Propuesta de una Arquitectura Empresarial para una Instituciones de Educación Superior como un apoyo a su desarrollo frente a los retos del Siglo XXI

Santiago Cely, Claudia Patricia.
claudia.santiago@escuelaing.edu.co
Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito

Resumen—Las Instituciones de Educación Superior (IES) tienen grandes retos que afrontar en el siglo XXI, para esto puede contar con un aliado estratégico, las Tecnologías de Información y Comunicaciones (TI). Del buen uso de las TI y su alineación con el negocio dependerá el que dichas tecnología maximicen las capacidades de la Institución. La Arquitectura Empresarial (AE) es la respuesta para lograr la compenetración entre la institución y las TI. Este artículo presenta una propuesta de AE para las IES de tamaño mediano.

Índice de Términos—Arquitectura empresarial, tecnología en IES, administración de IES.

I. INTRODUCCIÓN

Las instituciones de Educación Superior (IES) tienen una gran responsabilidad en la formación de personas que respondan a las necesidades de la humanidad y en construir o hacer uso de nuevo conocimiento en pro de la sociedad del siglo XXI. A la luz de estas premisas, las IES tienen una serie de retos a los que deben responder, retos a nivel de formación, internacionalización, nuevas metodologías, investigación e innovación. Para ello, cuentan en primera instancia con su recurso humano, el cual constituye sus activos más importantes, y por supuesto, otros de sus activos claves son sus instalaciones físicas, laboratorios y demás infraestructura que le permite llevar a cabo su labor. Pero adicionalmente, en la actualidad, cuenta con gran cantidad de avances tecnológicos (TI) que podrían convertirse en apalancadores de su negocio.

Ahora, con el gran abanico de posibilidades de inversión en TI surge la preocupación de seleccionar las tecnologías adecuadas, que respondan a las necesidades de la institución y que le permitan ser más competitivas. Entre otras, se quiere contar con soluciones a largo plazo, con inversiones que potencialicen las capacidades de la institución, fáciles de usar y que su crecimiento se pueda modularizar, Pero lograr todo esto no siempre es fácil, es muy común encontrar decisiones en TI que no responden al negocio sino a TI en sí mismo, aplicaciones que suplen parcialmente las necesidades de la institución, soluciones que presentan bajos niveles de comunicación con el resto de sistemas de la institución y muchas veces, soluciones poco amigables.

Para lograr una buena alineación de TI al negocio, y en este caso particular, a las necesidades y objetivos de la IES se debe construir la estrategia de TI a la luz de la estrategia del negocio. La Arquitectura Empresarial (AE) permite contar con una visión completa de la institución y sus metas de negocio y a partir de esto permite construir el entorno de TI de tal manera que éste último esté sincronizado con la visión de la institución. La AE puede permitir que la IES saque un mayor provecho de sus inversiones en TI y que puedan ser un diferenciador de negocios importante que le permitan mantenerse o mejorar frente a su competencia, dando un mejor servicio a sus usuario, siendo más productivos e innovando en la prestación de sus servicios.

Este artículo presenta un resumen de la propuesta de arquitectura empresarial para una Institución de Educación Superior de tamaño mediano como resultado del trabajo de grado[1] realizado con el objetivo de optar por el título de Magister en Gestión de Información. Para esto, la primera parte estará dedicada a presenta un marco teórico relacionado, por un lado, con las IES y los retos que afronta en el nuevo siglo y por el otro lado, con la AE, es decir, qué es, cómo ésta puede maximizar la utilidad de TI, marcos de referencia para su construcción y las razones de selección de TOGAF® como guía en el desarrollo de esta propuesta. Y la segunda parte presentará la propuesta como tal de AE para una IES.

II. LA UNIVERSIDAD DEL SIGLO XXI

1) Problemática

Las Instituciones de Educación Superior, de la misma forma que cualquier otro tipo de empresa u organización, se apoya en una gran cantidad de sistemas de información para su operación, de igual manera, tiene una serie de datos de diferente índole que le permiten llevar a cabo su labor y muchos de ellos se convierten en parte de sus activos. Además, muchos de estos datos pueden ser usados como insumo en los procesos de toma de decisiones a nivel operativo y directivo dentro de la institución.

Tradicionalmente, y en muchos casos debido a la manera como han crecido, en muchas organizaciones los sistemas de información y los datos permite bajos niveles de integración, baja calidad de datos y bajo nivel de reúso de componentes,

[1] [24]

todo esto les dificulta aprovechar las TI para su beneficio y no puedan responder a la velocidad que requiere el mundo de hoy que los negocio cambien o se adapten a nuevas situaciones y necesidades. Las instituciones de Educación Superior no son la excepción a esta afirmación, al igual que las demás empresas, cuentan con sistemas de información de múltiples tipos y no siempre se comunican entre ellos, igualmente, cuentan con una gran cantidad de datos producto de su operación, pero no están integrados, en muchos casos están duplicados y desactualizados y no están disponibles cuando se requieren. Algunas veces tampoco poseen con una infraestructura tecnológica planeada que cuente con los niveles de seguridad adecuados para la información que manejan, hay diferentes procesos de negocios con las mismas actividades por toda la compañía y cada uno apoyado por diferentes sistemas, es normal encontrar datos que son tomados manualmente de un sistema para introducirlos en otro y no se tiene una buena imagen de TI como apoyo al negocio [1].

