

Una revisión de Frameworks, Lenguajes de Modelado y Herramientas para Arquitecturas Empresariales

J. Escobar¹, F. Losavio² y D. Ortega³

¹ Postgrado en Ciencias de la Computación, UCV, Caracas, Venezuela

² Modelos, Software y Tecnologías (MoST), Centro ISYS, Escuela de Computación, UCV, Caracas, Venezuela

³ Departamento de Computación, Facultad de Ciencias y Tecnología, UC, Valencia, Venezuela

RESUMEN

Una Arquitectura Empresarial (AE) es definida en como una arquitectura en la cual el sistema abarca toda una organización, cuyos componentes fundamentales son los procesos del negocio, las tecnologías, y los sistemas de información de la empresa, incluyendo sus respectivas relaciones. La construcción de una AE es un proceso complejo que involucra la adaptación de una arquitectura genérica o framework para una organización particular. Debe realizarse un profundo estudio acerca de las necesidades de la organización donde se desee construir la AE y tener claras las metas que se desean alcanzar. Para ello la AE debe tener asociado un modelo conceptual, un lenguaje de especificación y unas herramientas de soporte al proceso. Sin embargo, los lenguajes utilizados en general no son estándar, causando problemas de comunicación e interoperabilidad. El objetivo del trabajo es presentar una revisión de distintas herramientas de soporte al desarrollo y gestión de AEs, tomando en cuenta los criterios de clasificación y estructuración propuestos por Lankhorst (2009), y otros autores, como base para determinar un estado del arte de las herramientas de soporte a los frameworks que modelan las AEs. Se elaboran tablas resumen de las principales herramientas del mercado, destacando características relevantes. Conclusiones importantes encontradas son la falta de estándares para mejorar la comunicación e interoperabilidad y de herramientas open-source en el campo de las AEs.

Palabras clave: Arquitectura Empresarial (AE), frameworks para AE, lenguajes para AE, herramientas para AE

ABSTRACT

An Enterprise Architecture (EA) is defined as an architecture where the system involves the complete enterprise organization; main components are business processes, technology and enterprise information systems with their respective relations. The EA construction is a complex process involving the adaptation of a generic architecture or framework for a specific enterprise. A deep study of the enterprise requirements where the EA has to be built must be accomplished, with a clear understanding of the business goals to be achieved. EA must be associated to a conceptual model, a specification language and software support tools. However, languages used are in general not standardized, causing communication and interoperability problems. The goal of this work is to present a survey of different software support tools to the development of EAs, considering classification and structural criteria proposed by Lankhorst (2009), and other authors, as a base to establish a state of the art of the EA frameworks support tools. A table is presented showing the main market tools, pointing out relevant characteristics. Important conclusions found are the lack of standards to improve communication and interoperability and open-source tools in the field of EAs.

Keywords: Enterprise Architecture (EA), EA framework, EA languages, EA tools

1. Introducción

El estándar IEEE 1471-2000 define una arquitectura como la organización fundamental de un sistema basado en sus componentes, la interrelación entre estos y el entorno, y los principios que guían su diseño y evolución; este estándar fue adoptado por ISO bajo el nombre de ISO/IEC 42010:2007. Una Arquitectura Empresarial (AE) es definida en [Ses07] como una arquitectura en la que el sistema abarca toda una organización, cuyos componentes fundamentales son los procesos del negocio, las tecnologías, y los sistemas de información de la empresa y sus respectivas

relaciones. Según [Lan09], una AE se puede definir como un conjunto coherente de principios, métodos, y modelos, usados en el diseño y la realización de una estructura organizacional, los procesos de negocios, los sistemas de información y la infraestructura de una organización. De acuerdo a [Biz08], una AE es un conjunto completo y consistente de métodos, reglas y modelos, que guían el diseño, migración e implementación de procesos de negocio, estructuras organizacionales, sistemas de información y la infraestructura técnica dentro de una organización. En general, para expresar una AE, se requiere de la interconexión y acumulación de grandes cantidades de información provenientes de fuentes heterogéneas, por ejemplo, sistemas

de información y gestión de conocimiento, planes de negocios, actividades de la cadena de valor organizacional, normativas legales y estándares. En la actividad de especificación de una AE se pueden utilizar uno o varios “frameworks”, métodos, lenguajes de modelado, herramientas, entre otros. Se entiende como *framework* a un modelo de arquitectura genérico, el cual puede ser instanciado o adaptado para casos específicos. En particular, se pueden identificar los frameworks de Zachman [Zac87], TOGAF [TOG09] y ArchiMate [Lan09] para orientar los niveles de la especificación y la estructura de la misma. En cuanto a los lenguajes de modelado empresarial, tales como EEML o ArchiMate, sirven para describir o expresar los modelos que describen una arquitectura. En este sentido, el uso de herramientas de soporte a las AE, es indispensable. La visualización y análisis de arquitecturas, respectivamente, difícilmente pueden ser realizadas a mano y aun así requieren herramientas para realizarlo [Lan09]. Para implementar y utilizar una AE de manera efectiva, se necesita de un enfoque claro, un lenguaje de modelado unificado y un conjunto de herramientas robustas y fáciles de usar [Biz08]. La construcción de una AE involucra esencialmente un proceso de adaptación del framework que se haya seleccionado para la organización. Esto implica tener un modelo conceptual, un lenguaje de especificación y herramientas de soporte al proceso.

El objetivo de este trabajo es presentar una revisión de distintas herramientas de soporte al desarrollo de AE, tomando en cuenta un conjunto de criterios de comparación y clasificación extraídos de la revisión bibliográfica, como base para determinar un estado del arte de las herramientas y de los frameworks que modelan las AEs. Se realizan dos tablas con las principales herramientas, destacando el framework soportado y otras características relevantes.

