

Una aproximación hacia la evaluación del nivel de madurez de la arquitectura empresarial

Annette Malleuve Martínez

Correo electrónico: amalleuve@ind.cujae.edu.cu

Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae. La Habana, Cuba

Artículo de Reflexión

Daniel Alfonso Robaina

Correo electrónico: dalfonso@ind.cujae.edu.cu

Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae. La Habana, Cuba

Mavis Lis Stuart Cárdenas

Correo electrónico: mavis@ind.cujae.edu.cu

Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae. La Habana, Cuba

Resumen

La competitividad actualmente en las empresas está dada por una alta capacidad de estas para adaptarse y ser flexibles ante los cambios, contexto en el cual son importantes arquitecturas empresariales que alineen las tecnologías con los objetivos del negocio. Una de las vías para lograr dicha alineación es a través de la aplicación de modelos que permitan evaluar la madurez para transitar a la arquitectura del estado actual al estado deseado. En la literatura existen modelos de madurez de procesos, sistemas de información, marcos de trabajo e inclusive de arquitectura empresarial, que evalúan de forma general variables de desempeño organizacional, pero se carece de un modelo de madurez que evalúe dichas variables dentro de cada dimensión de la arquitectura empresarial con un enfoque integrador, haciendo más específicas las áreas de mejora. En este artículo se proponen pautas para la evaluación del nivel de madurez de la arquitectura empresarial, utilizando entre otras herramientas, un cuestionario que permite analizar el comportamiento interrelacionado en las cinco empresas casos de estudio, de variables y atributos basados en los elementos teóricos de las dimensiones de la arquitectura empresarial y los patrones de medición del nivel de madurez de modelos propuestos por algunos autores. Por último se presentan resultados de la aplicación del instrumento en algunas empresas cubanas líderes en el uso de la tecnología.

Palabras claves: arquitectura empresarial, niveles de madurez

Recibido: 30 de septiembre de 2014

Aprobado: 1 de junio de 2015

INTRODUCCIÓN

La empresa actual enfrenta un constante y creciente fenómeno de cambio, fundamentalmente tecnológico como consecuencia del desarrollo vertiginoso de la llamada "era de la información y el conocimiento". Este creciente perfeccionamiento hace que cada vez sea más difícil para las empresas ser competitivas, si los procesos de negocio

no están alineados e integrados con la estrategia de la organización soportado, claro está, por una buena dosis de innovación en todas las áreas del negocio [1, 2]. Esta situación de cambio ha ido creando la necesidad de un nuevo enfoque arquitectónico estructurado, integrado y sistematizado con una visión empresarial cuya solución es la arquitectura empresarial [3].

El concepto de arquitectura empresarial es introducido por John Zachman en 1987 a través del término Marco de Trabajo para la Arquitectura de Sistemas de Información (*Framework for Information Systems Architecture*). Algunos autores definen a la arquitectura empresarial como una estructura sistémica que permite alinear e integrar el negocio y sus objetivos con las Tecnologías de la Información (TI), permitiendo mejorar continuamente la empresa a través de ajustes en los procesos de negocio [4, 5].

La arquitectura empresarial es la más alta representación de los procesos de negocio integrados con los sistemas de información, pues describe el significado del negocio y las interrelaciones entre los distintos eslabones de la cadena organizacional [6]. El sistema integrado no es solo un conjunto de elementos tangibles (hardware) e intangibles (software, mapas, datos, información) relacionados y conjugados de forma armónica, necesita de una alta capacidad organizacional para responder a cambios como por ejemplo el lanzamiento de un nuevo producto [6, 7].

La estructuración más generalizada en la literatura para la arquitectura empresarial es a través de cuatro dimensiones o capas que abarcan todas las partes de la empresa [8-10].

Arquitectura de procesos de negocio: Describe todas las actividades de los procesos, la estructura organizacional, misión, visión, política del negocio, estrategias, indicadores estratégicos y cultura organizacional. Se considera una capa básica, pues sin los elementos señalados y la información que ofrecen es imposible el desarrollo del resto de las dimensiones. Los constantes cambios en los procesos de negocio impulsados en gran medida por el desarrollo tecnológico necesitan de una metodología de rediseño que permita dotar a la organización de capacidades como la flexibilidad y la adaptación a las innovaciones [4, 8, 11].

Arquitectura de información: Está determinada por el flujo de datos e información a través de toda la organización, esta capa permite organizar y estructurar la información de manera que se eviten duplicidades, se emplee en el momento oportuno para la toma de decisiones y se utilice y comparta eficientemente por todos los interesados en el negocio [4, 8, 11].

Arquitectura de aplicaciones: Esta capa define a partir de aplicaciones de software cuáles son las necesidades de información en cada momento y cómo gestionarla. Su efectividad radica en brindar herramientas que permitan tomar decisiones ágiles, oportunas y adecuadas [4, 8, 11].

Arquitectura tecnológica: Está dada por la infraestructura y el soporte necesario para poner en funcionamiento la arquitectura, requiere de técnicas y plataformas computacionales que permitan almacenar gran cantidad de datos e información [4, 8, 11].

En los últimos años se han desarrollado un conjunto de marcos de trabajo (*frameworks*), sobre los cuales se soporta la arquitectura empresarial. Estos marcos de trabajo desarrollan distintas funcionalidades de la arquitectura con mayor o menor énfasis, en dependencia de sus características. El más conocido es

el Zachman, creado por John Zachman, su propósito fundamental es proveer la estructura básica que soporta a la organización, definir cómo se integran, desarrollan, gestionan y cambian un conjunto de artefactos dentro de los sistemas de información de la empresa; careciendo de una metodología o un modelo de referencia para su implementación [10]. El esquema de arquitectura de Open Group (*TOGAF, The Open Group Architectural Framework*) por su parte, es uno de los más utilizados actualmente, tiene un enfoque metodológico de implementación y mantenimiento de una arquitectura empresarial a través del Método de Desarrollo de la Arquitectura (ADM, *Architecture Development Method*) que permite dirigir a la arquitectura tecnológica hacia el logro de los objetivos y requerimientos del negocio [10]. Otros marcos de trabajo son: Esquema de Arquitectura de la Empresa Gartner (GEAF, *Gartner Enterprise Architectural Framework*) y Marco de Arquitectura del Departamento de Defensa de los Estados Unidos (DoDAF, *The United States Department of Defense Architecture Framework*) [8, 12].