La integración de las tecnologías de información como elemento estratégico dentro de las organizaciones es un asunto clave, es la manera como se logra que las inversiones en TI realmente se conviertan en motor de cambio o en generación de valor a la empresa y sus clientes. El diseño y la implantación de una arquitectura empresarial en una organización buscan lograr dicha integración, de tal manera que para la empresa TI sea un aliado y no se convierta en un gasto. Las Instituciones de educación superior también deben lograr esta integración, de tal manera que aprovechen de mejor manera todos los recursos de TI con que cuentan y sean un elemento apalancador de su estrategia.

B. Los retos de las IES del siglo XXI

Para el siglo XXI, se encuentran varios retos que las IES deben afrontar en sus papeles de formación e investigación así como en su relación con la sociedad.

- "La producción y la divulgación del conocimiento --la investigación y la enseñanza-- ya no son actividades autónomas, que se llevan a cabo en instituciones relativamente aisladas. Ahora implican una interacción con otros diversos productores de conocimiento. En estas circunstancias, las vinculaciones entrañarán más y más el aprovechamiento del potencial de las nuevas tecnologías de información y comunicación" [3].
- Según [3], [4] y [5], uno de los grandes pilares de la educación superior del nuevo siglo es el conocimiento, la producción, transmisión y aplicación de conocimiento y la gestión del mismo. Es clave crear sistemas de gestión de conocimiento, redes de investigación y mecanismos de "conectividad" eficaces y efectivos entre ellos, que le permita a las universidades y otros organismos "la asociación basada en el interés común, el respeto mutuo y la credibilidad" [4].
- Para [4], la educación superior tiene grandes restos respeto en la prestación de su servicio en relación a la financiación, la igualdad de acceso y finalización a las personas, la capacidad de los estudiantes, la equidad de género, la formación basada en competencias, la calidad de la enseñanza, la investigación, la competencia entre instituciones, la capacidad de absorción del mercado de sus egresados y la capacidad de generar acuerdos interinstitucionales benéficos para todas las partes.
- El aprovechamiento a todo nivel de las nuevas tecnologías de información y comunicaciones como facilitador del cumplimiento de las funciones de las instituciones de Eduación superior, desde la formación, pasando por la investigación y hasta la gestión de la misma. La UNESCO, en [4], artículo No. 12, presenta una lista de posibles acciones a realizar para aprovechar las TIC, las cuales se pueden resumir en: Construcción de redes para el intercambio de experiencias, construcción de nuevos entornos pedagógicos, aprovechar las TIC para corregir las desigualdades de las personas, adaptar las TIC al entorno local, fortalecer la sociedad del conocimiento y transformar las IES apoyados en TIC.
- Otro aspecto que aparece es la necesidad del trabajo entre universidades. Cada vez más se incentiva el trabajo entre instituciones universitarias a nivel nacional e internacional. Se habla de la transdisiplinariedad como un nivel mayor de integración entre diferentes disciplinas comparado con la interdisiplinariedad[2] [3]
- La virtualidad como herramienta de apoyo en la educación, virtualidad del aula, de la biblioteca, de los laboratorio, etc., que permite traspasar las fronteras físicas. Las herramientas de comunicaciones (correo electrónico, blogs, etc.) que permite la interacción con estudiantes y profesores/investigadores de cualquier lugar del planeta. De igual manera, se debe ir hacia la generación de contenidos digitales, objetos de conocimiento que enriquezcan el proceso de formación.
- La educación superior se enfrenta también al fenómeno de la globalización, así que el reto para las instituciones crece aún más, la competencia ya no es sólo local, ahora es global y se deben buscar nuevos esquemas o modelos que le permita reaccionar a esto. Por ejemplo, la movilidad internacional a través de programas conjuntos las dobles titulaciones o los intercambios de estudiantes y profesores/investigadores han sido una respuesta a esta situación.
- Morin en [6], sostiene que la universidad del siglo XXI deberá centrase en la formación de un "ciudadano planetario", concentrado en pensar e interactuar con los nuevos problemas y epistemologías que plantea la sociedad actual. También insiste en que la universidad

[2] Transdisciplinariedad: "La transdiciplinariedad se asocia con el desplazamiento de los intereses de los científicos desde la ciencia unificada hacia el estudio de las propiedades de sistemas complejos. Para entenderlos se requiere un enfoque centrado en los problemas que será transdisciplinario porque cuando se logra una comprensión suficiente, no es posible dividirla en los componentes de las disciplinas que la integraron, ni reducirla a ellos" [6]

deberá formar para la vida, el sentido, la pasión y la transformación del mundo.