La estructura de este trabajo, además de esta introducción y la discusión final, es la siguiente: la sección 2 describe los principales frameworks para AE y una clasificación basada en el propósito. La sección 3 presenta los lenguajes de soporte al modelado de la AE. La sección 4 describe las herramientas para la construcción, modelado y gestión de AEs, las generaciones y características asociadas a éstas, incluyendo una propuesta de clasificación tomando en cuenta las generaciones y una estructuración desarrollada por [Lan09]. Finalmente, la sección 5 presenta dos tablas producto de una revisión del estado del arte de las principales soluciones de software para soportar la construcción y gestión de AEs y un análisis de resultados.

2. Frameworks para Arquitecturas Empresariales

Las AEs buscan guiar el negocio a un estado sólido y ágil ofreciendo, a través del uso de frameworks, un conjunto de mejores prácticas, métodos y herramientas para soportar los cambios de IT (*Information Technology*), programas y proyectos de las organizaciones. Además, se utilizan para proporcionar una vista amplia sobre los cambios estratégicos de una organización y visualizar los distintos dominios de negocio, IT y las relaciones entre ellos. Entre los principales objetivos se encuentran poder realizar análisis de impacto de cambio sobre estos dominios y facilitar la evaluación, y reducción de costos y riesgos asociados con el cambio [Biz08]. A continuación se presentan los princi-

pales modelos de AE o frameworks arquitectónicos conocidos y utilizados en la práctica.

2.1 Zachman

El framework de Zachman es un esquema de clasificación genérico para describir representaciones de cualquier objeto y evita, de manera intencional, recomendar descripciones arquitectónicas y lenguajes de modelado [Zac87]. La visión de Zachman es que el valor y agilidad de los negocios podría alcanzarse mejor mediante un enfoque holístico de arquitectura de sistemas que observe explícitamente cada detalle importante, desde todas las perspectivas relevantes de una organización. Técnicamente, el framework de Zachman es una taxonomía para organizar artefactos arquitectónicos (especificaciones, modelos, documentos de diseño, entre otros) tomando en cuenta los objetivos de los artefactos (dueño del negocio, constructor) y el asunto en particular que tratan (datos, funcionalidades). Su representación es una matriz bidimensional de 36 celdas (Figura 1), de forma horizontal se presentan distintas descripciones del sistema desde una misma perspectiva; verticalmente se focaliza un solo asunto, observando cómo se ve, desde la perspectiva del rol. A diferencia de otros frameworks, Zachman no describe paso a paso cómo crear una nueva arquitectura, tampoco si la arquitectura que se está creando es la mejor. Por estos motivos, el framework suele utilizarse en combinación con otros [Ses07]

	DATOS ¿Qué?	FUNCIÓN ¿Cómo?	RED ¿Dónde?	GENTE ¿Quién?	TIEMPO ¿Cuándo?	MOTIVACIÓN ¿Por qué?
Objetivo/Alcance (Conceptual) <i>Planner</i>	Lista de cosas importantes en el negocio	Lista de procesos de negocio	Lista de ubicaciones del negocio	Lista de organizaciones importantes	Lista de eventos	Lista de objetivos del negocio y estrategias
Modelo Empresarial (Lógico) <i>Owner</i>	Modelo conceptual de datos / objetos	Modelo de procesos de negocio	Sistema de logística del negocio	Modelo de flujo de trabajo	Agenda maestra	Plan de negocio
Modelo del Sistema (Lógico) <i>Designer</i>	Modelo de datos lógico	Modelo de arq. del sistema	Arq. de sistemas distribuidos	Arq. de interfaz humana	Estructura de procesamiento	Modelo de regla de negocio
Modelo de Tecnología (Físico) <i>Builder</i>	Modelo físico de datos / clases	Modelo de diseño de tecnología	Arq. de tecnología	Arq. de presentación	Estructura de control	Reglas de diseño
Representación Detallada (fuera de contexto) <i>Programmer</i>	Definición de datos	Programa	Arq. de red	Arq. de seguridad	Definición de tiempo	Reglas de especificación
Empresa en Funcionamiento <i>User</i>	Datos usables	Funciones trabajando	Red usable	Organización funcionando	Agenda implementada	Estrategia de trabajo

Figura 1: Framework de Zachman

2.2 TOGAF

Acronimo de *The Open Group Architecture Framework*, TOGAF nace mediado de los 90's y su versión más reciente, la 9, es del año 2009. TOGAF especifica la arquitectura empresarial en cuatro categorías:

1. Arquitectura del negocio: describe los procesos que el negocio realiza para perseguir sus objetivos.
2. Arquitectura de la aplicación: describe cómo las aplicaciones están diseñadas y cómo interactúan entre sí.
3. Arquitectura de datos: describe cómo los almacenes de datos de la empresa están organizados y cómo son accedidos.
4. Arquitectura técnica: describe la infraestructura de hardware y software que soportan las aplicaciones y su interacción.

Uno de los aportes fundamentales de TOGAF, es su método ADM (ver Figura 2), acrónimo de *Architecture Development Method* para crear AEs a partir de lo genérico a lo más específico. TOGAF explica cómo con ADM, partiendo de un *continuum* empresarial, o universo empresarial, a través de tres niveles de arquitecturas (Arquitecturas Base, principios que pueden aplicarse en cualquier organización de IT; Arquitecturas de Sistemas Comunes, principios que se esperan ver en varios tipos de empresas; Arquitecturas de la Industria, principios comunes en negocios del mismo dominio), se llega a la arquitectura organizacional de una empresa.

TOGAF define varias bases de conocimiento como el modelo de referencia técnico (TRM, *Technical Reference Model*) y la base de información de estándares (SIB, *Standards Information Base*), que recomiendan, respectivamente, la descripción de una arquitectura de IT y los estándares a considerar para construirla. Por otro lado, según [Ses07] estos instrumentos son deficientes pues buscan fomentar la portabilidad de las aplicaciones sacrificando aspectos que garantizan la interoperabilidad y la autonomía de éstas.