La adopción exitosa de un determinado método depende en gran medida del compromiso de las personas interesadas en el negocio y del grado de madurez que tenga este con respecto a la arquitectura empresarial [3]. En este sentido se expresa que existe una correlación directa entre la alineación del negocio con el nivel de madurez de este; entiéndase como alineación la sincronización entre el negocio, la tecnología, la estructura organizacional y los procesos [12]. Por tanto un modelo de madurez de la arquitectura empresarial permite diagnosticar fácilmente un estado actual (*as-is*) y proveer las pautas para alcanzar un estado futuro (*to-be*) en concordancia con la estrategia de la empresa, así como realizar un auto *benchmarking* que facilite la toma de decisiones en función de mejorar la arquitectura [13, 14].

Algunos autores han propuesto modelos de madurez de la tecnología alineada con la estrategia del negocio: Luftman en 1993 propone un modelo de madurez basado en 5 niveles fundamentales definiendo como atributos de evaluación dentro del negocio: comunicación, competencia/medición de valor, gestión (*governance*), partes interesadas en el negocio, alcance y arquitectura, y habilidades; Duffy en 2002, por otra parte, establece un modelo de madurez que contiene 4 niveles con una estructura distinta a Luftman, pero persiguiendo el mismo objetivo de evaluar el grado de alineación del negocio con las tecnologías. El Instituto de Gestión de las Tecnologías de la Información (ITGI, por sus siglas en inglés) presenta a COBIT: Gestión, control y auditoría para la información y tecnología relacionada, como modelo de madurez para el marco de trabajo Objetivos de Control para Información y Tecnologías Relacionadas (*COBIT: Control Objectives for Information and Related Technology*) [14]. En sentido general cada modelo abarca 5 niveles de madurez que van desde un nivel 0 donde se define que no existe la arquitectura empresarial hasta un nivel 5 de arquitectura empresarial optimizada, donde se percibe una comunicación directa entre las necesidades del negocio y la tecnología [4, 10, 14].

Jeanne Ross, Peter Weill y David Robertson [10,18] han hecho un acercamiento a este tema manifestando que las empresas evolucionan a través de 4 niveles de madurez de la arquitectura: 1. *Silo del Negocio*, la experiencia en el diseño y gestión de la arquitectura empresarial es mínima, se diseñan procesos de negocio y se ofrecen soluciones de tecnologías de la información específicas, se realizan inversiones en tecnologías justificadas por la reducción de costos; y existe falta de comunicación y estandarización entre los sistemas tecnológicos provocando desintegración y complejidad en la gestión de los procesos. 2. *Tecnología estandarizada*, se mantiene el rol de las tecnologías de automatizar los procesos pero con un enfoque de estandarización que permite reducir riesgos y costos de seguridad y confiabilidad en los servicios. 3. Este nivel es el *núcleo optimizado* representado por un cambio de paradigma en el gobierno de la tecnología de la información, ya que pasan de ser aplicaciones locales a sistemas empresariales basados en la eliminación de redundancias en los datos y en la optimización a través de la digitalización, centralización y estandarización de los procesos de negocio que aportan valor, reconociendo a esta última como una vía para la innovación en nuevos productos/servicios y la predictibilidad de los resultados del negocio. 4. *Modulación del negocio*, esta fase se basa en la agrupación de los procesos digitalizados en el estadio anterior en módulos e interfaces estandarizadas reutilizables, que permiten la experimentación y la difusión de las mejores prácticas a toda la empresa a través de una plataforma de innovación, facilitando el proceso de toma de decisiones. Los autores han definido estos estados a raíz de una investigación realizada por el Centro de Investigación de los Sistemas de Información (CISR, Center for Information Systems Research) de la Escuela de Administración y Dirección de Empresas del Instituto de Tecnología de Massachusetts, a 456 empresas entre 1995 y 2006, donde concluyeron que cada nivel implica un aprendizaje organizacional acerca de cómo se deben emplear las tecnologías en los procesos de negocio con un enfoque estratégico [10].

La aplicación de estos estados de madurez implica como principios [10]:

Enfocar los esfuerzos arquitectónicos en procesos estratégicos. El desarrollo de estados en todos los procesos limita el enfoque en los procesos clave que aportan valor al negocio.

Moverse incrementalmente. No es aconsejable para la empresa saltarse un estadio; se consiguen más beneficios con resultados pequeños e incrementales dentro de un nivel.

Reconocer que las organizaciones complejas tienen arquitecturas empresariales en múltiples niveles. Las empresas complejas tienen arquitecturas diferentes que responden a distintos objetivos estratégicos, por lo que cada sistema puede responder a distintos estados de madurez.

Construir una capacidad arquitectónica propia. Se debe desarrollar en la empresa un clima de colaboración conjunta entre el negocio y las tecnologías de la

información, como premisa para alcanzar una arquitectura empresarial optimizada.

Apuntar a la modularidad del negocio. Alcanzar este estadio implica que la empresa se encuentra en una fase superior de alineación de los objetivos estratégicos con la tecnología, es por ello que empresas en este nivel son altamente eficientes y competitivas.

Indiscutiblemente esta primera fase de diagnóstico del estado del negocio y su relación con la tecnología va asegurar el éxito ya sea a corto o largo plazo de la empresa en dependencia del impacto de la arquitectura que se deseé implementar.

