

Artículo Original

Un análisis de la adopción de programas de Arquitectura Empresarial en las Organizaciones¹

Adriana María Iglesias Solano², Wilson Nieto Bernal³

Artículo recibido: 25 de febrero de 2014 / Artículo aceptado: 12 de mayo de 2014

RESUMEN

El concepto de Arquitectura Empresarial emerge como una disciplina que integra aspectos relacionados al negocio y las Tecnologías de Información (TI), transformándose en el pilar en las organizaciones en la actualidad, las cuales requieren flexibilidad y agilidad en aras de fortalecer ventajas competitivas y comparativas, teniendo como eje la alineación entre las metas estratégicas, objetivos organizacionales, políticas, procesos de negocio. Partiendo de lo anterior, en el presente artículo de revisión se expondrán diversos aspectos de las arquitecturas empresariales, los modelos y marcos de trabajo que lo soportan y el nivel de implementación de estos en las organizaciones a nivel mundial.

Palabras clave: Arquitectura Empresarial, Tecnologías de Información, procesos de negocio, marco de trabajo.

¹ Trabajo realizado enmarcado en el proyecto denominado Meta-modelo para analizar arquitecturas empresariales que soporten la toma de decisiones en PYMES. Universidad del Norte, Financiado por la Gobernación del Atlántico, Colciencias y Sistema General de Regalías en el marco del programa de Formación de Alto Nivel para el Departamento del Atlántico.

² Estudiante programa de Doctorado en Ingeniería de Sistemas y Computación – Universidad del Norte. Barranquilla, Colombia. Magister en Ingeniería de Sistemas y Computación. Ingeniería de Sistemas - Universidad Simón Bolívar. Barranquilla, Colombia. Profesor – Investigador Universidad Simón Bolívar. E-mail: aiglesias3@unisimonbolivar.edu.co.

³ Doctor en Ciencias Computación y Tecnologías de la información ULPGC. DEA (Magíster) Ciencias de la Computación ULPGC. Magíster Educación Universidad del Norte. Experto Gestión de la Tecnología ULPGC. Especialista en Ingeniería del Software UIS. Ingeniero de Sistemas UIS. Director Postgrados e Investigación Ingenierías, Profesor Asistente Dpto. Ingeniería de Sistemas, Universidad del Norte, Barranquilla-Colombia. E-mail: wnieto@uninorte.edu.co

Enterprise architectures: a look to their evolution

▣ ABSTRACT

The concept of Enterprise Architecture has emerged as a discipline that integrates aspects related to business and Information Technology (IT), becoming a pillar in current organizations. Those organizations require flexibility and agility in order to strengthen competitive and comparative advantages, having the alignment between strategic goals, organizational goals, policies and business processes as axis. Based on the above, various aspects of enterprise architectures, the models and frameworks that support them and their level of implementation in organizations worldwide will be exposed in this review article.

Keywords: Enterprise Architecture, Information Technologies IT, business processes, framework.

Arquiteturas Empresariais: uma olhada a sua evolução

▣ RESUMO

O conceito de Arquitetura Empresarial emerge como uma disciplina que integra aspectos relacionados ao negócio e às Tecnologias de Informação (TI), transformando-se em um pilar nas organizações atuais, as quais requerem flexibilidade e agilidade no interesse de fortalecer vantagens competitivas e comparativas, tendo como eixo o alinhamento entre as metas estratégicas, objetivos organizacionais, políticas, processos de negócio. Partindo do anterior, no presente artigo de revisão se apresentarão diversos aspectos das arquiteturas empresariais, os modelos e marcos de trabalho que o suportam e o nível de implementação destes nas organizações a nível mundial.

Palavras chave: Arquitetura Empresarial, Tecnologias de Informação, processos de negócio, marco de trabalho.

■ INTRODUCTION

En un mundo globalizado, las organizaciones dependen no solo de la información sino de su gestión para la toma de decisiones adecuada, oportuna y, generalmente, en tiempo real. El activo más importante de una organización es la información [Berumen, 2013], sin embargo los problemas y dificultades para su gestión aumentan de manera directamente proporcional al tamaño de la organización [Bradley, 2003]. De acuerdo al plan estratégico se trazan objetivos y estos señalan la dirección hacia la cual se deben encaminar los esfuerzos organizacionales, pero, ¿cómo lo alcanza?, ¿de qué forma se controlan los elementos que se interrelacionan?, cómo se maximizan los resultados?, de qué forma se pueden simplificar procesos de toma de decisiones de Tecnología de Información-TI?, qué tanto pueden aportar las Tecnologías de Información a la organización ya la administración de la información?

Para dar respuesta a los anteriores interrogantes, las organizaciones han optado por invertir en soluciones de TI que soporten la gestión de la información, es por esto que es común hallar organizaciones con diversos Sistemas de Información-SI-cubriendo variedad de necesidades [Luftman, Lytinen & Zvi, 2015], esta situación ha derivado en problemas asociados al hecho de adquirir Sistemas de Información que resuelven necesidades específicas sin tener en cuenta en su diseño principios de interoperabilidad, duplicidad y conesto, inconsistenciase incompatibilidad [Obitz & Babu, 2009]; lo que genera consecuencias que impactan los procesos de negocio. Estos resultados poco satisfactorios han suscitado la aparición de marcos de trabajo orientados hacia la

definición de arquitecturas empresariales centralizándose en relacionar los elementos del negocio con las TI a través de modelos abstractos, en los que se representa la estructura superior donde se toman decisiones, pasando por la cadena de valor, los procesos de negocio, las estrategias y los indicadores, hasta llegar a la infraestructura de base donde están los SI y, en general, toda la infraestructura de TI.