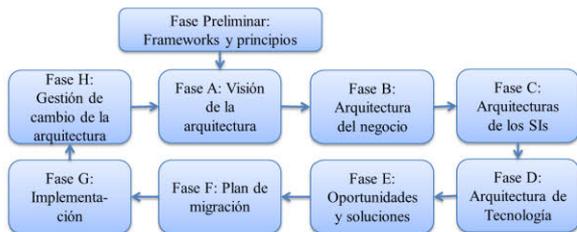


Figura 2: El método de desarrollo de la arquitectura (ADM) de TOGAF

TOGAF es altamente adaptable, la descripción de muchos artefactos es muy general, las fases no tienen por qué realizarse completamente, y pueden incluso saltarse, combinarse o reordenarse, según las necesidades de la situación. Un punto importante a considerar es que la arquitectura obtenida con TOGAF puede ser buena, mala o indiferente, pues el framework sólo describe cómo generar una arquitectura empresarial, no cómo generar una buena arquitectura [Ses07].

2.3 DoDAF

Al inicio de los 90s, el Departamento de Defensa (DoD) de los Estados Unidos de América comienza a realizar estudios para asegurar la interoperabilidad y la relación costo-efectividad de los sistemas militares, y proveer estructuras para los intereses particulares de cada *stakeholder* a través de perspectivas, complementadas entre sí, y organizadas por varias vistas. En su versión inicial, DoDAF (*Department of Defense Architecture Framework*) contiene cuatro vistas básicas y estas a su vez se descomponen en un conjunto de 26 productos (modelos): Vista general llamada “Todas las Vistas” (*All Views*); Vista Operacional (*Operational View*); Vista de Sistemas (*Systems Views*); Vista de Estándares Técnicos (*Technical Standards Views*)

En su última versión a la fecha, DoDAF 2.0 (2009), está estructurado en ocho perspectivas (*Viewpoints*) en lugar de vistas y el total de modelos asciende a 52. De la versión inicial, se mantienen el nombre de las tres primeras vistas ahora consideradas como perspectivas (Figura 3), y se

agregan las siguientes: La “Perspectiva de Capacidad” (*Capability Viewpoint*); La “Perspectiva de Datos e Información” (*Data and Information Viewpoint*); La “Perspectiva de Proyecto” (*Project Viewpoint*); La “Perspectiva de Servicios” (*Services Viewpoint*); La “Perspectiva de Estándares” (*Standards Viewpoint*).

Articula la aplicación de políticas, estándares, lineamientos, restricciones y pronósticos en el ámbito operacional, de negocio, técnico e industrial. Perspectiva de Datos e Información Articula las relaciones de datos dentro de estructuras en el contenido arquitectónico. Todas las Perspectivas Cubren los aspectos o contexto arquitectónico que se relacionan con todas las vistas.	Perspectiva de Capacidad Articula los requisitos de capacidad, tiempo de entrega y capacidad desplegada.	Describe la relación entre los requisitos de operación y capacidad y los proyectos que están siendo implementados. Detalla las dependencias entre la gestión de capacidad y el proceso <i>Define Acquisition System</i> .
	Perspectiva Operacional Articula los escenarios operacionales, procesos, actividades y requisitos.	
	Perspectiva de Servicios Articula los responsables, actividades, servicios, y sus intercambios, suministrados para, o soportando, funciones del DoD.	
	Perspectiva de Sistemas Articula los sistemas legados o independientes, su composición, interoperabilidad y contexto suministrado para, o soportando, funciones del DoD.	

Figura 3: Perspectivas de DoDAF

DoDAF 2.0 tiene dos principios específicos: establecer lineamientos para el contenido de la arquitectura y que estos respondan a un propósito; y aumentar la utilidad y efectividad de las arquitecturas a través de modelos de datos rigurosos – el metamodelo de DoDAF – de modo que las arquitecturas puedan ser integradas, analizadas, y evaluadas con precisión matemática [DOD10]. DoDAF, al igual que Zachman, no especifica una notación o lenguaje de modelado ni tampoco, a diferencia de TOGAF, una metodología.

2.4 ArchiMate

Es un framework y un lenguaje de modelado de arquitecturas empresariales (el cual será descrito en la sección 3 dedicada a los lenguajes de modelado), adoptado y desarrollado por el consorcio *The Open Group*, el mismo de TOGAF, con financiamiento de los gobiernos de los países bajos. La especificación de este estándar fue publicada en Febrero del 2009. Está constituido por un metamodelo y un lenguaje de modelado común para describir la construcción y operación de los procesos del negocio, estructuras organizacionales, flujos de información, sistemas de IT, e infraestructura técnica. ArchiMate es un estándar de modelado pues sigue la definición y relaciones de los conceptos de perspectiva, intereses y vistas propuestos por el estándar ISO/IEC 42010:2007 para describir arquitecturas. El framework enfatiza la definición de los intereses particulares de los stakeholders o personas involucradas, empleando perspectivas; por su parte, el lenguaje de modelado hace corresponder estos intereses con las vistas, mostrando los aspectos correctos de la arquitectura, conformando así las perspectivas definidas [JPT09].

El framework ArchiMate está basado en una vista de tres capas conformadas por modelos orientados a servicios: La capa del negocio (*Business Layer*): especifica los procesos de negocio, servicios, funciones y eventos de unidades de negocio. La capa de aplicación (*Application Layer*): especifica el software que soporta los componentes del negocio mediante servicios de aplicación. La capa de tecnología (*Technology Layer*): especifica el hardware e infraestructura de comunicación, necesarios para ejecutar aplicaciones.

