

Tipo de artículo: Artículo original
Temática: Ingeniería y gestión de software
Recibido: 28/01/2014 | Aceptado: 13/05/2015

Definición de una estrategia de transición de la arquitectura empresarial en un entorno industrial-biotecnológico

Defining a transition strategy of enterprise architecture in an industrial-biotechnological environment

MsC. Raimundo Llerena Ferrer^{1*}

^{1*} Universidad de las Ciencias Informáticas, carretera San Antonio de los Baños km 2½, Reparto. Torrens, Boyeros, La Habana. Cuba. CP.: 19370 rferrer@uci.cu

* Autor para correspondencia: rferrer@uci.cu

Resumen

El cambio es una condición no solo presente, sino necesaria a niveles estratégicos y operacionales. Sin embargo, transformar una organización es una tarea compleja. Tomar decisiones que garanticen una satisfactoria evolución tecnológica y organizacional sin una estrategia que guíe el desarrollo de la arquitectura empresarial, resulta una tarea ardua y con pocas probabilidades de éxito. El sector industrial-biotecnológico cubano no escapa a esta realidad y se enfrenta a grandes retos en su empeño de aumentar la productividad y la eficiencia a partir del descubrimiento de conocimiento proveniente del análisis de la data de sus procesos. Este trabajo propone un modelo que guía la ejecución de proyectos para la definición de una estrategia de transición de la arquitectura empresarial y muestra los resultados de su validación mediante un método de expertos, así como los de su aplicación con altos niveles de satisfacción en una planta de producción de anticuerpos monoclonales. Hecho que posibilitó la obtención de una estrategia concreta y bien detallada para la implementación de una plataforma organizacional y tecnológica capaz de registrar, integrar y analizar con un alto nivel de detalle la información de sus procesos productivos medulares.

Palabras clave: arquitectura empresarial, diagnóstico organizacional, estrategia de transición, proyecto

Abstract

Change is not only a present condition, but a necessary one at strategic and operational levels. However, transforming an organization is a complex task. Making decisions that secure a satisfactory technological and organizational evolution without a strategy to guide the development of enterprise architecture, it is an arduous and

unlikely to succeed task. The Cuban industrial-biotechnological sector does not escape this reality and faces major challenges in its efforts to increase productivity and efficiency from the discovery of knowledge obtained by analyzing the process data. This paper propose a model to guide the execution of projects to define a enterprise architecture transition strategy; and shows the results of its validation using an expert method and the results of its application with a high level of satisfaction in plant that produce monoclonal antibodies. Fact that made possible to obtain a specific and well detailed strategy to implement an organizational and technological platform able to record, integrate and analyze with a high degree of detail the information of its medular production processes

Keywords: *enterprise architecture, organizational diagnosis, project, transition strategy*

Introducción

El cambio es una condición no solo presente, sino necesaria a niveles estratégicos y operacionales (Burnes, 2011), (Duque, 2014). Las organizaciones necesitan adaptarse continuamente a los cambios de su entorno (Ross, y otros, 2006). Factores como: el incremento de la complejidad de las transacciones de negocio, el aumento de la competencia a nivel global, la necesidad de cumplir con nuevas regulaciones gubernamentales y el rápido desarrollo de las tecnologías de la información (TI) son fuentes posibles de cambio (Fischer, y otros, 2007), (Bernardes, y otros, 2009). Esto, sumado al alto nivel de complejidad de las organizaciones actuales y a su necesidad de aumentar la eficiencia para poder sobrevivir en las difíciles condiciones mercado (Rune, 2005), impone un proceso de continua transformación y adopción de nuevas TI en busca de ventajas competitivas.

Sin embargo, transformar las organizaciones es una tarea compleja (Buckl, y otros, 2010). Tomar decisiones estratégicas que tributen a una satisfactoria evolución tecnológica y organizacional se dificulta sin vistas arquitectónicas específicas que provean la información requerida de forma oportuna y precisa. Comúnmente, esta situación redundante en inversiones y reformas reactivas que responden a problemas particulares y que suelen estar dirigidas a solucionar dificultades tácticas inmediatas, que en la mayoría de los casos tendrán consecuencias imprevistas en detrimento de las propias operaciones (Saadé, y otros, 2013) como consecuencia de una escasa visión estratégica y de la organización como un sistema complejo altamente interrelacionado (Hofmann, y otros, 2012).

En este contexto de constante evolución y optimización destaca la arquitectura empresarial (AE) como una herramienta organizacional que permite guiar iniciativas de cambios y disminuir las dificultades antes expuestas (Matthee, y otros, 2007). Lo reafirman los resultados de una encuesta realizada por la consultora Ambyssoft (Ambler, 2010) la cual consultó a 374 participantes, identificados como desarrolladores, en roles de administración o de

liderazgo, modeladores y consultores. De los cuales el 80% tenían diez años o más de experiencia en el campo de las TI. Este estudio arrojó que el 56% de los encuestados trabajaban en organizaciones que tenían un programa de AE o estaban pensando en empezar uno, de los cuales un 36% se estaban expandiendo y un 64% estaban estables.