La necesidad de definir estas arquitecturas empresariales ha suscitado el establecimiento de una diversidad de modelos y marcos de trabajo con variados alcances y enfoques de gestión, los cuales se describirán en el desarrollo de este artículo. Además se abordará su estado de implementación, desempeño, características, factores críticos de éxito los cuales permitan la identificación de aspectos relevantes conocidos, desconocidos, controversiales y polémicos sobre el tema revisado.

■ METODOLOGÍA

La metodología empleada se abordó a partir de dos perspectivas. La primera enfocada hacia la gestión bibliográfica y la segunda enfocada en diagnosticar el estado de la implementación y penetración de las arquitecturas empresariales en las organizaciones a nivel mundial. Estas perspectivas se establecieron de acuerdo al desarrollo de los objetivos propuestos de la revisión y se describen a continuación.

La primera perspectiva consta del desarrollo de cuatro fases metodológicas las cuales son:

- **Fase de exploración y recopilación:** esta etapa se centró en la búsqueda y localización de los documentos bibliográficos relevantes para la construcción de la revisión empleando diversas fuentes documentales, entre las cuales se encuentran: *IEEE Xplore Digital library, ACM Library, Google Scholar, Springer* empleando los descriptores: *enterprise architecture, enterprise architecture survey, state of art in enterprise architecture, business process and TI, enterprise architecture frameworks*. Obteniendo resultados que oscilaron entre 38 y 72 registros tras diversas combinaciones de los descriptores. Es importante resaltar que solo se tuvieron en cuenta fuentes primarias de información.

- **Fase de selección:** en esta etapa, a partir de la información obtenida en la etapa anterior, se seleccionaron los documentos publicados entre los años 2005 a 2015 y con *Full-Text* disponible.

- **Fase de clasificación:** a partir de la lectura de los resúmenes de los documentos obtenidos en la etapa anterior, se procedió a su clasificación y rotulación de acuerdo al ámbito que abordan cada uno de ellos, estableciéndose un total de siete categorías. En esta etapa se descartaron documentos con información que se consideraron poco relevantes.

- **Fase de análisis:** una vez finalizada la etapa anterior se procedió a leer los textos completos de aquellos documentos que informasen sobre los objetivos y alcance trazados en la revisión analizando su contenido y estableciendo el aporte a la investigación.

Por su parte, la segunda perspectiva abarca el desarrollo de tres fases metodológicas las cuales son:

- **Fase de recopilación de datos:** se emplearon los datos generados en la aplicación de un instrumento de medición a un total de 374 participantes alrededor del mundo, el instrumento es tipo encuesta y consta de 19 preguntas sobre la implementación de la Arquitectura Empresarial en su organización. Los datos fueron suministrados en formato .csv y se encuentran publicados en Ambler (2010).

- **Fase de análisis de datos:** una vez obtenidos los datos se procedió a su análisis empleando gráficos estadísticos que permitan establecer criterios en cada uno de los aspectos evaluados.

- **Fase de diagnóstico:** se procedió a documentar los hallazgos obtenidos en la fase anterior.

Aspectos conceptuales de las arquitecturas empresariales

A continuación se abordan los conceptos que definen desde la vista de diversos autores la Arquitectura Empresarial y cómo ha sido su evolución.

Arquitectura empresarial, principios y evolución

En 1987, Zachman establece el concepto de Arquitectura Empresarial, denominándolo

como un marco para la arquitectura de Sistemas de Información, así mismo propone la orientación y los desafíos de la Arquitectura Empresarial que aún continúa vigente. Esta definición de Zachman se transformó en el punto de partida para que muchos estudiosos en el tema se enfocaran y desarrollaran diversas investigaciones y propuestas entorno a lo que en primera instancia se denominó *arquitectura de sistemas de información* y que posteriormente evolucionaría a lo que se conoce como Arquitectura Empresarial hoy en día. Por su parte, en 2008, Alexander Ernst define el concepto de Arquitectura Empresarial como un moderno enfoque donde se prioriza la calidad de los datos del negocio y cómo suficiente administración permite alcanzar la misión y visión de la empresa. Otros expertos han definido la Arquitectura Empresarial como un acercamiento holístico al manejo y gestión de una organización, la cual adopta una vista integral que cubre desde sus procesos de negocio, los Sistemas de Información, los datos de información y la infraestructura tecnológica (De Boer, Bonsangue, Groenewegwen, et al., 2005).

Mientras que, la Arquitectura Empresarial definida por Barros y Julio, afirma que es un concepto que nació por la necesidad de enfrentar los nuevos retos del cambiante Mercado (Barrios & Julio, 2011). Para Bernard (2005), la AE es una disciplina que trata en forma integrada los aspectos de negocio y de las Tecnologías de Información, con el propósito de garantizar alineamiento entre las iniciativas, objetivos de negocio, metas estratégicas, procesos de negocio y sus sistemas de soporte. De igual forma, la Arquitectura Empresarial nace como una disciplina que evoluciona desde modelos a

administrativos y de gestión, como la teoría organizacional y la teoría de sistemas.

Definiciones más recientes de Arquitectura Empresarial la enfocan como una disciplina que integra aspectos de negocio, estrategia, proceso, tecnologías, método y componentes desde diferentes perspectivas, las cuales están definidas y varían según los enfoques que se den a una implementación de un modelo de Arquitectura Empresarial (Lagerström, Sommestad, Buschle & Ekstedt, 2011). De igual forma el concepto de Arquitectura Empresarial surge como una disciplina que, al interior de una empresa, afronta de forma integrada los aspectos de negocio y de Tecnologías de Información, con el propósito de garantizar la alineación entre las iniciativas, objetivos, metas estratégicas, procesos de negocio y sus sistemas de soporte (Arango, Londoño y Álvarez, 2012). Por otra parte hay quienes definen la Arquitectura Empresarial como un instrumento de la transformación continua en la organización, y que debe ser mantenida con disciplina administrativa y no ser vista como una metodología de gestión de TI (Glissmann & Sanz, 2012). También la Arquitectura Empresariales definida como 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 (Millán et al., 2012). La Arquitectura Empresariales entendida de igual forma como un mapa y una herramienta para la transformación y evaluación organizacional (Wijegunaratne, Fernández & Greenwood, 2015).