Cada capa es autocontenida a pesar de pertenecer a un modelo integrado y abastece a uno o más dominios arquitectónicos. Los aspectos del lenguaje (“vista interna” y “vista externa”, “estructura interna”, “estructura externa”, “comportamiento”) y sus capas, forman un framework de nueve celdas y los dominios arquitectónicos usados generalmente son proyectados sobre este (ver Figura 4). En ArchiMate es imposible definir los límites de los dominios conceptuales en base a “aspectos” y “capas” porque los conceptos que los enlazan tienen un papel importante en una descripción arquitectónica coherente. [TOG09].

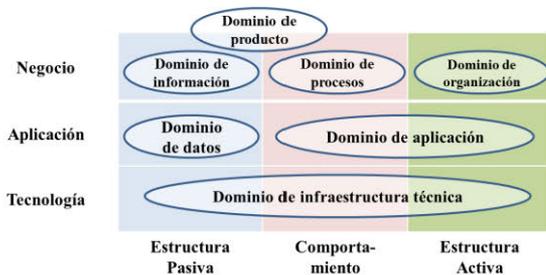


Figura 4: Capas de la arquitectura y dominios dentro de la especificación de ArchiMate

2.5 Enfoques y otros frameworks para AE

Otros enfoques han sido propuestos para estructurar AEs. El enfoque 4+1 vista, por ejemplo, es un modelo conceptual que permite organizar las diferentes representaciones de la arquitectura de una aplicación [Goe05]. Por otra parte, existe el framework RM-ODP, que se compone de 5 vistas (empresarial, información, computacional, ingeniería y tecnología) el cual permite describir sistemas distribuidos y AEs [Goe05]. Al igual que Zachman, estos enfoques buscan ser flexibles evitando suministrar una notación u artefactos específicos para expresar los distintos modelos.

Otros frameworks para la construcción de AEs han sido adoptados por industrias particulares como es el caso de eTOM conocido también como *Business Process Framework* el cual se utiliza ampliamente en el sector de telecomunicaciones [CSI09].

Algunas industrias proveedoras de productos y servicios de TI también han propuesto frameworks de AEs para asistir a sus clientes en el proceso de mejora continua de la AE de su organización; tal es el caso del *Adaptive Framework* propuesto por HP también bajo el nombre de “Arquitectura de Referencia de Darwin” esta basado en cuatro transformaciones (transformación a una arquitectura orientada a servicios, automatización de la infraestructura, gestión orientada a negocios, comunicación directa entre el entorno de procesos de negocios y el entorno de TI) que una vez aplicadas permitirían a una organización evolucionar a una organización “adaptable”, estable, eficiente y ágil [Doc03].

2.6 Clasificación de frameworks para AE

Una forma de clasificar a los frameworks para AE es dependiendo de su propósito [Gri10]:

- **Estructuración del pensamiento:** Permiten definir, estructurar y modelar respondiendo preguntas investigativas

como “¿Qué?”, “¿Cómo?”, “¿Quién?”, “¿Dónde?” desde distintas perspectivas. Por ejemplo, Zachman.

- **Organización de elementos del negocio:** El tipo más común y sencillo, basado en cuatro capas: negocio, información, software y tecnología cuya capa superior suele ser de objetivos y estrategias de negocio.
- **Verificación de especificaciones:** Buscan alinear todos los productos de desarrollo con un modelo de referencia siguiendo estándares, realizando diagramas, empleando tecnologías específicas, entre otros lineamientos. Altamente usados en el área de IT. Por ejemplo, ArchiMate.
- **Especificación de procesos del negocio:** Consisten en una jerarquía de procesos, aplican más al área de BPM que a la de IT. Por ejemplo, TOGAF.
- **Planificación:** Ofrecen un conjunto de mejores prácticas y lineamientos de gestión. Son muy extensos y están muy relacionados con el área de IT. Por ejemplo, TOGAF.
- **Metamodelos:** Por ejemplo, DoDAF y ArchiMate.

3. Lenguajes de soporte al modelado de AEs

Para especificar las AEs, logrando el entendimiento entre todos los involucrados, los arquitectos utilizan lenguajes de modelado, así como UML (*Unified Modeling Language*) [BJR00] se utiliza como un estándar de facto para el diseño, especificación, construcción y visualización de sistemas de software, o el BPMN (*Business Process Modeling Notation*) [OR*03] para modelar procesos de negocio. Actualmente no existe un lenguaje estándar para describir una arquitectura empresarial, que abarque todos los dominios. [Lan09] indica que un lenguaje de modelado de AE, debe enfocarse en las relaciones existentes entre los distintos dominios de la AE, con una base formal para asegurar que no habrá espacio para interpretaciones ambiguas y facilitar la realización de un análisis automatizado; además, el modelo obtenido debe permitir verse de distintas perspectivas ofreciendo la información específica requerida por los stakeholders. A continuación, se presentan dos iniciativas de lenguajes de modelado empresarial basados en algunas de las premisas anteriormente mencionadas, EEML y ArchiMate.

3.1 EEML

EEML (*Extended Enterprise Modeling Language*) es un lenguaje de modelado empresarial que combina el modelado estructural, modelado de procesos de negocios, modelado de metas y modelado de recursos. El lenguaje especifica un conjunto de íconos para representar los recursos requeridos y definir diferentes tipos de relaciones entre recursos humanos, en un entorno organizacional [OWF*10]. EEML puede ser utilizado tanto para modelar procesos como para modelar empresas, sin embargo no cumple con el requisito propuesto por [Lan09] de tener una base formal. Es un lenguaje semi-formal y tiene un conjunto propio de notaciones gráficas y tipos de relaciones. Entre sus fortalezas se encuentra la capacidad de mostrar de manera explícita las relaciones entre procesos y metas (Figura 5).