El término arquitectura empresarial tiene su origen en el año de 1987 con la publicación de un artículo de J. Zachman en el Diario IBM Systems, titulado: “Un marco para la arquitectura de sistemas de información.” (Zachman, 1987). Desde entonces múltiples han sido las definiciones dadas a este término entre las cuales se encuentran las de (Sessions, 2007), (Hite, 2004) y (Giachett, 2010), las cuales coinciden de manera general en que:

La arquitectura empresarial es el conjunto de representaciones descriptivas relevantes de una organización, capturadas sistemáticamente en su estado actual y objetivo futuro. Incluyendo la descripción de una hoja de ruta para la transición entre ambos estados.

Las razones para adoptar una iniciativa de AE vienen dadas por la necesidad de satisfacer cuatro metas fundamentales de cualquier organización (Pragmatic EA, 2010):

- Efectividad: Realizar las actividades correctas
- Eficiencia: Crear más y más rápido con menos.
- Agilidad: Cambiar más rápido con menos.
- Durabilidad: Ser efectivo, eficiente y ágil en el futuro.

Es importante señalar que la AE no introduce estas metas, pero que sí provee los medios por los que efectiva y eficientemente se pueden alcanzar para hoy y el futuro (Pragmatic EA, 2010).

El sector industrial biotecnológico no es una excepción de las dificultades expresadas al inicio. Un alto y creciente nivel regulatorio a nivel global y particularizado por mercados, junto a los continuos avances tecnológicos aplicables a la biotecnología y la industria manufacturera, hacen que las organizaciones de este sector se vean en procesos de continua transformación en busca de nuevos productos, ventajas competitivas y la posibilidad de penetrar nuevos mercados.

Como parte de este contexto se desarrolla la industria biotecnológica cubana, insertada en el mercado internacional por méritos propios y partiendo de productos de primer orden y calidad, pero no distante de los desafíos antes mencionados. La construcción de una arquitectura empresarial que potencie el uso de las tecnologías en las actividades de investigación y producción desde una perspectiva holística, así como la continua alineación de dicha

tecnología a los objetivos de negocio, significa un enorme pero a la vez impostergable reto, si se quiere mantener el éxito alcanzado hasta el momento.

Este trabajo va dirigido a enfrentar este reto, más específicamente el de una planta de producción de anticuerpos monoclonales, la cual requiere de una estrategia de transición de su arquitectura empresarial que le permita desarrollar las capacidades apropiadas para registrar, integrar y analizar con un alto nivel de detalle la información de sus procesos productivos medulares, en aras de aumentar su productividad y eficiencia.

Con este fin se plantea los siguientes objetivos:

- Desarrollar un modelo que permita la ejecución de proyectos para la definición de una estrategia de transición de la AE.
- Aplicar el modelo en una planta de producción de anticuerpos monoclonales para la definición de una estrategia de transición de la AE que guíe el camino de implementación de una plataforma organizacional y tecnológica capaz de registrar, integrar y analizar con un alto nivel de detalle la información de sus procesos productivos medulares.

Materiales y métodos

Para la confección de dicho modelo se consultaron numerosos marcos de trabajo de AE con un alto renombre y valor como: el Marco de Trabajo Zachman (Zachman, 2015), el Marco de Trabajo de Arquitectura del Departamento de Defensa de los Estados Unidos (DoDAF, por sus siglas en inglés) (Department of Defense Deputy Chief Information Officer, 2011) o el Marco de Trabajo de Arquitectura Empresarial del Tesoro (TEAF, por sus siglas en inglés) (Department of the Treasury Chief Information Officer Council, 2000) los cuales proveen un modelo de referencia o esquema que identifica y organiza los artefactos de la arquitectura, pero no describen un proceso lo suficientemente específico para el desarrollo de dichos artefactos.

Otros marcos de trabajo consultados fueron: el Marco de Trabajo de Arquitectura Empresarial Federal (FEA, por sus siglas en inglés) (Federal Enterprise Architecture Program Management Office, 2007) y el Marco de Trabajo de Arquitectura del Grupo Abierto (TOGAF, por sus siglas en inglés) (The Open Group, 2009) que aunque describen un proceso, no están orientados hacia el desarrollo de un proyecto en específico, sino a la implementación de una iniciativa a largo plazo.

Asimismo, como el vehículo para construir la estrategia de transición sería un proyecto, que a la vez, consistiría en la prestación de un servicio tecnológico, se decidió consultar importantes referentes en la gestión de proyectos y la prestación de servicios tecnológicos, como los casos de: PMBOK (Project Management Institute, 2013), el APMBOK (Association for Project Management, 2012), la Línea Base de Competencias de IPMA (IPMA, 2006), el Manual de PRINCE2 (Office of Government Commerce, 2009) y CMMI-SVC (Software Engineering Institute, 2010). Como resultado de este intenso estudio, se decidió tomar como bases fundamentales para la creación del modelo a TOGAF y FEA como marcos de trabajo de AE, a PMBOK como referencia para la gestión del proyecto y CMMI-SCV como guía en los aspectos relativos a la prestación de un servicio tecnológico de calidad.

