



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

**PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UNA HERRAMIENTA DE INTELIGENCIA DE  
NEGOCIOS COMO AYUDA PARA LA GESTIÓN EDUCATIVA EN LA FACULTAD DE  
INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**Noel Aroldo Ruiz Rivera**

Asesorado por el Ing. César Rolando Batz Saquimux

Guatemala, agosto de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UNA HERRAMIENTA DE INTELIGENCIA DE  
NEGOCIOS COMO AYUDA PARA LA GESTIÓN EDUCATIVA EN LA FACULTAD DE  
INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**NOEL AROLD RUIZ RIVERA**

ASESORADO POR EL ING. CÉSAR ROLANDO BATZ SAQUIMUX

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO EN CIENCIAS Y SISTEMAS**

GUATEMALA, AGOSTO DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Marlon Antonio Pérez Türk
EXAMINADORA	Inga. Sonia Yolanda Castañeda Ramírez
EXAMINADORA	Inga. Floriza Felipa Ávila Pesquera
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UNA HERRAMIENTA DE INTELIGENCIA DE NEGOCIOS COMO AYUDA PARA LA GESTIÓN EDUCATIVA EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, con fecha mayo de 2014.



**Noel Araldo Ruiz Rivera**

Guatemala, 09 de Mayo de 2014

Ingeniero  
Carlos Alfredo Azurdía Morales  
Coordinador de Privados y Revisión de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas  
Facultad de Ingeniería

Respetable Ingeniero Azurdia

Por este medio de la presente hago de su conocimiento que he revisado el trabajo de graduación titulado "PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UNA HERRAMIENTA DE INTELIGENCIA DE NEGOCIOS COMO AYUDA PARA LA GESTIÓN EDUCATIVA EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA" elaborado por el estudiante Noel Aroldo Ruiz Rivera, que se identifica con carné número 2005-12262.

En mi calidad de asesor, he analizado el contenido así como las conclusiones y recomendaciones expuestas y, a mi criterio, el mismo cumple con los objetivos propuestos para su desarrollo.

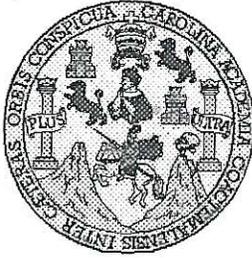
Sin otro particular, me suscribo atentamente



---

Ing. Cesar Batz  
Colegiado No. 8549

**César Rolando Batz Saquimux**  
Ingeniero en Ciencias y Sistemas  
Colegiado No. 8549



Universidad San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

Guatemala, 4 de Junio de 2014

Ingeniero  
**Marlon Antonio Pérez Turk**  
Director de la Escuela de Ingeniería  
En Ciencias y Sistemas

Respetable Ingeniero Pérez:

Por este medio hago de su conocimiento que he revisado el trabajo de graduación del estudiante **NOEL AROLDO RUIZ RIVERA** con carné 2005-12262, titulado: **"PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UNA HERRAMIENTA DE INTELIGENCIA DE NEGOCIOS COMO AYUDA PARA LA GESTIÓN EDUCATIVA EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA"**, y a mi criterio el mismo cumple con los objetivos propuestos para su desarrollo, según el protocolo.

Al agradecer su atención a la presente, aprovecho la oportunidad para suscribirme,

Atentamente,

  
**Ing. Carlos Alfredo Azurdia**  
Coordinador de Privados  
y Revisión de Trabajos de Graduación



E  
S  
C  
U  
E  
L  
A  
D  
E  
C  
I  
E  
N  
C  
I  
A  
S  
Y  
S  
I  
S  
T  
E  
M  
A  
S

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE CIENCIAS Y SISTEMAS  
TEL: 24767644

*El Director de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del asesor con el visto bueno del revisor y del Licenciado en Letras, del trabajo de graduación **“PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UNA HERRAMIENTA DE INTELIGENCIA DE NEGOCIOS COMO AYUDA PARA LA GESTIÓN EDUCATIVA EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA”**, realizado por el estudiante NOEL AROLD RUIZ RIVERA, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.*

**“ID Y ENSEÑAD A TODOS”**



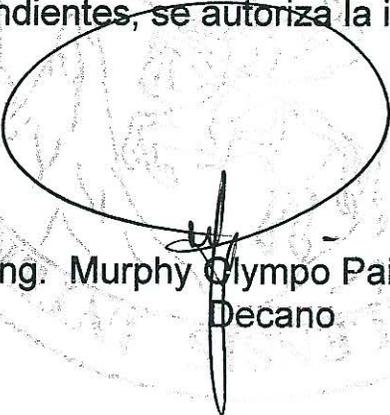
*Ing. Marlon Antonio Pérez Türk*  
*Director, Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas*

*Guatemala, 04 de agosto 2014*



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, al trabajo de graduación titulado: **PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UNA HERRAMIENTA DE INTELIGENCIA DE NEGOCIOS COMO AYUDA PARA LA GESTIÓN EDUCATIVA EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SANCARLOS DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **Noel Aroldo Ruiz Rivera** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

  
Ing. Murphy Glympto Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, agosto de 2014



/cc-

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por su infinito e inmerecido amor, que se manifiesta con cada oportunidad de aprender que le da a mi vida. Gracias.
<b>Mi familia</b>	Marvin Ruiz, Loida Rivera de Ruiz y Benjamín Ruiz. Por su apoyo incondicional, paciencia y tolerancia durante esta aventura.
<b>Inga. María Aguilar</b>	Por su cariño, amistad, valiosos consejos y apoyo en todo momento.
<b>Arq. Juan Balderramos</b>	Por su cariño, y sabios consejos que siempre me han ayudado a ser mejor persona.
<b>Mis abuelos</b>	Luz Angélica Barillas, Encarnación Ruiz, Francisco Rivera y Rutilia Virula. Por su ejemplo de vida amorosa, cariño y consejos, que siempre llevaré en mi corazón.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

- Dios** Por darme la fuerza y entendimiento para completar esta etapa de mi vida.
- Mi familia** Por su amor, consejos, regaños y paciencia, he aquí el resultado.
- Mi asesor** Ing. Cesar Batz, por su invaluable ayuda, tiempo, paciencia y dedicación en la entrega de este proyecto.
- Mis amigos y compañeros de la carrera** Jerry Osorio, Deiby Gómez, Sergio Mancilla, Mayra Morataya, Jorge Maldonado, Willber Barrios, Doris Herrera, Christian Chan, Rubén Quintana, Oscar Porres, Ángel Maldonado y Andrea Grimaldi. Por su amistad y compañerismo durante toda mi carrera.
- Mis amigos de infancia** Jaime Cáceres, Willy Fuentes, José Mérida, y Manuel Domingo. Por ese apoyo y consejos invaluable que han causado gran impacto en mi vida.
- Mi mejor amigo** Benjamín Ruiz, mi hermano y mejor amigo. Me inspiras día a día a ser mejor.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
GLOSARIO .....	XI
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN .....	XIX
1. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Inteligencia de negocios .....	1
1.1.1. Evolución de la inteligencia de negocios .....	2
1.1.2. Ventajas de la inteligencia de negocios.....	4
1.1.3. Datos, información, conocimiento e inteligencia .....	7
1.1.4. Impacto de la inteligencia de negocios en la toma de decisiones.....	9
1.2. Componentes de la inteligencia de negocios .....	9
1.2.1. Técnicas de inteligencia de negocios .....	10
1.2.2. <i>Datawarehouse y datamart</i> .....	10
1.2.3. OLAP vs. OLTP .....	12
1.2.4. Cubos multidimensionales.....	14
1.3. Productos de inteligencia de negocios .....	16
1.3.1. Cuadros de mandos integrales.....	19
1.3.2. Sistemas de soporte de decisiones .....	20
1.3.3. Sistemas de información empresarial.....	20
2. INTELIGENCIA DE NEGOCIOS EN LA EDUCACIÓN .....	21
2.1. Necesidad de información en la gestión educativa.....	21

2.2.	Instituciones académicas de educación superior que lo aplican en Guatemala. ....	22
2.3.	Estructura organizacional de Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala (FIUSAC).....	30
2.4.	Beneficios académicos.....	35
3.	ANÁLISIS DE DATOS ACADÉMICOS.....	39
3.1.	Factores influyentes sobre el análisis de datos.....	39
3.2.	Análisis de comportamiento y rendimiento académico.....	42
3.3.	Indicadores de rendimiento importantes .....	44
4.	PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN.....	51
4.1.	Descripción del problema: la situación actual .....	51
4.2.	Herramientas propietarias de inteligencia de negocios .....	54
4.2.1.	Costo de licencias para herramientas propietarias de inteligencia de negocios .....	55
4.3.	Herramientas <i>open source</i> de inteligencia de negocios .....	56
4.4.	Herramientas <i>open source</i> o propietarias .....	58
4.5.	Infraestructura en la nube .....	60
4.6.	Propuesta para la Facultad de Ingeniería .....	63
4.6.1.	Pentaho y MySQL .....	66
4.6.2.	Guía de instalación.....	67
4.6.2.1.	Instalación, configuración y creación de un cubo de análisis.....	67
4.7.	Factibilidad de la propuesta .....	96
4.7.1.	Factibilidad técnica.....	96
4.7.2.	Factibilidad operativa .....	98
4.7.3.	Factibilidad económica.....	99
4.8.	Criterios de éxito .....	104

CONCLUSIONES ..... 113  
RECOMENDACIONES..... 115  
BIBLIOGRAFÍA..... 117



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Conceptos elementales en inteligencia de negocios.....	8
2.	Datawarehouse .....	11
3.	Relación entre OLAP y OLTP .....	13
4.	Diferencias entre OLTP y OLAP. ....	13
5.	Diagrama de estrella .....	15
6.	Esquema copo de nieve.....	16
7.	Proceso administrativo .....	17
8.	Estructura jerárquica .....	18
9.	Tipos de productos de inteligencia de negocios.....	19
10.	Organigrama de la Facultad de Ingeniería(alto nivel) .....	30
11.	Organigrama académico de la Facultad de Ingeniería.....	31
12.	Roles principales de cada escuela en la Facultad de Ingeniería.....	32
13.	Clasificación de perfiles.....	34
14.	Análisis de rendimiento y comportamiento académico.....	43
15.	Ciclo de análisis de datos.....	44
16.	Proceso de análisis utilizando indicadores.....	49
17.	Diagrama de flujo de proceso de solicitud de reporte Centro de Cálculo .....	52
18.	Diagrama de flujo de generación de reporte .....	52
19.	Diagrama de flujo de solicitud de reporte Secretaria Académica .....	53
20.	Diseño de infraestructura ideal.....	64
21.	Diseño de infraestructura mínima .....	64
22.	Diseño de infraestructura adaptada. ....	65

