuerdo de confidencialidad suscrito entre las partes, el nombre de las empresas participantes no se mencionará en este documento. Sin embargo, para brindar una idea de su tipo y tamaño, se realizó una caracterización por tres variables: sector, número de empleados e ingresos operacionales. En cuanto al sector, 55% pertenecía al sector industria (i.e., agroindustria, sector energético y otras industrias) y 45% al sector servicios (i.e., educativo, salud, financiero y otros). La Tablas 1 y 2, respectivamente, muestran que 60% de las empresas tenían ingresos operacionales entre 100.000 a 999.000 millones de pesos colombianos, y que en 45% tenían entre 300 y 499 empleados.

Tabla 1. Empresas participantes / ingreso operacional

Rango (miles de millones de pesos)	%
2000 - 3000	10
1000 - 1999	15
100 - 999	60
Menos de 100	15

Tabla 2. Empresas participantes / número de empleos

Rango (empleados)	%
Más de 2000	35
1000 - 1999	10
500 - 999	10
300 - 499	45

3) Definición de los resultados esperados

Para seleccionar una técnica de recolección de datos apropiada, se definieron los resultados esperados como las entradas básicas. Estos son:

- La información obtenida debe mostrar si las organizaciones tienen conocimiento de la existencia de la práctica de AE, y si los participantes tienen una idea acertada de lo que es AE.
- El estudio debe revelar si en estas organizaciones se están llevando a cabo actividades relacionadas con AE, aunque ellas, actualmente, no sean parte de un programa formal de implementación de AE.
- El estudio debe decir si estas organizaciones tienen interés en llevar a cabo, en un futuro, actividades relacionadas con AE, como parte de un programa bien estructurado o como un ejercicio aislado.
- El estudio debe describir los beneficios que esperan recibir o ya han alcanzado de la realización de actividades relacionadas con AE.
- El estudio debe describir los obstáculos que han encontrado las organizaciones para llevar a cabo actividades relacionadas con AE.
- El estudio debe identificar los fabricantes preferidos por estas organizaciones en cuanto a su infraestructura tecnológica.
- El estudio debe indicar si las empresas cuentan con personal capacitado en temas relacionados con AE.

4) Método de Recolección de Datos

Se revisaron y evaluaron diferentes técnicas de recolección de datos con el ánimo de verificar sus ventajas y desventajas y definir la más idónea para el estudio. Teniendo en cuenta los resultados que buscaba obtener el estudio, el tamaño de la muestra y los recursos disponibles para la investigación, se decidió utilizar una técnica híbrida de recolección de datos, uniendo la entrevista guiada con el apoyo de un cuestionario detallado (Gómez, 2006).

El entrevistador recibió entrenamiento preliminar en el tema de AE y en la realización de entrevistas. Mediante la entrevista se buscaba obtener información adicional que

no se logrará capturar en el cuestionario, así como, realizar una tarea de sensibilización en el tema con el entrevistado, generando un acercamiento del grupo investigador con las organizaciones participantes. El cuestionario utilizado fue sometido a una prueba previa con varios expertos en el área de AE, para determinar si era factible aplicar la técnica en una entrevista corta (máximo 30 minutos).

5) Recolección de la Información.

En diecisiete de las organizaciones participantes en el estudio (equivalente a un 85%) la información se obtuvo por entrevista presencial; en dos, por entrevista telefónica (10%); y en una, por correo electrónico (5%). El entrevistado fue, por lo general, el director del área de TI. La obtención de los datos tomó tres meses.

II. RESULTADOS DEL ESTUDIO

Para realizar el análisis de los datos se siguió un enfoque mixto. Este enfoque permite tabular y codificar los datos cuantitativos, para encontrar valores y figuras provenientes de la estadística descriptiva, a la vez que se realiza un análisis cualitativo mediante un proceso de triangulación, transformando los valores numéricos en resultados y conclusiones, que aunque se caracterizan por su representación textual con un carácter circular y cíclico, son igualmente rigurosos y bien documentados (Rodríguez, Lorenzo, & Herrera, 2005).

Se debe tener en cuenta que la información obtenida proviene principalmente del área de TI de la organización y que no se puede asegurar que refleje la opinión de todas las áreas de la empresa. Sin embargo, el estudio se realizó con personal de TI porque la AE ha sido una práctica que en diferentes organizaciones ha nacido en dicha área (Aziz & Obitz, 2007).