A su vez el modelo desarrollado se utilizó como el método a utilizar en el desarrollo del proyecto para la definición de la estrategia de transición de la arquitectura empresarial de la planta biotecnológica dominio de aplicación de esta investigación.

Resultados y discusión

Como primer resultado de la investigación en concordancia con los objetivos propuestos se encuentra la obtención del modelo que permita la ejecución de proyectos para la definición de una estrategia de transición de la AE, el cual se describe a continuación.

Ciclo de vida propuesto para este tipo de proyectos.

El ciclo de vida del proyecto es el conjunto de fases del mismo, generalmente secuenciales y en ocasiones superpuestas, cuyo nombre y número se determinan por las necesidades de gestión y control de la organización u organizaciones que participan en el proyecto, la naturaleza propia del proyecto y su área de aplicación (Project Management Institute, 2008).

A continuación se describen las fases propuestas para integrar el ciclo de vida de los proyectos de definición de una estrategia de transición de la AE, las cuales se muestran en la Figura 1.



Figura 1: Ciclo de vida para el desarrollo de proyectos de definición de una estrategia de transición de la AE

Fase de inicio

Durante esta fase se especifican las necesidades fundamentales que dan origen al proyecto, se identifican los principales interesados, los roles que jugarán y se define el alcance preliminar del proyecto. Se deberán establecer criterios de éxito, revisar la influencia y objetivos de los principales interesados y obtener su aprobación (Project Management Institute, 2008). Para determinar el comienzo oficial del proyecto las partes involucradas firmarán el acta de inicio. Durante esta fase es preciso asegurar el apoyo de la máxima gerencia y el interés por participar de los principales implicados como condiciones indispensables para el éxito del proyecto.

Fase de planificación

La planificación del proyecto se realiza para establecer el alcance total del esfuerzo, definir y refinar los objetivos, y desarrollar la línea de acción requerida para alcanzar dichos objetivos. Los procesos de planificación son los encargados de desarrollar el plan para la dirección del proyecto y los documentos que rectorarán su ejecución (Project Management Institute, 2008).

Para tener una base sólida sobre la cual planificar, se comienza contextualizando la organización y se determina la visión, alcance y riesgos de la iniciativa; todo esto se realiza sin un orden estrictamente lineal siguiendo un proceso de mutuo conocimiento y aprendizaje a través de reuniones, talleres y entrevistas según sea necesario. Una vez establecidos estos elementos, se determinará la mejor estrategia a seguir y se ajustarán los elementos metodológicos a utilizar de acuerdo a las necesidades específicas de la organización y los objetivos del proyecto. Luego, se definen los principios arquitectónicos por los que se regirá la iniciativa y todos los mecanismos necesarios para su gobierno (The Open Group, 2009). Con todos estos elementos establecidos, se procede a la conformación del plan y el cronograma del proyecto que deberán tener en cuenta las secciones relacionados al alcance, el presupuesto, las comunicaciones, la gestión de los recursos humanos, los riesgos y la calidad. Una vez obtenido el plan, este deberá ser negociado y validado por los interesados involucrados, lográndose el compromiso de los mismos (Software Engineering Institute, 2010).

Fase de prestación

Durante la fase de prestación se realizan las actividades para completar el trabajo definido en el alcance pactado, lo que implica coordinar personas y recursos de manera integrada para realizar las actividades del proyecto de conformidad con el plan de ejecución del proyecto (Project Management Institute, 2008). La prestación se divide en

tres sub-fases mapeadas a los tres elementos fundamentales definidos por FEA (Federal Enterprise Architecture Program Management Office, 2007) como necesarios para la definición de una estrategia de transición de la AE: el estado actual de la arquitectura, el estado deseado de la arquitectura y la hoja de ruta de proyectos.

Levantamiento del estado actual

Durante el levantamiento del estado actual se chequea la existencia y estado de los aspectos fundamentales de las dimensiones negocio, datos, aplicaciones, infraestructura y Recursos Humanos (RR HH) de la organización. Se registran las principales debilidades identificadas y las metas que se estén proponiendo alcanzar. Con toda esta información se conforma un informe general que desde una vista sistémica de la organización expondrá el estado actual de su arquitectura empresarial.

Esta es una fase de recopilación de información que deberá ejecutarse solo con la profundidad suficiente para definir con claridad las carencias y debilidades existentes, así como las metas a alcanzar por dimensión y de forma integral.

Análisis

Partiendo de las definiciones del estado actual se identifican las oportunidades de mejora existentes y se proyecta un estado deseado que se corresponda con la visión y las metas planteadas anteriormente, estado deseado que deberá estar alineado con la planeación estratégica de la organización. Con esta proyección se realiza un análisis de brecha, el cual servirá como base para trazar el camino a seguir durante la transición. Este camino deberá establecer una serie de estados intermedios que permitirán monitorear la obtención de resultados tangibles en el corto y mediano plazo, que a su vez tributen a la consecución del estado deseado integral.

