

## **Desarrollo de un modelo de arquitectura empresarial para una organización educativa**

Fabiola Camilo<sup>1</sup>, Humberto Cervantes<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Posgrado en Ciencias y Tecnologías de la Información, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa

San Rafael Atlixco 186, Col. Vicentina, CDMX

cavi.sibaf@gmail.com

<sup>2</sup> Departamento de Ingeniería Eléctrica, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa

San Rafael Atlixco 186, Col. Vicentina, CDMX

hcm@xanum.uam.mx

### **Abstract**

In recent times, Enterprise Architecture (EA) frameworks have been used in different kinds of organizations, but there are few reports of their use in educational organizations. An EA can, however, be beneficial to this type of organizations as it allows them to have the capacity to be competitive with respect to the big changes required by the market. This paper focuses on developing and validating an EA for an educational organization to identify the benefits that it provides to this organization. Unlike other proposals, the validation of the EA has been carried out at the design stage, with the objective of identifying bad design decisions, improvement proposals or risks early in the EA design process to prevent a bad use of resources in the organization. To develop the EA, the first step was to identify which framework was more appropriate to the organization, the second was to analyze the framework to implement, the third step was the development of the EA, the fourth was to develop a method to evaluate the EA and the fifth step was to evaluate the EA and the method. The main contributions of this work are the design of an EA for an educational organization and the development and application of a method called EASBAM, which was used to evaluate the proposed EA.

### **Resumen**

En la actualidad los frameworks de Arquitectura Empresarial (AE) se han aplicado en diversos tipos de organizaciones, aunque se tienen pocos reportes de su aplicación en organizaciones educativas. Sin embargo, una AE puede beneficiar a este tipo de organizaciones permitiéndoles tener la capacidad de ser competitivas ante los grandes cambios exigidos por el mercado. Este artículo se enfoca en desarrollar y validar una AE para una organización educativa con el fin de identificar los

beneficios que le proporciona. A diferencia de otros trabajos, la validación de la AE se ha realizado en la etapa de diseño con el objetivo de identificar de manera temprana malas decisiones de diseño, propuestas de mejora o riesgos con el fin de prevenir el mal uso de recursos en la organización. Para desarrollar la AE se realizaron las siguientes actividades; primero se identificó cuál era el framework más apropiado para la organización, segundo se analizó el framework a implementar, tercero se desarrolló la AE, cuarto se desarrolló un método para evaluar la AE implementada y quinto se evaluó este método. Las principales contribuciones de nuestro trabajo fueron el diseño de una AE para una organización educativa y el desarrollo y aplicación de un método de evaluación, llamado EASBAM, que permitió evaluar la AE propuesta.

---

Keywords and phrases: arquitectura empresarial (AE), TOGAF, organización educativa, ADM, evaluación de una AE.

2010 Mathematics Subject Classification: 67N30

---

## 1 Introducción

De acuerdo al artículo “*Now Every Company Is A Software Company*” en la revista Forbes [1], hoy en día toda empresa es una empresa de software, esto surge a partir del masivo crecimiento tecnológico y de la disponibilidad de información, por lo cual, las organizaciones necesitan de las Tecnologías de la Información (TIs) para soportar su operación y adaptarse a los grandes cambios exigidos por el mercado.

Las TIs permiten que las organizaciones se mantengan a la vanguardia, que estén alineadas con los objetivos de negocio y que sean gestionadas adecuadamente. El concepto de *alineación* se refiere a que los diferentes elementos como son procesos, datos, aplicaciones e infraestructura tecnológica estén relacionados entre ellos y con los objetivos estratégicos del negocio o con la razón de ser de la organización [2]. En ocasiones las organizaciones mantienen sistemas en operación que no están alineados a sus necesidades de negocio y/o que son difíciles de mantener, lo cual puede generar costos elevados de mantenimiento y por tanto, menor beneficio de los mismos. Este problema fue reconocido por primera vez en 1987 por Zachman [3], creando por primera vez el concepto de Arquitectura Empresarial (AE), el cual surge para administrar la creciente complejidad que representa el surgimiento de los sistemas de información, soportados en sistemas computacionales.

Una AE es un conjunto coherente de principios y métodos, que ayudan a modelar, analizar, actualizar y documentar la estructura de una organización, sus procesos de negocio, así como sus sistemas de información e infraestructura, para mantener actualizada la información organizacional y soportar la alineación entre procesos, datos, aplicaciones e infraestructura [4]. El concepto de AE proporcionado por Zachman con el tiempo evolucionó a *framework* (marco de trabajo), un framework de AE determina en qué términos se define y documenta una AE [5]. Los frameworks de AE se han aplicado de manera exitosa en diversas organizaciones, principalmente de gran tamaño [6], sin embargo, esto no impide o limita que puedan ser adaptados a organizaciones de menor magnitud.

En el presente artículo se describe la forma en que se diseñó una AE basada en las fases Preliminar, A, B, C, D y E del método *Architecture Development Method* (ADM) proporcionadas por *The Open Group Architecture Framework* (TOGAF) [7] para el Posgrado en Ciencias y Tecnologías de la Información (PCyTI) de la *Universidad Autónoma Metropolitana unidad Iztapalapa* (UAM-I), con el objetivo de mejorar su visión, gestión y estrategias organizacionales. Para evaluar nuestra propuesta se propuso y se creó y se aplicó un método de evaluación llamado *Enterprise Architecture Scenario-Based Analysis Method* (EASBAM) basado en el *Architecture Tradeoff Analysis Method* (ATAM) [8], con el objetivo de identificar malas decisiones, propuestas de mejora y riesgos para la AE propuesta durante la etapa de diseño. Los resultados obtenidos permitieron afirmar que la AE propuesta es adecuada para el PCyTI pues se alineó con los procesos de negocio que son de alta prioridad para la organización.

En otros trabajos se han realizado adaptaciones de TOGAF en organizaciones educativas, sin embargo, estas soluciones no se pudieron reutilizar ya que fueron diseñadas para satisfacer las necesidades específicas de las organizaciones en donde se aplicaron, además, se identificó que en estos trabajos la evaluación de la AE propuesta se realizó una vez implementada la AE, lo cual resulta en que los errores encontrados sean más costosos de corregir que si se hubieran encontrado en la etapa de diseño [9].

El presente documento está estructurado como sigue. En la sección 2 se describe el contexto y el problema identificado. En la sección 3 se describe la selección del framework más apropiado para la organización donde será implementado. En la sección 4 se realiza un análisis del framework seleccionado. En la sección 5 describe el trabajo relacionado. En la sección 6 se describe el desarrollo de la propuesta. En la sección 7 se describe la evaluación del diseño de la AE propuesta. En la sección 8 se describe la evaluación del método propuesto para evaluar la AE. En la sección 9 se propone el trabajo a futuro. Finalmente, en la sección 10 presentamos nuestras conclusiones sobre el trabajo realizado hasta el momento.

## **2 Contexto y Problema**

En el presente artículo se describe la forma en que se adaptó un framework de AE para el PCyTI de la UAM-I [10]. El PCyTI ofrece maestrías y doctorados para dos líneas de investigación: Ciencias e Ingeniería de la Computación y Redes de comunicaciones.