A partir de este acercamiento conceptual se puede establecer que la Arquitectura

Empresarial va más allá de ser solo un componente que soporte las necesidades de Tecnología de Información y, por el contrario, permea la organización en todos sus ámbitos permitiendo la generación de ventajas competitivas.

Dimensiones de la Arquitectura Empresarial

La descripción de la Arquitectura Empresarial se realiza con base a dimensiones o dominios asociadas a las vistas arquitecturales que soportan los objetivos del negocio. Estas dimensiones son cuatro y se definen a continuación:

- Arquitectura Tecnológica [Schekkerman, 2008].
- Arquitectura de Aplicaciones [Serna, Arango, Londoño y Zapata, 2011].
- Arquitectura de Información [Wurman & Bradford, 1997; Morville & Rosenfeld, 2006; Aier, Riege & Winter, 2008].
- Arquitectura de Negocio [Whittle & Myrick, 2004].

Framework de Arquitectura Empresarial

Un *Framework* o marco de trabajo hace relación a los componentes que actúan como base para la estructuración y articulación de componentes en construcciones más complejas, este determina en qué términos se define y documenta dicha arquitectura.

Modelos y marcos de trabajo de Arquitectura Empresarial

Al abordar modelos y marcos de trabajo de Arquitectura Empresariales imposible no comenzar por el *Framework* de Zachman. De acuerdo con lo anterior, en este ítem se analizarán diversos modelos y marcos de trabajo realizando una descripción de ellos y, por último, se presenta una línea de tiempo en donde se indica la cronología y evolución de cada uno de los marcos de trabajo y modelos descritos.

- *Zachman Framework* (www.zifa.com) [Zachman, 1987; 1993; 1996; 1999 y 2008]: este *Framework* propone una alineación entre componentes organizacionales entre los cuales están: dentro de la arquitectura de negocio (procesos de negocio y objetivos organizacionales), las arquitecturas de aplicaciones, arquitectura de datos y arquitectura de red; teniendo como objetivo la articulación entre estos componentes y con ello el éxito en la gestión de negocio. Esta alineación se representa en dos ejes: el eje vertical que proporciona las perspectivas de la arquitectura y el eje horizontal que clasifica los artefactos que lo componen. Todo esto distribuido en un total de treinta y seis celdas representadas así: las columnas están conformadas por los interrogantes: ¿Quién? ¿Cuándo? ¿Por qué? ¿Qué? ¿Cómo? y ¿Dónde? Mientras que, por su parte, las filas constituyen los siguientes elementos: alcance/planeador, modelo de negocio/propietario, modelo de sistema/diseñador, modelo de tecnología/constructor, componentes/implementador,

sistema trabajando. Es importante resaltar que el *Framework* de Zachman es creado y mantenido por el *Zachman Institute for Framework Advancement* - ZIFA. De igual forma, este *Framework* ha sido por muchos años referencia para la construcción de propuestas de otros modelos o marcos de trabajo en la comunidad académica y empresarial.

- *Technical Architecture Framework for Information Management* - TAFIM (Department of Defense, 1994; Schekkeman, 2003): basados en el marco propuesto por Zachman años atrás el Departamento de Defensa de los Estados Unidos-DoD- propone este *Framework* el cual permitiría optimizar los proyectos tecnológicos alineados con las necesidades del DoD, en el año 1994. Este define un vocabulario y establece un conjunto de servicio se interfaces comunes a los sistemas de información, a través de la identificación de normas y directrices en cuanto a servicios de arquitectura. Para lograr esto el *Framework* define el desarrollo de dos componentes: el primero es un proceso de planificación de la arquitectura basada en estándares-SBA, el cual consta de siete fases: fase1-inicio y *Framework* de arquitectura; fase2-caracterización de la línea base; fase3- arquitectura objetivo; fase4- identificación de oportunidades; fase5- opciones de migración; fase6- planeación de la implementación y la fase7- administración del SBA. El otro componente es el modelo integrado de vistas arquitecturales el cual está conformado por cuatro (4) vistas las cuales son: vista de trabajo organizacional, vista de información de gestión, vista de aplicación y vista de arquitectura tecnológica. Uno de los mayores aportes de TAFIM ha sido que influenció la aprobación de proyecto de ley

conocido como la Clinger-Cohen Act of 1996 por parte del Congreso de los Estados Unidos de Norteamérica, este proyecto dio pie a la Reforma a la Gestión de las Tecnologías de la Información y propuso la constitución de un consejo para la supervisión de la reforma y fue denominado el CIO Council, conformado por todos los CIO (Chief Information officer) de los principales órganos gubernamentales de los Estados Unidos.