Adicionalmente se encuentran algunas investigaciones desde hace ya varios años, décadas a decir verdad, relacionadas con las necesidades de TI en los procesos educativos y en la problemática que las IES deben afrontar como desarrollo futuro si quieren seguir vigentes, aunque es de aclarar que no se encuentran investigaciones específicas alrededor de la AE en IES (algunas de ellas hacen mención a la gestión universitaria, aunque lo hacen superficialmente). Entre las investigaciones se pueden citar:

- Es clave el utilizar las TI para mejorar los procesos educativos, pero esto implica retos a nivel metodológico, no se trata de incluir computadores en el aula de clase. Se debe buscar que las TI agreguen valor a los procesos de enseñanza/aprendizaje en el aula, debe proveer ambientes de aprendizaje colaborativos, geográficamente y temporalmente distribuidos y distintos a lo que tradicionalmente se ha hecho [7].
- En su investigación [8], Oliveira señala que: Las universidades necesitan una adecuada estructura organizativa y una gestión competente. Las estrategias deben estar dirigidas a la calidad del servicio y la conciencia de la importancia de los sistemas de información en la difusión y socialización del conocimiento. Los sistemas de información juegan un papel potencialmente importante en la administración universitaria ya que estas instituciones, al igual que todas las organizaciones, son creados para satisfacer las necesidades del cliente. Debe contar con sistemas y datos integrados que la apoyen en los procesos de toma de decisión. La universidad debe hacer una buena gestión de sus procesos de TI para satisfacer a sus usuario (estudiantes y sociedad) en relación a sus ámbitos académicos y de investigación. En la implantación de sistemas de información integrados que se hizo a la Federal University of Rio Grande, lograron mejorar los procesos de la universidad al involucrar en el uso de TI en sus procesos académicos y administrativos.
- Basado en [9], las universidades cuyas estrategias de desarrollo logren superar las limitaciones de planeación, análisis de competencia, innovación y desarrollo y relación con el entorno, estarán en mejores condiciones para aprovechar mejor sus potencialidades y avanzar más aceleradamente.
- Los cambios que están ocurriendo en todo el mundo no solo están afectando a las empresas y a el gobierno, también están llegando a la universidad: aumento de la competencia, mayor exigencia por parte de los usuarios del servicio, incremento en el uso de TI en la vida diaria, mayor distribución de la información en todo el mundo y a todo nivel, nuevas metodologías. El sistema de educación superior se ha transformado en un sistema complejo que está abierto a las influencias externas (nacional e internacional). El sistema se ha convertido en dinámico, requiere control, datos actuales e información [10].

Todas estas necesidades pueden apoyarse en TI para su adecuado desarrollo y TI puede convertirse en pieza clave, diferenciador y facilitador, de cada una de ellas, de tal manera que habilite a las IES para dar respuestas más eficientes e innovadoras y así, responder con mayor rapidez y atino en su quehacer universitario.

III. Arquitectura empresarial

A. *Definición*

La arquitectura empresaria (AE) es una organización lógica de los procesos del negocio y la infraestructura de TI reflejando la integración y estandarización de los requerimientos del modelo operativo de la empresa [1].

La AE provee una visión a largo plazo de los procesos, sistemas y tecnologías de la organización de tal manera que los proyectos que se realicen no sólo respondan a las necesidades inmediatas [1] y en la medida que se vaya perfeccionando la AE en la organización, se va moviendo dentro de un modelo de madurez desde procesos aislados, pasando por estandarización de tecnología y optimización del núcleo del negocio en términos de procesos y datos hasta llegar a una arquitectura que permita extender la oferta de la organización de manera ágil aprovechando la infraestructura de TI con la que cuenta [1].

A través de la arquitectura, la empresa puede modelar su organización y la organización de TI de tal manera que la segunda se desarrolle a partir de las necesidades y perspectivas planteadas desde una perspectiva de negocio. Logrando así que todos los esfuerzos e inversiones que se hagan en tecnología sean vistos realmente como una inversión y no como un gasto. Se trata de llevar a TI y toda su organización a un nuevo nivel, en donde sean vistos como generadores de valor para la organización. Como se menciona en [10] "un **modelo coherente**, unificador e integrador de decisiones **que determina** y revela el propósito de la organización en términos de: **objetivos** a largo plazo, **programas** de acción, y **prioridades** en la asignación de recursos, tratando de lograr una **ventaja competitiva** sostenible a largo plazo y respondiendo adecuadamente a las **oportunidades** y **amenazas** surgidas en el medio externo de la empresa, y teniendo en cuenta las **fortalezas** y **debilidades** de la organización".

B. *Componentes*

La Arquitectura empresarial está compuesta por cuatro arquitecturas así:

1) *Arquitectura de negocio:*

Basado en [10], "Identifica los componentes principales de la organización y su relaciones, para conseguir los objetivos del negocio". Esta arquitectura contendrá elementos de la estrategia de la organización, sus procesos y su interacción en pro de lograr los objetivos planteados, la cadena de valor de la empresa, los procesos que agregan valor, las funciones de negocio realizadas dentro de los procesos y los sistemas primarios implementados. Para su construcción se deben tener en cuenta: El contexto de operación del negocio, la cadena de

valor, el estado futuro del negocio (a corto, mediano y largo plazo), principios arquitectónicos propios de la organización, el análisis de brecha, pautas o directrices y determinación de foco.

2) Arquitectura de datos:

Es una descripción formal de la estructura de componentes de datos de la organización. Proporciona una sólida base para las iniciativas estratégicas como mejoramiento de procesos de negocio, decisiones de cambio o nuevos sistemas o integrar datos para la toma de decisiones [11]. Se hace una revisión del modelo de datos y se diseña la arquitectura a partir de ellos. Se definen responsables de los datos, datos maestros, flujo de los datos, copias, ubicación, descripción de los datos, interacción, fuentes y usos de los mismos.