Definición de la hoja de ruta

Partiendo de los requerimientos de la arquitectura y los estados deseados proyectados se identifican posibles iniciativas a desarrollar que deberán pasar por un proceso de evaluación, selección y priorización teniendo como objetivo la transición por los estados intermedios hasta el estado deseado. Luego estas iniciativas se agrupan en posibles proyectos, a estos se les realizan estimaciones de recursos y tiempos que darán lugar a evaluaciones de: causa-efecto, costo-beneficios, riesgos y de retorno de la inversión. Con el resultado de las evaluaciones se procede a la selección, donde los proyectos son aceptados, rechazados o reestructurados, además de identificar grupos que por sus interrelaciones puedan ser definidos como programas.

A continuación, los proyectos aceptados se priorizan siguiendo como criterio principal la importancia de los procesos y objetivos de negocio a los que responden y otros criterios como: el tiempo, el costo, la complejidad y el retorno de la inversión, sin perder de vista las dependencias que puedan existir entre proyectos. Este grupo de actividades dan lugar al portafolio de proyectos, el cual contendrá los programas y proyectos priorizados y con sus dependencias bien establecidas. Luego se realiza un análisis de las posibles fuentes y estrategias de financiamiento para cada proyecto y se traza una hoja de ruta que distribuirá los programas y proyectos en el tiempo.

Fase de cierre

Cerrar el proyecto consisten en finalizar todas las actividades de todos los procesos de la dirección de proyectos para completarlo formalmente (Project Management Institute, 2008). De acuerdo a su naturaleza de servicio, antes de cerrar este tipo de proyecto deberán realizarse estudios de calidad percibida que permitan determinar el nivel de satisfacción alcanzado por los clientes y retroalimentar al equipo de desarrollo (Software Engineering Institute, 2010).

Los resultados referentes a la calidad percibida junto a las métricas de desempeño y el nivel de cumplimiento de los objetivos del proyecto deberán ser analizados, y documentadas las lecciones aprendidas como base para la implementación de acciones de mejora continua en los métodos y las herramientas que intervendrán en el desarrollo de futuros proyectos. Por último, para determinar el cierre oficial del proyecto, se firmará el acta de cierre por todas las partes involucradas en la ejecución del proyecto.

Dimensiones

Las dimensiones, también llamadas dominios o capas de la AE dividen a la empresa en grandes grupos que abarcan todo lo necesario para la definición y evolución de la sus arquitecturas. Debido a la diversidad de estructura y propósito de los marcos de trabajo de AE disponibles, existen también disímiles criterios de cuáles deben ser las dimensiones o dominios de la AE. Aunque con distintos nombres, las dimensiones Negocio, Datos/Información, Aplicaciones/Sistemas y Tecnología/Infraestructura son coincidentes en la mayoría de los enfoques como en (The Open Group, 2009) y (Federal Enterprise Architecture Program Management Office, 2007). Para el desarrollo de este modelo se decidió agregar a las cuatro antes mencionadas un dimensión de RR HH por la importancia que reviste el capital humano en las organizaciones actuales y sustentado en lo propuesto por (Zachman, 2008) en su columna Personas. Las dimensiones propuestas se pueden observar en la Figura 2 y serán descritas a continuación:



Figura 2: Dimensiones de la arquitectura

Dimensión negocio

Esta dimensión tiene como objetivo la caracterización del negocio de la organización. Para ello trabaja sobre la planeación estratégica, los modelos globales, las unidades organizativas, los roles y los procesos de negocio, así como sobre cualquier otra información que resulte relevante para la descripción del negocio. Esta dimensión guía al resto y debe identificar claramente los objetivos y metas de negocio a los que deberá tributar la arquitectura.

Dimensión datos

Esta dimensión tiene como objetivo la caracterización de los datos de la organización. Para ello trabaja sobre los principales conceptos, entidades, dominios y fuentes de datos, así como sobre cualquier otra información que resulte relevante para la descripción de los datos, las fuentes y el intercambio de información en la organización. Esta dimensión provee los datos y la información necesaria para el correcto funcionamiento del negocio.

Dimensión Aplicaciones

Esta dimensión tiene como objetivo la caracterización de la arquitectura de aplicaciones de la organización. Para ello trabaja sobre las características e interrelaciones de las aplicaciones existentes y los proyectos en curso, así como sobre cualquier otra información que resulte relevante para la descripción de la arquitectura de aplicaciones. Esta dimensión permite al negocio el procesamiento y acceso a la información y los datos de manera ágil y consistente.

Infraestructura

Esta dimensión tiene como objetivo la caracterización de la infraestructura tecnológica de la organización, para ello trabaja sobre los servicios que provee, los activos de tecnología lógicos, físicos y de comunicaciones y la gestión sobre su monitoreo y administración, así como sobre los sistemas operativos, el software base, las estaciones de

trabajo y otras informaciones que resulten relevantes para la descripción de la infraestructura tecnológica. Esta dimensión provee la base tecnológica necesaria para el correcto funcionamiento de las aplicaciones.