- *Federal Enterprise Architecture Framework -FEAF*(www.cio.gov) (Whittle & Myrick, 2004; CIO COUNCIL, 1999): publicado en el año 1999, FEAF ofrece un estándar permanente para desarrollar y documentar las descripciones de arquitectura, orientando la descripción de las arquitecturas de segmentos funcionales multi organizacionales del Gobierno Federal en áreas de alta prioridad teniendo en cuenta la interoperabilidad. Es de uso obligatorio en las organizaciones del gobierno de los Estados Unidos de Norteamérica. Este *Framework* establece una división arquitectural en las arquitecturas de negocio, datos, aplicaciones y tecnología, contiene elementos de el *Framework* de Zachman y planificación de arquitecturas empresariales-EAP- (OMB, 2007) basado en la planeación de sistemas de negocios-BSP-compuesta por los siguientes elementos: planificación inicial, modelado del negocio, sistemas y tecnologías, arquitectura de datos, arquitectura de aplicación, arquitectura tecnológica, implementación y planes de migración. Estos componentes se distribuyen en cuatro niveles.

- *Federal Enterprise Architecture -FEA-*(www.egov.gov) (Sessions, 2008; OMB, 2007): publicado en el año 2002, tiene sus bases en el *Federal Enterprise Architecture Framework -FEAF*, su antecesor. Fue

propuesto por el *Office of Management and Budget -OMB-*, esta arquitectura consta de cinco modelos de referencia, entre los cuales están: *Performance Reference Model (PRM)*, *Business Reference Model (BRM)*, *Service Component Reference Model (SRM)*, *Technical Reference Model (TRM)* y *Data Reference Model (DRM)*. Esta arquitectura a la fecha aún se encuentra vigente en su versión 2.3.

- *The Open Group Architectural Framework - TOGAF* (www.togaf.org) (Josey, 2009; Jonkers & Van der Berg, 2010; The Open Group, 2009). Es uno de los *Framework* de arquitectura empresarial más conocidos, sus inicios datan del año 1995, en donde el *The Open Group* retomó el *Technical Architecture Framework for Information Management - TAFIM*, para definir un nuevo marco de trabajo que tuviera como característica un enfoque hacia el diseño, planificación, implementación y gobierno de una arquitectura empresarial de información. Actualmente se encuentra en su versión 9.1. y básicamente está conformada una división de la Arquitectura Empresarial en la arquitectura de negocio, arquitectura de aplicación, arquitectura de datos, arquitectura de TI, arquitectura de tecnologías. En su versión actual consta de los siguientes componentes principales: *Architecture Development Method (ADM)*; esta se define estableciendo los siguientes componentes: visión de la arquitectura, visión de la arquitectura de negocio, arquitectura de los sistemas de información, arquitectura tecnológica, oportunidades y soluciones, planes de migración, gobierno de implementación y la arquitectura de gestión de cambios. El otro componente es el *ADM guidelines and techniques, the content framework, the Enterprise continuum and*

tolos y por último el *TOGA Reference models* el cual está compuesto por los siguientes modelos de referencia: *TOGAF foundation architecture* y el *integrated information infrastructure reference model (III-RM)*. Como anotación final la versión actual la cual es compatible con el estándar IEEE1471, 2000.

- *Gartner Enterprise Architecture Framework - GEAF* (www.gartner.com) (Bittler & Kreizman, 2005): *Federal Enterprise Architecture-FAE* se había convertido en el estándar de facto para las empresas del sector gobierno en Estados Unidos de Norteamérica, pero ¿qué pasaba con las empresas privadas?, para el año 2005 Gartner decide adquirir la empresa *Meta Group* e inicia la publicación y desarrollo de su propio *Framework* de arquitecturas empresariales enfocado hacia compañías del sector privado. En el desarrollo de esta investigación no se encontraron evidencias de su uso en la actualidad.

- *DoD Architecture Framework - DoDAF* (www.dodcio.defense.gov) (DoD, 2007; 2009): de igual forma que la mayoría de *Framework*s enunciados hasta el momento DoDAF fue diseñado para el Departamento de Defensa de Estados Unidos (DoD), de ahí su acrónimo, el cual proporciona la infraestructura de visualización para los grupos de interés específicos a través de puntos de vista arquitecturales definidos en seis procesos básicos: capacidades conjuntas de integración y desarrollo (JCIDS); planificación, programación, presupuesto y ejecución (PPBE); sistema de adquisición de defensa (DAS); ingeniería de sistemas (SE); planificación operacional (OPLAN) y capacidad de gestión de la cartera (CPM).

Los componentes de la arquitectura incluyen también los siguientes elementos: familias de sistemas (FOS); sistemas de sistemas (SOS) y net-centric capacidades para interoperar e interactuar en el entorno fuera de combate. Su primera versión se presentó en el año 1996 y su versión actual es la 2.0 presentada en el año 2009.

- *Architecture of Integrated Information Systems - ARIS* (Scheer, 2002): propuesto por August - Wilhelm Scheeren el año de 1994 en la University of Saarbrücken, este Framework permite el análisis de procesos y desde un punto de vista genérico del proceso de diseño, gestión, flujo de trabajo, y el procesamiento de las aplicaciones. Posee una herramienta de modelado denominada ARIStools (Scheer, 1996), este marco de trabajo describe cuatro perspectivas las cuales son: *Organizational view*; *Data view*; *Control view* y *Functional view*. Estas cuatro vistas las representa a través de un modelo denominado *ARIS House*. Aún se encuentra vigente en la actualidad.

- *Integrated Architecture Framework - IAF* (Wout, Waage, Hartman, Stahlecker & Hofman, 2010): presentado en el año de 1993, aún se encuentra vigente, fue propuesto por Capgemini y su área de enfoque es el modelado, este propone un esquema de tres dimensiones: la primera establece un rango en niveles de abstracción por medio de los interrogantes: ¿porqué?, ¿qué?, ¿cómo? y ¿Con qué?; la segunda dimensión articula los componentes de negocios, información, sistemas de información e infraestructura tecnológica y la tercera dimensión se encuentra establecida por elementos trazables de seguridad y gobierno.