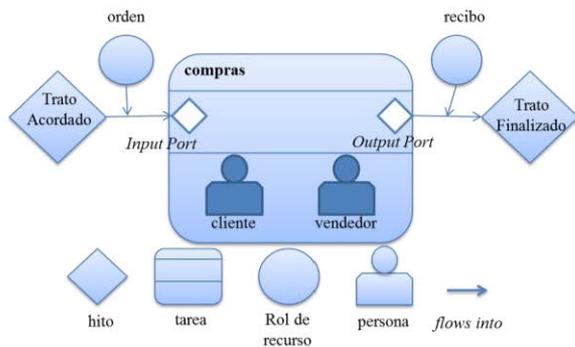


Figura 5: Ejemplo de modelo de procesos en EEML: Proceso de compra.

3.2 ArchiMate

En la sección 2.4 se describió el framework. El lenguaje asociado es extensible e incorpora elementos de UML y BPMN. Entre los modelos más importantes que pueden realizarse con el lenguaje están: el Modelo de capa de negocio, Modelo de capa de aplicación, Modelo de alineación negocio-aplicación, Modelo de capa de tecnología, Modelo de alineación aplicación-tecnología. Al momento de modelar una o varias de las capas del framework (negocio, aplicación y tecnología), se contemplan sus conceptos y relaciones (heredadas del UML), tanto internas como entre capas (modelos de alineación). Algunos conceptos en ArchiMate pueden instanciarse. En la Figura 6 se muestra un modelo de ejemplo donde se indican los conceptos, y relaciones aplicables, del lenguaje.

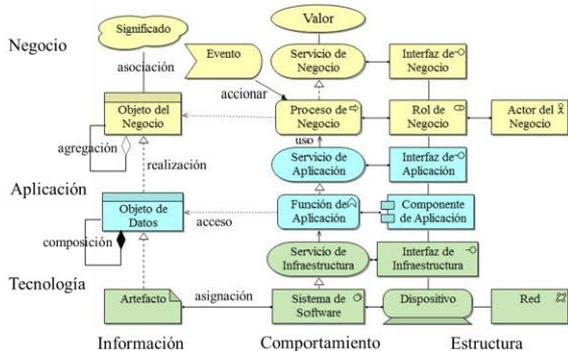


Figura 6: Modelo en ArchiMate

4. Clasificación de herramientas para la construcción y gestión de AEs

El universo de herramientas para la construcción y gestión de AEs puede ser subdividido en las siguientes categorías: - Modelado y diseño. - Reporte y publicación. - Gestión. - Almacenamiento y recuperación [Lan09].

Las herramientas que se comercializan para construir y soportar AEs a veces son originadas a partir de herramientas para un dominio en específico, desarrolladas para propósitos como la gestión de la configuración, el desarrollo de software o el diseño de procesos de negocio. Sin embargo, el número de herramientas disponibles aún es limitado comparado con las herramientas de desarrollo de software. La débil interoperabilidad es una característica que siempre

ha estado presente en estas herramientas; tiene su respectiva justificación técnica, conceptual y comercial. Técnicamente, las herramientas no son diseñadas para garantizar la interoperabilidad, muchas de ellas tienen la habilidad de importar o exportar XMI (XML Metadata Interchange) [OMG07] para UML y algunas tienen características para importar formatos de otras herramientas. Sin embargo, con frecuencia estas funcionalidades tienen el único propósito comercial de facilitar la migración de una herramienta de modelado a otra; y garantizan la interoperabilidad únicamente entre aplicaciones de un mismo proveedor. Conceptualmente, las herramientas son construidas para crear modelos en un dominio específico de modelado, y no para modelar objetos y relaciones fuera de ese dominio [Lan09]. A partir de la categorización descrita anteriormente, se puede extraer un nivel adicional de clasificación que describe con mayor detalle el conjunto de herramientas que existen para construir y gestionar AEs [Lan09]. La forma en que interactúan estas herramientas puede verse en la figura 7.

- **Herramientas de modelado de AEs:** soporten el rango completo de dominios de la arquitectura, en la mayoría de los casos a un nivel más alto de abstracción que las herramientas específicas del dominio.
- **Herramientas de gestión de IT:** están orientadas a la gestión del conjunto de recursos de IT de la empresa.
- **Herramientas de diseño y desarrollo de software:** son herramientas de modelado de software que extienden su alcance al modelado de procesos de negocio y modelado de AEs agregando tipos de conceptos y diagramas.
- **Herramientas de diseño de procesos de negocio:** similares a las de modelado del software, extienden su alcance con conceptos relacionados con IT y conceptos de un nivel más alto para modelado de AEs.
- **Herramientas de gestión de procesos de negocio:** estas están orientadas a la gestión operacional de los procesos del negocio, por ejemplo, proveer medidas de procesos y otros datos de gestión.
- **Repositorios:** repositorios de metadatos y herramientas de gestión de IT que agregan capacidades de modelado y análisis que parcialmente cubren la funcionalidad esperada de las herramientas de modelado de AEs.

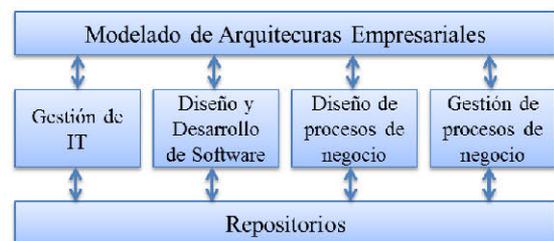


Figura 7: Categoría de Herramientas según Lanckhorst [Lan09].

4.1 Evolución de las herramientas para AEs

Aunque no existe una referencia única donde pueda consultarse una clasificación de las distintas generaciones de herramientas de AE, en la literatura se ha encontrado que diversos autores, de manera independiente, han establecido

tres generaciones de herramientas para construir y gestionar AEs.