Modelos de madurez de procesos, sistemas de información, marcos de trabajo y arquitecturas empresariales han sido desarrollados por diversos autores, la totalidad han sido aplicados en empresas de distinta magnitud obteniéndose como resultado un conjunto de elementos a prestarle atención por su bajo desempeño. La mayoría de los modelos evalúan diferentes variables claves en el funcionamiento del sistema que se trate de forma general, requiriéndose por tanto de asesoría especializada para las empresas que implementan estos modelos de diagnóstico [15, 16, 17]. Es por ello que se necesitan modelos de madurez más simples y específicos de cada componente de la estructura que se esté evaluando, que permitan reducir las áreas de mejora y adoptar soluciones ágiles ante las problemáticas detectadas.

En Cuba a tono con los cambios económicos y sociales que ocurren, se hace énfasis en el perfeccionamiento tecnológico integrado de las empresas, ya que es la única vía para mantenernos en el mercado internacional, fortalecer nuestra economía y garantizar el desarrollo hacia una escala superior en nuestras organizaciones. El término de arquitectura empresarial viene a jugar un papel muy importante, ya que, se requiere de la asimilación gradual de esta nueva forma de ver a la organización por los trabajadores y todos los interesados en el negocio en general.

Es por ello que en este artículo se abordan los elementos fundamentales del diseño de un cuestionario que se basa en los elementos teóricos de las dimensiones de la arquitectura empresarial que constituye los cimientos hacia un modelo de madurez de la arquitectura empresarial y cuya aplicación actual pretende obtener una visión del estado de alineación entre las tecnologías y el negocio en las empresas objeto de estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología que a continuación se detalla constituye un diseño preliminar declarado como antecedente hacia un modelo de madurez basado en la teoría y fundamento de las distintas capas de la arquitectura empresarial y sus interrelaciones, así como los modelos de madurez desarrollados en la literatura.

Paso 1. Analizar elementos teóricos de la arquitectura empresarial

El cuestionario objeto de instrumento parte de los elementos y principios primarios que debe caracterizar

a toda arquitectura empresarial. Para ello se realizó un análisis comparativo de algunos de los modelos de madurez más citados en la literatura que poseen un enfoque acertado de alineación del negocio con las tecnologías: Luftman, Duffy, Instituto de Gestión de las Tecnologías de la Información (ITGI), Modelo de madurez de procesos y empresas (PEMM, por sus siglas en inglés) propuesto por Michael Hammer, Modelo para evaluar el nivel de madurez de la arquitectura empresarial por Jeanne Ross y Esquema de Gestión de la Madurez de la Arquitectura Empresarial (EAMMF, *Enterprise Architecture Management Maturity Framework*) por la Oficina General de Contabilidad de los Estados Unidos en 2002 (GAO por sus siglas en inglés) [14, 19-21]; determinándose las variables fundamentales a evaluar por cada capa de la arquitectura empresarial, igualmente se determinaron los atributos generales que son analizados por estos modelos, a fin de situar la arquitectura en un nivel de madurez.

En la tabla 1 se muestran cuatro niveles fundamentales coincidiendo con los propuestos por Jeanne Ross: Nivel 0, Silo del Negocio, en esta fase no existe un modelo de arquitectura empresarial; nivel 1, Tecnología estandarizada; nivel 2, Núcleo optimizado; nivel 3, Modulación del negocio, en este nivel la empresa ha alcanzado una arquitectura empresarial optimizada. Para considerar una arquitectura en un nivel deben coincidir en él al menos un 70 % de los atributos.

Paso 2. Seleccionar elementos teóricos a introducir en el cuestionario

El equipo de expertos, formado por profesores y estudiantes que investigan en la temática de las arquitecturas empresariales, diseñó una estructura de contenido a incluir en las preguntas por cada capa de la arquitectura empresarial. A partir del análisis realizado por los expertos de cada uno de los elementos que caracterizan a cada capa de la arquitectura empresarial se seleccionaron los contenidos teóricos claves a sondear teniendo en cuenta además, que estos deben tener una relación directa con las variables de evaluación del nivel de madurez obtenidas de la comparación de los diferentes modelos. La selección de los contenidos arrojó como resultado: 30 variables a evaluar en la Arquitectura de Negocio, 28 en la Arquitectura de Información, 23 en la Arquitectura de Aplicaciones y 21 en la Arquitectura Tecnológica. Posteriormente se aplicó el Método Delphi a los elementos seleccionados, realizándose un total de 3 rondas por los expertos, quedando finalmente:

• **Doce variables en la Capa de negocio** entre las que se destacan: misión y visión, política de la empresa, objetivos e indicadores estratégicos, cultura organizacional, integración de los procesos y nivel de relaciones internas y externas.

• **Once variables en la Capa de información:** diseño y gestión de bases de datos, uso de un lenguaje común en la trasmisión de la información de los procesos, manejo de la información en procesos claves, estratégicos y de apoyo, enfoque al cliente en la gestión de la información, etc.;

• **Quince variables en la Capa de aplicaciones:** utilización de un lenguaje estándar, facilitación en la toma de decisiones, integración de las aplicaciones en los procesos y adecuación a las necesidades del negocio.

• **Nueve variables en la Capa tecnológica:** soporte tecnológico a los procesos claves, estratégicos y de apoyo, integración y correspondencia del soporte tecnológico con las aplicaciones, alineación del soporte tecnológico a las necesidades y objetivos estratégicos equipo de gestión de la infraestructura tecnológica, capacidad de la infraestructura tecnológica para adaptarse a los cambios, aprovechamiento de la tecnología en la gestión de los procesos, habilidades de los trabajadores en el uso de la tecnología, manejo de un lenguaje estandarizado en el uso de las tecnologías y contribución de las tecnologías al desarrollo de la innovación en la gestión de los procesos.

Para lograr consenso entre los expertos se aplicó el método de Concordancia de Kendall a través del software MINITAB arrojando un valor de 0,8 con un nivel de confianza del 95 % y un p valor de 0,0003 rechazando la hipótesis nula y concluyendo que existe concordancia entre los expertos.