A. Conocimiento de la práctica y entendimiento de la definición de AE

80% de los participantes afirmó haber escuchado el término. Esto, aunque permite deducir que AE no es un tema completamente desconocido en la región, no es suficiente para afirmar que quienes respondieron afirmativamente, tienen un conocimiento real de qué es o si la están confundiendo con otras prácticas o marcos de referencia. Una evidencia de esto es que 12% de los entrevistados que dijo tener conocimiento de AE, la define de forma equivocada, como un marco de referencia de buenas prácticas organizacionales o gobierno de TI.

Con el ánimo de confirmar qué entendían los participantes por AE, se les suministró una lista con diferentes definiciones para que seleccionarían la que consideraban que correspondía a la definición correcta del término. Los resultados indican que quienes afirman haber escuchado el termino arquitectura empresarial, en su mayoría (50%), lo asocian con la definición: *Práctica que busca alinear la estrategia del negocio, con los objetivos de TI*. Este significado se puede considerarse acertado, pues TI hace parte de los dominios de AE; además, es común encontrar esta definición en sitios en internet y en publicaciones.

Asimismo, Aziz y Obitz (2007) en un estudio realizado para *Infosys* encontraron que la mayoría de las empresas tenían la percepción de que AE estaba estrechamente relacionada con TI. Estos datos podrían indicar que el estado actual de AE en la región es muy similar al que tenían algunas organizaciones internacionales hace aproximadamente unos cinco años. Para ese momento, TI jugaba el papel protagónico en el ejercicio de AE. Se puede concluir que en la región la práctica de AE se asocia con los dominios de aplicaciones, datos y tecnología. Una evidencia de este hecho es que el tema central del *I Simposio Nacional de Arquitecturas de TI y Gobierno de TI* (Icesi, 2012) haya sido Arquitectura Empresarial.

B. Actividades actuales de AE en las empresas

30% de las empresas participantes en el estudio afirman estar llevando a cabo actividades de AE. Entre estas actividades, se destacan la capacitación del recurso humano y el alistamiento en AE.

A través de la encuesta y la información obtenida durante la entrevista, el grupo investigador detectó que no todas las actividades mencionadas hacen parte de un programa formal de AE. Solo en una de estas organizaciones tienen implementado un proyecto juicioso

de AE, lo que equivale a 5% de las empresas que participaron en el estudio.

Comparando este resultado con la curva de adopción de la innovación propuesta por Rogers (2003), se puede decir que las empresas que están implementando AE localmente están entre en la categoría de *Adoptadores tempranos* (cerca al 13.5%). Esta caracterización permite identificar a estas empresas como organizaciones que sirven de modelo para otros, son respetados por su competencia, aceptan la incertidumbre –pero de forma controlada– y están bien integradas al sistema social.

Considerando esta categorización, no es extraño que la organización con el programa más maduro de AE sea una multinacional, que lo está desarrollando hace más de ocho años. En esta organización se usa el cargo de *Arquitecto Empresarial*. Es de destacar la estructura organizacional de esta empresa, pues no aparece el cargo *Director de TI* sino que existen ejecutivos BRM (*Business Relationship Manager*) que son el enlace entre TI y el negocio. Para la priorización de proyectos con TI se tiene un IT (*Information Technology*) PMO (*Project Management Office*) Manager. Cada región de la organización cuenta con un arquitecto empresarial, que reporta al *IT Governor*, quien está al nivel de la vicepresidencia de la compañía en el ámbito global.

Por otro lado, algunas organizaciones reconocen que sus iniciativas de AE no hacen parte de un programa formal, pero tienen gran significado para ellos, pues su propósito es lograr victorias tempranas a través de las cuales puedan justificar el uso de la práctica de AE de una forma más estructurada en dos o tres años.

C. Otras actividades relacionadas con AE en las empresas

La Tabla 3 muestra los resultados del estudio sobre las iniciativas relacionadas con prácticas similares a AE en el pasado, presente y futuro de estas organizaciones.