Recursos Humanos

Esta dimensión tiene como objetivo la caracterización de los RR HH de la organización. Para ello trabaja sobre el clima laboral, los trabajadores, los puestos de trabajo, y las competencias del personal, así como sobre cualquier otra información que resulte relevante para la descripción de los RR HH. En dependencia de la magnitud de la organización y los objetivos específicos de cada proyecto esta dimensión puede ser acotada de forma vertical aplicándola a distintos niveles de detalle o ser acotada a nivel horizontal aplicándola solo a algunos departamentos como el de TI. Esta dimensión tiene una relación directa con todas las demás, ya que son las personas las que ejecutan y controlan todos los procesos de la organización.

Validación del modelo

Para la validación del modelo propuesto se utilizó un método de expertos basado en la escala psicométrica de Likert (LIKERT, 1932). Para ello se definieron 23 planteamientos que permitieron evaluar su completitud, consistencia, correctitud y facilidad de aplicación. Para ello se seleccionaron 13 posibles expertos, de los cuales siete obtuvieron un coeficiente de competencia alto, tres medios y tres bajos. Estos tres últimos se desestimaron quedando un total de diez expertos, cuatro con categoría científica de Doctor, cinco con categoría de Máster y un Ingeniero. De estos expertos un 80% contaba con al menos tres años de experiencia en los temas de AE y un 90% contaba con al menos cinco años de experiencia en los temas de gestión de proyecto.

Luego de presentarles todos los elementos que componen la propuesta, los expertos evaluaron los planteamientos de acuerdo a las siguientes opciones: muy de acuerdo (MA), de acuerdo (DA), ni de acuerdo ni en desacuerdo (Si-No), en desacuerdo (ED) y completamente en desacuerdo (CD). Los criterios emitidos por los expertos fueron sometidos a la ya mencionada escala de Likert y fueron calculados los índices porcentuales de aceptación de los expertos arrojando los siguientes resultados que se muestran en la Figura 3. Valores superiores a 0.8 indican una alta valoración por parte de los expertos, por lo que puede considerarse como válido el modelo propuesto.

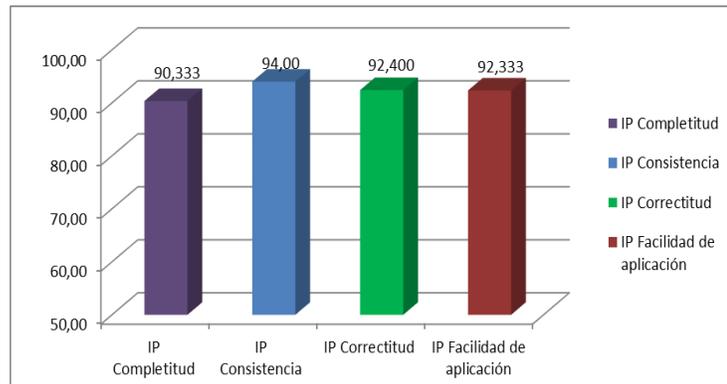


Figura 3: Índices porcentuales por cada característica

Una vez validado el modelo, este fue aplicado en una planta de producción de anticuerpos monoclonales tomando como alcance del proyecto el macro-proceso de obtención del Ingrediente Farmacéutico Activo (IFA) lo cual derivó en el segundo resultado de la investigación en concordancia con los objetivos propuestos.

Estrategia de transición de la AE para el macro-proceso de obtención del (IFA).

La Estrategia de transición en correspondencia con el modelo desarrollado estará conformada por los siguientes elementos.

Estado actual de la AE

Se realizó una definición del estado actual de la AE del macro-proceso de obtención de IFA, abarcando todas las dimensiones propuestas en el modelo, el cual puede resumirse de la siguiente manera.

El macro-proceso de obtención de IFA es un proceso complejo, compuesto por los procesos de nivel 1: Expansión celular, Preparación de medios y soluciones, Fermentación y Purificación. Estos procesos se encuentran identificados, mapeados de manera global y poseen un alto nivel de descripción procedimental, pero no cuentan con fichas de procesos que describan los niveles intermedios de operación. No existen modelos de datos estandarizados que permitan el registro y almacenamiento estándar de la información de la actividad productiva. Poseen un elevado nivel de automatización primario con monitoreo y control a nivel de los equipos, con sistemas SCADA ya instalados por el fabricante, aunque existen silos de automatización que limitan la posibilidad de realizar actividades de monitoreo y análisis integrales a nivel de planta.

La informatización del macro-proceso es muy baja, el registro de la mayoría de los datos productivos se realiza sobre hojas de cálculo y documentos físicos. Esta situación complejiza y ralentiza dichos procesos, provoca errores, pérdidas de información y grandes cantidades de esfuerzo en su gestión. Esto imposibilita la realización de análisis integrados que faciliten el descubrimiento de conocimiento tecnológico que permita elevar los niveles de productividad y eficiencia en la obtención de IFA.