4.1.1 Primera Generación

Empieza en el momento en que el modelado empresarial se hizo práctico en los años 90's [BSL03]. Se caracteriza por soportar todas las entidades y modelos pertenecientes al framework para el que hayan sido diseñadas de manera de hacer explícitas las interdependencias y así permitir el análisis y optimización de modelos. En esa época, los modelos empresariales eran construidos luego de realizar la planificación estratégica de la empresa, estrategia de mercadeo y la estrategia financiera; muchos de los resultados de estas tareas no eran soportados directamente por los frameworks existentes. Los modelos también eran realizados en base a hipótesis y se esperaba que operaran de manera estable por un tiempo y sólo si había cambios o regulaciones externas, u optimizaciones internas de procesos, estos cambiarían y se esperaba siguiesen comportándose de manera estable por otro período de tiempo. Las herramientas por lo tanto, debían facilitar la consulta, modificación y actualización de estos modelos de manera manual.

4.1.2 Segunda Generación

Está asociada con el concepto de *integración empresarial* [BSL03], donde se utiliza la definición de modelado empresarial, haciendo referencia a servicios básicos, al nivel de aplicaciones o al nivel de modelos. Se desarrollaron con el objetivo de superar las desventajas de la primera generación de herramientas: Ser sistemas adaptables que entiendan su entorno, dando importancia a la gestión de riesgo, automatización de tareas e incluyendo características de inteligencia artificial para responder a modelos empresariales "what-if" y explorar las posibilidades de cambio en respuesta a oportunidades y amenazas (manejo de escenarios) [BSL03]. Estas herramientas soportan dos o más frameworks, asisten en el proceso de establecer perspectivas de visualización (en caso que el framework soporte perspectivas) e integran la información de las AEs en repositorios que pueden ser consultada mediante reportes parametrizables.

4.1.3 Tercera Generación

El mercado de las herramientas de AE está ofreciendo actualmente una nueva generación de herramientas que apoyen a los equipos de trabajo que construyen AEs a extender su alcance y ayudarles con los objetivos estratégicos, involucrando así un conjunto más amplio de stakeholders aparte del equipo de construcción de la AE. Según [PCA10] la segunda generación de herramientas no alcanzó un amplio uso, debido a que las organizaciones no percibieron que estas ofreciesen un alto esfuerzo en valorar la relación con los objetivos del negocio. Como consecuencia, la tercera generación de herramientas está emergiendo, no para reemplazar la generación anterior, sino para atacar de manera más pragmática y directa los objetivos de las AEs como la planificación de IT y la gestión de riesgos. Esta nueva generación, propuesta por Forrester en el 2010, denominada "suites" de gestión de AE (EAMS *Enterprise Architecture Management Suites*), debe ser implementada en la organización de manera cautelosa pues requiere cambios en las técnicas de gestión de organización de IT para obtener el mayor beneficio que éstas prometen [PCA10]. Estas herramientas integran varios productos de segunda generación, se caracterizan por dar soporte al seguimiento

y consecución de objetivos a través de *dashboards* y reportes para uso de los distintos roles o stakeholders; a nivel de la arquitectura del producto, están orientadas a funcionar en un entorno WEB con la finalidad de hacer más accesible la información además de proveer mecanismos para facilitar la comunicación y colaboración entre estos.

Como acotación adicional, Gartner [WS*10] identifica que a) el propósito de las herramientas para AEs es almacenar, integrar y estructurar información relacionada con AEs, b) para que sean útiles deben permitir la planeación de escenarios y análisis para soportar la toma de decisiones y c) deben tener la capacidad de mostrar información relevante para distintos tipos de stakeholders; estas tres aseveraciones por coincidencia, o no, responden a los principales avances a nivel de funcionalidad que cada generación expone.

5. Estado del arte de herramientas para la construcción y gestión de AEs

Según Gartner [WS*10] y Forrester [PdGC*11], el mercado de las herramientas para soportar la construcción y gestión de AEs está controlado por un grupo de más de 10 proveedores de soluciones de software privativo. Esto constituyó la base del resultado que se plantea en esta investigación, permitiendo la identificación de un subconjunto de los principales productos evaluados en ambos estudios incorporando otros, producto de una revisión similar realizada en el año 2008 por la Universidad Técnica de Múnchen [Mat08].

Para realizar la comparación de las distintas herramientas de AE se utilizó el Método de Análisis de Características propuesto por DESMET [Kit96], que consiste en realizar una selección de características relevantes al contexto del estudio. Las características analizadas provienen de la bibliografía consultada. En resumen, son 13 características funcionales para comparar y clasificar los 15 productos seleccionados en dos categorías: por generación, y clasificación, según Lankhorst. En la tabla 1, se presentan qué productos manifiestan las características representativa de cada generación y en la tabla 2 la clasificación de los productos seleccionados, organizados por orden alfabético, adicionando las características que indican la generación a la cual pertenecen y sus capacidades de acuerdo a Lankhorst [Lan09] descritas en la sección 4. En el estudio se incorporaron dos productos de naturaleza *open source* (código abierto). Los datos y la información en que se basa la clasificación fueron obtenidos directamente desde *whitepapers* y sitios oficiales de las organizaciones desarrolladoras de los productos.