Tabla 3. Aplicación de actividades relacionadas con AE en las organizaciones participantes en el estudio

Años	En el pasado				Actualmente				En un futuro			
	0 - 1	1 - 2	2 - 3	3+	0 - 1	1 - 2	2 - 3	3+	0 - 1	1 - 2	2 - 3	3+
Arquitectura empresarial	5%	0%	0%	5%	10%	0%	10%	10%	0%	5%	0%	0%
SOA	0%	0%	0%	0%	20%	25%	5%	5%	10%	0%	0%	0%
BPM	0%	0%	0%	0%	20%	5%	0%	10%	20%	0%	0%	0%
Gerencia de proyectos	0%	0%	0%	0%	20%	15%	10%	25%	10%	0%	0%	0%
Arquitectura de software	0%	0%	0%	0%	5%	5%	30%	20%	0%	0%	0%	0%
ITIL	0%	0%	0%	0%	10%	10%	30%	20%	10%	5%	0%	0%
Gobierno de TI	0%	0%	0%	0%	5%	10%	20%	15%	20%	5%	0%	0%
Computación en la nube	0%	0%	0%	0%	20%	10%	5%	20%	20%	0%	0%	0%
Inteligencia de negocios	0%	0%	0%	5%	5%	15%	5%	40%	15%	5%	0%	0%
Renovación tecnológica	0%	0%	0%	0%	5%	25%	15%	20%	0%	0%	0%	0%

Entre las prácticas que más se están aplicando están: ITIL (70%), Gerencia de proyectos (70%), Inteligencia de negocios (65%) y Arquitectura de software (60%). Además, se observa que las organizaciones que no las están implementando, tienen planes de iniciar, principalmente, con las siguientes prácticas: Gobierno de TI (25%), Computación en la nube (20%), *Business Process Management* [BPM] (20%) e Inteligencia de negocios (20%). Solamente 5% de las organizaciones dice estar interesada en adelantar un proyecto de AE en el futuro, lo que muestra la falta de madurez y de apropiación de esta práctica en la región.

Comparando estos resultados con los del estudio de Obitz y Babu (2009) para *Infosys*, se encuentran coincidencias en las tendencias de implementación de prácticas como ITIL y COBIT (Gobierno de TI). Lo expuesto puede indicar que en AE en la región se está generando un fenómeno muy parecido al ocurrido con otras organizaciones a nivel internacional, que iniciaron con las actividades mencionadas y en la actualidad poseen programas maduros de AE. Esta situación pudiera predecir el fortalecimiento de la práctica de AE en los próximos dos o tres años.

D. Beneficios derivados de las iniciativas de AE o prácticas relacionadas

La Tabla 4 muestra los beneficios que informan las empresas participantes del estudio haber alcanzado gracias al uso de prácticas como AE o relacionadas.

Tabla 4. Beneficios de AE o prácticas relacionadas en las empresas participantes en el estudio (%)

Simplificación en el portafolio de aplicaciones	30
Mayor flexibilidad en los procesos	35
Reducción de Costos	60
Aumento de la satisfacción del cliente	65
Mejora en el intercambio de información entre unidades de negocio	75
Mayor efectividad en los procesos	85
Estandarización de los procesos de negocio	90
Mayor alineamiento entre TI y los objetos del negocio	90

Un mayor alineamiento entre TI y los objetivos del negocio se destaca como el beneficio más importante, lo que señala la necesidad sentida por parte de las áreas de TI de buscar en estas prácticas una estrategia para la planeación y justificación de inversiones en TI. Igualmente, resalta el interés de las organizaciones en el tema de procesos, lo cual puede demostrar que, en la actualidad, una de las principales inquietudes en las organizaciones de la región es lograr procesos de negocio flexibles, eficientes

y estandarizados.

En otro sentido, la reducción de costos y el aumento en la satisfacción del cliente son beneficios que destacan en las organizaciones pero que no son los logros principales. Al comparar estos resultados con el estudio de Obitz y Babu (2009), se encuentra una diferencia sustancial, pues estos dos últimos beneficios son los más alcanzados por las organizaciones internacionales. Esto permite deducir que las empresas aún no ven claramente estos beneficios, debido a que iniciaron estas inversiones recientemente y la mayoría de las prácticas no han alcanzado su madurez.

E. Obstáculos para iniciar actividades de AE en las organizaciones

La Tabla 5 describe los principales obstáculos que se han encontrado las organizaciones, especialmente las áreas de TI para iniciar actividades de AE o de prácticas relacionadas.