El problema principal en el PCyTI reside en la ejecución no automatizada de los procesos. Se considera que un proceso se realiza de forma automatizada cuando el proceso se realiza con apoyo de herramientas que soportan su ejecución, mientras que un proceso se realiza de forma no automatizada cuando no existe un sistema que apoye en la ejecución del proceso de negocio, aunque pueden usarse herramientas (por ejemplo: Excel) que apoyen a realizar algunas tareas.

Actualmente la administración del posgrado se realiza mediante los siguientes recursos: un sistema de propósito específico llamado *Sistema de Administración del Posgrado en Ciencias y Tecnologías de la Información* (SAPCyTI), hojas de cálculo y documentos almacenados en Google Docs, una página web (<http://pcyti.izt.uam.mx/>) y Facebook. SAPCyTI es un sistema de apoyo a la administración del posgrado que centraliza la información y permite la automatización de algunos procesos de negocio tales como la inscripción o la administración de seminarios, entre otros. Estos recursos comparten información, sin embargo, la actualización de esta información compartida se

realiza de manera manual, y sólo algunas de las actividades están automatizadas, provocando problemas tales como el aumento del tiempo en la dedicación de las tareas administrativas y la poca confiabilidad de los datos, ya que la información almacenada no coincide con la información real. Además, al no tener un control sobre la información, no es fácil identificar oportunidades de negocio y se realiza un manejo inadecuado de los recursos de TIs ya que se pueden asignar personal, equipo y otros recursos a iniciativas no prioritarias.

A pesar de que se ha intentado resolver las problemáticas del posgrado mediante el desarrollo del SAPCyTI, las decisiones que se han realizado al respecto generalmente han sido tomadas sin analizar el impacto en la organización o la alineación con los objetivos del negocio. Por lo anterior, proponemos diseñar una AE basada en un framework de AE para resolver en la medida de lo posible los problemas del PCyTI, para lograr una alineación entre los objetivos estratégicos de la organización y los elementos de TIs que los soportan, con la finalidad de optimizar los recursos y esfuerzo invertidos por la institución.

### **3 Selección del framework más apropiado para el posgrado**

A pesar de lo importante que son las organizaciones pequeñas y educativas para la economía, existen pocas investigaciones o contribuciones de frameworks de AE que estén enfocadas en gestionar adecuadamente sus procesos, o plantear objetivos y estrategias bien definidas a mediano plazo, sólo por mencionar algunos ejemplos [6]. Además, no existe un framework que pueda ser aplicado de manera uniforme a todas las empresas u organizaciones, por tal motivo fue necesario revisar casos de estudio en los cuales se realizó una comparación de las características, debilidades y fortalezas particulares de diversos frameworks, y de esta forma poder seleccionar el framework más adecuado para el PCyTI.

Para elegir el framework más adecuado para el PCyTI, se analizó el trabajo desarrollado en [13] el cual ha sido citado por varios autores. En este trabajo se realizó una comparación de cuatro frameworks de AE: Zachman [3], TOGAF [7], FEA [12] y Gartner [13] con el propósito de proporcionar una guía que facilite la selección de uno(s) framework(s) según las necesidades de la organización. Los resultados obtenidos de la comparación permitieron llegar a la conclusión de que no existe un framework que se adapte a las necesidades de cualquier organización, más bien, cada uno de ellos presenta ventajas y desventajas. Por lo anterior, el autor del trabajo proporcionó una metodología de tres pasos que permite facilitar la selección del framework que cubra las necesidades de la organización donde será implementado. Estos pasos son (1.) Recorrer las filas de la tabla proporcionada e ir eliminando cualquier criterio que no es importante para la organización, (2.) Añadir criterios que se consideren importantes para la organización y evaluarlos para cada uno de los frameworks y (3.) Cambiar cualquier ponderación con la que no se esté de acuerdo, donde 1 es muy pobre, 2 es inadecuado, 3 aceptable y 4 muy bueno.

Siguiendo la metodología antes mencionada se eliminaron dos criterios: el criterio “Guía de gobierno” ya que actualmente el posgrado tiene un gobierno compuesto por un grupo pequeño de personas y el criterio “Guía de particiones” ya que actualmente el posgrado no tiene organizaciones internas. Por otro lado, no se agregaron criterios ni se cambió ninguna ponderación pues se desconocían los frameworks. Finalmente, como es posible notar en la tabla 1, la suma de los valores al comparar los frameworks tuvo como resultado que *The Open Group Architecture Framework* (TOGAF) era el que mejor se adaptaría al PCyTI.

Tabla 1. Comparación de frameworks basado en el caso de estudio de [13]

Criterio	Frameworks			
	Zachman	TOGAF	FEA	Gartner
Taxonomía completa	4	2	2	1
Proceso completo	1	4	2	3
Modelo de referencia y orientación	1	3	4	1
Guía práctica	1	2	2	4
Modelo de madurez	1	1	3	2
Enfoque en el negocio	1	2	1	4
Catálogo prescriptivo	1	2	4	2
Vendedor del marco	2	4	3	1
Disponibilidad de la información	2	4	2	1
Tiempo para agregar valor	1	3	1	4
<b>TOTAL</b>	<b>15</b>	<b>27</b>	<b>24</b>	<b>24</b>

#### 4 Análisis del framework seleccionado para el PCyTI

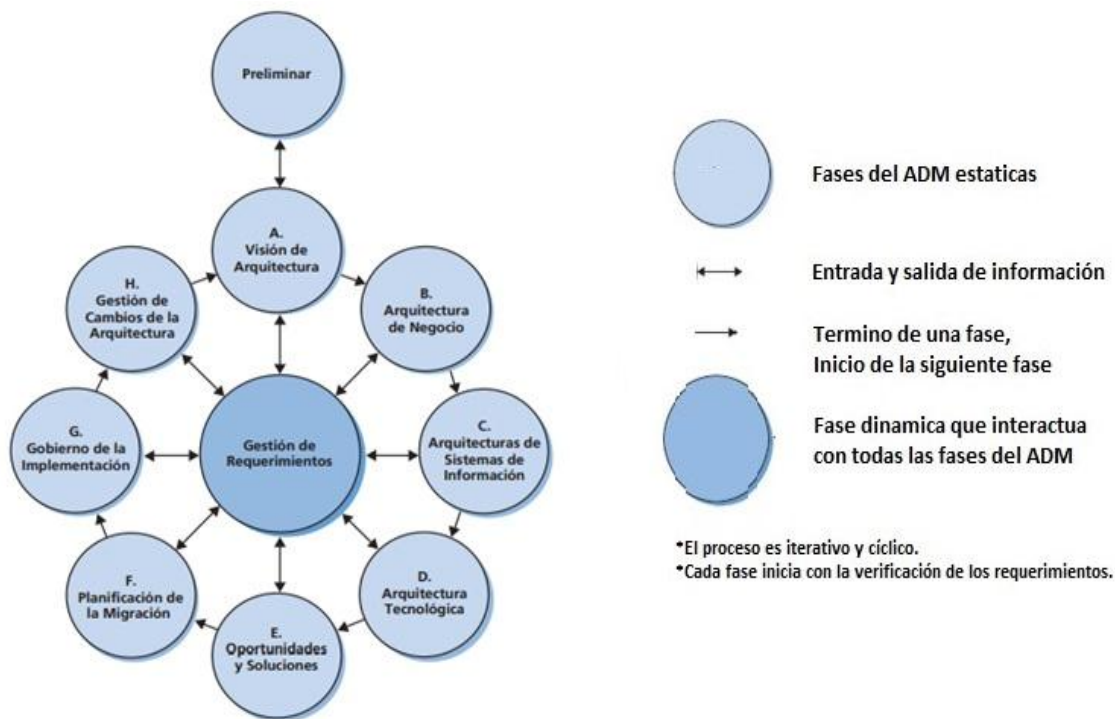


Figura 1. Fases del ADM [15]

TOGAF un framework que va desde lo más genérico hasta lo más específico, está compuesto por un conjunto de métodos, herramientas y guías que permiten la aceptación, creación, uso y mantenimiento de una AE a la medida. El framework está pensado para ser utilizado en cualquier tipo de organización con el objetivo de establecer un enlace entre el negocio y las tecnologías de la información, ya que TOGAF trata a una organización o parte de ella como una entidad que puede descomponerse en arquitecturas de negocio, datos, aplicación y tecnología.