- *Strategic IT Management of Hanschke* (Hanschke, 2010): presentado en el año 2010 por *Iteratec GmbH*, posee una herramienta de soporte denominada *iteraplan*. Plantea un conjunto de mejores prácticas en un modelo distribuido así: arquitectura de negocios [que está compuesta por los siguientes elementos: procesos de negocios, funciones de negocios, productos, unidades de negocios y objetos de negocios]; el segundo elemento es la arquitectura de aplicaciones la cual está compuesta por: aplicaciones, interfaces y objetos de información; el tercer elemento es la arquitectura técnica la cual está conformada por componentes técnicos y, por último, se encuentra la arquitectura de infraestructura de la cual forman parte los elementos de infraestructura.

- *Enterprise Architecture Planning - EAP* (Spewak & Hill, 1993; Spewak, 1992): tuvo sus inicios en el año 1993, fue la base para la elaboración de FEAF que se abordó anteriormente.

- *Enterprise Architecture management approach of Niemann* (2006): su presentación se realizó en el año 2006, y pertenece a la empresa *Act! Consulting*, este propone un ciclo de vida de Arquitectura Empresarial compuesto por las siguientes fases: analizar, planear, actuar, documentar y una fase transversal denominada Check. De igual forma Niemann propone una estructura de Arquitectura Empresarial enfocada en tres (3) niveles: arquitectura de negocios, arquitectura de aplicación y arquitectura del sistema.

- *Enterprise Architecture management approach of the University of St. Gallen* (Aier & Gleichauf, 2010): propuesta por la Universidad

de St. Gallen en el año 2007, posee una herramienta de soporte denominada ADOben (Aier, Kurpjuweit & Saat, 2009). Presenta la arquitectura empresarial como un modelo de capas esenciales entre las cuales se encuentran: la capa de arquitectura de negocio, la capa de arquitectura de procesos, la capa de arquitectura de integración, la capa de arquitectura de software y la capa de arquitectura tecnológica.

- *Generalised Enterprise Reference Architecture and Methodology* - GERAM - (Bernus & Nemes, 1994; Noram, 2003): propuesto en el año 1994, por el IFIP-IFACT Task Force on Architectures for Enterprise Integration, se enfoca básicamente en la comparación, evaluación y combinación de metodologías y técnicas de modelado existentes. Se encuentra conformada por los siguientes elementos: *Generalised Enterprise Reference Architecture (GERA)*, *Enterprise Engineering Methodology (EEM)*, *Enterprise Modelling Languages (EMLs)*, *Generic Enterprise Modelling Concepts (GEMCs)*, *Partial Enterprise Models (PEMs)*, *Enterprise Engineering Tools (EETs)*, *Enterprise Models (EMs)*, *Enterprise Modules (EMOs)* y por último *Enterprise Operational Systems (EOS)*. Se encuentra vigente a la fecha.

Otros *Frameworks* encontrados para la gestión de la arquitectura empresarial fueron: *Systemic Enterprise Architecture Methodology* -SEAM- (Regev & Hayard, 2009; Rychkova & Wegmann, 2007), con su herramienta de soporte SeamCAD (Le & Wegmann, 2006) propuesto en el año 2003, Archimate (Quartel & Engelsman, 2010) propuesto por *Telematica Institute*

Novay se enfoca en el modelado y posee una herramienta de soporte denominada *ArchiMate Workbench* (Lankhors, 2009) fue propuesto en el año 2003, *Semantic Object Model Approach* -SOM- (Ferstl, Sinz, 1997) propuesto en el año 1994 por la Universidad de Bamberg tienen como área de enfoque el modelado y posee una herramienta de soporte para hacerlo la cual es denominada *SOM Modelling Environment, Extended Enterprise Architecture* -E2A- (Schekkerman, 2010) propuesto en el año 2001 por el *Institute For Enterprise Architecture Development (IFEAD)*, *Dynamic Architecture for modelling and Development* -DYA- (Steenbergen, 2010) propuesta en el año 2001 por *Sogeti Netherlands, The EA3 Cube* (Bernard, 2005) propuesto por Scott A. Bernard en el año 2005, *Finnish Enterprise Architecture Research* -FEAR- propuesto en el año 2004 por la Universidad de Jyväskylä (Valtonen, Seppänem & Leppänem, 2009).

Panorama mundial de la Arquitectura Empresarial

Para la realización del diagnóstico y tal y como fue descrito en la metodología empleada en la revisión se obtuvieron los datos fuente del diagnóstico del instrumento tipo encuesta aplicada por Scott W. Ambler en el año 2010.

- **Instrumento de medición - Survey** -: el instrumento tipo encuesta empleado por Ambler consta de un total de 19 preguntas, para su construcción fue empleada la herramienta *Survey monkey* y fue distribuida vía email. Las primeras cinco preguntas se enfocan en el reconocimiento de quien realiza la encuesta y de su organización

y las preguntas restantes se enfocan en dar indicios de la implementación de la arquitectura empresarial en su organización.

- **Resultados:** El instrumento se aplicó a un total de 374 participantes de manera virtual de los cuales 267 completaron la totalidad del instrumento. A continuación se visualizan los resultados más relevantes obtenidos de acuerdo al objetivo del artículo.

La tabla 1, a continuación, describe los roles de los participantes en la aplicación del instrumento.