El principal obstáculo que se encontró fue una elevada cartera de proyectos con alta prioridad en la organización, lo cual en algunas ocasiones, lleva a que sus propios recursos humanos no sean suficientes para gestionar todas las iniciativas. Sin embargo, la aparición de este obstáculo contradice a una de las principales ventajas de AE dentro de las organizaciones internacionales, como es la reducción de la cartera de proyectos y aplicaciones gracias a la implementación de programas de AE. Esto destaca la necesidad de que las organizaciones de la región logren una mayor capacidad estratégica en la gestión de TI.

Tabla 5. Obstáculos en las organizaciones para el desarrollo de sus iniciativas de AE o prácticas relacionadas (%)

Amplia cartera de proyectos con mayor prioridad	80
Dificultad para aprobación del presupuesto	45
Dificultad para encontrar personas con las competencias requeridas	40
Poca credibilidad por parte de directivo de la organización, en este tipo de proyectos	40
Otro	30

Por otra parte, los resultados muestran que la dificultad para la aprobación de presupuesto es una de las razones para no tener una iniciativa de AE o prácticas relacionadas. Esto destaca la necesidad de definir estrategias de ventas más orientadas hacia el negocio y lograr una mayor confianza por parte de los usuarios del negocio en el área de TI.

Algo semejante ocurre con la dificultad *Poca credibilidad de los directivos en este tipo de proyectos* (40%); en las entrevistas se puede detectar dos causas principales: la falta de difusión de casos de éxito en la región y, porque no, en el

país en temas como BPM, SOA y AE; y que en algunos casos el departamento de TI se visualice como un área de apoyo, y no como un área estratégica, de la organización.

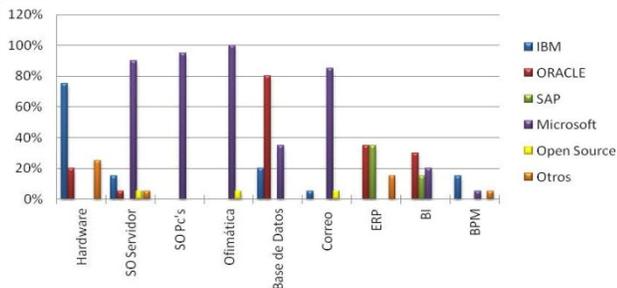
Entre los otros obstáculos citados específicamente por los entrevistados se encuentran: mal enfoque de procesos, dificultad para calcular el retorno de la inversión [ROI] en los proyectos, baja cultura informática a nivel general, dificultad en la gestión del cambio y falta de proveedores con conocimientos de AE y BPM.

Aunque pareciera que encontrar personal con las competencias requeridas no es una dificultad importante para las organizaciones, cabe señalar que las organizaciones que más se topan con este obstáculo, son aquellas que están implementando iniciativas de BPM y que apuntan a llegar de manera consciente a un programa de AE.

F. Fabricantes con los que se soporta la arquitectura tecnológica en las grandes organizaciones de la región

La Figura 1 muestra las preferencias por fabricantes para soporte de su arquitectura tecnológica en varios aspectos: hardware, sistemas operativos, bases de datos, correo electrónico, ERP (paquete para planificación de recursos empresariales), inteligencia de negocios y BPM.

Figura 1. Fabricantes que soportan la arquitectura tecnológica en las empresas participantes en el estudio



Como se observa: el proveedor preferido en hardware de servidores y herramientas de BPM es IBM; SAP y ORACLE son los principales proveedores de ERP; ORACLE continúa como el manejador de bases de datos preferido, aunque se destaca el crecimiento de Microsoft SQL Server; y Microsoft lleva la delantera en sistemas operativos y herramientas de escritorio.

En la actualidad IBM (IBM, 2009), ORACLE (Covington & Jahangir, 2009) y SAP (López, 2007), cuentan con marcos de referencia propios de AE, basados en TOGAF. Estos marcos de referencia usan TOGAF desde la parte conceptual, pero están acompañados por

aspectos metodológicos y herramientas propias del fabricante. Estos resultados hacen prever que estos fabricantes y sus canales de distribución locales pueden ofrecer la adopción de marcos de referencia de AE en futuros proyectos.

G. Estado actual y planes futuros de las competencias en AE por parte del recurso humano de las empresas del estudio

El estudio muestra que las organizaciones cuentan con personal capacitado en temas relacionados con AE, que de una u otra manera fortalecen las capacidades de la organización para iniciar un programa de este tipo. Entre los temas se encuentran: ITIL (80%), Inteligencia de negocios (75%), Arquitectura de software (65%), SOA (45%) y Gobierno de TI con COBIT (35%).