23.	Imagen del sistema operativo instalado con sus herramientas.....	71
24.	MySQL Administrator configurado .....	73
25.	Conexión a base de datos .....	84
26.	Diseño de tabla de hechos ejemplo .....	86
27.	Vista de archivo SQL de carga de datos.....	86
28.	Creación de fuente de datos en la herramienta .....	87
29.	Creación de cubo.....	88
30.	Selección de cubo.....	88
31.	Modelo de origen de datos .....	89
32.	Aplicación de funciones de agregación.....	90
33.	Slicer o rebanador.....	90
34.	Promedios de notas finales por departamento origen y año.....	91
35.	Promedio de notas finales por catedrático .....	92
36.	Pantalla inicial de creación de reporte .....	92
37.	Pantalla de restricciones en reportes.....	93
38.	Promedio de notas por curso por departamento origen.....	94
39.	Opciones de exportación de resultados .....	95
40.	Tasa bruta de graduación .....	106
41.	Gasto público y total en educación terciaria como porcentaje del PIB 2007 .....	107
42.	Ejemplo de ciclo de vida de análisis anual.....	111

## TABLAS

I.	Enlace del caso de éxito en República Dominicana .....	6
II.	Enlace de caso de éxito Universidad del Este de Londres .....	7
III.	Instituciones consultadas y participación .....	24
IV.	Resultados pregunta 1-3.....	25
V.	Resultados pregunta 4.....	25

VI.	Resultados pregunta 5 .....	26
VII.	Resultados pregunta 6 .....	26
VIII.	Resultados pregunta 7 .....	27
IX.	Resultados pregunta 8 .....	27
X.	Resultados pregunta 9 .....	28
XI.	Ingenieros consultados por universidad .....	28
XII.	Perfiles principales .....	32
XIII.	Indicadores por contexto demográfico .....	45
XIV.	Indicadores por contexto socioeconómico .....	46
XV.	Indicadores por contexto académico.....	47
XVI.	Indicadores por catedrático .....	47
XVII.	Herramientas de inteligencia de negocios propietarias más utilizadas en el mercado.....	55
XVIII.	Herramientas de inteligencia de negocios <i>open source</i> más utilizadas en el mercado.....	57
XIX.	Costos de Linode .....	61
XX.	Costos de servidores en RackSpace .....	61
XXI.	Costos por transferencia en RackSpace .....	61
XXII.	Costos de servidores en Amazon .....	62
XXIII.	Costos por transferencia mensual en Amazon.....	62
XXIV.	Pasos para crear máquina virtual.....	69
XXV.	Instalación del sistema operativo, parte 1 .....	69
XXVI.	Instalación del sistema operativo, parte 2 .....	70
XXVII.	Instalación del sistema operativo, parte 3 .....	70
XXVIII.	Instalación de herramientas del sistema operativo, parte 1 .....	70
XXIX.	Instalación de herramientas del sistema operativo, parte 2 .....	71
XXX.	Instalación de MySQL Administrator .....	72
XXXI.	Configuración de MySQL Administrator .....	72
XXXII.	Instalación de Java, parte 1 .....	73

XXXIII.	Instalación de Java, parte 2 .....	74
XXXIV.	Directorios de instalación, parte 1 .....	74
XXXV.	Directorio de instalación, parte 2 .....	75
XXXVI.	Permisos en directorios .....	75
XXXVII.	Verificación de ambiente.....	75
XXXVIII.	Configuración de base de datos, parte 1 .....	76
XXXIX.	Configuración de base de datos, parte 2 .....	77
XL.	Configuración de base de datos, parte 3 .....	77
XLI.	Ubicación del archivo context.xml.....	78
XLII.	Configuración de archivo context.xml .....	78
XLIII.	Ubicación del archivo hibernate-settings.xml .....	79
XLIV.	Configuración del archivo hibernate-settings.xml .....	79
XLV.	Ubicación del archivo mysql5.hibernate.cfg.xml .....	79
XLVI.	Configuración del archivo mysql5.hibernate.cfg.xml .....	79
XLVII.	Ubicación del archivo applicationContext-spring-security- hibernate.properties .....	80
XLVIII.	Ubicación del archivo applicationContext-spring-security- hibernate.properties .....	80
XLIX.	Ubicación del archivo applicationContext-spring-security- jdbc.xml.....	80
L.	Configuración del archivo applicationContext-spring-security-jdbc.xml.....	81
LI.	Ubicación del archivo jdbc.properties .....	81
LII.	Configuración del archivo jdbc.properties .....	81
LIII.	Ubicación del archivo web.xml.....	82
LIV.	Configuración del archivo web.xml .....	83
LV.	Comando de inicialización de consola administrativa .....	83
LVI.	Parámetros de conexión a base de datos, parte 1 .....	84
LVII.	Parámetros de conexión a base de datos, parte 2 .....	84

LVIII.	Especificaciones de un servidor en la nube para datawarehouse.....	97
LIX.	Especificaciones de un servidor en la nube para aplicaciones .....	97
LX.	Especificaciones de un servidor para datawarehouse .....	97
LXI.	Especificaciones de un servidor para aplicaciones .....	98
LXII.	Costo de servidores necesarios por utilización .....	100
LXIII.	Costos de propuesta con RackSpace .....	100
LXIV.	Rango salarial de un consultor de inteligencia de negocios .....	101
LXV.	Especificaciones de un servidor .....	101
LXVI.	Comparativa de costos de licenciamiento de software anuales .....	102
LXVII.	Costos de infraestructura .....	103
LXVIII.	Costos de personal anual.....	103
LXIX.	FODA: infraestructura en la nube mínima .....	103
LXX.	FODA: infraestructura física adaptada .....	104
LXXI.	Tasa de deserción específica ajustada por carreras .....	108
LXXII.	Estimación del costo directo anual de la deserción.....	109
LXXIII.	Tasa de titulación específica por carreras en tres universidades de Guatemala.....	109



## GLOSARIO

<b>Bugs</b>	Bichos, formalmente conocidos como errores.
<b><i>Cloud computing</i></b>	Computación en la nube, es un tipo de tecnología orientada a servicios que permite tener distintos de estos sin adquirir equipo físico, sino todo se ejecuta en un ambiente remoto.
<b><i>Cloud database</i></b>	Base de datos en la nube, que permite obtener una gama de recursos dedicados a una base de datos en particular.
<b>CMI</b>	Cuadros de mandos integrales, herramientas de monitoreo de indicadores de rendimiento.
<b><i>Dashboard</i></b>	Interfaz donde el usuario puede observar en tiempo real el comportamiento de indicadores.
<b><i>Datamart</i></b>	Técnica de almacenamiento que guarda datos de un área muy específica de una organización. Un conjunto de <i>datamarts</i> componen un <i>datawarehouse</i> .
<b><i>Datawarehousing</i></b>	Almacén de datos, es una técnica de almacenamiento que guarda datos de un área específica en una organización.

<b>DSS</b>	Sistema de soporte de decisiones que permite analizar datos.
<b>EIS</b>	Sistema de información empresarial. Permite visualizar información de indicadores en un solo sistema integrado.
<b>ERP</b>	Sistema de planificación de recursos empresariales. Es un tipo de sistema de manejo de información que integran y manejan distintas áreas de operación integradas en un solo sistema.
<b>GES</b>	<i>Galileo Educational System;</i> es un software desarrollado a la medida para gestionar datos académicos en la universidad Galileo de Guatemala.
<b>GNU/Linux</b>	Sistema operativo de código libre de alto rendimiento.
<b>Hosting</b>	Alojamiento web, que permite almacenar y ejecutar sitios construidos con diferente tecnología.
<b>Informática</b>	Se refiere a una disciplina que estudia los métodos, procesos, técnicas, desarrollo de ordenadores y sus aplicaciones para almacenar y procesar información.
<b>IT</b>	<i>Information technologies,</i> o tecnologías de información.

<b>KPI's</b>	<i>Key performance indicators</i> , o indicadores de rendimiento clave.
<b>OLAP</b>	<i>Online analytical processing</i> ; procesamiento analítico en línea. Técnica para procesamiento de datos.
<b>Open source</b>	Fuente abierta, o código abierto es un concepto de software creado y distribuido libremente.
<b>SAN</b>	<i>Storage area network</i> ; es un tipo de almacenamiento compartido en red de alto rendimiento.
<b>Sistema operativo</b>	Programa o conjunto de programas que efectúan la gestión de procesos básicos de un sistema informático.
<b>Software</b>	Sistema informático que comprende un conjunto de formas lógicas que hacen posibles tareas específicas.
<b>SQL</b>	Lenguaje estructurado de consultas utilizado para acceder datos en un gestor de almacenamiento.
<b>Xen</b>	Motor de ejecución controlado de instancias de sistemas operativos de forma virtual.



## RESUMEN

La educación superior ha revolucionado el pensamiento y la vida de la humanidad. Desde tiempos remotos en la antigua Atenas (1600 A.C. – 300 A.C.), en las escuelas de Alejandría y las jurídicas de Roma, cuando la educación cívica, filosofía, aritmética, teatro, música, lectura, física, y poesía eran los temas principales, dados en un proceso de enseñanza maestro-alumno, hasta ahora, en donde la capacidad humana ha promovido la innovación y el surgimiento de nuevas ramas del saber, que junto a la tecnología han incursado en el diario vivir de la humanidad, con nuevas metodologías de estudio y tipos de clases como las prácticas (laboratorios) y las no presenciales (vía internet).

Sin embargo, siempre se ha tenido como propósito principal formar individuos íntegros con conocimientos en distintas ramas, para responder a las demandas que surgen de la evolución social.

Se dice que la educación es formada con base en las necesidades de la sociedad, y para que esta sea efectiva se toman en cuenta cuatro factores: el contenido a enseñar, catedrático, estudiante y el ambiente.

Estos factores cambian a través del tiempo, lo que obliga a las distintas instituciones académicas a impulsar mejoras, para estar a la vanguardia.