Paso 3. Confeccionar el cuestionario con las preguntas por capas de la arquitectura empresarial

El cuestionario quedó confeccionado con un total de 10 preguntas en la Capa de negocio, 10 en la Capa de información, 15 en la Capa de aplicaciones y 9 en la Capa tecnológica, donde quedaron reflejadas las variables finalmente seleccionadas por los expertos, cuidando de no hacer extenso el cuestionario de manera que ello pudiera influir en la calidad de los datos a obtener. El 10 % de las preguntas realizadas fueron abiertas, y el resto de respuestas cerradas, utilizándose la escala Likert del 1 a 5 para estas últimas (1 está totalmente de acuerdo y 5 está totalmente en desacuerdo). Se utilizó un lenguaje claro, sencillo para facilitar el entendimiento por la persona encuestada. Finalmente se determinó el indicador Alfa de Cronbach para medir la confiabilidad de las preguntas y se obtuvo un valor de 0,75, lo que indica que el cuestionario es confiable.

Paso 4. Aplicar el cuestionario a las empresas casos de estudio

En la selección de las organizaciones a evaluar se tuvo en cuenta principalmente su consideración como empresas certificadas en el Sistema de Gestión de la Calidad bajo la Norma ISO 9001:2008, lo que indica que desarrollan una gestión por procesos, además de que el 80% de sus procesos claves están soportados por tecnología automatizada. Las empresas escogidas para el estudio pertenecen al sector del turismo e industrial. Todas las empresas tienen al menos 20 años de funcionamiento de sus respectivos negocios, poseen niveles aceptables de cumplimiento de sus indicadores económicos y de satisfacción de clientes. Se le realizó el cuestionario a una muestra de 4 personas por empresa (una por cada capa de la arquitectura), como criterio de selección del encuestado se utilizó la experticia en cada una de las dimensiones (teniendo en cuenta experiencia y resultados de trabajo), así como el nivel de conocimiento acerca del negocio en general.

Tabla 1 Clasificación de la Arquitectura Empresarial Atributos vs. Niveles de madurez				
Atributos	Silo del negocio	Tecnología estandarizada	Núcleo optimizado	Modulación del negocio
Gestión organizacional (GO)	Gestión separada de la tecnología	El negocio va guiado por la tecnología que posee	La tecnología ofrece soluciones eficientes al negocio	La tecnología optimizada gestiona por sí misma la organización
Comunicación (C)	Comunicación casi nula entre desarrolladores de TI y administradores	Administradores y desarrolladores comienzan a integrarse para reducir costos de TI	Las soluciones tecnológicas son elaboradas entre administradores y desarrolladores	La actividad administrativa no puede separarse de la actividad tecnológica
Alcance de la arquitectura empresarial (AAE)	Se desconoce el enfoque de arquitectura empresarial	Se comienza a introducir el concepto de arquitectura empresarial en áreas aisladas	Se convierten aplicaciones de datos locales en aplicaciones a nivel empresarial	La empresa optimiza la arquitectura empresarial en todos sus niveles
Alineación tecnología / procesos (AT-P)	Casi nula	Se utiliza como apoyo a algunos procesos	Los procesos digitalizados son gestionados a través de la tecnología	Los procesos son mejorados a partir de la tecnología. Posibilidad de creación de nuevos procesos que agregan valor
Alineación tecnología / objetivos estratégicos (AT-OE)	Se reconoce a la tecnología solo como herramienta de trabajo	La tecnología tiene un carácter reactivo de resolver problemas inmediatos	Se utiliza y aprovecha la tecnología como medio para cumplir con los objetivos estratégicos	Se optimiza la tecnología en función de alcanzar los objetivos estratégicos
Planificación (P)	Se utiliza y/o reconoce aisladamente a la tecnología como parte de la planificación de las actividades	Las actividades de planificación se enfocan hacia la reducción de costos en la inversión de TI	La planificación de las actividades tienen un alto componente tecnológico en su gestión	La planificación se realiza a través de medios tecnológicos optimizados y enfocados en los objetivos de la organización
Cultura Organizacional (CO)	Valores y comportamientos basados en fenómenos como la resistencia al cambio	Los trabajadores comienzan adoptar el cambio como una necesidad dentro del negocio	Las personas adoptan fácilmente los cambios asimilándolos como una cotidianidad	La adaptabilidad al cambio, y la flexibilidad ante nuevas situaciones forman parte de los valores de las personas
Prioridades negocio/tecnología (P N/T)	Cumplir con los objetivos teniendo a penas en cuenta la tecnología	Emplear las tecnologías en los procesos para eliminar su subutilización	Guiar la tecnología junto a los procesos hacia el logro de los objetivos	Mejorar continuamente los procesos a través de la tecnología
Habilidades (H)	Poca destreza de las personas en el manejo de la tecnología	La integración de desarrolladores y administradores mejora las habilidades en el uso de la tecnología	La mayor parte del personal de la empresa maneja adecuadamente la tecnología	La destreza de las personas puede posibilitar la mejora de la tecnología existente
Liderazgo de la dirección (LD)	Se dirige con un enfoque a procesos fundamentalmente	Adopción de un carácter reactivo para resolver los problemas apoyándose de la tecnología	Enfoque proactivo de dirección hacia el logro de estrategias teniendo en cuenta la tecnología	Alta capacidad de liderazgo centrado en la tecnología
Estandarización de procesos y tecnología (EPT)	Los procesos y las tecnologías se encuentran dispersos, sin comunicación entre sí	Se toman acciones para evitar duplicidades en los procesos y las tecnologías	Se integran los procesos junto a las tecnologías a nivel empresarial, adquiriendo un carácter más estándar	Los sistemas de procesos basados en la tecnología se modularizan creándose una única estructura con un lenguaje común
Toma decisiones(TD)	Se dificulta por la falta de información oportuna y ágil de los procesos	Se enfoca en disminuir los costos empresariales	Se facilita producto a que la información se gestiona a través de la tecnología	La información que muestran los procesos digitalizados permite tomar decisiones inmediatas

Paso 5. Procesar el cuestionario y obtener resultados

Para el procesamiento de la encuesta se utiliza el programa de Microsoft Excel, determinando dentro del conjunto de elementos evaluados por cada capa cuáles presentaron deficiencias, teniendo en cuenta las respuestas.