Solo se encontró una organización en la que existe un arquitecto empresarial certificado, aunque un 20% de las empresas dijo tener personal entrenado en AE; se trata principalmente de procesos de autoformación o capacitación más teóricos que prácticos.

Igualmente, el estudio indagó en los planes futuros de capacitación. En las organizaciones participantes los temas de mayor interés fueron: BPM (55%), ITIL (55%) AE (45%), SOA (40%) y COBIT (40%).

Estos resultados destacan la importancia que han tomado las prácticas relacionadas con AE en las organizaciones de la región y su recurso humano calificado.

H. Estrategias de formación y consultoría orientadas a las empresas de la región

A partir de los resultados del estudio, el grupo investigador ha propuesto un conjunto de estrategias de formación y consultoría enfocados en las empresas de la región (Millán, Rodríguez & Alzate, 2012), pues al comparar el estado actual de la práctica de AE, a nivel local, con la teoría de adopción de Rogers (2003), se destaca la necesidad de comunicar al sistema social, los logros de los adoptadores tempranos, permitiendo moverse del estado de la persuasión a la decisión en el proceso de adopción de un innovación como AE.

Por otro lado, aunque el estudio se dirigió a empresas grandes, el grupo investigador ha reflexionado sobre la necesidad de proponer estrategias que beneficien a las medianas y pequeñas empresas del departamento.

En referencia a las estrategias de formación, el grupo investigador propone:

- Diseñar e impartir un taller práctico, corto, sobre AE orientado a personal de TI y no TI.
- Diseñar y ejecutar un programa de educación continuada que integre AE con otras prácticas relacionadas, con una clara orientación hacia las necesidades del negocio.
- Acompañar a la Facultad de Ingeniería de la USC para la inclusión de una competencia específica relacionada con AE en la formación de ingenieros de sistemas (ver sección VI de este artículo).
- Fortalecer las relaciones del grupo con otras instituciones educativas que están trabajando en AE en el ámbito nacional o internacional.
- Realizar un estudio entre gerentes o ejecutivos no TI de las grandes organizaciones para identificar localmente las oportunidades de la práctica de AE.
- Documentar como caso estudio el proyecto de AE más maduro encontrado entre las empresas locales.

En referencia a las estrategias de consultoría, el grupo investigador propone:

- Diseñar y ofrecer un servicio de contextualización en AE para las empresas, que incluya, de forma sencilla, técnicas orientadas al negocio como los escenarios de negocios, la planeación por capacidades (The Open Group, 2009) y los *roadmaps* (Muller, 2011).
- Apoyar el desarrollo de la profesión de *Arquitecto Empresarial*, con el propósito de evitar el mayor riesgo de un proyecto de AE, que es, como dice Villalobos (2012), la proliferación de profesionales que dicen ofrecer servicios de consultoría en AE sin la experiencia, ni la formación pertinentes.
- Fortalecer las relaciones del grupo con empresas consultoras nacionales y con fabricantes de soluciones relacionadas con AE como IBM, ORACLE y SAP.

III. LA COMPETENCIA DE ARQUITECTURA EMPRESARIAL EN LOS INGENIEROS DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN

A. Referentes internacionales

ACM y AIS (2010) proponen una competencia obligatoria en la guía curricular de los ingenieros de sistemas de información en los Estados Unidos. Esta competencia se describe como la capacidad de identificar y

comunicar la relevancia estratégica de la función de TI para ejecutar de manera satisfactoria los procesos y las estrategias empresariales; en otras palabras, uno de los aspectos principales de AE discutidos en este artículo.

Algo semejante propone el *Centro de Excelencia en Arquitectura Empresarial* [CEISAR], después de realizar un estudio en las doce mayores empresas de Francia. Al indagar sobre las competencias más relevantes para ingenieros de computación y sistemas de información recién graduados o con experiencia de cinco años, las empresas contestaron que conocer y ejecutar la práctica de AE era la segunda más importante (CEISAR, 2009).