Estas mejoras pueden incluir cambios en el currículo de estudio, mayores exigencias en las capacidades docentes, proyecciones de demanda de educación superior; por ejemplo, Jaime Tenjo Galarza (2012), en su obra

*“Demanda por educación superior: proyecciones hasta 2025”*, Universidad Javeriana de Bogotá, Colombia, incluyó un estudio de proyección de cantidad de estudiantes, tasas de asistencias históricas y modelos econométricos de probabilidad de asistencia a futuro, cambios de infraestructura física, cambios en la estructura organizacional, y muchas otras. Pero, ¿cómo identificar las áreas a mejorar? y ¿Con base en qué información se toman las decisiones que impulsan cambios? ¿Se está tomando la mejor decisión?

Con la constante evolución tecnológica, han surgido nuevos métodos y herramientas que proveen información importante, aumentando la confiabilidad en la toma de decisiones, se conocen como herramientas de inteligencia de negocios.

Esta tecnología se utiliza mayormente en el sector empresarial con la finalidad de maximizar ingresos y reducir costos, y la razón por la que no se ha aplicado en otros sectores es por la alta inversión que representa.

Junto a toda esta evolución tecnológica también han surgido herramientas cuya inversión es menor y su funcionamiento adecuado. Esto ha permitido que empresas o instituciones con pocos recursos, puedan adquirir tecnología de alto rendimiento a un precio relativamente bajo.

Por ello es de suma importancia conocer los beneficios que se obtienen y el impacto que genera la implementación de una herramienta de inteligencia de negocios en un ambiente educativo, de manera particular en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Así también conocer qué herramientas se pueden utilizar y el costo de inversión.

## OBJETIVOS

### General

Realizar un estudio de factibilidad para la implementación de un sistema de inteligencia de negocios para soporte a las decisiones académicas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

### Específicos

1. Identificar las ventajas que tendría la utilización de una herramienta de inteligencia de negocios en un ambiente educativo.
2. Definir una lista de KPI's que apoyen la toma de decisiones en los diferentes niveles organizacionales académicos.
3. Realizar una comparativa entre algunas herramientas propietarias y *open source* que podrían aplicarse en un ambiente educativo.
4. Realizar una estimación del costo de inversión y mantenimiento de un sistema de inteligencia de negocios para la Facultad de Ingeniería.



## INTRODUCCIÓN

La misión de cualquier universidad siempre ha sido producir, difundir y aplicar el saber, con el fin de promover el desarrollo de la economía, la sociedad y la cultura.

En los últimos años han surgido acontecimientos que han afectado enormemente el contexto académico, influyendo directamente en las decisiones que toman los altos mandos. Entre ellos se pueden mencionar las reformas financieras, el incremento constante de la población estudiantil, las limitaciones de espacio, presupuesto y la evolución tecnológica.

Es de gran importancia contar con los datos y las herramientas tecnológicas necesarias para unificar y procesar, con el fin de obtener información que permita apoyar la toma de decisiones, sustentadas y fundamentadas en el análisis de información y no sobre la intuición. Decisiones que fomenten mejoras académicas, financieras y administrativas, que propongan soluciones prácticas y progresivas basadas en información certera y que seguramente deban ser tomadas de manera rápida y puntual, en cada uno de los niveles organizacionales. Algo que no podría realizarse sin la disponibilidad y el acceso apropiado a la información.

Existen tres tipos de decisiones en una organización. La estratégica corresponde a la alta dirección, en la que se fijan objetivos globales y se toman las decisiones para llevarlas a cabo. Un ejemplo es la administración del presupuesto con el que cuenta la Facultad de Ingeniería anualmente.

El segundo tipo son las decisiones directivas; estas fijan objetivos, políticas y directrices operativas que son base de los planes de acción, como las planificaciones semestrales de currículo realizadas por los directores de escuela.

El tercer tipo y no menos importante son las decisiones operativas, las actividades corrientes que hacen funcionar la organización; en este caso podría ser la planificación del contenido de un curso, incluyendo evaluaciones y prácticas (si aplica).

Según el profesor Itami (1991) en su libro *Mobilizing invisible assets*, “la información es un recurso invisible que reduce la incertidumbre”.

Así nace la necesidad de utilizar una herramienta de inteligencia de negocios en un entorno académico, cuya finalidad es englobar todos los sistemas de información, para obtener de ellos algo más que información; en sí, conocimiento e inteligencia que pueda apoyar cada una de las categorías anteriormente mencionadas.

# **1. MARCO TEÓRICO**

## **1.1. Inteligencia de negocios**

Es común en estos días escuchar sobre la importancia de la toma de decisiones, y como estas influyen de manera directa o indirecta en cualquier organización y sus procesos. Las instituciones académicas no son la excepción.

Los avances tecnológicos de los últimos años han permitido que los procesos de toma de decisión se vean influenciados por las ventajas y facilidades que ahora se brindan.

Ahora se cuenta con sistemas informáticos capaces de almacenar datos, procesarlos y generar reportes que han permitido que los altos mandos puedan fundamentar sus decisiones estratégicas, no en un “sexto sentido” sino en información previamente analizada.

Los sistemas informáticos, así como proveen solución a un problema, como tales, pueden causar otros. Estos en su mayoría son soluciones únicas para problemas únicos, causando un aislamiento de los datos que se almacenan, evitando que se tenga una vista total de la información de la organización.

La inteligencia de negocios viene a revolucionar los procesos de toma de decisiones, mediante la unificación de los datos de una organización, y la utilización de poderosas herramientas de análisis de datos.

Por lo anterior, el sistema educativo, ante toda la dinámica cambiante, se enfrenta con un reto importante. Como tal, debe preparar profesionales que entiendan la tecnología y su dinámica, pero a su vez deben de ser capaces de adoptarla, y replantear sus metodologías y procesos a nivel didáctico y organizacional.

### **1.1.1. Evolución de la inteligencia de negocios**

Algunos expertos en la materia consideran que el concepto de inteligencia de negocios inició con Sun Tzu (siglo IV, a de C.), en su obra "*El arte de la guerra*", al resaltar la importancia de la inteligencia y la información en la guerra. Otros aseguran que fue Frederic W. Taylor (1900) quien sentó las bases de la inteligencia de negocios con sus métodos cuantitativos en la toma de decisiones. Algunos más, afirman que durante la Segunda Guerra Mundial fue la época en que se impulsó la idea.

Pero el término fue utilizado por primera vez en 1989 por Howard Dresner, un investigador del Grupo Gartner, con el fin de describir una serie de metodologías, cuya finalidad es el aumento de la eficiencia y rentabilidad empresarial. Luego del nacimiento de las computadoras inició un crecimiento exponencial en capacidad de almacenamiento y procesamiento de datos. Esto impulsó que el término quedara fuertemente ligado a los sistemas computacionales.

En los comienzos se trabajaba con reportes basados en consultas SQL simples, predefinidos dentro de los sistemas informáticos que se diseñaban como soluciones. Luego surgió el análisis multidimensional, que permite obtener varias vistas de un mismo grupo de datos. Estas vistas permiten categorizar y segmentar los datos de interés.

Ahora existe software que construye modelos predictivos probabilísticos que permiten realizar pronósticos basados en todos los datos que se tienen almacenados.

De la inteligencia de negocios surgió *Knowledge discovery*, que son algoritmos de alto poder que aplican inteligencia artificial para buscar patrones en enormes volúmenes de datos. Estos patrones no están definidos de antemano, sino que son buscados y construidos por el software.

Lo más reciente en la inteligencia de negocios, se conoce como Big Data. Este está compuesto por grupos de datos complejos y volúmenes enormes de los mismos, a tal grado que superan las capacidades de las tecnologías que comúnmente se utilizan para gestionarlos. Aplica bases de datos masivas paralelas, redes o parrillas de minería de datos, sistemas de archivos distribuidos, bases de datos distribuidas, plataformas de computación en la nube, entre otras tecnologías en conjunto, para proveer soluciones efectivas que procesen eficientemente las inmensas cantidades de datos.

Para tener una vista clara de los volúmenes que manipula Big Data, se podría imaginar una empresa de telefonía como Movistar o Claro, y la cantidad de registros que se generan diariamente en Guatemala. Tomando en cuenta la cantidad de usuarios existentes, son millones, y si es a nivel mundial, es una cantidad extrema.

Suponiendo que todas las instituciones académicas de secundaria en Guatemala cuentan con alta calidad de datos, bien clasificados aplicando estándares a nivel nacional y que anualmente se integran los registros detallados de los resultados académicos de cada uno de los estudiantes.

En el 2012 se inscribió un total de 393,043 jóvenes en todo el país para el ciclo de diversificado (MINEDUC, Estadísticas, 2012). Si solo se toma en cuenta matemática, estudios sociales, ciencias naturales, artes industriales, educación física, contabilidad e idioma español, durante 1 año de educación secundaria, asumiendo 5 bimestres y un examen final, se puede decir entonces que cada alumno genera  $7 \times 6 = 42$  registros académicos únicamente (sin tomar en cuenta otros datos que podrían ser de interés).

Por lo tanto, en un año, para cualquier carrera secundaria se generan  $393,043 \times 42 = 16\,507\,806$  registros. Claro, dependiendo del diseño del sistema y sabiendo que existen más cursos y otros atributos de interés, este número incrementa significativamente. Es aquí donde todo ese poder tecnológico entra en conjunto para formar el concepto de Big Data y lo que representa.

### **1.1.2. Ventajas de la inteligencia de negocios**

Una implementación adecuada de tecnología de inteligencia de negocios permite la obtención de muchos beneficios. Entre estos se pueden mencionar:

- Rapidez y calidad de los reportes
- Mejoras en la toma de decisiones
- Mejoras en la colaboración
- Orienta las soluciones hacia el usuario
- Ahorros en costos en el área de operaciones
- Profunda visión de la organización
- Incremento en la productividad de los empleados
- Lograr mayor conocimiento de la organización
- Trabajo sobre objetivos

En una institución académica, los beneficios pueden estar atados a las distintas áreas con las que cuenta. Entre estos están:

- Área administrativa
  - Minimizar costos
  - Identificación de procesos ineficientes
  - Agilizar tomas de decisiones
  - Mejora y creación de nuevas políticas internas
  - Promover mejoras y nuevos servicios de apoyo a los estudiantes
  
- Área docente
  - Identificación tendencias de resultados estudiantiles
  - Identificación de áreas de pènsun con mayor riesgo
  - Conocer el rendimiento docente
  - Conocer el rendimiento estudiantil
  - Identificar fallas en procesos de enseñanza y aprendizaje

En el periodo de 1996-2000 el Ministerio de Educación de la República Dominicana (MINERD) incursionó en la incorporación de las TIC en su educación y desarrolló su primer plan estratégico nacional que puso en marcha un proyecto que ha cambiado la enseñanza en su país. Este fue el inicio de la iniciativa que ha promovido la instalación de laboratorios de informática, nuevas líneas de trabajo, cambios en las áreas curriculares y nuevas formas de aprendizaje para estudiantes y educadores.