El elemento principal de TOGAF es el *Architecture Development Method (ADM)* [7], el cual es un método de desarrollo de la arquitectura empresarial que se caracteriza por ser genérico e iterativo, está diseñado para responder a los requerimientos, objetivos, misión y visión del negocio, permitiendo desarrollar una AE a la medida para una organización. Como se puede apreciar en la Figura 1, ADM se divide o se compone de 9 fases y un proceso que interactúa en todo momento con las fases a excepción de la fase preliminar.

#### 4.1 Fases del ADM

**Fase preliminar.** Se realizan actividades de iniciación y preparación requeridas para la adopción de TOGAF por parte de la organización.

**Fase A.** Visión de Arquitectura: se establece el proyecto en la organización y es el inicio de la iteración del ciclo de desarrollo de la arquitectura, en la cual se definen el alcance, las limitaciones y expectativas del proyecto de arquitectura.

**Fase B.** Arquitectura de Negocio: se desarrolla una arquitectura de negocio a través de la descripción de la arquitectura de la línea base (el estado actual de la organización), así como la descripción de la arquitectura de destino (el estado futuro de la forma en que la organización debe operar para alcanzar los objetivos de negocio).

**Fase C.** Arquitecturas de Sistemas de Información: se enfoca en los sistemas de TI de la organización, representados por los principales tipos de sistemas de información y aplicaciones que los utilizan, por lo cual cubre dos arquitecturas en paralelo: la arquitectura de datos y la arquitectura de aplicación.

**Fase D.** Arquitectura de Tecnología: se enfoca en la infraestructura (hardware, software y tecnologías de comunicaciones), que servirá como base para los trabajos de implementación y migración de sistemas de TI, con el objetivo de realizar una línea de base, línea destino y un análisis de brecha.

**Fase E.** Oportunidades y Soluciones: se detectan las posibles oportunidades de mejora, para poder determinar qué partes se comprarán, construirán, reutilizarán o eliminarán del área de TI. Estos cambios deben ser priorizados, además, se debe realizar la evaluación costo/beneficio, análisis de riesgos y la asignación del valor para el negocio que se obtiene con ellos.

**Fase F.** Planificación de la Migración: se refiere a la forma en que se pasa de la arquitectura de la línea de base a la arquitectura de destino, con el objetivo de obtener un plan de implementación y migración en detalle.

**Fase G.** Gobierno de la Implementación: se asigna a cada uno de los proyectos un equipo para su implementación, posteriormente, los proyectos son desarrollados y se comunica su desarrollo a la organización.

**Fase H.** Gestión de cambio de la arquitectura: se diseñan los procesos de administración del cambio necesarios para mantener vigente la arquitectura que está siendo implementada. Es importante mencionar que en esta fase se toma la decisión de iniciar un nuevo ciclo de ADM.

**Gestión de requerimientos:** este proceso interactúa con todas las fases del ciclo del ADM, en él se aborda la identificación, almacenamiento y gestión de los requerimientos de la organización.

## 5. Trabajo Relacionado

Una vez que TOGAF fue elegido como el framework más apropiado para desarrollar la AE del PCyTI, se llevó a cabo una revisión bibliográfica para conocer como se ha aplicado TOGAF en otras organizaciones educativas o pequeñas. A través de esta actividad, se identificaron tres casos de estudio.

En [16], se realizó el diseño de un framework basado en TOGAF y el enfoque ágil, para el *Centro de Investigación y Transferencia de Tecnologías de una Institución de Educación Superior del Ecuador* (CITT). El objetivo fue de promover y administrar el proceso de creación de conocimiento y dar soporte a los programas de investigación en Ecuador. Para validar el framework diseñado se implementó en dos procesos del CITT obteniendo como resultado que el framework es válido ya que satisface los requerimientos del enfoque ágil.

En [17], se diseñó un framework basado en TOGAF y Zachman para una PyME con el objetivo de permitir optimizar los recursos de TI, alinear su infraestructura con los procesos de negocio y así mejorar su productividad. Para validar el framework, este fue implementando en una PyME y se consideró que la AE sería válida si ayudaba a que la organización cambiara de nivel de madurez según COBIT [18]. La PyME antes de ser implementada la AE tenía un nivel 1 de madurez, es decir, los procesos eran ad-hoc y desorganizados, posteriormente de implementar la AE, se obtuvo que la organización alcanzó el nivel número dos de madurez, lo cual implica que la organización tiene procesos gestionados, por lo tanto, se concluyó que el framework híbrido era válido.

En [14], se realizó un framework basado en TOGAF en un colegio privado en Bogotá con el objetivo de permitir la alineación entre el área de TI y la de negocios. Por motivos de alcance del proyecto sólo se realizaron las fases preliminar, A, B, C y D, no se implementó y tampoco se validó la AE.

Los frameworks diseñados en los trabajos revisados no pudieron ser reutilizados para el PCyTI, pues fueron diseñados para resolver problemas de organizaciones específicas. Por otro lado, las validaciones de la AE realizadas en los trabajos [16] y [17] se realizaron una vez implementada la AE. Por restricciones de tiempo, para nuestro trabajo se decidió diseñar una AE desarrollando las fases Preliminar, A, B, C, D y E del método ADM de TOGAF, que permitiera satisfacer las necesidades del PCyTI y a diferencia de las otras propuestas realizar la validación de la AE en la etapa de diseño.

## 6. Desarrollo de la propuesta

El desarrollo de la AE es resultado de la aplicación del método ADM, el cual debe ser adaptado según las necesidades de la organización y el alcance del proyecto con el objetivo de disminuir el tiempo que se dedica actualmente en la realización de tareas administrativas en el PCyTI. Por motivos de alcance y duración del proyecto de investigación sólo se realizó sobre las fases Preliminar, A, B, C, D y E. A continuación, se mencionan los resultados más relevantes de cada una de las fases.

## 6.1 Fase preliminar

Esta fase se enfoca en preparar a la organización para que la AE se desarrolle de manera exitosa. Esta fase consiste de seis pasos que pueden ser adaptados de acuerdo a las necesidades del proyecto. Sin embargo, durante el desarrollo de esta fase no se realizó ninguna adaptación de los pasos. Los principales resultados de la fase son: la planeación del desarrollo de la AE, los principios arquitectónicos (los cuales son normas generales y directrices que sirven como base para la creación de la AE [15]) y la adaptación del método ADM.