3) Arquitectura de software o aplicaciones:

Busca proveer un marco de trabajo enfocado en el desarrollo o implementación de aplicaciones para satisfacer los requerimientos y alcanzar la calidad (operatividad, escalabilidad, disponibilidad, rendimiento y seguridad) necesaria para conseguir las necesidades del negocio y cómo se relaciona con otros sistemas y datos de la organización [10]. Se expresa en término de principios que guía todo el ciclo de vida del software en la empresa, desde su concepción y desarrollo hasta su salida de operación y remplazo. Provee pautas para el desarrollo e implementación de aplicaciones, mapas de negocios, requerimientos funcionales de las aplicaciones y muestra la interrelación entre aplicaciones.

En algunas aproximaciones al desarrollo de estas dos últimas arquitecturas se habla de ellas de manera conjunta como Arquitectura de sistemas de información.

4) Arquitectura de tecnología o tecnológico:

Está basada en lo definido en las otras tres arquitecturas), es en este punto en donde todo lo planeado se plasma (se materializa), bases de datos, ambientes de desarrollo, pruebas y producción, plataformas, ambientes virtualizados, sistemas de almacenamiento, sistemas de seguridad, etc., todos afinados para alojar a las otras arquitecturas con el objetivo de proveer el ambiente apropiado a las aplicaciones y los datos que soportan la operación de la organización ahora y a futuro.

C. Marco de referencia seleccionado

Para el diseño de la AE se han desarrollado diferentes frameworks que pueden ser usados como guía en cada etapa de la construcción de la arquitectura. Estos marcos de referencia determina en qué términos se define y documenta dicha arquitectura" [12], al igual que da una guía en el desarrollo de la particular AE de cada organización, los cuales se centran en los artefactos arquitectónicos que deberán generase [13].

Entre los principales marcos de referencia están

- Zachman
- Togaf
- eTOM
- FEAF
- DoDAF
- MAPPMR

Todos estos con alto nivel de reconocimiento de diferentes comunidades mundiales.

Ahora bien, después de haber estudiado los frameworks antes mencionados, para la construcción de la propuesta de arquitectura empresarial para una Institución de Educación Superior, se ha decidido seleccionar el framework TOGAF por las siguientes razones:

1. **Framework libre**: El framework es de uso gratuito para instituciones sin ánimo de lucro lo cual facilita el acceso al mismo y su uso en el proyecto.
2. **Documentación y guías de apoyo**: Además de la especificación del framework para la construcción de AE, cuenta con documentación, artefactos y guías adicionales que facilitan la construcción de los productos de cada fase definida en la metodología ADM.
3. **Reconocimiento internacional**: TOGAF es uno de los frameworks de mayor reconocimiento mundial como apoyo al desarrollo de la arquitectura empresarial de una organización
4. **Framework neutro e integrable**: TOGAF ha sido desarrollado por el Open Group, por lo cual lo hace un framework neutro respecto a herramientas y tecnologías a utilizar y está diseñado de tal manera que permite una fácil integración con otros framework de AE y otras metodologías.

IV. Propuesta de Arquitectura empresarial para una Institución de Educación Superior

A partir de lo mencionado en las sesiones previas, se puede concluir que la definición de la arquitectura empresarial para cualquier organización, incluyendo a una Institución de Educación Superior, en donde se parta de la estrategia, principios y planes del negocio para llegar a la construcción de la estrategia de TI de la empresa, le podría permitir un mejor aprovechamiento de las Tecnologías de Información y Comunicaciones en su quehacer diario y en el logro de sus proyectos y objetivos a más largo plazo.

La clave para que esto se logre de la manera deseada, es definir cuidadosamente la estrategia de negocios. En esa definición es clave tener en cuenta los nuevos desafíos que se ven venir para el siglo XXI para las IES para determinar cuál será la posición de la Institución y definir el norte de la organización. Posterior a esto, contar con una definición de los modelos y arquitectura de negocio, datos, aplicaciones y tecnología, las cuales serán la base para la definición de la arquitectura.

Si se realiza una adecuada implantación de la Arquitectura Empresarial, la IES podrá contar con un modelo integrado de tecnología, bien dimensionado y eficaz. Tendrá una mayor capacidad para responder a las necesidades cambiantes de su entorno y a los retos que el nuevo siglo parece imponerles a instituciones de su naturaleza. Las inversiones en TI que planee y realice estarán guiadas por las necesidades presentes y futuras de la institución y responderán a una organización dada por la AE, lo cual le permitirá una más acertada inversión financiera. La buena administración de los datos, las aplicaciones y la infraestructura, agilizará y hará más efectiva la toma de decisiones y permitir la interoperabilidad con otros sistemas de

la empresa y de terceros.

Ahora bien, tomando como base el framework de arquitectura empresarial TOGAF® Versión 9.1 [14], del Open Group y el proyecto de grado [15], a continuación se presenta una serie de recomendaciones para la construcción de una propuesta de Arquitecturas empresariales para Instituciones de Educación Superior (IES) de tamaño mediano.