Con el fin de agilizar la supervisión pedagógica el MINERD implementó una herramienta a la medida conocida como SAS (sistema de acompañamiento y supervisión). Esta facilitó la comprensión y automatización del monitoreo de todos los sectores y aspectos en la gestión educativa.

Se definieron estándares que antes eran capturados en formatos libres, unificándolos en un solo almacén de datos, que permitió su rápido procesamiento pasando de semanas a segundos. SAS es la fuente de unificación que permite el análisis de indicadores educativos y alerta temprana, con el fin de prevención del fracaso escolar. Estos se pueden apreciar en su sitio web.

Este es un caso exitoso, de alto beneficio para la República Dominicana y sus estudiantes de primaria y nivel medio.

Tabla I. **Enlace del caso de éxito en República Dominicana**

<b>Enlaces</b>
<a href="http://apps.see.gob.do/analisisdeindicadores/Portada.asp">http://apps.see.gob.do/analisisdeindicadores/Portada.asp</a>
<a href="http://apps.see.gob.do/SSE/login.aspx">http://apps.see.gob.do/SSE/login.aspx</a>
<a href="http://apps.see.gob.do/MapsMinerd/Default.aspx">http://apps.see.gob.do/MapsMinerd/Default.aspx</a>

Fuente: elaboración propia.

UEL (Universidad del Este de Londres) es una institución con más de 23 000 estudiantes de más de 120 países a nivel mundial, una comunidad global de aprendizaje.

En el 2010 incrementó el número de solicitudes de aceptación de estudiantes en un 49.1 % (comparado con el año anterior). La clave para manejar este volumen de datos es el sistema de administración de los mismos. Se contaba con un sistema arcaico de escritorio de 10 años de antigüedad que necesitaba mejoras para proveer mayores funcionalidades y rendimiento. Este sistema antiguo se utilizó para todos los registros, reportes y asignaturas para cada uno de los estudiantes. Muchos de estos reportes eran de uso diario; otros, se utilizaban una vez cada semestre o cada año.

Su solución fue la utilización de Jaspersoft, en la que actualmente tienen más de 80 reportes derivados de los registros de su sistema de estudiantes. Estos están categorizados en distintas áreas como asignaturas, tareas, y otros. La aceptación por usuarios fue excelente y tienen planeada la utilización de reportes *ad-hoc* y *dashboards* en un futuro no lejano. El enlace del caso de éxito es el siguiente:

Tabla II. **Enlace de caso de éxito Universidad del Este de Londres**

Enlace
<a href="http://www.jaspersoft.com/sites/default/files/success/UEL_CaseStudy.pdf">www.jaspersoft.com/sites/default/files/success/UEL_CaseStudy.pdf</a>

Fuente: elaboración propia.

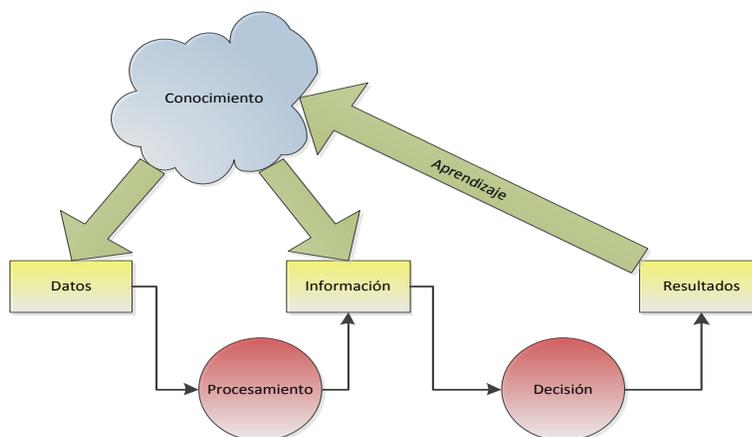
### 1.1.3. **Datos, información, conocimiento e inteligencia**

Dentro de la inteligencia de negocios se incluyen cuatro conceptos elementales, cada uno de ellos con un papel importante que se relaciona con los sistemas de información con que cuenta:

- Los datos: son los valores que se recolectan del mundo real, sin contextualización ni relación. Por ejemplo, Estadística, 80, Noel Ruiz. Estos datos no tienen un significado ni contexto.
- La información: se genera después de procesar los datos y relacionarlos. Del ejemplo anterior, se puede decir Noel Ruiz obtuvo una nota de 80 en el curso de Estadística.

- El conocimiento: es la interpretación de la información en función de las experiencias que se tienen, que no es más que conocimiento almacenado. Del ejemplo anterior se puede decir que Noel Ruiz es un buen estudiante porque obtuvo un 80 en el curso de Estadística; podría estudiar más para obtener un 100.
- La inteligencia: viene del conocimiento que se tiene del tema, y cómo puede usarse para predecir con un grado de confianza, conocimientos futuros. Del ejemplo anterior, Noel Ruiz estudia Estadística un día a la semana; por lo tanto otro estudiante con las mismas capacidades que Noel Ruiz puede estudiar dos veces por semana y alcanzar una mejor nota.
- El aprendizaje: surge de los cuatro conceptos anteriores; permite analizar y almacenar los resultados de todos los procesos y aprender de ellos. A continuación se muestra un diagrama que permite visualizar la forma de relación de los conceptos anteriormente mencionados.

Figura 1. **Conceptos elementales en inteligencia de negocios**



Fuente: elaboración propia

#### **1.1.4. Impacto de la inteligencia de negocios en la toma de decisiones**

Toda organización sabe que las decisiones que se toman, independientemente del nivel jerárquico, afectan de una u otra forma y el impacto que estas generan puede ser positivo o negativo. Por eso es que las decisiones deben ser lo más correctas y oportunas, razón por la cual, cualquier director, gerente, jefe, supervisor, y todo personal que tome decisiones, debe contar con información suficiente y certera que permita realizar su trabajo cotidiano, de manera que maximice el impacto positivo y genere eficiencia.

La inteligencia de negocios no garantiza el éxito de una organización, sino garantiza que la información correcta esté disponible en el momento correcto. Esto optimiza el proceso de toma de decisiones, reduciendo el tiempo de respuesta, ya que el personal está informado.

La incertidumbre si la información es correcta o no, se elimina y aumenta la confianza en las decisiones organizacionales. Esto fomenta cooperación entre los distintos sectores que pueden existir. Alcanzar un alto grado de cooperación, es lograr que el personal participe, proponga ideas, cambios y comparta información que sea de beneficio. Este conocimiento común mejora la comunicación y aumenta las probabilidades de éxito organizacional.

#### **1.2. Componentes de la inteligencia de negocios**

Proponer e implementar soluciones de inteligencia de negocios a problemas en las distintas industrias, implica la utilización de cada uno de los componentes que tiene para la explotación directa de datos.

### **1.2.1. Técnicas de inteligencia de negocios**

Las técnicas de la inteligencia de negocios aportan los productos y conceptos que permiten la integración de los distintos sistemas informáticos. Sin la integración sólida de los sistemas independientes, las probabilidades de tomar una decisión inconsistente o que parezca correcta a partir de ellos son mayores. Estas técnicas están encapsuladas en un concepto conocido como la administración del repositorio de datos o *datawarehousing*.

El *datawarehouse* o almacén de datos; es un concepto que representa una base de datos histórica de gran tamaño, con un motor de ejecución de consultas, optimizado para grandes volúmenes de datos. Este se aplica cuando la gestión de la información se administra a través de distintas plataformas, que incluyen distintas aplicaciones y distintos gestores de bases de datos sin ningún tipo de centralización. Existen las gráficas que son representaciones de las tendencias que se encuentran luego de aplicar una gama de algoritmos que recorren los datos, o representan parámetros previamente definidos y su comportamiento.

### **1.2.2. Datawarehouse y datamart**

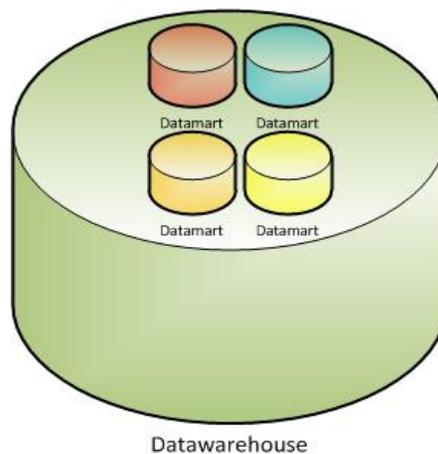
Un *datawarehouse*, según William Inmon (1992), es una colección de datos orientada a un tema o área, integrada, no volátil y variante en el tiempo, que da soporte a la toma de decisiones en una empresa.

La orientación indica la posibilidad de almacenar datos sobre un tema específico, por ejemplo estudiantes, notas, profesores, etc. Integrada hace referencia a la unidad de medida de los datos y cómo estos deben ser transformados.

Por ejemplo, si se habla de tiempo, puede que en algún campo se maneje por trimestres y en otro sistema se haya trabajado en años; por lo tanto es de suma importancia esta conversión a una misma unidad métrica. En resumen, el *datawarehouse* es un repositorio donde se guardan e integran grandes volúmenes de datos de distintas fuentes, necesarios para apoyar los procesos de toma de decisiones.

El *datamart* es un *datawarehouse* a una escala menor. Está orientado a un área específica y su concepto se deriva de que un usuario tiene en ocasiones necesidades de información limitada. El uso de *datamarts* trae consigo el beneficio de reducir el tiempo de consultas, ya que el volumen de datos a recorrer es menor y a su vez permite una segmentación estructurada de los mismos. Por ejemplo, un *datamart* puede representar para una empresa el área de recursos humanos, contabilidad y *call center*; juntas todas son un *datawarehouse*. A continuación se presenta un diagrama de la arquitectura de un *datawarehouse* y un *datamart*.