**Planeación del desarrollo de la AE.** Se definió que la AE sería implementada en un plazo de 24 semanas, además, respetaría como marco regulatorio el sistema de posgrado divisional, la legislación de la UAM y el PNPC de Conacyt. Por otro lado, los involucrados para la toma de decisiones en la AE fueron: el coordinador del PCyTI quien es responsable de la gestión de la organización, un representante de la comisión del PCyTI (la comisión es un conjunto de profesores responsables de garantizar la calidad e identidad del posgrado) y la asistente del posgrado quien es la persona encargada de apoyar en la gestión del posgrado.

**Principios arquitectónicos:** Los involucrados definieron tres principios de negocio, dos principios de datos, dos principios de aplicación y un principio de tecnológica (ver tabla 2).

**Adaptación del ADM:** Se realizó un análisis de cada uno de los pasos proporcionados por el framework para cada fase, los pasos que no podían ser aplicados a la organización fueron eliminados, obteniendo como resultado los siguientes. La fase A originalmente contaba con once pasos después de la adaptación quedaron siete pasos a ejecutar. Las fases B, C y D originalmente tenían siete pasos a ejecutar cada una, después de la adaptación quedaron cuatro pasos los cuales se ejecutaron en paralelo. Finalmente, para la fase E originalmente eran 10 pasos, después de la adaptación se quedaron 2 pasos a ejecutar.

Tabla 2. Principios arquitectónicos del PCyTI

Principios	ID	Descripción
Negocio	BPA01	Requerimientos basados en cambios
	BPA02	Adopción de los principios arquitectónicos por parte de la organización
	BPA03	Planificación del Negocio
Datos	DPA01	Los datos son un activo
	DPA02	Datos confiables
Aplicación	APA01	Reusar antes de comprar o construir aplicaciones
	APA02	Aplicaciones y soluciones de uso común
Tecnología	TPA01	Las aplicaciones como herramientas, no como solución

## 6.2 Fase A

Esta fase se enfoca en definir la visión de la arquitectura. Los principales resultados de la fase son: identificación y priorización de los objetivos de negocio, identificación y priorización de procesos de negocio, desarrollo de la visión de la arquitectura empresarial.

**Objetivos de negocio.** El PCyTI tiene un conjunto de objetivos de negocio definidos, por lo cual fue necesario ponderarlos para identificar los más prioritarios, obteniendo como resultado tres objetivos de negocio (ver tabla 3).



Tabla 3. Objetivos de negocio del PCyTI con mayor prioridad

ID	Objetivos de Negocio
ON-01	Mantener el posgrado en el PNPC
ON-02	Minimizar el tiempo que el coordinador dedica a las tareas administrativas rutinarias
ON-03	Mantener la información actualizada

**Procesos de negocio.** Al igual que los objetivos de negocio, estos fueron priorizados por los involucrados. Obteniendo como prioritarios los procesos siguientes:

- Proceso de planeación anual: se enfoca en la selección de las materias que se impartirán el siguiente año.
- Proceso de planeación trimestral: se enfoca en la selección de las materias y profesores que las impartirán durante el siguiente trimestre.
- Proceso de inscripción: se enfoca en la selección de materias que los alumnos cursarán el siguiente trimestre.
- Proceso de admisión: se enfoca en la selección de los aspirantes de nuevo ingreso para la maestría.
- Proceso de preparación para la evaluación del PNPC: se enfoca en la recolección de información cada que Conacyt lo solicita.

**Visión de la arquitectura.** Se definió que se deseaba lograr una alineación entre los diferentes elementos de la arquitectura para los procesos que están dentro del alcance del proyecto con los objetivos de negocio y los principios arquitectónicos. Para medir el valor que aportará la AE se definieron cuatro escenarios de negocio, un escenario de negocio se define en este artículo como una situación que sería deseable poder tener en la organización una vez que se ha implantado la AE. Los escenarios de negocio (ver tabla 4) se obtuvieron de una serie de entrevistas a los diferentes involucrados y con base en las plantillas proporcionadas por TOGAF.

Tabla 4. Escenarios de negocio

Id.	Desarrollo
Escenario 1	El coordinador quiere comunicar una información a todos los alumnos activos, puede saber quienes son ellos en menos de cinco minutos
Escenario 2	El coordinador prepara las evidencias para una evaluación del posgrado ante CONACYT. La preparación de materiales se realiza como máximo en un mes
Escenario 3	El coordinador al ejecutar cualquier proceso actualmente documentados, desea que esté soportado por SAPCyTI
Escenario 4	El coordinador administra los datos del posgrado en un sólo sitio

### 6.3 Fases B, C y D

Estas fases se desarrollaron en paralelo y dentro de ellas se ejecutaron cuatro pasos, obteniendo como principales resultados el estado actual, el estado futuro y el análisis de brecha de los procesos priorizados (Por cuestiones de espacio sólo se incluye el desarrollo del proceso planeación anual).

Para diseñar el estado actual de los procesos, primero se modelaron los pasos del proceso usando BPMN [19], posteriormente, se modeló el soporte del proceso a través de las tres capas definidas por TOGAF usando la herramienta de modelado Archimate [20].

**Estado actual del Proceso planeación anual.** El proceso ya estaba definido y documentado en el PCyTI, por tal motivo sólo se realizó el modelado de los pasos con BPMN (ver Figura 2).

Disparador: llega un correo de sistemas escolares solicitando la planeación.

Cuando: a finales del trimestre de otoño (el posgrado tiene tres trimestres a lo largo del año: primavera, otoño e invierno).

Periodicidad: Anual.

Pasos:

- 1) El coordinador a partir de la planeación anual del año anterior y con base en la información que contiene, crea una nueva planeación con las modificaciones necesarias.
- 2) El coordinador realiza tres tareas paralelas:
  - a) Guarda la planeación anual en el repositorio (Google Drive) del PCyTI.
  - b) Hace una copia de los datos de la planeación trimestral en SAPCyTI.

Envía la planeación anual a la asistente del posgrado, quien a su vez lo envía a un departamento escolar llamado sistemas escolares.

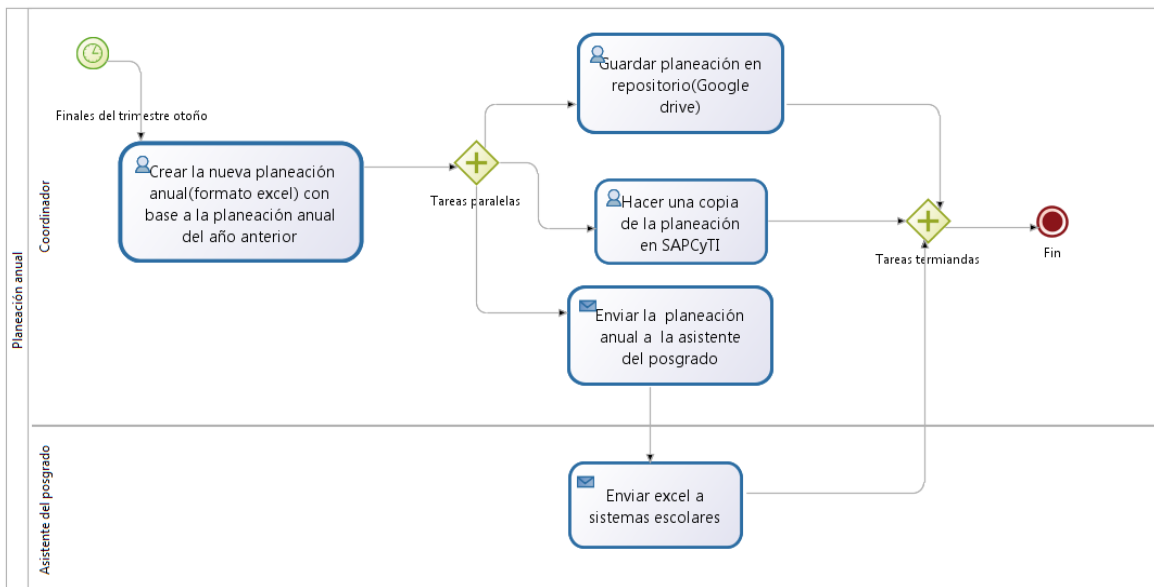


Figura. 2. Flujo de trabajo del proceso “Planeación anual”