Paso 6. Determinar brechas existentes entre el negocio y la tecnología

A partir de los resultados obtenidos se realizó un estudio de las causas que provocaron las deficiencias en las variables estudiadas. Para ello se analizó información complementaria brindada por las empresas y se utilizó el Diagrama causa-efecto como herramienta de diagnóstico. Teniendo en cuenta la información obtenida a partir del análisis de los resultados, se le otorgó un valor a cada variable atendiendo a su desempeño mediante la escala Likert donde: 1: muy buen comportamiento dentro de la arquitectura empresarial, 2: buen comportamiento, 3: comportamiento aceptable, 2: comportamiento casi inaceptable y 5: comportamiento inaceptable.

Paso 7. Determinar nivel de madurez de la arquitectura empresarial

El siguiente paso fue agrupar las variables teniendo en cuenta su nivel de relación con los atributos generales definidos en la clasificación de evaluación del nivel de madurez (tabla 1). El nivel de relación de variables y atributos se determinó a partir de la aplicación de la matriz de N espacios para cada una de las dimensiones en cada una de las empresas caso de estudio, para su obtención se utilizaron técnicas como el análisis documental, el Inograp, diagrama de Relaciones, diagrama Pareto y diagrama de Afinidad [22]. Esta herramienta permite darle mayor importancia al atributo-variable de relación muy fuerte, tenido en cuenta como elemento clave en el momento de ubicar un atributo en un nivel determinado de madurez.

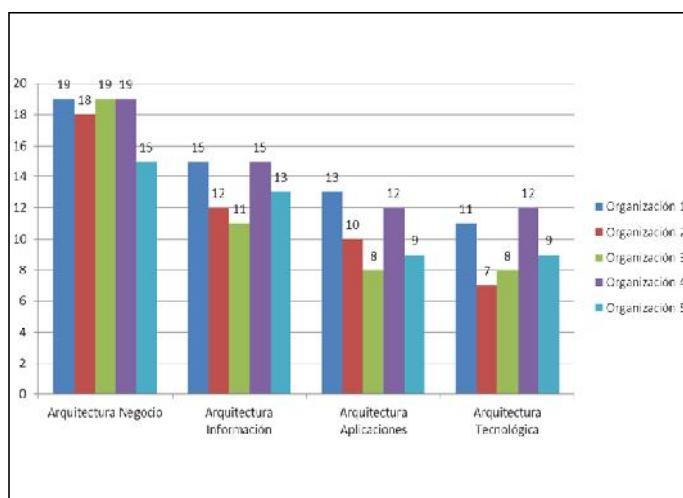


Fig. 1. Respuestas satisfactorias de elementos evaluados por cada capa de la arquitectura empresarial. Fuente: Elaboración propia

RESULTADOS

Como resultado de aplicar y procesar el cuestionario se detectaron brechas con respecto a la falta de habilidades para manejar los cambios fundamentalmente en la capa de Aplicaciones y Tecnológica, desintegración de la infraestructura tecnológica y las aplicaciones, algunos sin enfoque hacia el cumplimiento de los objetivos de la empresa, así como desaprovechamiento de las tecnologías para la gestión de la información. En la figura 1 se puede observar que la mayoría de las respuestas satisfactorias se concentran en la Capa de Negocio, lo que indica una buena capacidad organizativa de las empresas.

Se diseñó un diagrama causa-efecto (figura 2) como resumen de las principales debilidades que presentan actualmente estas empresas, como parte del diagnóstico, que otorga elementos para decidir certeramente en qué nivel de madurez se encuentra cada arquitectura empresarial.

La evaluación de cada empresa tuvo como antecedente la construcción de la matriz de N espacios en cada una de las dimensiones. En la figura 3 se muestran las matrices obtenidas de la Capa tecnológica en cada empresa analizada. La determinación del nivel de madurez a través de las etapas arrojó como resultados que todas se encuentran en el nivel 0, determinado principalmente por la tendencia a desarrollar aplicaciones tecnológicas para resolver problemas de gestión en cada uno de los procesos claves y estratégicos, cuya implementación provoca gastos excesivos de tiempo en los procesos al no existir una conexión entre los sistemas que permita agilizar el flujo de información dentro de un departamento y entre las distintas áreas de la empresa, algunas tecnologías no responden a los objetivos estratégicos de la empresa e implican altos costos de inversión, muchos procesos están documentados pero no digitalizados, por lo que su gestión para alcanzar los objetivos estratégicos se dificulta.

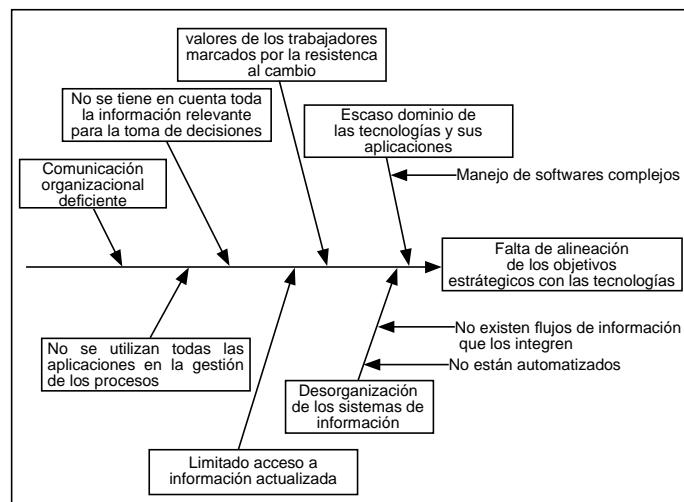


Fig. 2. Diagrama causa-efecto. Principales debilidades que afectan la alineación del negocio con la tecnología. Fuente: Elaboración propia