Figura 2. ***Datawarehouse***



Fuente: elaboración propia.

### 1.2.3. OLAP vs. OLTP

El procesamiento analítico en línea, OLAP (*online analytical processing*) permite el uso eficiente de los *datawarehouses* para el análisis de datos. Estos sistemas están orientados al procesamiento analítico, por ello están optimizados para proporcionar respuestas rápidas a consultas complejas e iterativas.

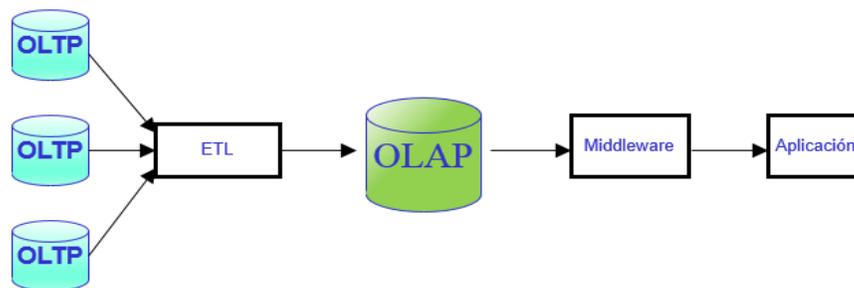
Mediante los sistemas OLAP se pueden analizar grandes volúmenes de datos para extraer información útil, tendencias, patrones de comportamiento, con la finalidad de proveer informes complejos. En los sistemas OLAP los datos se estructuran según áreas de negocio, y existe una integración de manera uniforme. En estos sistemas se utilizan los denominados cubos multidimensionales, y permiten que los usuarios utilicen técnicas de *slice and dice*, *drill down* y *drill up*.

El procesamiento transaccional en línea, OLTP (*online transactional processing*) permite el uso eficiente de las bases de datos orientadas al procesamiento de transacciones. Estas se conocen como *bread and butter* en las organizaciones.

Cada transacción genera un proceso atómico que debe ser cometido o invalidado que podría involucrar operaciones de altas, bajas o cambios. Los datos no necesariamente son uniformes y suelen estar limitados a ser recientes o actuales. La relación existente entre los sistemas OLAP y OLTP radica en la brecha del proceso de transferir los datos de los distintos sistemas OLTP que puede tener una organización hacia un sistema OLAP, para su posterior análisis.

Este proceso de transferencia se conoce como extracción, transformación y carga, ETL (*extraction, transformation and load*), y consiste en una serie de actividades que permiten estandarizar, unificar y transformar los datos hacia el *datawarehouse*.

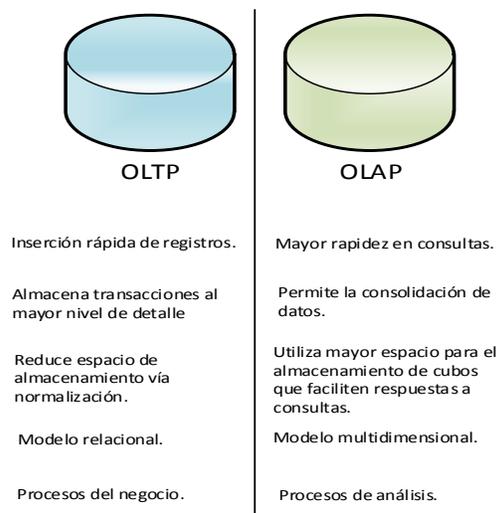
Figura 3. **Relación entre OLAP y OLTP**



Fuente: [www.dmi.uib.es/~bbuades/datawarehouse/datawarehouse.ppt](http://www.dmi.uib.es/~bbuades/datawarehouse/datawarehouse.ppt).

Consulta: noviembre de 2013.

Figura 4. **Diferencias entre OLTP y OLAP**



Fuente: <http://inteligenciadenegocio.mx/blog/la-diferencia-entre-transaccional-y-analitico>.

Consulta: octubre de 2013.

#### **1.2.4. Cubos multidimensionales**

Los cubos multidimensionales o cubos de decisión no son más que una estructura de almacenamiento que permite resumir datos de grandes volúmenes de los mismos. El contenido incluye valores numéricos; cada eje se conoce como dimensión y si tienen más de 3 dimensiones se les llama hipercubos. Estos dan como resultado una presentación resumida, proveen una visión dinámica del análisis que se realizó y el usuario puede consultar y manipular la presentación inicial, el orden, y aplicar filtros de manera rápida.

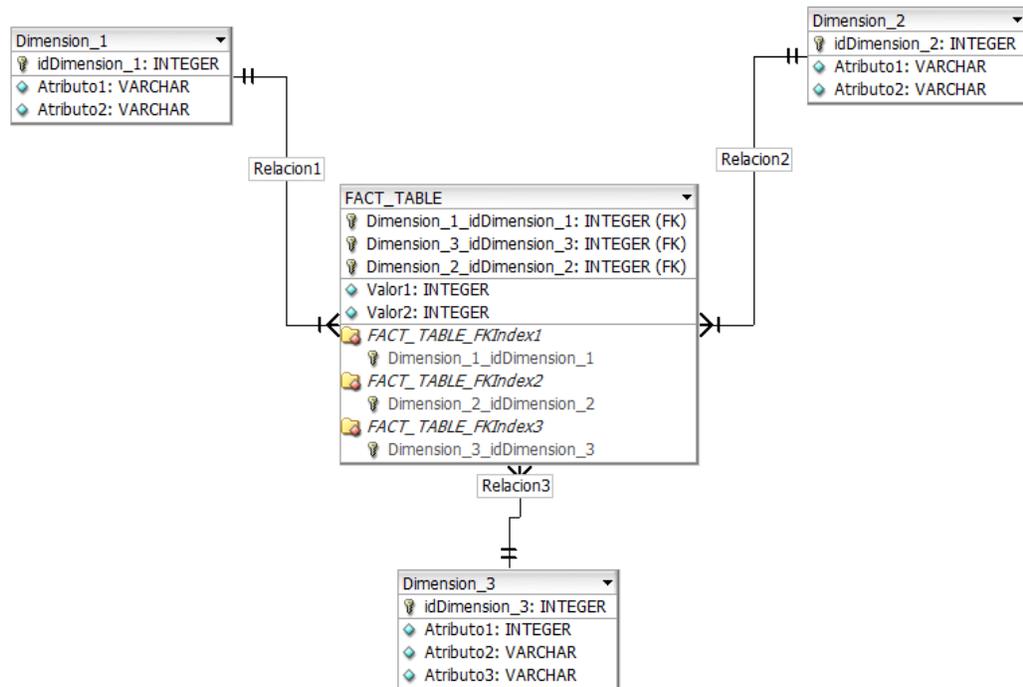
Los cubos se componen de dos partes: la primera una medida o hecho que es un dato numérico que representa una actividad específica de un negocio. Estos representan el evento de interés que debe ser analizado. La segunda son las dimensiones que son utilizadas para seleccionar y agregar datos con un nivel determinado de detalle. Los cubos tienen la ventaja que pueden manejar cualquier número de dimensiones.

Existen dos formas gráficas de representar los cubos: el esquema en estrella y el esquema en copo de nieve. El esquema en estrella tiene dos componentes principales: la tabla de hechos y las dimensiones.

La tabla de hechos contiene los datos para el análisis y a su alrededor las tablas de dimensiones. Las tablas de dimensiones tienen llaves primarias simples, mientras que la tabla de hechos tiene una llave primaria compuesta por las llaves de las tablas de dimensiones. Las dimensiones representan sujetos y la tabla de hechos el proceso que se quiere analizar. Por ejemplo, se puede tener las siguientes dimensiones: cliente, tiempo, producto, empleado, y la tabla de hechos podría ser venta, así mediante las dimensiones se pueden analizar las ventas en un tiempo determinado.

A continuación se muestra la forma gráfica de un diagrama estrella genérico:

Figura 5. Diagrama de estrella



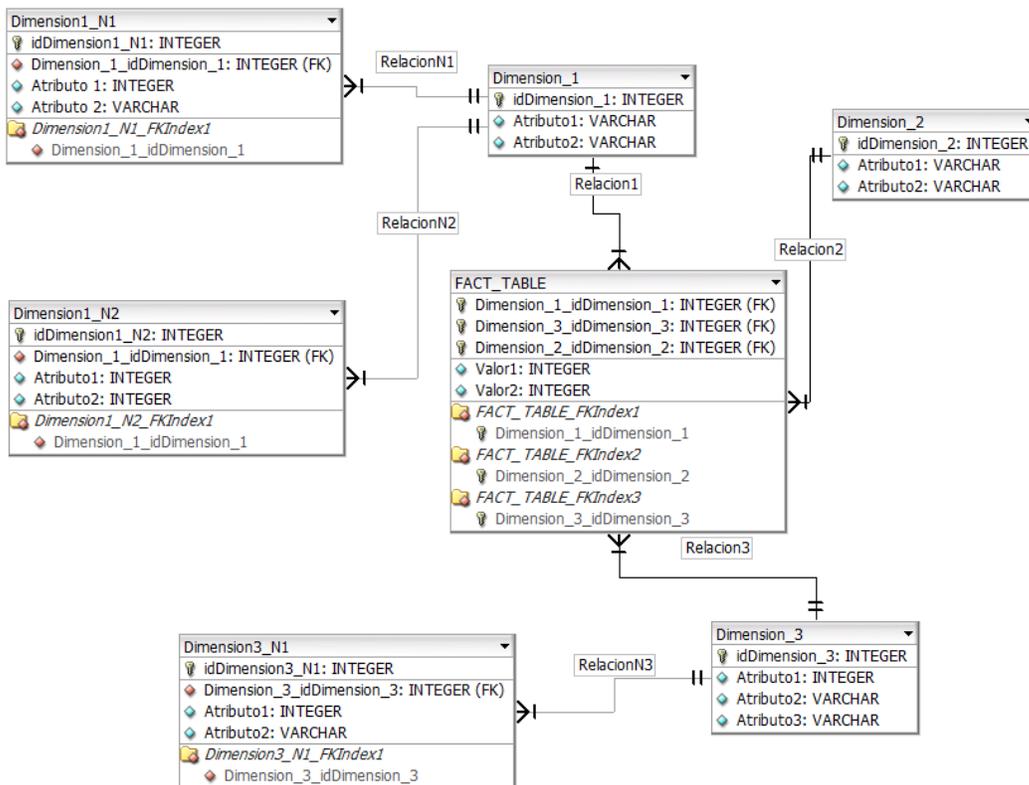
Fuente: elaboración propia.