El soporte del proceso dentro de la organización a través de las tres capas definidas por TOGAF, está modelado en la Figura 3, la cual se describe a continuación:

Dentro de la capa de negocio, se observa el proceso de negocio “Planeación anual” y el evento que lo dispara que es “Realizar planeación anual”. Así, llega un correo de sistemas escolares solicitando la planeación anual, en el cual colaboran los roles de negocio:

asistente del posgrado y coordinador. Además, se puede apreciar que el documento “Planeación anual del año anterior” es utilizado por el coordinador, como base para modificarlo y generar el documento “Planeación anual” que contiene la nueva planeación anual.

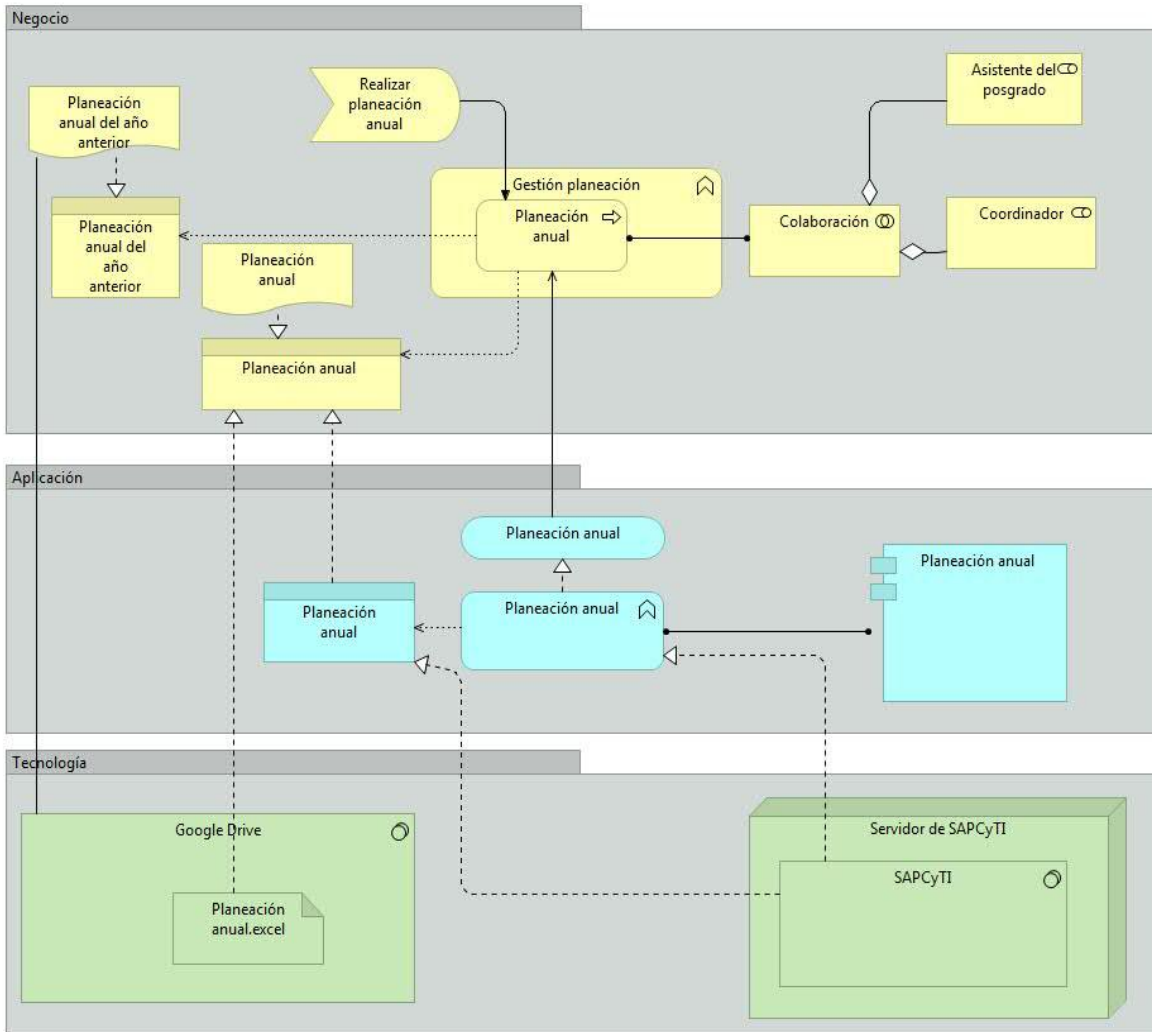


Figura 3. Soporte del proceso planeación anual dentro del posgrado PCyTI

A nivel de la capa de aplicación, el diagrama muestra el servicio de aplicación “Planeación anual” y su componente de aplicación asociado (con el mismo nombre). Ambos son parte de SAPCyTI, los datos de la planeación anual están representados como un objeto de datos que también se llama “Planeación anual”.

A nivel de la capa de tecnología, se puede apreciar el sistema de software Google Drive que es donde se almacena la planeación anual en formato Excel (en la nube de Google), por otra parte, se puede observar el sistema de software SAPCyTI que se ejecuta en un servidor que está ubicado en las instalaciones de la UAM Iztapalapa.

Existe una alineación parcial entre las capas (negocio, aplicación y tecnología) y los objetivos de negocio. A pesar de que existe un módulo en el sistema SAPCyTI dedicado a soportar el proceso,

este módulo sólo se usa para registrar los datos obtenidos una vez que se ha realizado la nueva planeación anual (en la hoja Excel), lo cual resulta en que se duplique la información en SAPCyTI y Google Drive, por lo cual el coordinador debe invertir tiempo extra y la información está propensa a errores, como consecuencia, no está alineado con los objetivos de negocio ON-2 y ON-3.

**Estado futuro “Planeación anual”.** Para realizar el modelado del estado futuro primero se identificaron los problemas del AS IS, posteriormente se programaron entrevistas con los diferentes involucrados, con el objetivo de conocer sus propuestas para corregir el estado actual de los procesos. Al final de las entrevistas, se obtuvo un consenso de las propuestas.

Para cada uno de los procesos considerados como prioritarios se realizó la descripción de su estado futuro o TO BE mediante Archimate y BPMN, pero por razones de espacio sólo se muestra el detalle de proceso planeación anual.

Se identificó que existe una alineación parcial entre las tres capas, ya que el proceso de negocio no está alineado con los objetivos de negocio ON-02 y ON-03, lo que origina el siguiente problema de que la información generada por el proceso es capturada dos veces, una en una hoja de Excel y otra en el sistema SAPCyTI. Para solucionar el problema se sugiere automatizar la generación de la planeación anual en formato Excel desde SAPCyTI, con lo cual se evita duplicar la información, donde una copia debe guardarse automáticamente en Google Drive y actualizarse cada que éste sea modificado desde SAPCyTI.