B. Referentes nacionales

La *Universidad de los Andes* incluyó un curso de AE en el currículo del programa de *Ingeniería de Sistemas y Computación* en 2009. A partir de estos primeros acercamientos, se ha constituido el *Laboratorio de Arquitecturas Empresariales*, que mediante la simulación de empresa ofrece varios escenarios a los estudiantes para desarrollar proyectos de AE, en varios sectores (Universidad de los Andes, 2012). En la USC, desde 2010, se ofrece el curso electivo en pregrado y posgrado en AE; inicialmente se han realizado proyectos cortos de contextualización usando AE. Otras organizaciones privadas como *Dux Diligens* ofrecen programas cortos de formación para arquitectos empresariales en el marco de referencia de TOGAF.

C. Estrategia formativa en el programa de Ingeniería de Sistemas usando AE

A partir de los referentes internacionales y nacionales, el programa de *Ingeniería de Sistemas* de la USC incluyó en el currículo una competencia obligatoria específica relacionada con AE. Esta competencia (denominada CEIS4) es *la capacidad de alinear, elaborar y gobernar la arquitectura empresarial de una organización soportadas sobre la arquitectura de tecnología de la información* (USC, 2010).

El presente estudio valida la pertinencia y relevancia de esta competencia en la formación de los ingenieros de sistemas en el ámbito local. La Tabla 5 muestra una matriz de la competencia propuesta y los cursos que integran el plan de estudios aprobado por el Ministerio de Educación Nacional [MEN] en 2011.

Por otra parte, el estándar VII del marco de referencia CDIO, marco que fue seleccionado por la Facultad de Ingeniería de la USC para la formación de ingenieros,

enfatisa en crear experiencias de aprendizaje basadas en problemas reales a través de asociados de la industria (Crawley, Malmqvist, Ostlund, & Brodeur, 2007), de modo que el programa esté desarrollando un proyecto de simulación de empresa, que no solo permita crear

empresas virtuales, sino que cree experiencias reales en la concepción, diseño, implementación y operación de sistemas de información con la participación de actores de la industria.

Tabla 6. Matriz de la competencia CEIS4 integrada con los cursos del programa de Ingeniería de Sistemas de la USC

Cursos obligatorios del plan de estudios	Alinear AE	Elaborar AE	Gobernar AE
Fundamentos de Sistemas de Información	El estudiante debe conocer la práctica de AE y su importancia para la función de TI en la empresa.		
Arquitectura Empresarial	El estudiante debe conocer un marco de referencia para aplicar AE.	El estudiante debe aplicar un marco de referencia de AE en un caso estudio en un sector determinado.	
Arquitectura de Sistemas de Información	El estudiante debe conocer un marco de referencia para la arquitectura de aplicaciones y datos.	El estudiante debe aplicar un marco de referencia de arquitectura de aplicaciones y de datos a un caso estudio en un sector determinado.	
Arquitectura de Tecnología Informática	El estudiante debe conocer un marco de referencia para la arquitectura de tecnología informática.	El estudiante debe aplicar un marco de referencia de arquitectura tecnológica a un caso estudio en un sector determinado.	
Gestión de Proyectos de TI	El estudiante debe conocer un marco de referencia para la gestión de proyectos de TI.	El estudiante debe estar en la capacidad de planificar la gestión de un proyecto de TI aplicada a un caso de estudio en un sector determinado.	
Seguridad Informática	El estudiante conoce los marcos de referencia relacionados con seguridad informática.	El estudiante debe estar en la capacidad de plantear una arquitectura de seguridad aplicada a un caso de estudio en un sector determinado.	
Gobierno y Servicios de TI	El estudiante conoce los marcos de referencia relacionados con gobierno y servicios de TI.		El estudiante debe conocer como gobernar la práctica de AE a partir de marcos de gobierno corporativo.

IV. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

Este estudio ha permitido determinar que las grandes empresas del departamento del Valle del Cauca están iniciando actividades relacionadas con AE, originadas en su mayoría desde el área de TI. Aunque AE no solo comprende el área de TI, este fenómeno no resulta extraño, pues otros estudios internacionales como el de Aziz y Obitz (2007), reflejan como los ejercicios de AE en las grandes organizaciones de otros países, en su mayoría, se han originado en esta área y actualmente son reconocidos como casos de éxito de AE.