El esquema en copo de nieve es muy similar al esquema estrella, la diferencia es que en el primero se normalizan las tablas con la finalidad de reducir el espacio de almacenamiento al eliminar la redundancia de los datos.

Esto tiene una gran desventaja, reduce el rendimiento de las consultas por el aumento de tablas de dimensiones, genera más relaciones, y a su vez implica más uniones al momento de la extracción de datos.

A continuación se muestra la forma gráfica de un diagrama de copo de nieve genérico:

Figura 6. Esquema copo de nieve



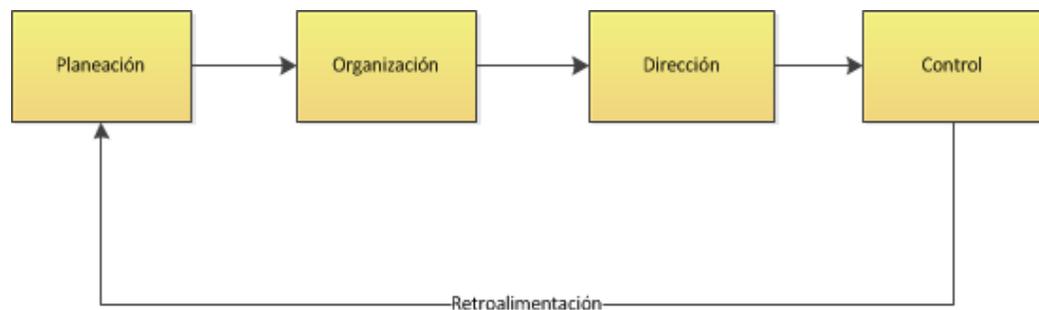
Fuente: elaboración propia.

### 1.3. Productos de inteligencia de negocios

Al hablar de productos de inteligencia de negocios, es inevitable tocar dos temas, el proceso administrativo y la estructura jerárquica y cómo estos se relacionan en los distintos niveles organizacionales.

El proceso administrativo es un conjunto de etapas de trabajo que permiten conducir el rumbo de una organización. En sí, es la administración en acción. Las etapas más conocidas son: la planeación, organización, dirección y control y se muestran a continuación:

Figura 7. **Proceso administrativo**



Fuente: elaboración propia.

Una organización, según Talcot Parsons (1960), es una agrupación humana, deliberadamente construida para alcanzar fines específicos. Estas están compuestas por tres elementos principales que son:

- Grupo humano
- Recursos
- Objetivos por alcanzar

Estos elementos interactúan entre sí, y en conjunto constituyen un sistema bajo un contexto que pretende alcanzar propósitos previamente determinados. Existen diferentes tipos de organización, y multitudes de campos en los que se emplean, tales como el político, económico, militar y en el caso de esta investigación, educativo.

La Facultad de Ingeniería tiene su propia cultura organizativa cuya perspectiva es la educación de alta calidad, con el fin de buscar la sustentación del desarrollo científico, tecnológico y cultural que fomente progreso económico y sociocultural en Guatemala. Cuenta con los tres elementos antes mencionados, que interactúan como una red bajo una estructura jerárquica, métodos, relaciones y procesos ya definidos.

La estructura jerárquica permite agrupar roles del personal de la organización. Comúnmente se utilizan tres niveles, y cada uno representa cierto grado de autoridad y responsabilidad. Los tres niveles son: estratégicos, tácticos y operativos, y se muestran a continuación:

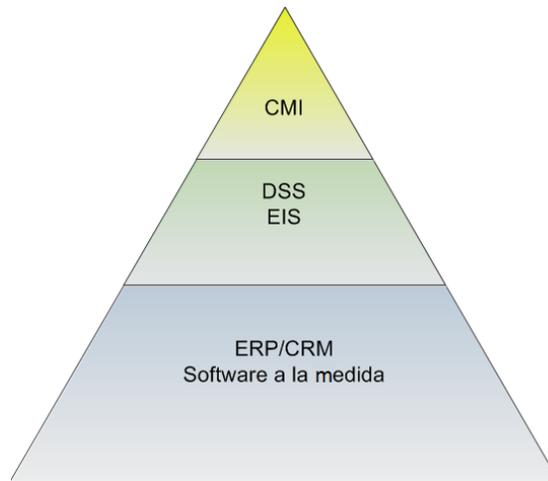
Figura 8. **Estructura jerárquica**



Fuente: elaboración propia.

Los productos de inteligencia de negocios combinan e integran el proceso administrativo y la estructura jerárquica, definiendo para cada una el alcance e impacto que tendrán sobre la organización. Estos se acoplan a los dos niveles más altos en la pirámide jerárquica; en el nivel más bajo están los sistemas transaccionales que soportan todo el trabajo diario a nivel operativo.

Figura 9. **Tipos de productos de inteligencia de negocios**



Fuente: elaboración propia.

La comunicación humana es el ejemplo básico de interactividad; a causa de ello, muchos análisis conceptuales se basan en definiciones antropomórficas. Por ejemplo, los sistemas complejos que detectan y reaccionan a la conducta humana son frecuentemente denominados interactivos; bajo esta perspectiva la interacción incluye respuestas a las actividades físicas humanas como el movimiento (lenguaje corporal) o al cambio en los estados psicológicos.

### **1.3.1. Cuadros de mandos integrales**

Los cuadros de mando integral (CMI) también conocidos como *dashboards*, son herramientas que permiten monitorear el rendimiento empresarial ajustado a nivel de dirección general. Los indicadores muestran el estado actual de la organización aplicando distintas perspectivas, tales como financieras, internas, externas, entre otras.

### **1.3.2. Sistemas de soporte de decisiones**

Los sistemas de soporte de decisiones (DSS) se refieren a cualquier software que permita analizar los diferentes indicadores de la organización, con la finalidad de apoyar la toma de decisiones. Comúnmente se tiende a confundir un DSS con un sistema de reportes preconstruidos de un ERP o del software a la medida, cuando existen muchas diferencias.

Estos pueden ser alterados por el usuario a pesar de que este no tenga experiencia en desarrollo, algo que no es posible con reportes predefinidos. La rapidez en los tiempos de respuesta, la adecuación de información por perfil y la disponibilidad de análisis de información histórica de toda la organización, son otras características esenciales que junto con la flexibilidad e interactividad los hace muy atractivos.

### **1.3.3. Sistemas de información empresarial**

Los sistemas de información ejecutiva o empresarial (EIS) permiten visualizar en un solo sistema, información de los indicadores de las diferentes áreas de la organización.

Su objetivo principal es proveer la información necesaria en el menor número de páginas posible al personal que toma las decisiones, sin tener mayor interacción con el sistema. Su función es, en resumen, el monitoreo; por lo tanto los usuarios comúnmente ven las consultas que cotidianamente se realizan para conocer el estado de su área.

## **2. INTELIGENCIA DE NEGOCIOS EN LA EDUCACIÓN**

### **2.1. Necesidad de información en la gestión educativa**

Como cualquier otra organización, una entidad académica debe adecuarse a las exigencias espontáneas que surgen como consecuencia del aumento de la complejidad de los medios en que se desenvuelven.

Este aumento en complejidad de entornos ha obligado a las empresas y organizaciones a recurrir a los sistemas de inteligencia de negocios para obtener distintos tipos de análisis complejos, de los datos disponibles; las instituciones académicas, no son la excepción.

La generación y utilización de estadísticas educativas y su disponibilidad permiten el mejoramiento de los sistemas académicos, con el objetivo de brindar educación de calidad para todos. Pero para tener las estadísticas educativas adecuadas es necesario que como entidad académica se tengan claros los objetivos y metas educacionales que se quieren alcanzar, siempre y cuando estos no afecten de forma negativa las necesidades básicas de los alumnos, los padres y los docentes.

### **2.2. Instituciones académicas de educación superior que lo aplican en Guatemala**

En Guatemala, muchas instituciones importantes de educación superior cuentan con sistemas tecnológicos que facilitan sus procesos, tanto académicos como administrativos.

Las instituciones que disponen de sistemas tecnológicos son:

- Instituciones públicas de educación superior:
  - Universidad de San Carlos de Guatemala
  - Escuela Nacional Central de Agricultura
  - Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales
  
- Instituciones privadas de educación superior:
  - Universidad Mariano Gálvez
  - Universidad Rafael Landívar
  - Universidad Mesoamericana
  - Universidad Panamericana
  - Universidad Rural
  - Universidad Internaciones
  - Universidad Galileo
  - Universidad San Pablo
  - Universidad del Istmo
  - Universidad del Valle
  - Universidad Francisco Marroquín

Se contactó a cada una de ellas para hacer una consulta respecto del tema de inteligencia de negocios en la educación superior guatemalteca.

Para obtener resultados suficientes sin comprometer la confidencialidad de infraestructura de cada establecimiento, se elaboró la siguiente lista de preguntas:

- Sección 1:
  - 1: ¿Tienen algún producto de inteligencia de negocios aplicado a los registros académico-docentes?
  
- Sección 2: Si la respuesta a la pregunta 1 es Sí,
  - 2: ¿Qué tecnología utilizan? (por ejemplo Microsoft, Pentaho, Oracle, etc.)
  - 3: ¿Hace cuánto la utilizan?
  - 4: ¿Cuáles beneficios han notado mayormente?
  - 5: ¿Quiénes definen los indicadores de rendimiento? (por ejemplo: decano, secretario académico, etc.).
  - 6: ¿Qué elementos evalúan? (por ejemplo datos demográficos: como poblaciones por carrera, permanencia media según género, y relaciones con resultados de cursos).
  - 7: ¿Con base en qué se definen los indicadores de rendimiento? (algún tipo de criterio de calidad, como alguna acreditación o solo definidas internamente).