GO	C	AAE	AT-P	AT-DE	P	CO	PN/T	H	LO	EPT	TD
SP	F	F	N	N	F	F	D	F	F	N	F
IA	N	F*	F	F*	N	F*	F	F	F	N	F
AO	F	F*	F*	F*	F	N	F*	F*	F*	F*	F*
EG	F	N	F	F	F	F	N	F	N	F*	F
CT	F	N	F*	N	F	F*	F	F*	N	F*	F
AT	F*	F*	F	F	F	F	F*	N	N	F	F
HU	F	F*	F	F*	F	F	N	F*	N	F	F
LET	F	F*	F	F*	F	F	N	F	N	F	F
CI	F	N	F	F	F	F*	F	F	F	F	F*

Empresa 1

GO	C	AAE	AT-P	AT-DE	P	CO	PN/T	H	LO	EPT	TD
SP	F*	F	F	F	F	F	N	F	F	N	F
IA	F	F	F	F	F	F*	F	F	F	N	F
AO	F	F*	F	F	F	F*	F	F*	F*	F*	F*
EG	F	N	F	F	F	F	F	F	F	N	F
CT	F	F	F*	N	F	F*	F	F*	F*	F*	F*
AT	F*	F	F	F	F	F	F	F	F	N	F
HU	F	F*	F	F	F	F*	F	N	F*	F	F
LET	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
CI	F	N	F	F	F	F*	F	F	F	F	F*

Empresa 2

GO	C	AAE	AT-P	AT-DE	P	CO	PN/T	H	LO	EPT	TD
SP	F	F	F	F	F	F	N	F	F	N	F
IA	F	F	F	F	F	F*	F	F	F	N	F
AO	F	F*	F	F	F	F*	F	F*	F*	F*	F*
EG	F	N	F	F	F	F	F	F	F	N	F
CT	F	F	F*	N	F	F*	F	F*	F*	F*	F*
AT	F*	F	F	F	F	F	F	F	F	N	F
HU	F	F*	F	F	F	F*	F	N	F*	F	F
LET	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
CI	F	N	F	F	F	F*	F	F	F	F	F*

Empresa 3

GO	C	AAE	AT-P	AT-DE	P	CO	PN/T	H	LO	EPT	TD
SP	F	F	F	F	F	F	N	F	F	N	F
IA	F	F	F	F	F	F	F	F	F	N	F
AO	F	F*	F	F	F	F	F	F	F	N	F
EG	F	N	F	F	F	F	F	F	F	N	F
CT	F	F	F	F	F	F	F	F	F	N	F
AT	F*	F	F	F	F	F	F	F	F	N	F
HU	F	F*	F	F	F	F	F	F	F	N	F
LET	F	F	F	F	F	F	F	F	F	N	F
CI	F	N	F	F	F	F*	F	F	F	N	F

Empresa 4

GO	C	AAE	AT-P	AT-DE	P	CO	PN/T	H	LO	EPT	TD
SP	F	F	F	F	F	F	N	F	F	N	F
IA	F	F	F	F	F	F	F	F	F	N	F
AO	F	F*	F	F	F	F	F	F	F	N	F
EG	F	N	F	F	F	F	F	F	F	N	F
CT	F	F	F	F	F	F	F	F	F	N	F
AT	F*	F	F	F	F	F	F	F	F	N	F
HU	F	F*	F	F	F	F	F	F	F	N	F
LET	F	F	F	F	F	F	F	F	F	N	F
CI	F	N	F	F	F	F*	F	F	F	N	F

Empresa 5

Nomenclatura de las variables

SP-Soporte tecnológico a los procesos claves, estratégicos y de apoyo

IA-Integración y correspondencia del soporte tecnológico con las aplicaciones

AO-Alineación del soporte tecnológico a las necesidades y objetivos estratégicos

EG-Equipo de gestión de la infraestructura tecnológica

CT-Capacidad de la infraestructura tecnológica para adaptarse a los cambios

AT-Aprovechamiento de la tecnología en la gestión de los procesos

HU-Habilidades de los trabajadores en el uso de la tecnología

LET-Manejo de un lenguaje estandarizado en el uso de las tecnologías

CI-Contribución de las tecnologías al desarrollo de la innovación en la gestión de los procesos

Leyenda

F*(Muy Fuerte): Relación de gran influencia

F (Fuerte): Relación de influencia fuerte

N (Normal): Relación de influencia simple

D (Débil): Relación de influencia débil

Fig. 3. Matriz de N espacios.Capa tecnológica. Fuente: Elaboración propia

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de las empresas casos de estudio muestran que existe una concepción de la tecnología como herramienta de apoyo a los procesos, y no como sistemas que gestionan los procesos de negocio que dan valor de proactiva y eficiente, dirigiendo las actividades empresariales hacia el logro de los objetivos estratégicos.

El diagnóstico realizado confirma que no basta tener una buena organización de los procesos y sistemas de gestión que los soporten, es necesario el uso eficiente de la tecnología dado que la información que se gestiona en la empresa es creciente y cambiante en el tiempo. Es por ello que no solo basta con tener personal especializado en las funciones principales de la organización, se necesita que los trabajadores aprendan a manejar la tecnología en función de potenciar su desempeño en los procesos, fortalezcan la innovación y asimilen los cambios como sucesos desarrolladores. Es cierto que muchas empresas cubanas carecen de recursos para acceder a la información y gestionarla, pero se ha comprobado a través de este estudio que se acometen inversiones en tecnología en desacuerdo con las necesidades empresariales, lo que se traduce en inutilización de los mismos y por supuesto altos costos para las organizaciones.

Asimismo, se observa una marcada desconexión entre los sistemas de información de las empresas lo que ha provocado que exista duplicidad de la información, e incluso, que se gestione un mismo dato en varios sistemas con igual propósito aumentando el tiempo del proceso y provocando desgaste y desmotivación en el trabajador, e influyendo además en la calidad de la información final para la toma de decisiones.