A. Fase preliminar y visión de la arquitectura

En primera instancia, se hace una descripción de la IES, en donde se presenta la institución como es actualmente y cuál es su visión de futuro. Entre la información que puede ser recolectada está: principios, misión, visión, objetivos, estructura orgánica, planeación estratégica, impulsores del negocio, tamaño, distribución geográfica, áreas de conocimiento en las que trabaja, programas, comunidad que la conforma (estudiantes, profesores, etc.) y su perfil, al igual que su infraestructura física y tecnológica. Esta información es clave en la construcción de la AE, pues se trata de los pilares y guías para entenderla y buscar apoyar su desarrollo.

Posteriormente, se trabaja en los principios de dicha arquitectura, los cuales son lineamientos de obligatorio cumplimiento durante el diseño de la arquitectura. Estos principios cuentan con una descripción, justificación e implicaciones y se agrupan así:

- **Principios del negocio**: Hace referencia a los principios propios del organización como tal, en este caso, el de la educación.
- **Principios de los datos**: Se refieren a los principios relacionados con los datos que utiliza la institución para su operación.
- **Principios de las aplicaciones**: estos principios guían la construcción o compra de todas las aplicaciones que se utilizan en la institución.
- **Principios de la tecnología**: Se presentan los principios que regulan la inversión y uso de infraestructura tecnológica en la Institución.

Para el caso de esta propuesta, se han definido 22 principios, los cuales se presentan en la figura 1

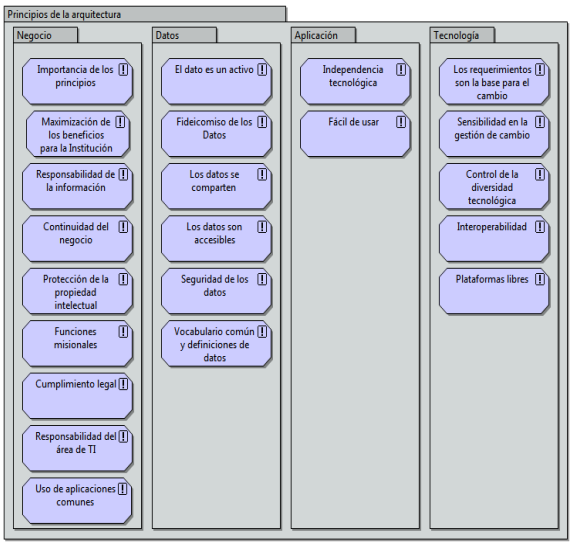

Figura 1: Principios de la Arquitectura

De igual manera, se diseña la gestión de partes interesadas, incluyendo los niveles de poder e interés de cada una en el desarrollo de la Arquitectura, así como el plan de comunicaciones con los mismos.

Finalmente, como parte de esta fase, se determinan el o los objetivos de la Arquitectura. Éstos se buscarán satisfacer con el diseño y la posterior implantación de la arquitectura empresarial de la Institución y serán guía permanente durante el avance del proyecto. Es importante seleccionar a cuáles de ellos se apuntará durante el diseño de la arquitectura y convertirlos en objetivos SMART (S: Específicos, M: Medible, A: Accionables, R: Realistas, T: En un tiempo determinado). Algunas posibles áreas de trabajo de los objetivos pueden ser:

- Mejorar el rendimiento de los procesos de negocios
- Disminuir costos
- Mejorar la operación de la institución y aumentar la eficacia en la gestión
- Reducir el riesgo
- Aumentar la eficiencia en la organización de TI
- Mejorar la productividad de los usuarios
- Mejorar en la portabilidad y escalabilidad
- Mejorar la interoperabilidad
- Mejorar la seguridad

B. Arquitectura de Negocios

Lo primero que se determina para construir la arquitectura de negocio es el contexto de operación de la IES. Aquí se deben tener en cuenta entidades del estado que interactúen con la institución sea por encargarse de su vigilancia o por realizar actividades conjuntas, clientes para los diferentes productos de la institución (académicos, de investigación y desarrollo e interacción con el entorno) y su entorno particular. También deben tenerse en cuenta otras instituciones o empresas con las que se hacen alianzas para prestar sus servicios, proveedores, tipos de servicios que se prestan, aliados estratégicos y recurso humano disponible, entre otros. Ejemplos de esto pueden ser:

- Entidades financieras
- Organismos de gobierno tales como ministerios y gobiernos locales.
- Estudiantes y sus familias
- Programas de pregrado y postgrado
- Otras instituciones educativas
- Centros de investigación
- Bibliotecas
- Patrocinadores o entidades de apoyo
- Organismos de certificación nacional o internacional.

Luego se define el diagrama de procesos con las que debe contar la institución para cumplir con sus objetivos estratégicos al nivel que se requiera. En la gráfica 2, se presentan al nivel más alto los procesos de las IES. Estos procesos se clasifican en:

- Estratégicos
- Misionales
- De apoyo
- De evaluación

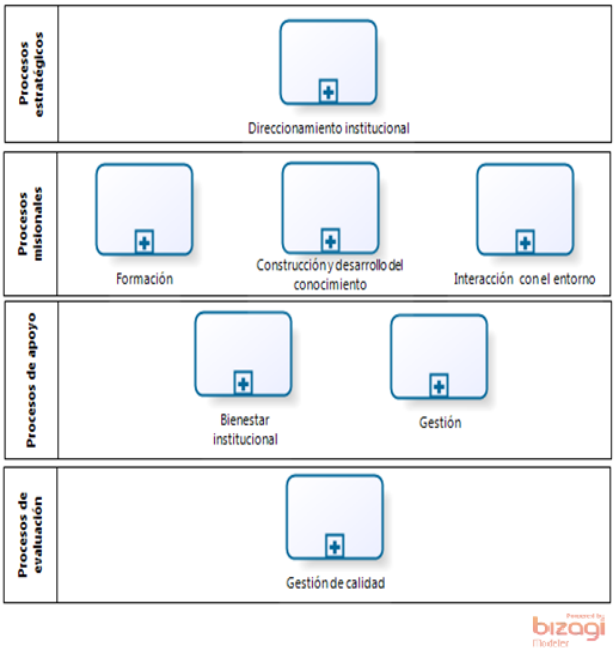

Figura 2 Macroprocesos IES

También se debe construir la cadena de valor deseada para la IES. Para esto se puede utilizar el modelo teórico definido por Michael Porter el cual se presenta en la figura 3.

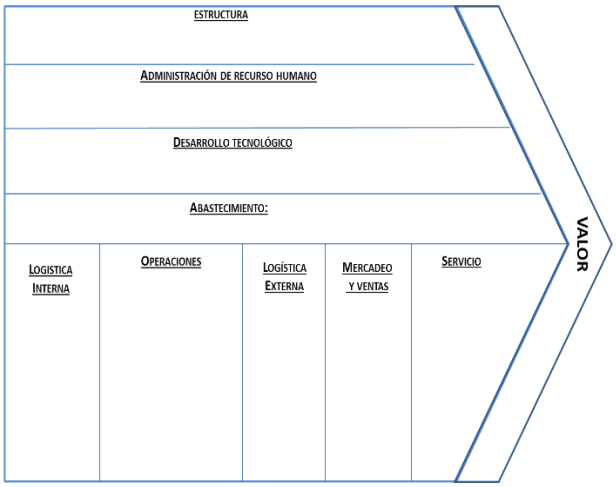

Figura 3: Cadena de Valor IES

Se construyen los diagramas de contexto de proveedores y consumidores de información, los diagramas de flujo de información y el modelo Canvas deseada para la institución particular. En los contextos se revisa quiénes proveen o requiere información para plasmarlo en los diagramas respectivos. En los diagramas de flujo de información se grafican los flujos de información entre procesos de la IES y en el canvas se plasma la radiografía de la institución. Al más alto nivel, el diagrama de flujo de datos se presenta en la figura 4 y el modelo Canvas en la figura 5.

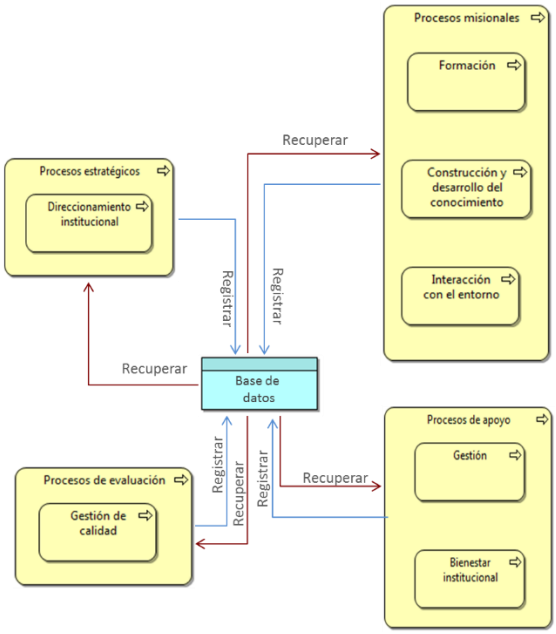

Figura 4: Diagrama de flujo de datos

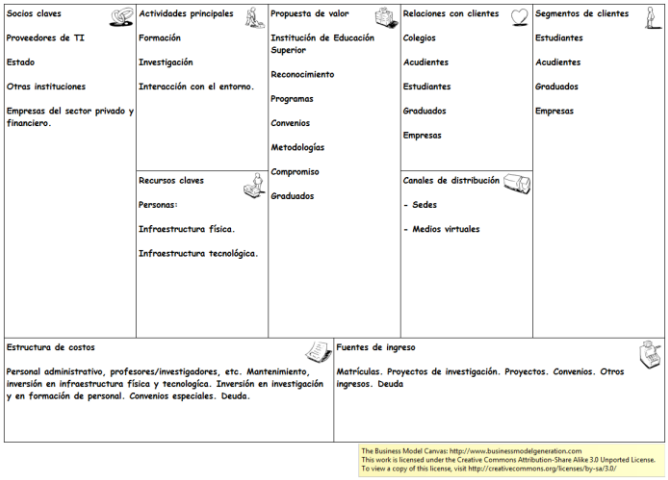

Figura 5: Diagrama Canvas

Con esta arquitectura de negocio objetivo, se procede a realizar un análisis de brecha partiendo de lo que se tiene actualmente y en busca de alcanzar el diseño propuesto para encontrar puntos de mejora y planes de acción para llegar a ésta.