De acuerdo a la solución propuesta, a continuación, se muestran los cambios en el proceso de negocio, que están modelados en la Figura 4 donde se muestra en recuadros color rojo los cambios que afectan únicamente los cambios en el proceso. En la descripción de los pasos se puede apreciar que se atendió el problema identificado previamente, ya que en el paso 4 se incluye la generación del documento Excel desde SAPCyTI y, en el paso 5, se incluye el guardado del documento en Google Drive.

Disparador: llega un correo de sistemas escolares, solicitando la planeación anual.

Cuando: a finales del trimestre de otoño.

Periodicidad: Anual.

Pasos:

- 1) El coordinador ingresa al módulo “Planeación anual” en el sistema SAPCyTI.
- 2) El coordinador llena los datos correspondientes a la planeación anual en el módulo de SAPCyTI.
- 3) El coordinador guarda la planeación anual.
- 4) El coordinador o la asistente genera el documento “Planeación anual.Excel” desde SAPCyTI.
- 5) El sistema SAPCyTI guarda la planeación en formato Excel “Planeación anual.Excel” en Google Drive.
- 6) El coordinador envía la planeación en formato Excel a la asistente del posgrado o el sistema puede enviar una notificación a la asistente para indicarle que puede descargar la planeación anual.
- 7) La asistente del posgrado envía la planeación en formato Excel a sistemas escolares.

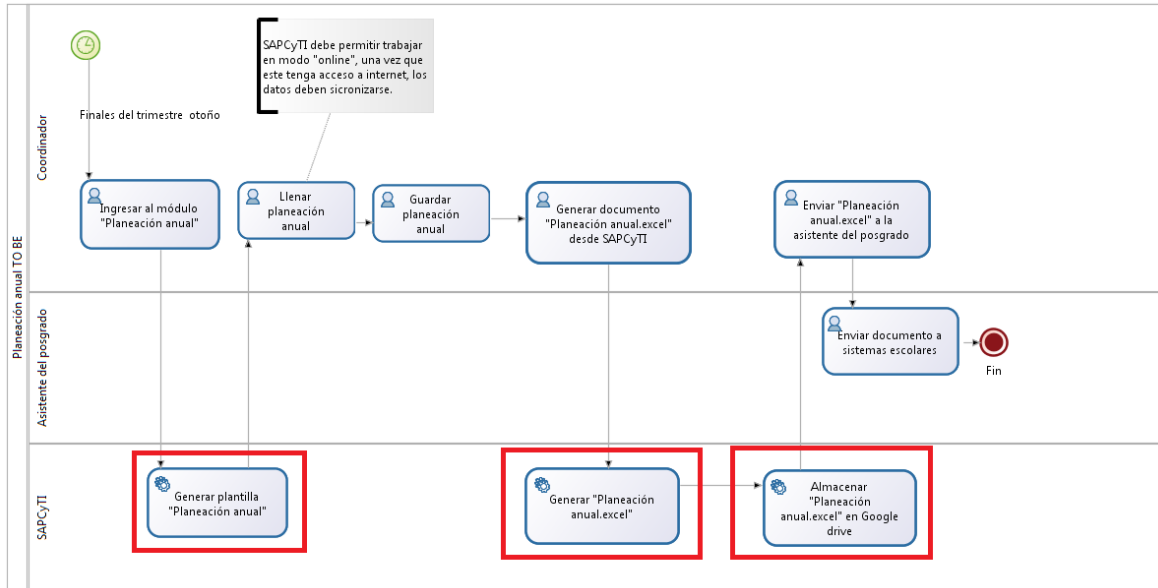


Figura 4. Flujo de trabajo del proceso "Planeación anual" (estado futuro)

El soporte del proceso dentro de la organización a través de las tres capas definidas por TOGAF, está modelado en la Figura 5, la cual se describe a continuación:

Dentro de la capa de negocio, se observa el proceso de negocio "Planeación anual" y el evento que lo dispara que es "Realizar planeación anual" (llega un correo de sistemas escolares, solicitando la planeación anual), en el cual colaboran los roles de negocio: asistente del posgrado y coordinador. Además, al final de la ejecución, se genera el documento "Planeación anual" que contiene la planeación anual.

A nivel de la capa de aplicación, el diagrama muestra el servicio de aplicación "Planeación anual" y su componente de aplicación asociado (con el mismo nombre); ambos son parte de SAPCyTI, los datos de la planeación anual están representados como un objeto de datos que también se llama "Planeación anual".

A nivel de la capa de tecnología, se puede apreciar que el sistema SAPCyTI genera el artefacto planeación anual, el cual se almacena en el sistema de software Google Drive en formato Excel (en la nube de Google). Por otra parte, se puede observar el sistema de software SAPCyTI que se ejecuta en un nodo externo, de acuerdo con las recomendaciones de los involucrados.

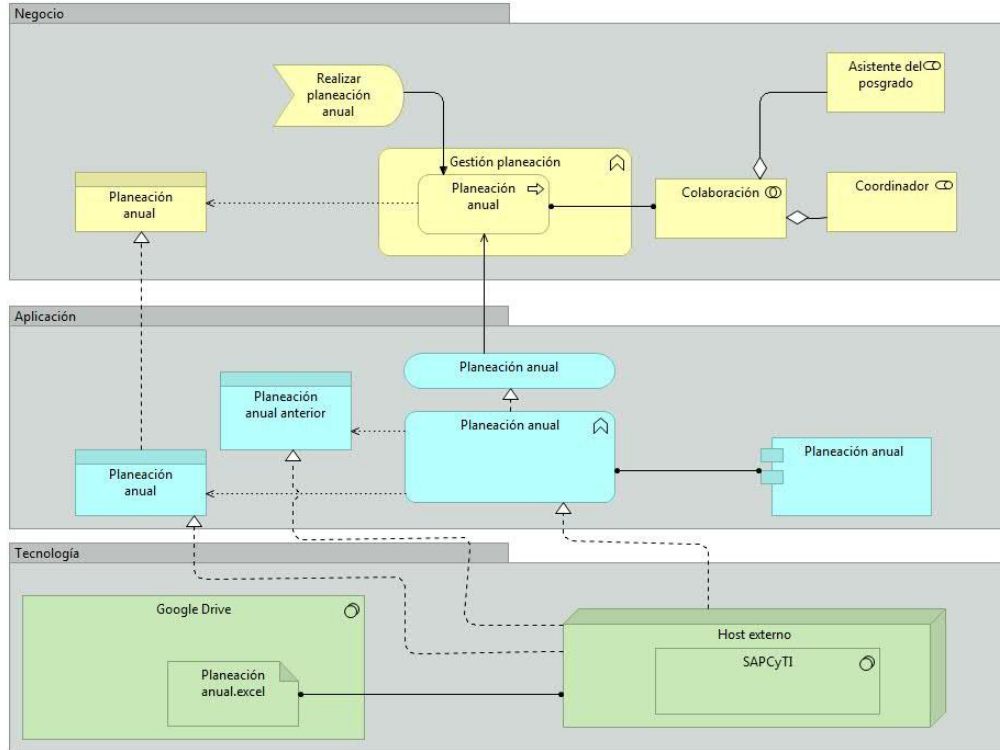


Figura 5. Soporte del proceso planeación anual dentro del posgrado PCyTI

**Análisis de brecha del proceso planeación anual.** Para realizar el análisis de brecha se utilizó la técnica “Análisis de brecha” [15] proporcionada por TOGAF, la cual consiste en hacer una matriz de cruce del estado actual y el estado futuro, y así poder identificar los elementos que han sido deliberadamente omitidos, accidentalmente excluidos o aún no definidos.