La mayoría de las grandes empresas de la región no cuentan con programas formales de AE. Sin embargo, existe un grupo de empresas que está llevando a cabo iniciativas relacionadas directamente con esta práctica. Entre estas iniciativas se destacan: Gobierno de TI, BPM y SOA. Debido a que se han alcanzado beneficios importantes en estas actividades en el ámbito local, nacional e internacional, el estudio acrecienta la percepción de que el ejercicio de AE en las empresas grandes de la región tomará una mayor importancia en los próximos años.

Llevar a cabo las iniciativas relacionadas con AE no ha

sido una tarea fácil para los líderes de TI de las empresas, debido a que han encontrado diversos obstáculos que han retrasado su avance. Los principales que se señalan en el estudio son: una gran cartera de proyectos con alta prioridad, la dificultad para justificar el presupuesto para este tipo de iniciativas y la escasez de personal con las competencias requeridas para adelantar estas actividades dentro de las empresas.

Es precisamente en este último obstáculo en donde el presente artículo se focaliza para proponer varias estrategias de formación y de consultoría que podrían mejorar la apropiación y uso de AE en las empresas de la región. En particular, se presenta el planteamiento del programa de Ingeniería de Sistemas de la USC, que ha definido una competencia obligatoria relacionada con AE en su currículo, convirtiendo a este plan de estudios, en un currículo integrado, con una gran visión estratégica dentro de la función de TI, con el propósito de dar respuesta a las necesidades de las organizaciones de diversos dominios de la región y el país.

El estudio realizado permitió validar la hipótesis que tenía el grupo investigador sobre el estado incipiente de AE en las empresas grandes del Valle del Cauca. Su desarrollo y resultados han sido muy enriquecedores para

COMBA I+D pues han ampliado su visibilidad nacional en el tema de AE y ha fortalecido sus estrategias formativas hacia el interior de su Facultad de Ingeniería.

El trabajo futuro incluye varias propuestas: la creación de una red colaborativa de investigadores, consultores y fabricantes de AE en la región y el país; el desarrollo de un proyecto completo de AE aplicado a un proceso o unidad de la Universidad; la implementación del proyecto de simulación de empresa; y la oferta de programas de educación continuada y posgrado que mejoren las competencias en AE en las empresas de la región.

V. REFERENCIAS

- ACM - AIS (2010). IS2010 *Curriculum guidelines for undergraduate degree programs in information systems*. Recuperado de <http://www.acm.org/education/curricula/IS%202010%20ACM%20final.pdf>
- Arias, F. (1999). *El proyecto de investigación. Guía para su elaboración*. Caracas, Venezuela: Episteme
- Aziz, S., & Obitz, T. (2007). *Enterprise architecture is maturing* [Infosys enterprise architecture survey 2007]. Bangalore, India: Infosys.
- CEISAR, (2009). EA & Academia. En Memorias del Open Group San Diego APC, 4 Febrero 2009, San Diego, CA: The Open Group
- Coetze, F. (2009). *A brief history of enterprise architecture*. Recuperado de <http://xpdianea.blogspot.com/2009/08/brief-history-of-enterprise.html>
- Covington R., & Jahangir H. (2009). *The Oracle enterprise architecture framework*. Redwood Shores, CA: Oracle Corporation
- Crawley, E., Malmqvist, J., Ostlund, S., & Brodeur, D. (2007). *Rethinking engineering education. The CDIO approach*. Nueva York, NY: Springer
- Diario El País (2011, julio 29). Las 500 empresas más vendedoras del 2010. En *Las 500 empresas + exitosas del Valle del Cauca* [edición especial] (pp. 8-16). Recuperado de http://www.elpais.com.co/elpais/edicion_impresa/51c5d8d9ff72bd5c31aef855be818b2b/500empresas-Julio-29-de-2011.php
- Gómez, M., (2009). *Introducción a la investigación científica*. Córdoba, Argentina: Brujas
- Grande I., & Abascal E. (2009). *Fundamentos y técnicas de investigación comercial*. Madrid, España: ESIC
- IBM (2009). *Plan, control, streamline – and innovate*. Nueva York, NY: IBM
- IEEE Computer Society (2000). *IEEE recommended practice for architecture description of software-intensive systems* [IEEE STD 1471-2000]. Nueva York, NY: IEEE
- Lastra, R. (2000). Encuestas probabilísticas vs. no probabilísticas. En *Política y Cultura*, 13, 263-276
- López, F., (2007). SAP Enterprise architecture framework unveiled: aligning it to the business. En *SAP TechTour'07*. Recuperado de <http://www.sdn.sap.com/irj/scn/go/portal/prtroot/docs/library/uuid/c0da74aa-6f2e-2a10-6387-edbf382f3f87?QuickLink=events&overridelayout=true>
- Millán, A. (2010). La interdisciplinariedad del ingeniero de sistemas a partir del concepto de arquitectura empresarial. En *Memorias del I Encuentro Nacional de Ingeniería de Sistemas*, (pp.113-114). Paipa, Boyacá: Escuela Colombiana de Ingeniería
- Millán, A., Rodríguez, E., & Alzate, J. (2012). Estudio del estado actual de arquitectura empresarial en un grupo de empresas del Valle del Cauca. En *Memorias del I Simposio Nacional de Arquitecturas de TI y Gobierno de TI, COLCOM 2012*, 16 de Mayo de 2012, Cali, Colombia: Universidad ICESI
- Muller, G., (2011). *Roadmapping*. Recuperado de <http://www.gaudisite.nl/RoadmappingPaper.pdf>
- Obitz, T., & Babu, M. (2009). *Enterprise architecture expands its role in strategic business transformation* [Infosys Enterprise Architecture Survey 2008/2009]. Bangalore, India: Infosys