5.1 Análisis de resultados

Analizando la tabla 2 se observa que la mayoría de estos productos forman parte de la segunda generación de herramientas, soportan dos o más frameworks y presentan los propósitos específicos descritos por Lankhorst [Lan09] (modelado, gestión, publicación, almacenamiento y repositorios). Un pequeño grupo se encuentra actualmente mirando sus soluciones a la tercera generación para dar respuesta a las grandes organizaciones que requieren soporte para un conjunto mayor de stakeholders (fuera de los arquitectos empresariales). En este sentido, se puede indicar que

las herramientas de 2da generación aún siguen siendo productos efectivos para las tareas propias de equipos de AE y es por eso, como indica Forrester [PdGC*11], tienen una fuerte presencia dentro de las unidades de IT de las organizaciones. De hecho, en general, las herramientas de 2da generación indican soportar un conjunto mayor de frameworks que las suites de 3ra generación por lo que un producto puede adaptarse a la realidad de varias organizaciones. Es importante señalar que hay expectativas dentro de las organizaciones en cuanto a la migración a herramientas de una generación de AEs que apenas está madurando [PdGC*11]. En lo que se refiere a herramientas open source, se precisa que sólo dos productos con capacidades de modelado y consulta bajo un framework específico, coexisten en un mundo dominado por software propietario. Ambas soluciones EssentialModeler y Archi son productos open source que soportan TOGAF (EssentialModeler) y ArchiMate (Archi), y se integran en modo de *plug-ins* al editor de ontologías Protégé y Eclipse, respectivamente.

6. Conclusión

Tomando en cuenta que la tarea de especificar una AE es compleja, debe realizarse un profundo estudio acerca de las necesidades de la organización donde se desee construir la AE y tener claras las metas que se desean alcanzar. La selección y aplicación adecuada de uno o varios frameworks arquitectónicos asegurarán que el proceso se realice de la manera más eficiente y efectiva; sin embargo la calidad de la arquitectura dependerá en gran medida del recurso humano, su capacidad de análisis y el conocimiento que este tenga acerca de la organización (estructura, debilidades, fortalezas, entre otras características). Es decir, los factores determinantes del éxito o fracaso de una AE son muchos, incluyendo la interoperabilidad con los sistemas externos y la alineación de los procesos de las cadenas de valor de la organización cuya AE se construye contra la del cliente o proveedor. En este sentido, se recomienda el uso de lineamientos y estándares para reducir los problemas de comunicación, permitiendo así a todas las partes, hablar un

mismo idioma. Asimismo, se sugiere al momento de elegir la combinación de frameworks y herramientas para construir una AE, deben responderse las siguientes preguntas: ¿la arquitectura construida será compatible con la de mis clientes o proveedores? ¿qué necesito para garantizar esto?.

Acercas de la incertidumbre de cuando se realizará la transición de la segunda generación a las EAMS, es importante señalar que debido a la fuerte presencia de las herramientas de segunda generación, pareciera indicar que aún no serán sustituidas completamente, siendo la diferencia fundamental con las de tercera generación el hecho de abarcar mayor cantidad de stakeholders. En cuanto a los lenguajes, la gran variedad de frameworks y sus diferencias, en parte han impedido elaborar una especificación de un lenguaje común. Difícilmente un lenguaje de modelado de arquitecturas empresariales llegue a estandarizarse mientras se mantenga esta situación; sin embargo, ArchiMate tiene al menos tres factores que podrían contribuir a hacer de él un estándar: está basado en lenguajes estandarizados, cuenta con el apoyo de una organización de gran envergadura en el área de las AEs, las herramientas más modernas de construcción de AEs integran la capacidad de modelar empleando la notación de este lenguaje. Un enfoque ontológico podría ayudar a la definición de un lenguaje estándar. Revisando la sección 5, se evidencia que existe muy poca participación de proyectos de software de código abierto en el mundo de AEs. Teniendo en cuenta que existen frameworks bastante maduros y de dominio público, creados por las entidades gubernamentales de las principales potencias del mundo y consorcios empresariales, no existe entonces impedimento alguno para iniciar proyectos de desarrollos de herramientas o suites de código libre para la construcción y gestión de AEs, siendo ésta una conclusión importante producto de este trabajo. Las instituciones públicas, dada su naturaleza, serían las principales beneficiadas en tener AEs que permitan gestionar el proceso de gobierno (asignación de partidas, análisis de indicadores sociales y económicos, entre otros), las redes de universidades nacionales podrían también beneficiarse (integrar

Tabla 1. Características relevantes de cada generación de herramientas para soporte AEs y productos que las manifiestan.

	Abacus	ADO#	Archi	BIZZdesign Architect	Essential Project	Mega Modeling Suite	Metastorm Provision	Aris Platform	Corporate Modeler	Enterprise Architect Manager	Metastorm Enterprise	MooD Platform	planningIT	Rational System Architect	Troux
Primera generación															
Almacenamiento, estructuración e integración	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Modelado	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Presentación textual y gráfica de la información	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Segunda generación															
Soporte de escenarios	x	x		x			x	x	x		x		x	x	x
Soporte de perspectivas		x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x
Herramientas de análisis	x	x		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Repositorio	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Reportes flexibles y dinámicos	x												x	x	
Soporte a varios frameworks y estándares	x	x		x		x	x	x	x		x	x	x	x	
Tercera generación															
Dashboards		x		x		x	x	x	x		x	x	x	x	x
Soporte a distintos tipos de stakeholders							x	x	x	x	x	x	x	x	x
Comunicación y colaboración	x							x	x	x		x	x	x	x
Orientación WEB	x	x					x	x			x		x	x	x

laboratorios de investigación, gestión de presupuesto, entre otros) sin excluir también consorcios de pequeñas y medianas empresas con presupuesto ajustado pero con el deseo de robustecer la gestión de su cadena de valor.

Tabla 2. Principales soluciones y herramientas de software para soportar la construcción y gestión de AEs.