Tabla 1. Roles participantes

Rol actual	Número de personas	Porcentaje
Business Stakeholder	8	2.1
Consultor	43	11.5
Developer	142	38.1
Data Professional	11	2.9
Operations/Support	9	2.4
IT Manager	33	8.8
Modeler (Analyst/Designer/Architect)	47	12.6
Project Manager	28	7.5
QA/Test	5	1.3
Team Lead/Scrum Master	39	10.5
Other	8	8
Total	373	100%

Basados en lo anterior se puede afirmar que el perfil más representativo en la demografía de los participantes fue el de desarrollador, seguido por el de analista, diseñador o arquitecto, el de líder de equipo y el líder de proyecto, lo cual nos brinda confianza en la calidad de la información obtenida. A los

participantes se les preguntó sobre los años de experiencia ejecutando un rol relacionado con TI, los resultados se describen en la siguiente tabla.

Tabla 2. Experiencia de los participantes

Experiencia(años)	Número de personas	Porcentaje
0	1	0.3
>2	3	0.8
Entre 2 y 5	15	4
Entre 5 y 10	51	13.7
Entre 10 y 20	154	41.3
+20	140	39.9
Total	373	100%

Más del 80% de los participantes cuenta con mínimo diez años de experiencia en TI. Para poder identificar y asociar variables de tamaño de la organización se indagó sobre la cantidad de empleados en el área de TI/sistemas/desarrollo, los resultados obtenidos se evidencian en la tabla 3.

Tabla 3. Personas en el área de TI/ sistemas/desarrollo

Criterio	Número de personas	Porcentaje
1-10	98	26.33
11-50	78	20.9
51-100	34	9.1
101-500	61	16.4
501-1000	17	4.6
+1000	85	22.8
Total	373	100%

Para el desarrollo de investigaciones futuras, se consideró relevante conocer sobre la localización de las organizaciones participantes, los resultados obtenidos se describen en la Tabla 4.

Tabla 4. Localización de los participantes

Continente	Número de respuestas	Porcentaje
Norteamérica	245	65.7
Suramérica y Centroamérica	8	2.1
Europa	79	21.2
Asia	22	5.9
Oceanía	14	3.8
África	5	1.3
Total	373	100%

Más del 65% de los participantes encuestados se encuentran localizados en Norteamérica y solo el 2.1% pertenecen a Suramérica. En cuanto a las preguntas realizadas respecto a la implementación de arquitecturas empresariales en la organización, los datos obtenidos fueron los siguientes

Tabla 5. Implementación de programas de Arquitectura Empresarial

Criterio	Número de respuestas	Porcentaje
Posee un programa de E.A.	111	29.8
Expandiendo el programa de EA	64	17.2
Tuvo un programa de EA	5	1.3
Piensa en un programa de EA	32	8.6
Estuve en un programa de EA	37	9.9
No tengo experiencia en un programa de EA	124	33.2
Total	373	100%

De acuerdo a los resultados obtenidos más del 30% de los participantes desconocen la experiencia de la implementación de programas de arquitecturas empresariales.

A la pregunta acerca de cuáles de los Framework de arquitectura empresarial tienen implementado en su organización los datos obtenidos se describen en la Tabla 6.

Tabla 6. Frameworks de Arquitectura Empresarial

Framework	Número de personas	Porcentaje
TOGAF	19	18.8
MODAF/DODAF	6	5.9
Zachman	9	8.9
Propio	38	37.6
No sé	39	38.6
Total	93	

De los Frameworks conocidos solo el 33.6% lo han implementado, más del 75% emplea algún tipo de híbrido. Respecto a la tecnología que incluyen dentro de la arquitectura empresarial, los participantes respondieron lo que señala la tabla 7.

Tabla 7. Tecnología manejada programa de EA

Tecnología	Número de personas	Porcentaje
Business process management (BPM)	52	51.5
Software as a Service (SAAS)	37	36.6
Service Oriented Architecture (SOA)	65	64.4
Cloud Computing	22	21.8
Components	43	42.6
Common Frameworks	55	54.5
Product Line Architecture	31	30.7
Semantic Architecture	14	13.9

Se resalta que la tecnología más empleada es SOA y SAAS. Respecto a cuáles fueron los objetivos trazados en el programa de implementación de arquitectura empresarial las respuestas obtenidas se describen tabla 8.

Tabla 8. Objetivos programa de EA

Objetivos	Número de personas	Porcentaje
Eficiencia del negocio	53	50.5
Mejorar la gestión del negocio	30	28.6
Reducir costos operativos	52	49.5
Mejorar la toma de decisiones	49	46.7
Reducir gastos	31	29.5
Reducir la complejidad técnica	33	31.4
Promover una infraestructura técnica común	56	53.3
Mejorar el gobierno de TI	46	43.8
Mejorar la integridad técnica	50	47.6
Mejorar la integridad de los datos	43	41.0
Aseguramiento continuo del conocimiento organizacional	33	31.4
Soporte a iniciativas de terceros	10	9.5
Apoyo a proyectos de multi-proveedor	12	11.4
Mejorar la gestión de riesgos	35	33.3
Incrementar la eficacia	17	16.2
Total	101	

De los resultados anteriores se puede afirmar que las razones que apoyaron la adopción de un programa de Arquitectura Empresarial fueron promover una infraestructura técnica común, mejorar la gestión del negocio y

propender por la eficiencia, reducir costos operativos y soportar la toma de decisiones.

El autor ponderó los datos asociados a los beneficios de la adopción de un programa de Arquitectura Empresarial y los problemas derivados de este, los cuales se resumen en las tablas 9 y 10.