- Rodríguez, C., Lorenzo, O., & Herrera, L. (2005). Teoría y práctica del análisis de datos cualitativos. Proceso general y criterios de calidad. *Sociotam*, 15(2), 133-154
- Rogers, E. (2003). *Diffusion of innovations* (5th ed.). Nueva York, NY: Free Press
- Ross, J., Weill, P., & Robertson, D. (2006). *Enterprise architecture as strategy: creating a foundation for business execution*. Boston, MA: Harvard Business School
- Spear, S. (2010). *The High Velocity Edge: How Market Leaders leverage operational excellence to beat competition*. New York, NY: McGraw-Hill.
- The Open Group (2009). *The Open Group architecture framework (TOGAF) version 9*. Reading, UK: The Open Group
- Universidad de los Andes, (2012). *Laboratorio de arquitecturas empresariales* [Portal]. Recuperado de <http://sistemas.uniandes.edu.co/-lae/>
- Universidad ICESI, (2012). *I simposio nacional de arquitecturas de TI y gobierno de TI* [portal]. Recuperado de <http://iee-colcom.org/simposioti/>
- Universidad Santiago de Cali [USC] (2010). *Documento del programa de ingeniería de sistemas*. Cali, Colombia: USC
- Villalobos, J., (2012). ¿Cómo estructurar un proyecto de arquitectura empresarial? En *Memorias del I Simposio Nacional de Arquitecturas de TI y gobierno de TI, COLCOM 2012*, 16 de Mayo de 2012, Cali, Colombia: Universidad ICESI
- Zachman, J.A. (1982). Business systems planning and business information control study: a comparison. *IBM Systems Journal*, 21(1), 31-53
- Zachman, J.A. (1987). A framework for information systems architecture. *IBM Systems Journal*, 26(3), 276-292
- Zachman, J.A. (1997). *Enterprise architecture: the issue of the century*. San Francisco, CA: Miller Freeman

VI. CURRÍCULOS

Andrés Felipe Millán. Ingeniero de Sistemas con estudios de Maestría y actualmente candidato a Ph.D (Redes y Telemática), con gran experiencia académica en docencia a nivel de pregrado y postgrado. Director del programa académico de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Santiago de Cali. Investigador Principal del grupo de investigación COMBA I+D. Reconocido investigador y conferencista en temas de arquitectura empresarial, computación móvil, redes inalámbricas y redes de siguiente generación. Actualmente sus temas de investigación son: computación urbana, ciudades inalámbricas, arquitectura empresarial y el uso de sistemas inalámbricos de banda ancha en entornos sociales para soluciones de telemedicina y teleeducación. Par evaluador en TIC de varias agencias de ciencia y tecnología y universidades colombianas.

Marco Rodríguez. Ingeniero Industrial de la Universidad Autónoma de Occidente. Magister en Ingeniería de la Universidad del Valle. Profesor universitario.

Erika Gonzales. Estudiante de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Santiago de Cali. Estudiante con un destacado desempeño académico.

Jorge Alzate. Estudiante de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Santiago de Cali.