El diseño preliminar propuesto ha permitido definir los elementos particulares de la arquitectura empresarial a los que hay que poner énfasis en su solución, lo que hubiera resultado complejo si la evaluación de la arquitectura estuviera basada en el comportamiento de variables genéricas como ha sido desarrollado por algunos autores en la literatura. El tránsito de un nivel a otro de madurez está determinado por la capacidad y disposición de toda la organización para solucionar las problemáticas detectadas, ello implica además una alta dosis de sostenibilidad en el tiempo de las mejoras a implementar que contribuyan a un desarrollo incremental del conocimiento organizacional y la tecnología en función de los objetivos de la empresa.

CONCLUSIONES

El trabajo realizado constituye un primer acercamiento a lo que devendrá un modelo de madurez para la AE, en tanto permite evaluar el estado de alineación entre

las tecnologías y el negocio en las empresas, a través de evaluar variables fundamentales en cada capa de la arquitectura empresarial.

En particular el diseño del cuestionario contribuyó a:

- Identificar las variables y elementos que caracterizan las capas de la arquitectura empresarial, así como los atributos para evaluar el nivel de madurez de dicha arquitectura.
- Relacionar las variables y atributos identificados a partir de la matriz N espacios, teniendo en cuenta los diferentes contextos empresariales.
- Evaluar el comportamiento de las variables características de cada capa de la arquitectura, con el objetivo de focalizar las áreas de mejora de la gestión empresarial en función de alinear las tecnologías con los objetivos del negocio.

A partir de la aplicación del cuestionario en las empresas caso de estudio se obtuvieron los siguientes resultados:

-La Capa de negocio es la más fortalecida, lo que indica que se deben dirigir los esfuerzos hacia la Gestión de la Información y el Uso de la Tecnología como soporte a la toma de decisiones.

-Todas las empresas se encuentran en el nivel: Silo del negocio, lo cual quiere decir que las tecnologías no se involucran totalmente en la gestión de los procesos, no contribuyen a incrementar el crecimiento empresarial.

El valor fundamental del trabajo radica en que se aborda la evaluación del nivel de madurez de la arquitectura empresarial, desde una perspectiva de evaluar sus capas componentes, abriendo un punto de vista para el debate y el intercambio. El enfoque propuesto constituye la base para el desarrollo de un futuro modelo de madurez de la arquitectura empresarial.

REFERENCIAS

1. CUENCA GONZÁLES, Llanos. *et al.* "Lograr la alineación estratégica de negocio y las tecnologías de la información a través de Arquitecturas Empresariales: Revisión de la Literatura". En: *Actas de 5th International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management*, XV Congreso de Ingeniería de Organización, 2011, pp. 1061-1070.
2. JONKERS, Henk *et al.* "Concepts for modeling enterprise architecture". *Revista International Journal of Cooperative Information Systems*, septiembre, 2004, vol. 13, núm. 3, pp. 257-287. ISSN:02188430. Disponible en Web: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=c25f2c4b-c6cc-4c8a-8ce7-f5f2d84236e5%40sessionmgr4003&vid=5&hid=4104> [consultado febrero de 2014].
3. ARIAS, Jorge. "Arquitectura Empresarial: Visión, Propuesta de Valor y Experiencias en la adopción". En: *Actas de III Foro Nacional de Arquitectura de TI*, 2011, pp.12-22.
4. HERNÁNDEZ SANTUARIO, Eloísa Itzé. "Arquitectura Empresarial como práctica para mantener la estabilidad de los sistemas de una organización". *Revista UPI/CSA*, *Tecnología Ciencia y Cultura*, mayo-agosto, 2008, vol. 6, núm. 47 pp. 14-18. ISSN: 0187-6325. Disponible en Web: <http://www.repositorydigital.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/5392/47-3.pdf?sequence=3>. [consultado febrero de 2014].
5. SIMON, Daniel; FISCHBACH, Kai; SCHODER, Detlef. "An Exploration of Enterprise Architecture Research". *Communication of the Association of Information Systems*. January, 2013, vol. 32, article 1, pp. 1-72. ISSN: 1529-3181. Disponible en Web: <http://aiselaisnet.org/cais/vol32/iss1/1> [consultado febrero de 2014].
6. TAMM, Toomas; SEDDON, Peter B.; SHANKS, Graeme; REYNOLDS, Peter. "How Does Enterprise Architecture Add Value to Organizations?". *Communication of the Association of Information Systems*. March, 2011, vol. 28, article 10, pp. 141-168. ISSN: 1529-3181. Disponible en Web: <http://aiselaisnet.org/cais/vol28/iss1/10> [consultado febrero de 2014].
7. AIER, Stephan. "An Engineering Approach to Enterprise Architecture Design and its Application at a Financial Service Provider". En: *Actas de Proceedings Modellierung betrieblicher Informations systeme (MobIS 2008)*, 2008, pp.115-130.
8. D. ARANGO, Martín; LONDOÑO SALAZAR, Jesús E.; ZAPATA CORTES, Julián E. "Arquitectura Empresarial - una visión general". *Revista Ingenierías*, Universidad de Medellín, enero-junio, 2010, vol. 9, núm. 16, pp.101-111. ISSN: 1692-3324. Disponible en web: <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v9n16/v9n16a09.pdf>. [consultado febrero de 2014].
9. VAN DER RAADT, Bas; VAN VLIET, Hans. "Designing the Enterprise Architecture Function". *Springer-Verlag Berlin Heidelberg*. Octubre, 2008, vol. 5281, núm. 5, pp. 103-118. ISSN: 0302-9743. Disponible en Web: <http://www.cs.vu.nl/~hans/publications/y2008/QoSA08-EAF.pdf> [consultado en abril de 2014].
10. PORRAS CEDEÑO, Gerardo. "Arquitectura Empresarial" [en línea]. Club de Investigaciones Tecnológicas, San José, Costa Rica [ref. septiembre de 2008]. Disponible en: <http://www.clubinvestigacioncr.com/docs/arquitecturaempresarialinforme40.pdf> [consultado en abril de 2014].
11. D. ONANTES, Sandra *et al.* "Arquitecturas Empresariales: gestión de los procesos de negocios. Arquitecturas orientadas a servicios ¿se relacionan?". *Tecnura*. 2009, vol. 13, núm. 25, pp. 136-144. ISSN: 2248-7638. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=257020617013> [consultado en abril de 2014].
12. MARIN-ORTEGA, Pablo Michel *et al.* "Arquitectura para el diseño de soluciones de inteligencia de negocio". En: *Actas de XV Convención y Feria Internacional Informática 2013, III Taller Internacional Las TIC en la gestión de las organizaciones*, 2013 ISBN 978-959-7213-02-4.
13. LLERENA FERRER, Raimundo. "Definición de una estrategia de transición de la Arquitectura Empresarial".