Tabla 9. Efectividad en la adopción de un programa EA

Benefit	Rating
Improved system integration	3.6
Improved IT governance	3.3
Team follows common technology infrastructure	3.3
Improved business efficiency	3.2
Improved data integrity	3.2
Continuity of organizational knowledge	3.0
Improved business governance	3.0
Improved audit compliance	2.9
Improved risk management	2.9
Increased technical integrity	2.8
Reduced operating costs	2.5
Improved enterprise decision making	2.5
Reduction of waste	2.3
Improved support formulti-vendor projects	1.8
Improved out sourcing initiatives	1.3
Reduction of technical complexity	0.8

Tabla 10. Efectividad en la adopción de un programa EA

Reason/Problem	Rating
Insufficient time provided	3.3
Project teams didn't take advantage of the EA	3.2
Too difficult to measure benefits	2.5
Enterprise architects perceive das"ivorytower"	2.5
Development teams couldn't wait for enterprise architects	2.5
No perceived benefit of EA program	2.0
No executive endorsement	1.7

Enterprise architects weren't sufficiently flexible	1.5
Enterprise architects perceived as impediment to success	1.5

CONCLUSIONES

En el transcurso del proceso de revisión se ha identificado que es importante a adopción de un programa de Arquitectura Empresarial, sin embargo las cifras de su implementación aún siguen siendo baja.

El concepto de Arquitectura Empresarial no es nuevo, datadelaño1987,existen diversos modelos y marcos de trabajo, tecnologías, herramientas que soportan su adopción.

Las razones por las que la adopción de programas de Arquitectura Empresarial no tienen un alto nivel de penetración en las organizaciones puede relacionarse con que estas no perciben beneficios tangibles de su adopción, demandan mucha flexibilidad y algunos de ellos alta complejidad.

En la revisión se pudo encontrar una totalidad de veintiun Frameworks de los cuales los más empleados son tres(3):TOGAF,DoDAFyZachman.

Como resultado de la aplicación del instrumento de medición se evidencia un alto porcentaje de Frameworks híbridos o propios de la organización, lo cual da indicios de que algunas organizaciones, a la hora de adoptar programas de Arquitectura Empresarial, optan por modificar y generar su propio modelo o esquema debido a asuntos relacionados con la flexibilidad, adaptabilidad y desconocimiento de los Frameworks propuestos en la actualidad.

REFERENCIAS

- Berumen,S. (2013). Información y tecnología, y sus posibilidades para mejorar la competitivaddelasempresas. *Revista EAN*, 53, 6-23.
- Bradley, K. (2003). Intellectual Capital and the New Wealth of Nations II. *Business Strategy Review*,8, (4),33-44.
- Luftman, K.; Lyytinen &Zvi, T. (2015). Enhancing the measurement of information technology(IT) business alignment and its influence on company performance. *J InfTechnol*.
- Obitz,T. &Babu,K. (2009). Enterprise Architecture Expands its Role in Strategic Busines Transformation. Infosys Enterprise Architecture Survey 2008/2009.
- Ambler, S. (2010). Scott Ambler's State of the IT Union Survey [Online].Recuperado de: <http://www.ambysoft.com/scottAmbler.html>.
- Zachman,J. (1987). A Frameworkfor Information Systems Architecture. *The IBM Systems Journal*, 26(3),454-470.
- Ernst,A. (2008). Enterprise Architecture Management Patterns. *Proceedings of 15th Conference on Pattern Languages of Programs*,pp.7-17.
- DeBoer, F.;Bonsangue,M.;Groenewegen,L. et al. (2005). Change Impact Analysis of Enterprise Architectures. In *Proceedings of the 2005 IEEE. International Conference on Information Reuse and Integration*.pp.15-17.

- Barros, O.&Julio, C. (2011). Enterprise and process architecture patterns. *Business Process Management Journal*, 17,598-618.
- Bernard, S. (2005). An Introduction to Enterprise Architecture.2ed. Bloomington: Paperback.
- Scott,B. (2005). An Introduction To Enterprise Architecture, Bloomington: Authorhouse.
- Lagerström,R.; Sommestad, L.;Buschle, M.&Ekstedt, M. (2011). *Enterprise Architecture Management's Impact on Information Technology Success*. Proceedings of 44th Hawaii International Conference on System Sciences,1-10.
- Arango, S.; Londoño M. y Álvarez, U. (2012). Capacidades de negocio en el contexto empresarial. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 35, 5-27.
- Glissmann, S.M. &Sanz,J. (2011). An Approach to Building Effective Enterprise Architectures. Proceedings of 46th Hawaii International Conference on System Sciences, pp. 1-10.
- Millán, A.; Rodríguez, M.; González, E. y Alzate J. (2012).Estudio de las prácticas de Arquitectura Empresarial en las grandes empresas del Valle del Cauca. *Ingenium*, 6, 45-54.
- Wijegunaratne, I.; Fernandez, G.& Greenwood,P. (2010). Enterprise Architecture for Business Success.
- Arango, M.; Londoño, J.y Zapata J.(2010). Arquitectura Empresarial: una visión general. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 9 (16), 101-111.
- Schekkerman, J. (2008). *Enterprise Architecture Good Practices Guide – How to Manage the Enterprise Architecture Practice*. Bloomington: Trafford Publishing.
- Serna, H.; Arango, M.; Londoño, J. y Zapata, J. (2011). Arquitectura orientada a servicios en el contexto de la arquitectura empresarial. *Avances en Sistemas e Informática*, 7, 74-88.
- Wurman, R. S. &Bradford, P. (1997). *Information Architects*. Zurich.
- Morville, P. & Rosenfeld, L. (2006). *Information Architecture for the WorldWide Web: Designing Large-Scale Web Sites*. O'reilly Media.
- Aier, S.; Riege, C. & Winter, R. (2008). Classification of Enterprise Architecture Scenarios–An Exploratory Analysis. *Enterprise Modelling and Information Systems Architectures*, 3, 14–23.
- Whittle, R. &Myrick, C. (2004). *Enterprise Business Architecture: The FormalLink between Strategy and Results*. Enterprise Business Architecture.
- Zachman,J.A. (1993). Concepts of the Framework for Enterprise Architecture: Background, Description, and Utility. Zachman International.
- Zachman, J.A. (1996). Enterprise Architecture: The Issue of the Century. Zachman International.
- Zachmam,J.A. (1999). A Framework for Information Systems Architecture. *IBM Systems Journal*, 26, 454-470.