La dimensión de infraestructura está caracterizada por la existencia de dos silos no conectados entre sí, la infraestructura propia de automatización está aislada del resto de la red de la organización. Esto impide cualquier iniciativa de integración de datos y de acceso a la información de automatización para su monitoreo y estudio de forma remota. Asimismo, los RRHH de perfil informático con que cuenta la planta son insuficientes y no disponen de las competencias necesarias para asumir, mantener y evolucionar soluciones informáticas que permitan revertir la situación antes descrita.

Estado deseado de la AE

Sobre la base del estado actual ya descrito, se proyectó un estado deseado de la AE, que también abarcó todas las dimensiones propuestas en el modelo y que puede resumirse de la siguiente manera.

El estado deseado está caracterizado por la identificación y descripción de los procesos de los niveles 2 y 3 logrando una trazabilidad entre los procesos identificados en el nivel 1 y los procedimientos normalizados de operación (PNO) que se encuentran ya descritos. Asimismo, se propone la creación de modelos de datos que respondan a estándares establecidos para la industria manufacturera como el caso de B2MML (MESA, 2013) derivado a su vez de los estándares ISA-88 e ISA- 95.

Otra de las características fundamentales del estado deseado proyectado es la consecución de altos niveles de informatización, abarcando la captura, almacenamiento, integración y análisis de todos los datos productivos relevantes, tanto los provenientes de los sistemas de automatización, como los suministrados por el personal que participa en los procesos productivos y los ya existentes en sistemas legados. La Figura 4 muestra una vista general de la arquitectura de aplicaciones propuesta como resultado del proyecto.

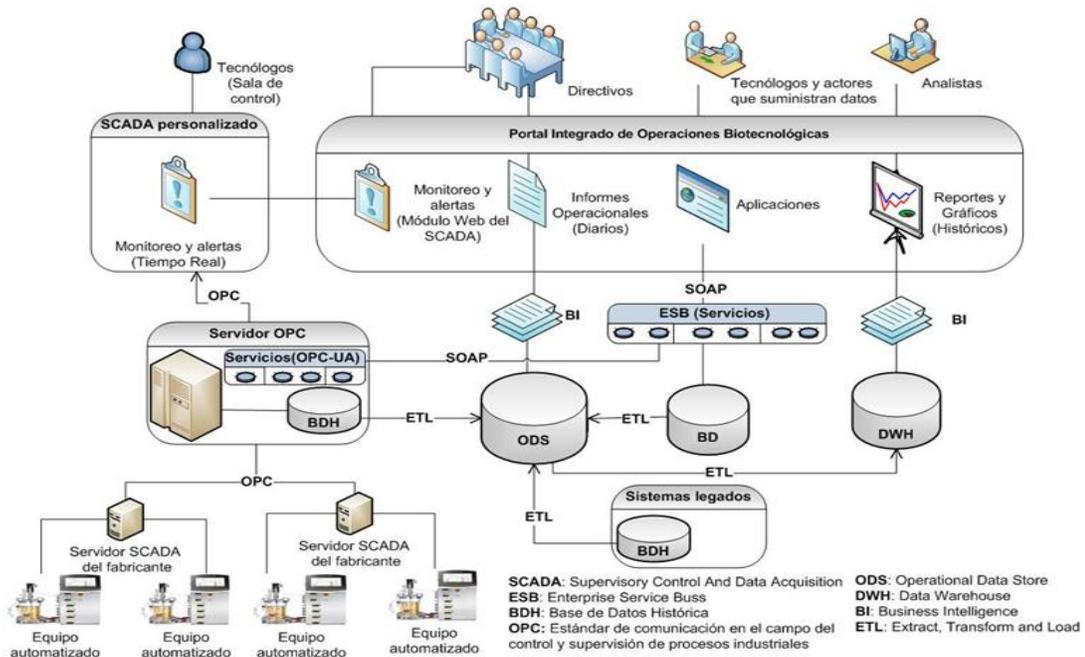


Figura 4: Vista general de la arquitectura de aplicaciones propuesta para el estado deseado

En la dimensión de infraestructura se propuso la creación de un enlace para establecer la conectividad entre los dos silos existentes, requerimiento indispensable para habilitar la comunicación de las aplicaciones propuestas, así como la disponibilización de mayor capacidad de cómputo para alojar las aplicaciones que pasarán a formar parte de la arquitectura. Por último, se proyectó la creación de puestos de trabajo de perfil TI y la realización de un programa de capacitación especializada, partiendo de la identificación de roles y funciones concretas en la asimilación, mantención y evolución de las tecnologías a desplegar como parte de la arquitectura a implementar.

Hoja de ruta

Se obtuvo una hoja de ruta con nueve proyectos distribuidos a lo largo de un período de tres años, orientados a la creación de una plataforma organizacional y tecnológica que responda a los objetivos de negocio de la planta y que implemente la arquitectura mostrada en la Figura 3. Por su naturaleza, algunos de estos proyectos deberán ser ejecutados por la propia institución. Para otros se recomendó fueran contratados a organizaciones que brinden productos y servicios de software.