Nombre	Vendedor	Generación	Frameworks Soportados	Capacidades
Abacus	Avolution	2da	ArchiMate, TOGAF, DoDAF, FEAF, ITIL, NAF, Zachman, entre otros 20 framework y notaciones adicionales de dominio público y privado	<ul style="list-style-type: none"> • Modelado • Gestión • Rep. & Pub. • Repositorio
ADOit	BOC	2da	DoDAF, TOGAF, COBIT, ITIL	<ul style="list-style-type: none"> • Modelado • Gestión • Rep. & Pub. • Repositorio
Archi	University of Bolton	2da	ArchiMate	<ul style="list-style-type: none"> • Modelado
Bizzdesign Architect	Bizzdesign	2da	ArchiMate, TOGAF, Zachman, IAF, DYA	<ul style="list-style-type: none"> • Modelado • Gestión • Rep. & Pub. • Repositorio
Essential Project	Enterprise Architecture Solutions Ltd	2da	TOGAF	<ul style="list-style-type: none"> • Modelado • Gestión • Rep. & Pub. • Repositorio
Mega Modeling Suite	Mega International	2da	TOGAF, DoDAF, NAF	<ul style="list-style-type: none"> • Modelado • Gestión • Rep. & Pub. • Repositorio
Metastorm Pro Vision	Metastorm	2da	DoDAF, TOGAF, FEA	<ul style="list-style-type: none"> • Modelado • Gestión • Rep. & Pub. • Repositorio
ARIS Platform	Software AG	3ra	Incluye todas las soportadas por su familia de productos	<ul style="list-style-type: none"> • Modelado • Gestión • Rep. & Pub. • Repositorio
Corporate Modeler	Casewise	3ra	ArchiMate, Casewise Framework, DoDAF, FEA, MDA, Oasis, TOGAF, NAF, Zachman, COBIT, ITIL	<ul style="list-style-type: none"> • Modelado • Gestión • Rep. & Pub. • Repositorio
Enterprise Architecture Manager	Adaptive	3ra	FEAF	<ul style="list-style-type: none"> • Modelado • Gestión • Rep. & Pub. • Repositorio
Metastorm Enterprise	Metastorm	3ra	Incluye todas las soportadas por su familia de productos	<ul style="list-style-type: none"> • Modelado • Gestión • Rep. & Pub. • Repositorio
MooD Platform	The Salamander Organization	3ra	MODAF, TOGAF	<ul style="list-style-type: none"> • Modelado • Gestión • Rep. & Pub. • Repositorio
planningIT	Alfabet	3ra	TOGAF, Zachman, IEEE 1471, DoDAF, FEA, COBIT, ITIL	<ul style="list-style-type: none"> • Modelado • Gestión • Rep. & Pub. • Repositorio
Rational System Architect	IBM	3ra	TOGAF, DoDAF, MODAF, NATO, IAF, FEA, Zachman	<ul style="list-style-type: none"> • Modelado • Gestión • Rep. & Pub. • Repositorio
Troux	Troux Technologies	3ra	MEAF	<ul style="list-style-type: none"> • Modelado • Gestión • Rep. & Pub. • Repositorio

Referencias

- [Biz08] BIZZDESIGN: Selecting the right tool for your EA Effort. (2008).
 [BJR00] BOOCH, G., JACOBSON, I., RUMBAUGH, J.:

- OMG UML Specification, 2000.
 [BSL03] BERNUS, P., SCHMIDT, G., LASZLO, N.: *Handbook on EA*. Springer-Verlag, 2003.
 [CSI09] Cisco System Inc.: *Introduction to eTOM*. Whitepaper, 2009.
 [Doc03] DOCULABS: *Planning and Building an Architecture that Lasts: The Dynamic Enterprise Reference Architecture*. Doculabs Marketfocus Report, 2003.
 [DOD10] DEPARTMENT OF DEFENSE: *DoD Architecture Framework Version 2.02*, 2010.
 [Goe05] GOETHALS, F.: *An overview of EA framework deliverables*. DTEW Research Report 0570, 2005.
 [JPT09] JONKERS, H., PROPER, E., TURNER, M.: *TOGAF 9 y Archimate 1.0*. The Open Group, 2009.
 [Kit96] KITCHENHAM, B.: *Evaluating Software Engineering Methods and Tools. Part 1: The Evaluation Context and Evaluation Methods*. ACM SIGSOFT - Software Engineering Notes, 1996.
 [Lan09] LANKHORST, M.: *EA at Work: Modelling, Communication and Analysis. Second Edition*. Springer, 2009.
 [Mxat08] MATTHES, F.: EA Management Tool Survey 2008. *Iteratec IT-Management Workshop 8.10.2008* (2008).
 [OMG07] OPEN MANAGEMENT GROUP: *MOF 2.0/XMI Mapping, V2.1.1*. Object Management Group, 2007.
 [OR*03] OWEN, M., RAJ, J.: *BPMN and BPM*. Popkin Software, 2003.
 [OWF*10] OUYANG, C., WYNN, M. T., FIDGE, C., TER HOFSTED, A. H.: *Modelling Complex Resource Requirements in Business Process Management Systems. 21st Australasian Conference on Information Systems* (2010).
 [PCA10] PEYRET, H., CULLEN, A., AN, M.: *The Evolution From EA Tools To EA Management Suites. A Third Generation Of Tools Addresses Broader IT Management Needs*. Forrester, 2010.
 [PdGC*11] PEYRET, H., DE GENNARO, T., CULLEN, A., CAHILL, M.: *The Forrester Wave™: EA Management Suites, Q2 2011*. Forrester, 2011.
 [Ses07] SESSIONS, R.: *A Comparison of the Top Four EA Methodologies*. Microsoft Developer Network, 2007.
 [TOG09] THE OPEN GROUP: *ArchiMate 1.0 Technical Standard*. The Open Group, 2009.
 [WS*10] WILSON, C., SHORT, J.: *Magic Quadrant for EA Tools*. Gartner, 2010.
 [Zac87] ZACHMAN, A. J.: A Framework for Information Systems Architecture. *IBM Systems Journal* (1987).