- 8: ¿Con qué frecuencia realizan revisiones de sus indicadores o reportes?
- Sección 3: Si la respuesta a la pregunta 1 es No,
  - 9: ¿Están interesados o tienen algún proyecto ya en marcha cuyo objetivo sea implementar alguna herramienta de inteligencia de negocios en su establecimiento educativo? de ser así, ¿preferirían una herramienta *open source* o propietaria? y ¿por qué?

De las consultas realizadas a los distintos establecimientos educativos se colectaron los siguientes resultados:

Tabla III. **Instituciones consultadas y participación**

Institución	Participó	Razón
Escuela Nacional Central de Agricultura	No	Sin respuesta
Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales	No	Sin respuesta
Universidad Mariano Gálvez	No	Sin respuesta
Universidad Rafael Landívar	No	Sin respuesta
Universidad Mesoamericana	No	Sin respuesta
Universidad Panamericana	No	Sin respuesta
Universidad Rural	No	Sin respuesta
Universidad Internaciones	Sí	
Universidad Galileo	Sí	
Universidad San Pablo	Sí	
Universidad del Istmo	No	Privacidad de la información
Universidad del Valle	Sí	
Universidad Francisco Marroquín	Sí	
Universidad de San Carlos de Guatemala	Sí	

Fuente: elaboración propia.

Tabla IV. **Resultados pregunta 1-3**

<b>Establecimiento</b>	<b>Pregunta 1</b>	<b>Pregunta 2</b>	<b>Pregunta 3</b>
Universidad Galileo	No	No aplica	No aplica
Universidad de San Carlos	No	No aplica	No aplica
Universidad San Pablo	No	No aplica	No aplica
Universidad del Valle	Si	Microsoft	6 años
Universidad Francisco Marroquín	No	No aplica	No aplica
Universidad Internaciones	No	No aplica	No aplica

Fuente: elaboración propia.

Tabla V. **Resultados pregunta 4**

<b>Establecimiento</b>	<b>Pregunta 4</b>
Universidad Galileo	No aplica
Universidad de San Carlos de Guatemala	No aplica
Universidad San Pablo	No aplica
Universidad del Valle	Estadísticas de primera mano Capacidad de análisis en tiempo real Generación de proyecciones
Universidad Francisco Marroquín	No aplica
Universidad Internaciones	No aplica

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. **Resultados pregunta 5**

<b>Establecimiento</b>	<b>Pregunta 5</b>
Universidad Galileo	No aplica
Universidad de San Carlos de Guatemala	No aplica
Universidad San Pablo	No aplica
Universidad del Valle	Directores Decanos Consejo Directivo
Universidad Francisco Marroquín	No aplica
Universidad Internaciones	No aplica

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **Resultados pregunta 6**

<b>Establecimiento</b>	<b>Pregunta 6</b>
Universidad Galileo	No aplica
Universidad de San Carlos de Guatemala	No aplica
Universidad San Pablo	No aplica
Universidad del Valle	Rendimiento Capacidad analítica y toma de decisiones Conocimiento institucional Alcance de metas
Universidad Francisco Marroquín	No aplica
Universidad Internaciones	No aplica

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **Resultados pregunta 7**

<b>Establecimiento</b>	<b>Pregunta 7</b>
Universidad Galileo	No aplica
Universidad de San Carlos de Guatemala	No aplica
Universidad San Pablo	No aplica
Universidad del Valle	Estándares establecidos por parámetros de acreditación internacional, pero normalmente son establecidos por criterios definidos por el consejo directivo
Universidad Francisco Marroquín	No aplica
Universidad Internaciones	No aplica

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Resultados pregunta 8**

<b>Establecimiento</b>	<b>Pregunta 7</b>
Universidad Galileo	No aplica
Universidad de San Carlos de Guatemala	No aplica
Universidad San Pablo	No aplica
Universidad del Valle	Frecuentemente, con base en cambios en las evaluaciones
Universidad Francisco Marroquín	No aplica
Universidad Internaciones	No aplica

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Resultados pregunta 9**

<b>Establecimiento</b>	<b>Pregunta 8</b>
Universidad Galileo	No
Universidad de San Carlos de Guatemala	No
Universidad San Pablo	No
Universidad del Valle	No aplica
Universidad Francisco Marroquín	Si; preferirían una herramienta propietaria por el soporte técnico y las actualizaciones
Universidad Internaciones	Dependerá de las necesidades en su momento, por ahora somos una institución pequeña que estamos desarrollando procesos.

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Ingenieros consultados por universidad**

<b>Establecimiento</b>	<b>Persona consultada</b>
Universidad Galileo	Ing. Erick Sanabria
Universidad de San Carlos de Guatemala	Ing. Edgar Sabán
Universidad San Pablo	Ing. Sergio Méndez
Universidad del Valle	Ing. Paolo Melini
Universidad Marroquín	Ing. Luis Giovanni Alvarado
Universidad Internaciones	Ing. Jorge Vargas Mantilla
Universidad del Istmo	Ing. Norma M. Chonay

Fuente: elaboración propia.

Con base en los resultados anteriores y las consultas con las distintas fuentes en cada institución académica, se obtuvieron los siguientes detalles.

La Universidad Galileo cuenta con un sistema conocido como GES (Galileo Educational System) que es una plataforma educativa de servicios para catedráticos, estudiantes y auxiliares. Lamentablemente no cuentan con tecnología de inteligencia de negocios, sino más bien utilizan reportes predefinidos que les permiten analizar los resultados académicos.

La Universidad de San Carlos, particularmente la Facultad de Ingeniería, no cuenta con tecnología de inteligencia de negocios; al finalizar el semestre el sistema solo realiza un conteo de los estudiantes aprobados y reprobados, sin entrar en más detalle de análisis de resultados.

San Pablo no cuenta con sistema avanzado de reportes, pero sí disponen de una plataforma de comunicación y servicios para estudiantes y catedráticos, aunque no de alta complejidad.

La Universidad del Valle, pionera en tecnología a nivel nacional, cuenta con tecnología de inteligencia de negocios aplicada a su área académica-docente. Utilizan herramientas de Microsoft desde hace ya casi 7 años y planean continuar con los desarrollos que tienen. De acuerdo con el director de media office, los beneficios han sido enormes, principalmente en la generación de estadísticas de primera mano.

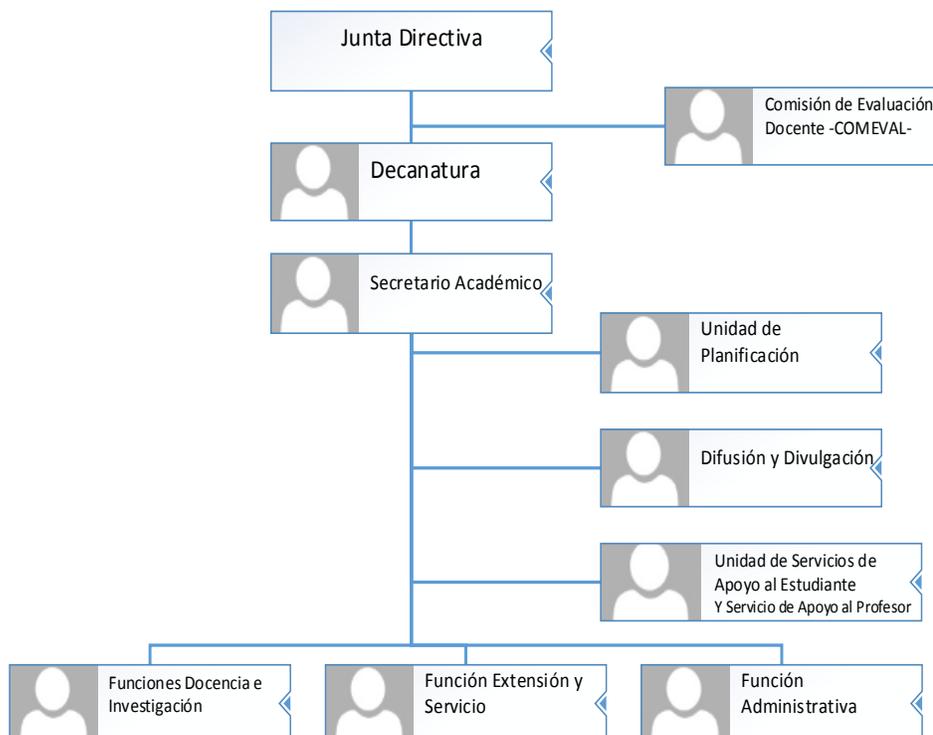
Gracias a la capacidad de realizar análisis en tiempo real sobre tópicos específicos, se obtienen búsquedas de tendencias y generación de proyecciones académicas que por políticas internas no se pueden revelar.

La Universidad Francisco Marroquín no cuenta con una herramienta de este tipo, pero sí están interesados en utilizar una. Para ellos el soporte y las actualizaciones son de suma importancia, por lo que una herramienta propietaria se adecua a este requerimiento.

### 2.3. Estructura organizacional de Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala (FIUSAC)

La Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala tiene una estructura organizacional (alto nivel) que se presenta en la siguiente figura.