Resultados de calidad percibida

El proyecto obtuvo resultados concretos y precisos que permitieron identificar las necesidades específicas de evolución de la AE, conceptualizar los elementos organizacionales y tecnológicos necesarios para el desarrollo de la misma y establecer el camino para implementar dichos elementos. No obstante, en correspondencia con el modelo propuesto, para la medición formal de sus resultados se decidió realizar una evaluación de la calidad percibida por el cliente durante la prestación del servicio. Para ello se utilizó el método SERVPERF (Cronin, y otros, 1992) que está basado en el método SERVQUAL (Parasuraman, y otros, 1988) ampliamente utilizado en el mundo para la medición de calidad percibida durante la prestación de servicios. Estos métodos fundan su medición en cinco dimensiones que se utilizan para juzgar la calidad de los servicios prestados, estas dimensiones son:

- **Bienes materiales o tangibles**, relacionada con la apariencia de las instalaciones físicas, equipo, personal y material de comunicación.
- **Fiabilidad**, entendida como la habilidad de desarrollar el servicio prometido precisamente como se pactó y con exactitud.
- **Capacidad de respuesta**, entendida como la buena voluntad de ayudar a sus clientes y brindar un servicio rápido.
- **Seguridad**, entendida como el conocimiento de los empleados sobre lo que hacen, su cortesía y su capacidad de transmitir confianza.
- **Empatía**, entendida como la capacidad de brindar cuidado y atención personalizada a sus clientes.

Una vez realizadas las mediciones, estas se compararon con los resultados obtenidos en un proyecto anterior equivalente. Para ello, se seleccionó un proyecto ejecutado por la misma entidad desarrolladora, para el mismo cliente, con recursos, costos y alcances similares, pero en el que no se aplicó el modelo propuesto por esta investigación. Los valores de calidad percibida alcanzados se muestran en la Figura 4 para ambos proyectos por cada dimensión y en la Figura 5 se muestra el valor global de calidad percibida para cada proyecto, siendo los valores azules los referentes al proyecto dónde se aplicó el modelo y los valores en rojo los referentes al proyecto dónde no se aplicó.

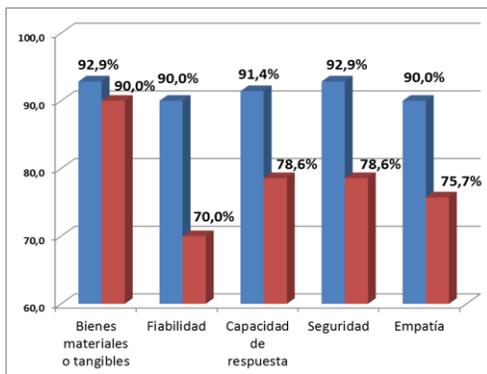


Figura 5: Valores de calidad percibida por dimensión

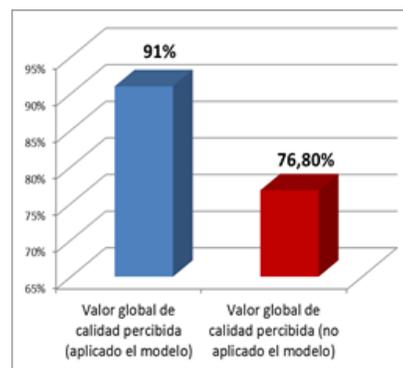


Figura 6: Valores globales de calidad percibida

Como puede apreciarse en las Figuras 4 y 5 en el proyecto donde se aplicó el modelo propuesto se obtuvieron valores significativamente superiores de calidad percibida por el cliente. Estos resultados, sumados a un alto nivel de equivalencia establecida entre ambos proyectos, permiten identificar la aplicación del modelo como un factor que incidió positivamente sobre los niveles de satisfacción de los clientes y por tanto sobre el éxito del proyecto.

Conclusiones

- Se confeccionó una modelo para el desarrollo de proyectos de definición de una estrategia de transición de la AE que propone las fases de inicio, planificación, prestación y cierre; y abarca las dimensiones negocio, datos, aplicaciones, infraestructura y RR HH.
- El modelo propuesto fue validado por un conjunto de expertos utilizado como método la escala psicométrica de Likert evidenciando altos valores de completitud, consistencia, correctitud y facilidad de aplicación.
- El modelo fue aplicado satisfactoriamente en un entorno industrial-biotecnológico permitiendo la obtención de una estrategia de transición de la AE concreta y bien detallada, lo que se evidenció en los altos valores de calidad percibida por los clientes en todas las dimensiones que utiliza el modelo SERVPERF.

Referencias

- AMBLER, SCOTT. Enterprise Architecture: Reality over Rhetoric. [En línea] The world of software development, 2010. [Citado el: 4 de Septiembre de 2013.]. Disponible en: [<http://www.drdoobs.com/architecture-and-design/enterprise-architecture-reality-over-rhe/224600174?cid=Ambysoft>]
- ASSOCIATION FOR PROJECT MANAGEMENT. APM Body of Knowledge Sixth Edition. Buckinghamshire UK: Association for Project Management, 2012.
- BERNARDES, E.S. Y HANNA, M.D. A theoretical review of flexibility,agility and responsiveness in the operations management literature. International Journal of Operations & Production Management. 2009, Vol. 29, 1/2, págs. 30-53.
- BUCKL, S., SCHWEDA, M. C. Y MATTHES, F. Situated approach to enterprise architecture management. s.l.: IEEE, 2010. págs. 587-592.