Actualmente el proceso se encuentra implementado en SAPCyTI, por lo cual el estado futuro sólo sugiere agregar o modificar las funciones encerradas en rectángulos color rojo de la Figura 4. Se puede apreciar que para cubrir la brecha entre el AS IS y TO BE, se debe complementar la función *Generar plantilla “planeación anual”* la cual existe actualmente y crear dos nuevas funciones: *Generar el documento “Planeación anual.excel”* y *Almacenar “Planeación anual.excel”* en Google Drive.

#### 6.4 Fase E

Esta fase se enfoca en identificar qué debe comprarse, construirse, reutilizarse o eliminarse de los recursos de TI para llegar al estado futuro que fue establecido. El resultado más relevante de esta fase fue el desarrollo de la planeación de proyectos para que los procesos lleguen a su estado futuro.

Al realizar el diseño, fue posible lograr una alineación entre los procesos de negocio considerados como prioritarios para la organización con los objetivos de negocio, las estrategias de negocio y los principios de la arquitectura, pues los estados futuros diseñados muestran una alineación entre las distintas capas de negocio, aplicación y tecnología de la organización. Por otro lado, dado que la AE impacta directamente al PCyTI es importante identificar errores de manera temprana pues un error en el diseño es menos costoso que un error encontrado en la implementación, por tal motivo en esta fase se realizó la evaluación de la AE.

## 7. Evaluación del diseño de la AE propuesta

Uno de los métodos que permite evaluar el diseño de una Arquitectura Empresarial es el juicio de expertos, el cual valida la fiabilidad de una investigación y se define como “una opinión informada de personas con trayectoria en el tema, que son reconocidas por otros como expertos calificados en éste, y que pueden dar información, evidencia, juicios y valoraciones” [21]. Otro método identificado para evaluar una AE es *Architecture Trade-off Analysis Method* (ATAM), el cual comúnmente se utiliza para evaluar arquitectura de software, sin embargo, este puede ser adaptado y usado para evaluar arquitecturas empresariales, como lo menciona el *Software Engineering Institute* (SEI) en el reporte “*A Workshop on Analysis and Evaluation of Enterprise Architectures*” [22]. Debido a que no se disponía de suficiente personal con conocimientos en frameworks de arquitectura empresarial como TOGAF, se decidió descartar el método de juicio de expertos y se optó por retomar y adaptar ATAM.

Primero se realizó un estudio sobre ATAM, segundo se propuso una adaptación de ATAM a la que se le denominó *Enterprise Architecture Scenario-Based Analysis Method* (EASBAM) para realizar la evaluación, finalmente se realizó la evaluación de la AE.

EASBAM es una adaptación de ATAM cuyo propósito fue identificar posibles riesgos, malas decisiones o proponer mejoras (a las que se le llaman observaciones) antes de que la AE sea desarrollada. En la tabla V se describe cómo se realizó la adaptación de ATAM; nótese que el número de fases se redujo de 4 a 3.

EASBAM permitió levantar las siguientes observaciones sobre la AE: una mala decisión de diseño en el proceso inscripción, un error de diseño en el proceso preparación para la evaluación del PNPC, una propuesta de mejora para los procesos admisión, una propuesta de mejora para el proceso planeación anual y una propuesta de mejora para el proceso planeación trimestral.

## 8. Evaluación de EASBAM

Una vez realizada la evaluación de la AE surgió la siguiente pregunta ¿qué tan efectivo es el método EASBAM para evaluar un diseño de AE? La efectividad del método para efectos del presente artículo representa la capacidad del método para identificar riesgos, decisiones de diseño, errores de diseño, impacto de la AE en el posgrado, los beneficios de la AE y las limitaciones de la AE por parte de los involucrados.

Para evaluar la efectividad de método se diseñaron un conjunto de métricas basadas en *Goal Question Metric* (GQM)[23], una *métrica* es un indicador que permite estimar el tamaño u otra característica de un sistema de software, proyecto o en nuestro caso del método[21]. El método GQM permite definir métricas para procesos como resultados de un proyecto ya que se enfoca en definir objetivos que se desean alcanzar, posteriormente los objetivos son refinados por medio de preguntas y finalmente se definen las métricas que dan respuesta a cada una de las preguntas [23].

El objetivo planteado para evaluar EASBAM fue “Medir la efectividad del método EASBAM para evaluar la AE”, y se le asociaron las siguientes dos preguntas: ¿Qué tan efectivo es EASBAM de manera general?, con el objetivo de evaluar el diseño de la AE propuesta para el PCyTI y ¿Qué tan efectivo es EASBAM por criterio?, con fines de mejorar el método, donde un *criterio* es para este trabajo la percepción de una persona para identificar diferentes cualidades que EASBAM permite identificar. Para cada pregunta se definió una métrica que permitió medir la efectividad.

Para aplicar las métricas correspondientes, se llevó a cabo una encuesta en la cual se realizó una reunión con los involucrados y se les pidió que contestaran cinco preguntas diseñadas para evaluar la efectividad del método. Como resultados se obtuvo que EASBAM tiene una efectividad aceptable.

Es importante mencionar que al aplicar EASBAM en el PCyTI se identificaron las siguientes observaciones: fue complicado fijar las juntas para la evaluación ya que no había compatibilidad de horarios entre los involucrados, se requirió que los involucrados tuvieran conocimientos en TOGAF antes de realizar la evaluación, por lo que fue necesario realizar una contextualización antes de realizar la evaluación, con el objetivo de no invertir más tiempo del programado en la etapa de presentación y se restara tiempo en la etapa de análisis.

Tabla 5. Pasos de ATAM y EASBAM

Fase en ATAM	Fase en EASBAM	Pasos de ATAM	Pasos de EASBAM	Justificación
0	0	Preparación	Preparación	Se retomó el paso, ya que se requiere realizar una preparación de la evaluación.
1	1	Paso 1 (Presentar ATAM)	Paso 1 (Presentar EASBAM)	Se retomó el paso, ya que se requiere explicar a los involucrados en qué consiste el método y los resultados esperados.
		Paso 2 (Presentar las motivaciones del negocio)	Paso 2 (Presentar las motivaciones del negocio)	Se retomó el paso, ya que se requiere explicar brevemente la AE, las motivaciones definidas para la AE y presentar a los involucrados.
		Paso 3. (Presentar la arquitectura)	Paso 3. (Presentar la arquitectura)	Se retomó el paso, ya que se requiere justificar como la AE cubre las motivaciones definidas en el paso 2.
2	2	Paso 4. (Identificar las propuestas arquitectónicas)		Se eliminó el paso, ya que es recomendable analizar la AE como un conjunto por medio de escenarios de negocio [Gagliardi2010] en lugar de analizar cada arquitectura (negocio, aplicación, tecnología) por separado.
		Paso 5 (Generación del árbol de utilidad)	Paso 4 (Presentación de los escenarios de negocio)	Se modificó el paso, ya que a diferencia de ATAM que se basa en escenarios de atributos de calidad, EASBAM se basa en escenarios de negocio.  Para cada escenario de negocio, el arquitecto debe elegir un proceso de negocio que se relacione con el escenario, para presentar AS IS, TO BE y el proyecto de negocio relacionado.
		Paso 6 (Analizar las propuestas arquitectónicas)	Paso 5 (Analizar las propuestas arquitectónicas)	Se conservó el paso, ya que se requiere identificar riesgos o malas decisiones de diseño o proponer mejoras.
3		Paso 7		Se eliminó el paso. En ATAM se hace una 2a ronda en donde se invita a más involucrados a generar escenarios de atributos



		<i>(Lluvia de ideas)</i>		de calidad. En EASBAM los escenarios de negocio ya están establecidos, por lo que no se consideró necesario para esta primera evaluación generar más.
		Paso 8 <i>(Analizar las propuestas arquitectónicas)</i>		Se eliminó el paso, como consecuencia del paso anterior, no surgieron nuevos escenarios para ser analizados.
4	3	Paso 9 <i>(Presentar resultados)</i>	Paso 6 <i>(Presentar resultados)</i>	Se retomó el paso, ya que se requiere documentar los resultados.