- Zachman, J.A. (2008). John Zachman's Concise Definition of the Zachman Framework. Zachman International.
- Department of Defense. (1994). Technical Architecture Framework for Information Management (TAFIM). D. o. Defense.
- Schekkerman, J. (2003). How to Survive in the Jungle of Enterprise Architecture Frameworks.
- U. N. Congress. (1996). Clinger-Cohen Act of 1996.
- Whittle, R. y Myrick, C. (2004). Enterprise Business Architecture: The Formal Link between Strategy and Results.
- Federal Chief Information Officer CIO-COUNCIL. (1999). Federal Enterprise Architecture Framework – FEAFF Versión 1.1.
- Spewak, S. H. (1992). Enterprise Architecture Planning –EAP.
- Sessions, R. (2008). A Comparison of the Top Four Enterprise Architecture Methodologies.
- OMB. (2007). *Consolidated Reference Model Version 2.3*.
- Josey, A. (2009). *TOGAF Version 9 – A Pocket Guide*. 2 ed. Wilco, Amersfoort: Van Haren Publishing.
- Jonkers, H. & Van den Berg, H. (2010). ArchiMate Extension for Modeling TOGAF's Implementation and Migration phases.
- The Open Group. (2009). TOGAF Enterprise Edition Version 9. <http://www.togaf.org>
- Bittler, R. S. & Kreizman, G. (2005). Gartner Enterprise Architecture Process: Evolution 2005.
- Department of Defense (DoD) USA. (2007). Departamento de Defensa. Arquitectura Framework versión 1.5.
- Department of Defense (DoD) USA. (2009). Departamento de Defensa. Arquitectura Framework versión 2.0.
- Department of Defense (DoD) USA. (2009). DoD Architecture Framework. Version 2.0: Volume 3: DoDAF Meta-model Physical Exchange Specification – Developer's Guide.
- Scheer, A. (2002). ARIS Architecture and Reference Models for Business Process Management. Berlin: Springer
- Scheer, A. (1996). ARIS-Toolset: Von Forschungs-Prototypen zum Produkt. *Informatik Spektrum*, 19, 71–78.
- Wout, J.; Waage, M.; Hartman, H.; Stahlecker, M. & Hofman, A. (2010). The Integrated Architecture Framework Explained. Springer.
- Hanschke, I. (2010). Strategic IT Management – A Toolkit for Enterprise Architecture Management. Berlin: Springer.
- Spewak, S. & Hill, S. (1993). Enterprise Architecture Planning – Developing a Blueprint for Data, Applications, and Technology. New York: John Wiley & Sons.
- Niemann, K. (2006). *From Enterprise Architecture to IT Governance – Elements of Effective IT Management*. Wiesbaden: Vieweg + Teubner.

- Aier, S.& Gleichauf, B. (2010). Application of Enterprise Models for Engineering Enterprise Transformation. *Enterprise Modelling and Information System Architectures*, 5, 56–72.
- Aier, S.; Kurpjuweit, S. & Saat. J. (2009). Enterprise Architecture Design as an Engineering Discipline. *AIS Transactions on Enterprise Systems*, 1, 36–43.
- Bernus, P. & Nemes, L. (1994). A Framework to Define Generic Enterprise Reference Architecture and Methodology. In Proceedings of the International Conference on Automation, Robotics and Computer Vision (ICARCV'94), Singapore, November 10–12, 88–92.
- Noran, O. (2003). A Mapping of Individual Architecture Frameworks (GRAI, PERA, C4ISR, CIMOSA, Zachman, ARIS) onto GERAM. In Bernus P.; Nemes, L.; Schmidt, G., Ed.). *Handbook on Enterprise Architecture*. Berlin: Heidelberg.
- Regev, G. & Hayard, O. (2009). Modeling Service-Level Requirements: A Constancy Perspective. In RE 2009, 17th IEEE International Requirements Engineering Conference.
- Rychkova, I. Wegmann, A. (2007). Formal Semantics for Property-Property Relations in SEAM Visual Language: Towards Simulation and Analysis of Visual Specifications. In MSVVEIS.
- Lê, L.S. & Wegmann, A. (2006). SeamCAD: Object-Oriented Modeling Tool for Hierarchical Systems in Enterprise Architecture. In 39th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS 2006).
- Quartel, D. & Engelsman, W. (2010). ArchiMate Extension for Modeling and Managing Motivation, Principles and Requirements in TOGAF.
- Lankhors, M. (2009). Enterprise Architecture at Work: Modelling, Communication and Analysis. Berlin: Springer.
- Ferstl, O. & Sinz, E. (1997). Modeling of Business Systems Using the Semantic Object Model (SOM) – A Methodological Framework.
- Schekkerman, J. (2010). STREAM – A Successful and Pragmatic 'Managed Diversity' Enterprise Architecture Approach.
- Steenbergen, M. (2010). The Design of Focus Area Maturity Models. *Global Perspectives on Design Science Research*. Volume 6105 of Lecture Notes in Computer Science. Berlin.
- Bernard, S. (2005). An Introduction to Enterprise Architecture. Authorhouse. Bloomington.
- Valtonen, K.; Seppänen, V. & Leppänen. (2009). M. Government Enterprise Architecture Grid Adaptation in Finland. In Hawaii International Conference on System Sciences. Los Alamitos.