- BURNES, B. Introduction: Why does change fail, and what can we do about it? *Journal of Change Management*. 2011, Vol. 4, 4, págs. 445-450.
- CRONIN, JOSEPH Y TAYLOR, STEVEN. Measuring service quality: A reexamination and extension. *Journal of Marketing*. 1992, Vol. 53, 3, págs. 55-68.
- DEPARTMENT OF DEFENSE DEPUTY CHIEF INFORMATION OFFICER. DoDAF Architecture Framework Version 2.02. 2011.
- DEPARTMENT OF THE TREASURY CHIEF INFORMATION OFFICER COUNCIL. Treasury Enterprise Architecture Framework. s.l. : Department of the Treasury, 2000.
- DUQUE, JOSÉ LUIS SANDOVAL. Los procesos de cambio organizacional y la generación de valor. *Estudios Gerenciales*. págs. 162–171. Vol. 30. 2014
- FEDERAL ENTERPRISE ARCHITECTURE PROGRAM MANAGEMENT OFFICE. FEA Practice Guidance. s.l. : Federal Enterprise Architecture Program Management Office, 2007.
- FISCHER, RONNY , AIER, STEPHAN Y WINTER, ROBERT. A Federated Approach to Enterprise Architecture Model Maintenance. Gallen : Gesellschaft für Informatik., 2007.
- GIACHETT, RONALD E. Design of Enterprise Systems: Theory, Architecture, and Methods. Florida : CRC Press, 2010. 1439818231 9781439818237.
- HITE, RANDOLPH C. The Federal Enterprise Architecture and Agencies' Enterprise Architectures Are Still Maturing. Washington D.C. : United States General Accounting Office, 2004.
- HOFMANN, DAVID A. Y FRESE, MICHAEL. Errors in Organizations. *Administrative Science Quarterly*. 2012, Vol. 57, 1, págs. 159-161.
- IPMA. ICB IPMA Competence Baseline Version 3. Nijkerk The Netherlands : s.n., 2006.
- LIKERT, R. 1932. A technique for the measurement of attitudes. *Archives of psychology*. 1932, Vol. Vol 140, 55 p.
- MATTHEE, M., Tobin, M., Merwe, P., y Van Der, P. The status quo of enterprise architecture implementation in South African financial. *South African Journal of Business*. 2007, Vol. 38, 1, págs. 11-23.
- MESA. Business To Manufacturing Markup Language Version 6.0. Chandler, AZ 85226 USA: MESA International, 2013. Vols. 480-893-6110.

OFFICE OF GOVERNMENT COMMERCE. Managing Successful Projects with PRINCE2 2009 Edition Manual. s.l. : The Stationery Office, 2009.

PARASURAMAN, A, ZEITHAML, V Y BERRY, L. “SERVQUAL: a multiple-item scale for measuring consumer perceptions of services quality”. s.l. : Journal of Retailing, 1988. Vol. Spring 1988. Spring 1988.

PRAGMATIC EA, *Product: Foundation: Vision*, Versión 2.0, Singapur, Pragmatic EA Ltd, 2010,

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. La Guía del PMBOK. Quinta Edición. Pennsylvania, USA : Project Management Institute, Inc., 2013. 978-1-62825-009-1.

ROSS, W. P., WEILL, P. Y DAVID, R. C. Enterprise architecture as strategy. Boston, MA, USA : Harvard Business School Press., 2006.

RUNE, T. B. Organizational change management: A critical review. Journal of Change Management. 2005, Vol. 5, 4, págs. 369-380.

SAADÉ, RAAFAT GEORGE Y WAN, JAMES. Exploring Enterprise Architecture for Change Management. Montreal, Canada: Proceedings of Informing Science & IT Education Conference (InSITE), 2013.

SESSIONS, ROGER. Exclusive Interview with. John Zachman, President of Zachman International,. CEO of Zachman. Framework Associates. s.l. : Perspectives of the IASA, USA, 2007.

SOFTWARE ENGINEERING INSTITUTE. CMMI® for Services, Version 1.3. Pittsburgh, USA : Carnegie Mellon University, 2010. 978-0-321-71152-6.

THE OPEN GROUP. The Open Group Architecture Framework (TOGAF) Versión 9. s.l. : The Open Group, 2009. 978-90-8753-230-7.

ZACHMAN, J. "The Zachman Framework: The Official Concise Definition". [En línea] Zachman International, 2015. Disponible en: [http://www.zachman.com/index.php?option=com_content&view=featured].

ZACHMAN, J. “Un marco para la arquitectura de sistemas de información.”. Diario IBM Systems. 3, 1987, Vol. 26.