C. Arquitectura de datos

Habiendo construido la arquitectura de negocios y partiendo de ella, se construye la arquitectura de datos. Para el caso de esta propuesta, se puede utilizar el diagrama Entidad/Relación y se documentaron cada una de las entidades definidas. Se definieron 12 conceptos de datos generales, en la figura 6 se presentan estos. A partir de los cuales se debe construir el diagrama entidad relación en donde se especifiquen en forma más detallada las entidades que debe contener y las relaciones entre ellas.

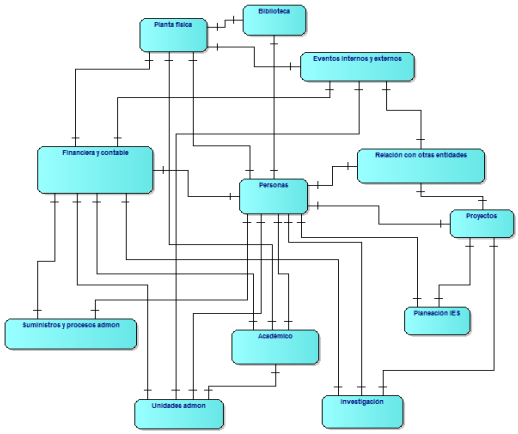

Figura 6: Conceptos de datos IES

Al construir el diagrama E/R, éste se convierte en el nivel de abstracción más alto a nivel de datos de la IES y a partir de la cual se deberá partir cuando se requiera mayor detalle en el momento de realizar una implementación dentro de la institución.

Adicionalmente, se generó la matriz de relación entre procesos y entidades para determinar cuáles entidades se utilizarán en los diferentes procesos y se hizo un análisis de seguridad de datos para determinar su nivel de sensibilidad, en donde se incluyó una revisión a nivel de privilegios de lectura, escritura, modificación y borrado de datos entre las diferentes dependencias de la IES.

Al realizar dicho análisis de seguridad, se evidenció que la mayoría de los datos críticos que la IES administra están relacionados con el registro académico de sus estudiantes y la administración de sus programas, lo cual se observó también en la arquitectura de negocios en el apartado de flujo de datos. Los otros datos críticos son los relacionados con el área financiera de la Institución y con los datos personales de la comunidad institucional. Como conclusión de esa última parte de la Arquitectura de datos, se concluyó que las entidades relacionadas con personas, por contener datos personales y sensibles, deben ser objeto de mayor control y restricción de acceso, modificación y uso en cumplimiento con la ley de protección de datos personales (Ley 1581 de 2012). Estas entidades pueden hacer referencia a Personas, Estudiantes, Empleados, Profesores, Graduados, Participantes e Historiales académicos, Médicos y de Candidatos a programas ofrecidos por la institución.

D. Arquitectura de aplicación

La arquitectura de aplicaciones presenta una descripción de la estructura e interacción de las aplicaciones claves para responder adecuadamente a las necesidades que la IES tiene en materia de sistemas de información. Esta arquitectura está compuesta por una serie de sistemas de información que se integran entre ellos y con los datos de la organización para apoyar a una serie de procesos que la institución realiza para finalmente entregar los servicios a sus usuarios, sean estos internos o externos.

Para la propuesta de arquitectura de aplicaciones de una Institución de Educación Superior se realizó el diseño siguiendo como base la Arquitectura Orientada a Servicios – SOA. Ésta permite generar sistemas escalables, que facilitan la integración entre aplicaciones y dan flexibilidad entre sistemas de diferentes proveedores y estructuras tecnológicas.

Para el caso de la IES, se definieron una serie de sistemas de información que a partir de la publicación de servicios web ponen a disponibilidad una serie de servicios que son consumidos a través de dos buses de servicios, uno el Bus de Servicios Empresariales (BSE) y el otro, el Bus de Servicios Académicos (BSA).

Al BSA permite la interacción desde y hacia el sistema de registro académico y la base de datos académica. Mientras que el BSE permite la interacción a través de servicios web (web services) hacia los demás sistemas de información de la institución y conecta hacia dos bases de datos más, la base de datos administrativa y una base de datos adicional (Dataware House) que contiene información histórica y resúmenes de información institucional para procesos de inteligencia de negocios como apoyo en la toma de decisiones de las directivas y demás funcionarios.

Esta arquitectura estará compuesta por cuatro capas así:

- Capa de presentación
  - Ambiente tipo web
  - Ambiente móvil
- Servicios de negocio
- Aplicaciones
- Datos

Y estará apoyada transversalmente por procesos de monitoreo, seguridad y privacidad, trazabilidad y gobierno de TI.

Finalmente, los servicios de negocios estarán directamente relacionados con los macro-procesos definidos en la arquitectura de negocio y se conectará a los buses de servicios para hacer uso de la capa de aplicaciones.

E. Arquitectura tecnológica

La Arquitectura Tecnológica sugerida para una IES está compuesta por cuatro partes:

- El almacenamiento
- Los servidores
- Los clientes
- La red de computadores

Los cuales deben responder a las necesidades de la Institución basados en la Arquitectura de sistemas de información, es decir, las arquitecturas de Aplicación y Datos.

Ahora, para esta arquitectura se presentan una serie de recomendaciones tecnológicas[3] que deben ser tenidas en cuenta en el momento de realizar un proceso de implantación de la misma. Estas recomendaciones tienen que ver con:

- **Mensajería y colaboración**: Se trata de recomendaciones que permitan realizar comunicaciones ágiles apoyadas en tecnología.