## 9. Trabajo Futuro

Por alcance del proyecto sólo se desarrollaron las primeras cinco fases del método ADM, queda como trabajo a futuro el desarrollo de las fases F, G, H y requerimientos del método ADM, las cuales se enfocan en el desarrollar el plan de migración y la implementación de los proyectos para construir los estados futuros y la administración de cambios para determinar cuándo iniciar un nuevo ciclo de ADM. De la misma manera, se pretenden desarrollar más iteraciones de ADM con el objetivo de mantener actualizada la AE e incluir más procesos de negocio. El objetivo principal de la organización es disminuir el tiempo que se dedica en las tareas administrativas y emplearlo en tareas que generen más valor a la organización, por tal motivo es importante que todos los procesos de negocio estén incluidos en la AE. Aunque EASBAM resultó efectivo para evaluar la AE diseñada para el PCyTI, sería deseable comprobar si es efectivo para evaluar otras AE, por tal motivo se sugiere realizar más pruebas con diferentes AE, donde incluya más escenarios de negocio y más involucrados, con el objetivo de identificar errores, deficiencias y mejoras al método.

## 10. Conclusiones

En este artículo se describió el desarrollo de una AE que permitió identificar los problemas, riesgos y áreas de oportunidad, el estado futuro al que se quiere llegar, la alineación entre los elementos de la capa de negocio, datos, información e infraestructura tecnológica para los procesos identificados como prioritarios para el PCyTI. La AE fue diseñada con base en el framework TOGAF[7] y fue validada mediante un método que se propuso y al que se le denominó EASBAM el cual fue diseñado con base en el método ATAM[8]. El método de evaluación permitió identificar malas decisiones de diseño, riesgos y propuestas de mejora de manera temprana, ya que un error identificado en esta fase es menos costoso a comparación de un error identificado en una fase posterior. Sin embargo, no es posible afirmar que EASBAM permita evaluar de manera eficiente cualquier AE para organizaciones educativas u otro tipo de organizaciones, ya que en este caso en particular se realizó para un entorno pequeño, que incluyó pocos involucrados, procesos de negocio y escenarios de negocio. Consideramos que a pesar de que no se pudo abarcar todo el ciclo de ADM, nuestro trabajo puede servir como ejemplo para otras organizaciones educativas que deseen realizar el diseño de una AE.

## Agradecimientos

Agradecemos al CONACyT por la beca que permitió a Fabiola realizar sus estudios de maestría.

## Referencias

- [1] D. Kirkpatrick, "Now Every Company Is A Software Company", Forbes, Nov. 2011.
- [2] M. Mejía, "Un Estado ordenado: La meta de la Arquitectura Empresarial para Colombia", CIO@Gov, Dic, 2013.
- [3] J. Zachman, "A Framework for Information Systems Architecture", IBM Systems Journal, vol. 26, no.26, pp. 276-292,1987.
- [4] M. Lankhorst et al, Enterprise Architecture at Work: Modelling, Communication and Analysis (The Enterprise Engineering Series), Springer, Sept. 2009. pp. 25-26.
- [5] M. Arango et al, "Arquitectura empresarial: una visión general," Revista ingenierías Universidad de Medellín, vol.9, no.16,2010, pp. 101-111.
- [6] M. Bernaert et al, Information Systems for Small and Medium-sized Enterprises, Springer Berlin Heidelberg, 2014, Enterprise Architecture for small and medium-sized enterprises: a starting point for bringing EA to SMEs, based on adoption models, pp. 67-96.
- [7] The Open Group Architectural Framework (TOGAF), The Open Group.Version 9.1', 2011.
- [8] R. Kazman et al, "The architecture tradeoff analysis method." in Engineering of Complex Computer Systems, 1998. ICECCS'98. Proceedings. Fourth IEEE International Conference, pp. 68-78, 1998.
- [9] F. Laudon, and J. Laudon, Sistemas de Información. Editorial Diana, México.F. 1996
- [10] Posgrado en Ciencias y Tecnologías de la Información (PCyTI), Disponible en: <http://pcyti.izt.uam.mx/>
- [11] Department of Defense Architecture Framework (DoDAF), The United States Department of Defense, Version 2.02, Aug. 2010.
- [12] A Practical Guide to Federal Enterprise Architecture, Chief Information Officer Council, Version 1.1, 1999.
- [13] R. Sessions, "A Comparison of the Top Four Enterprise-Architecture Methodologies", ObjectWatch Inc, Mayo 2007.
- [14] D. Sánchez, "Diseño de arquitectura empresarial en el sector educativo colombiano: caso colegio privado en Bogotá", Tesis licenciatura, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería de Sistemas, Universidad Católica de Colombia, Colombia, 2014.
- [15] A. Josey et al., TOGAF® Versión 9.1 – Guía de Bolsillo, Van Haren Publishing, 2013. pp.3.
- [16] S. Zambrano and F. Mercedes, "Diseño de un framework de arquitectura empresarial usando enfoque ágil, para un centro de investigación y transferencia de tecnologías de una institución de educación superior del Ecuador", Tesis maestría, Facultad de Ingeniería en Sistemas, Escuela Politécnica Nacional, Ecuador, 2015.
- [17] I. Mendieta, "Propuestas de framework de arquitectura empresarial para PYMES basado en un análisis comparativo de los frameworks de zachman y togaF", Tesis Maestría, Magíster en Gerencia de Sistemas de Información, Universidad de Cuenca, España, 2014.
- [18] Control Objectives for Information and Related Technology 4.1 (COBIT 4.1), ISACA, 2007.

[19] S. White and D. Miers, Guía de Referencia y Modelado BPMN. Comprendiendo y utilizando BPMN, USA: Future Strategies Inc, 2009.

[20] P. Beauvoir, Archimate modelling tool, 2015.

[21] J. Escobar-Pérez and A. Cuervo-Martínez, "Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización," Avances en Medición, vol. 6, no.1, pp. 27-36, 2008.

[22] J. Klein and M. Gagliardi, "A workshop on analysis and evaluation of enterprise architectures", Carnegie Mellon and Software Engineering Institute, Report, Nov. 2010.

[23] V. Basili, and H. Rombach, (1988). "The TAME project: Towards improvement-oriented software environments", IEEE Transactions on software engineering, vol.14, No.6, pp. 758-773, 1988.