- En: *Actas de XV Convención y Feria Internacional Informática 2013, III Taller Internacional Las TIC en la gestión de las organizaciones, 2013*. ISBN 978-959-7213-02-4.
14. **VAN GREMBERGEN, Wim et al.** "Structures, Processes and Relational Mechanisms for IT Governance" [en línea]. *Idea Group Inc.* [ref 2004] Disponible en Web: http://pdf.aminer.org/000/245/167/it_governance_structures_processes_and_relational_mechanisms_achieving_it_business.pdf. [consultado febrero de 2014].
15. **STEENBERGEN, Marlies Van. et al.** "An Instrument for the Development of the Enterprise Architecture Practice". En: *Actas del 9th International Conference on Enterprise Information Systems*. ICEIS, pp. 14–22 , 2007. ISBN: 978-3-540-88709-6.,
16. **NASCIO**. *Enterprise Architecture Maturity Model*; versión 1.3. [en línea] National Association of State Chief Information Officers (NASCIO). [ref diciembre 2003] Disponible en Web: <http://www.nascio.org/publications/documents/nascio-eamm.pdf> [consultado mayo 2011].
17. **OMB**. *Enterprise Architecture Assessment Framework v3.1*. [en línea] Executive Office of the President of the United States, Office of Management and Budget [ref 2009]. Disponible en Web: http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/omb/assets/fea_docs/OMB_EA_Assessment_Framework_v3_1_June_2009.pdf. [consultado febrero de 2014].
18. **HARRELLA, J., Michael; P. SAGE, Andrew.** "Enterprise architecture and the ways of Wickedness". *Revista Information Knowledge Systems Management*. Julio, 2010, vol 9. núm. 3-4, pp. 197–209. ISSN: 1389-1995. Disponible en web: <http://iospress.metapress.com/> [consultado febrero de 2014].
19. **VAN DER RAADT, Bas et al.** "Alignment and Maturity Are Siblings in Architecture Assessment". *Springer-Verlag Berlin Heidelberg*. Junio, 2005, vol. 3520, núm.1, pp. 359-369. ISSN: 0302-9743. Disponible en web: <http://www.few.vu.nl/~hans/publications/y2005/CAiSE05-MAAM.pdf> [consultado marzo de 2014].
20. **POWER Brad**. "Michael Hammer's Process and Enterprise Maturity Model". [en línea] [ref 2007]
- Disponible en web: <http://www.bptrends.com/publicationfiles/07-07-ART-HammersPEMM-Power-final1.pdf>. [consultado febrero de 2014].
21. **HITE, Randolph C.** "The Federal Enterprise Architecture and Agencies' Enterprise Architectures Are Still Maturing" [en línea]. United States General Accounting Office [ref Mayo 2004]. Disponible en Web: <http://www.gao.gov/new.items/d04798t.pdf>. [consultado mayo 2011].
22. **GARCÍA GÓMEZ Juan; SOLTURA LACERIA, Ariel; ALFONSO ROBAINA, Daniel**. "Matriz de N espacios: una nueva herramienta de dirección para la solución de problemas cualitativos". *Revista de Ingeniería Industrial*. Noviembre-diciembre, 2007, vol. 28, núm. 3, pp. 40-43. Disponible en Web: <http://rii.cujae.edu.cu/index.php/revistaind/article/view/86/64>. [consultado febrero de 2014].

AUTORES

Annette Malleuve Martínez

Ingeniera Industrial, Profesora Adiestrada, Centro de Estudios de Técnicas de Dirección (CETDIR), Facultad de Ingeniería Industrial, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae, La Habana, Cuba.

Daniel Alfonso Robaina

Doctor en Ciencias Técnicas, Centro de Estudios de Técnicas de Dirección (CETDIR), Facultad de Ingeniería Industrial, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae, La Habana, Cuba

Mavis Lis Stuart Cárdenas

Ingeniera Informática. Máster en Informática Aplicada, Profesora Auxiliar, Departamento de Sistemas de Dirección, Facultad de Ingeniería Industrial, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae, La Habana, Cuba

Approach to Evaluation of Maturity Level in Enterprise Architecture

Abstract

The current business competitiveness is given by a high capacity of these to adapt and be flexible to change, the context in which are important enterprise architectures that align technology with business goals. One way to achieve such alignment is through the application of models to assess the maturity to move to the architecture of the current state to the desired state. The literature of process maturity models, information systems, frameworks and even enterprise architecture, evaluating variables generally organizational performance, but lacks a maturity model to assess these variables within each dimension enterprise architecture with an integrated approach, making more specific areas for improvement. This article guidelines for assessing the level of maturity of enterprise architecture from a theoretical elements based on the size of enterprise architecture and a set of phases to determine the maturity level of the architecture are proposed based questionnaire pattern analysis measuring the maturity level proposed by some authors. Finally results of the application of the instrument in some Cuban companies leaders in the use of technology are presented.

Key words: enterprise architecture, maturity level