[3] Algunas de las recomendaciones están basadas en [14]

- **Procesamiento y almacenamiento**: Se refiere a recomendaciones relacionadas con los equipos que se usan, sistemas base y almacenamiento de información.
- **Redes de datos y comunicaciones**: Aquí se presentan recomendaciones sobre la red o redes de computadores que permiten la interconexión de la IES hacia el interior y el exterior de la misma.
- **Centro de datos**: Se refiere a recomendaciones específicas para el(los) centro(s) de datos de la IES.
- **Seguridad informática**: Las recomendaciones hacen referencia a características de seguridad que se deben tener en cuenta durante el diseño, implantación y operación específica de la arquitectura tecnológica dentro de la IES.
- **Gobierno de TI**: Se trata de recomendaciones relacionadas con el Gobierno de TI dentro de la IES.

V. Conclusiones

Construir la arquitectura tecnológica a partir del análisis desde un punto de vista de negocio permite dimensionar de una manera más adecuada las necesidades de la organización y cómo TI puede verse como un aliado, un área estratégica y generadora de valor para la Institución.

Las IES deben afrontar un gran reto para responder a las necesidades y expectativas de este siglo y tienen a la mano una gran variedad de apoyos tecnológicos que si son estructurados desde la perspectiva del negocio se pueden convertir en diferenciadores claves en el mercado.

Si las IES adoptan la Arquitectura empresarial como el mecanismo para integrar TI a su misión lograrán llevar los procesos de inversión en TI más eficientes, útiles y acertados, con lo cual lograrán beneficios para ellas en sí mismas y para la comunidad que atienden.

La definición de la AE es la primera fase, pero el verdadero reto viene después de esto, realizar su implantación. Esto requerirá esfuerzos de toda la organización, capacitaciones, nuevas formas de realizar los procesos de TI (desde su selección y compra hasta su implantación y operación), procesos de migración y ajustes, etc. El partir desde un levantamiento del estado actual para llevar a la arquitectura objetivo será la primera etapa de este proceso y constituye la planeación, para luego ir ejecutando según esa guía.

VI. Reconocimiento

En este espacio incluya agradecimientos o reconocimientos a personas que hayan colaborado en la construcción de este artículo.

En este espacio incluya agradecimientos o reconocimientos a personas que hayan colaborado en la construcción de este artículo.

VII. Referencias

[1] J. W. Ross, P. Weill y D. C. Robertson, Enterprise Architecure as strategy, Boston, Massachusetts: Hardvard Business Press, 2006, pp. 1-8; 9; 69-89.

[2] M. Gibbons, «Pertinencia de la educación superior en el siglo XXI,» París, 1998.

[3] Unesco, «Declaración mundial sobre la educación superior en el siglo XXI: visión y acción y marco de acción prioritaria para el cambio y el desarrollo de la educación superior,» París, 1998.

[4] ANUIES, «La educación superior en el siglo XXI,» vol. 107, jul-sep 1998.

[5] E. Morin, Interviewee, *Los principios fundamentales de la educación del siglo xxi. Conversaciones con Edgar Morin.* [Entrevista]. 4 Diciembre 2009.

[6] M. Alavi, Y. Yoo y D. R. Vogel, «Using information technology to add value to managment education,» vol. 40, nº 6, 1997.

[7] L. A. B. Oliveira, N. Veloso Cald, F. C. Barbosa Pereira Queiroz, J. Viegas Queiroz y H. R. Hékis , «Contribution of Integrated Management Systems to University Management: Case Study of the Federal University of Rio Grande Do Norte,» vol. 7, nº 3, 2011.

[8] A. Romillo T. y A. Taboada Z., «La ciencia e innovación tecnológica en el desarrollo de la universidad,» vol. 14, nº 2, 2005.

[9] S. Shoham y M. Perry, «Knowledge management as a mechanism for technological and organizational change management in Israeli universities,» vol. 57, 2008.

[10] J. E. Oramas, *Notas de clase Arquitectura Empresariales avanzadas*, Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2011.

[11] J. K. Andrew y R. Wiggins, «Modelling the Enterprise Data Architecture,» 2003.

[12] M. D. Arango Serna, J. E. Ordoñez Salazar y J. A. Zapata Cortés, «Arquitecturas empresariales - una visión general,» vol. 9, nº 16, 2010.

[13] J. M. Harrell y A. P. Sage, «An enterprise architecture methodology to address the Enterprise Dilemma,» vol. 9, 2010.

[14] The Open Group, Togaf 9.1, Estados Unidos: Open Group. ISBN: 978-90-8753-679-4. Doc No. G116, 2011.

[15] C. Santiago, *Propuesta de Arquitectura empresarial para una Institución de Educación Superior*, Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2013.

[16] Cisco Systems Inc., Cisco Data Center Infrastructure 2.5 Design Guide, USA: Cisco press, November 2, 2011.

Autor

Claudia Patricia Santiago Cely, Ingeniera de Sistemas y Especialista en Software para redes, profesora universitaria con más de 15 años de experiencia en las áreas de infraestructura computacional y seguridad informática. Candidata a Magister en Gestión de Información.