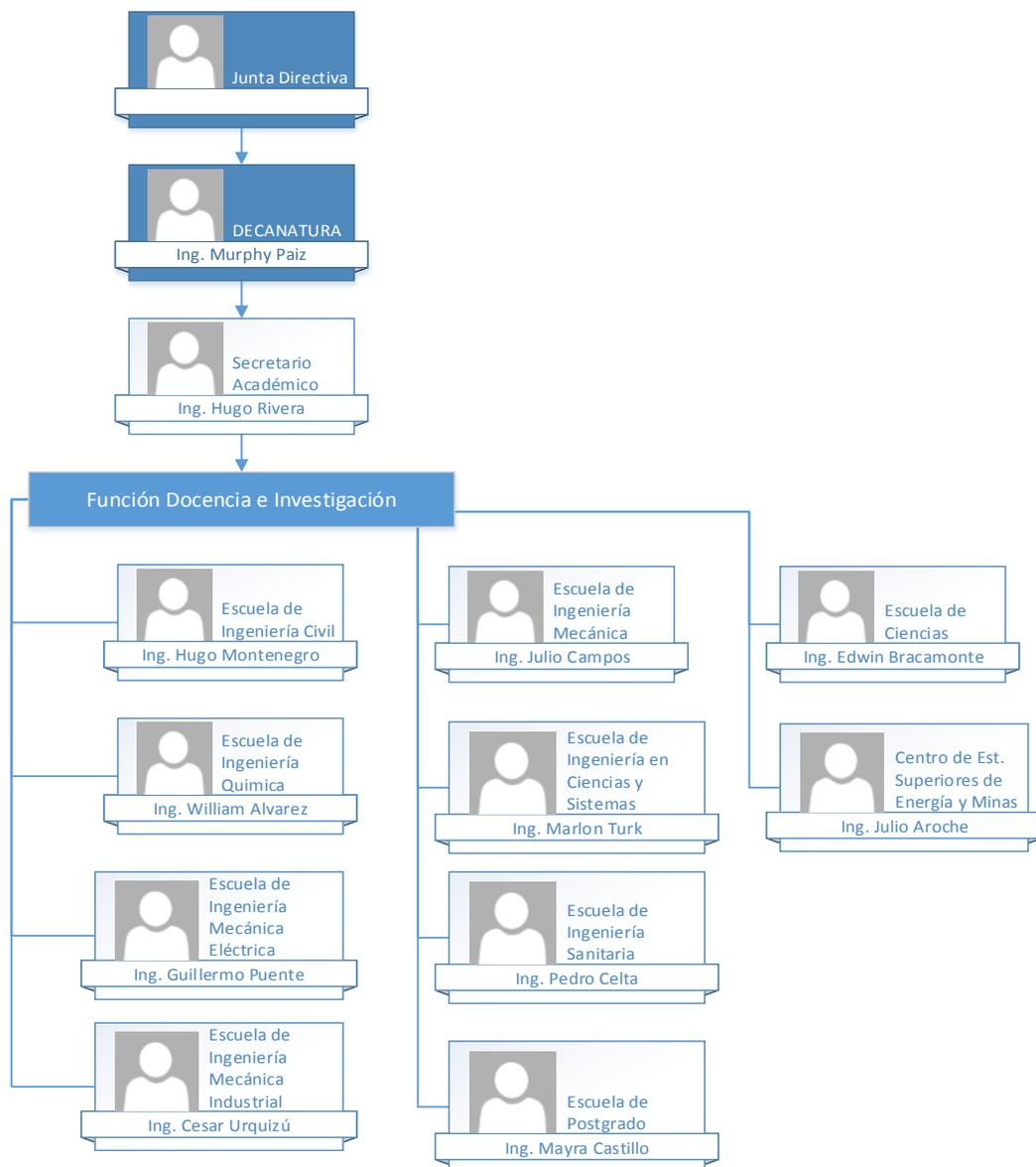
Figura 10. Organigrama de la Facultad de Ingeniería(alto nivel)



Fuente: Facultad de Ingeniería, USAC.

La investigación tiene como finalidad hacer un enfoque únicamente sobre el área académica docente, por lo que solamente se incluye la estructura siguiente en el posterior análisis.

Figura 11. Organigrama académico de la Facultad de Ingeniería



Fuente: Facultad de Ingeniería. USAC.

Cada escuela cuenta con tres roles principales en su estructura, estos son los siguientes:

Figura 12. **Roles principales de cada escuela en la Facultad de Ingeniería**



Fuente: Facultad de Ingeniería, USAC.

De las estructuras anteriores se identifican 6 perfiles principales:

Tabla XII. **Perfiles principales**

<b>Perfil</b>	<b>Función</b>
Junta Directiva	Velar por la aplicación de leyes y demás disposiciones relativas a la enseñanza.
Decano	Planificar, organizar, coordinar, dirigir y supervisar la ejecución de políticas de la Facultad.

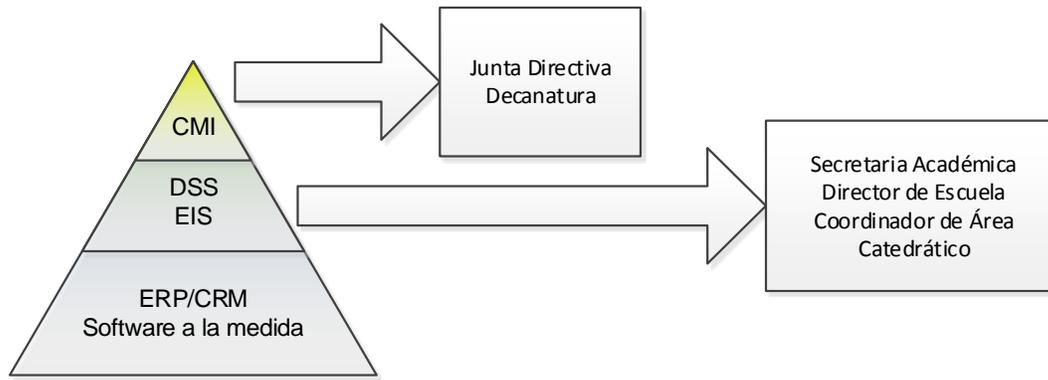
Continuación tabla XII.

Secretario Académico	Planificar, organizar, coordinar, dirigir, ejecutar y controla tareas técnicas docentes de la Facultad.
Director de Escuela	Dirigir, coordinar y supervisar las actividades docentes y administrativas de la escuela. Presentar a las autoridades superiores innovaciones y mejoras necesarias para el buen funcionamiento de la Escuela.
Coordinador de Área	Dirigir, coordinar y supervisar las actividades docentes y administrativas de su departamento o área. Elaborar, coordinar y supervisar que se ejecuten los planes, programas, actividades académicas y de investigación de su área o departamento.
Catedrático	Preparar e impartir clases magistrales a los estudiantes.

Fuente: elaboración propia.

La clasificación de perfiles permite ubicarlos lógicamente en la pirámide jerárquica del sistema propuesto que se presenta en la siguiente figura.

Figura 13. **Clasificación de perfiles**



Fuente: elaboración propia.

Los catedráticos utilizan el sistema habitual de ingreso de notas, que es un software a la medida que proporciona Centro de Cálculo e Investigación educativa, así que juegan un papel en ambos niveles.

Este software, a la medida producto del esfuerzo de CCIE, proporciona las siguientes funcionalidades a docentes:

- Consulta de datos personales
- Consulta de información académica
- Ingreso de notas
- Consulta de datos de estudiantes asignados

A este software se le conoce como “Portal de Ingreso de Notas, actividades y consulta de estudiantes asignados para docentes”. En él también se pueden aprobar y reingresar actas. Las actas son registros que permiten dar validez legal a la cantidad de estudiantes en un curso y las notas que tuvieron. Estas se validan vía web antes de ser impresas y firmadas.

## 2.4. Beneficios académicos

Las estadísticas educativas anteriormente se obtenían mediante procesos estadísticos descriptivos que se aplicaban por el propio docente; ahora se cuenta con sistemas informáticos que generan un reporte que agiliza este proceso.

A pesar de este avance tecnológico, muchas instituciones no conocen el alcance actual que tienen los sistemas de análisis de datos, y se han encerrado en los reportes predefinidos de los sistemas transaccionales.

Si en un ciclo semestral en la Facultad, por ejemplo, se logra identificar mediante uno de los reportes predefinidos, que solo un 50 % de los asignados en un curso lo aprobaron, este es un porcentaje muy bajo.

Ahora suponiendo que se realiza otro reporte y se desglosa por secciones, A, B y C, se aprecia en el segundo reporte que las secciones A y B tuvieron un porcentaje de aprobación de 70 % y la sección C solo de 10 %, cualquiera podría concluir que probablemente es mal rendimiento del catedrático, pero ¿qué tal si el grupo de estudiantes que el catedrático de la sección C tuvo era de mal rendimiento? ¿Cómo se logra realizar este tipo de aclaraciones? ¿Qué tal si un alto porcentaje de los asignados en esa sección tenían traslape con algún otro curso y esto pudo causar el bajo rendimiento?

Si en un ciclo semestral el porcentaje de aprobación de los alumnos del horario vespertino, particularmente en los cursos que se imparten después de las 6 pm fue muy bajo, un 15 % por ejemplo, ¿cómo se identifican estos patrones y qué se puede hacer al respecto?

Si se piensa en el caso en que se tienen varias secciones de un curso en distintos horarios, pero se da que existe un desbalance entre estas, y se asume una jornada vespertina, donde los cursos que se imparten normalmente a las 3 p. m. están relativamente vacíos, pero las secciones que están a partir de las 5 p. m. tienen más de 150 alumnos cada una, se asume que estos patrones se dan en algunas áreas profesionales de todas las carreras, y se han repetido desde hace varios años, en el segundo semestre de cada año; al mismo tiempo, en otros cursos se reduce el número de estudiantes.

Conocer este comportamiento permite que durante el segundo ciclo semestral de cada año se distribuya mejor el presupuesto, aumentando las secciones del curso que tiene demasiados estudiantes a partir de las 5 p.m., y reducir las secciones de otros.

Estos son solo algunos pocos ejemplos de beneficios que se tendrían con un sistema informático de inteligencia de negocios que permita identificar patrones que comúnmente no se verían, con la finalidad de apoyar y mejorar el proceso de toma de decisiones y maximizar los beneficios que se obtienen de este.

Si se hiciera una lista resumida de algunos beneficios académicos que se pueden obtener en la Facultad con una herramienta así, sería la siguiente: se podría identificar el rendimiento de un estudiante en los cursos relacionados por áreas de pénsum, por ejemplo si reprobó el curso de Física 2, se puede considerar su rendimiento en otros cursos de la Escuela de Ciencias para retroalimentar al estudiante y que refuerce ciertas áreas. Esto permitiría conocer tendencias en áreas de pénsum con la finalidad de mejorar programas, motivar e impulsar mejoras en los estudiantes y docentes.

Se podrían sacar relaciones entre las distintas carreras, y cursos con los establecimientos educativos de donde los estudiantes han culminado su diversificado. Esto para promover o impulsar cursos de refuerzo, orientados y especializados, que permitan mejorar el rendimiento estudiantil.

Es importante para cualquier coordinador o director conocer el rendimiento histórico de los catedráticos por semestre, y conocer si existe algún tipo de preferencia del estudiantado con ciertos profesores en específico. Con la información histórica se podrían promover capacitaciones que mejoren la calidad docente, o dividir o clasificar secciones de catedráticos con preferencias en pares o impares.

Algo muy notorio que se ha dado en los últimos años es que un estudiante se asigne muchos cursos durante un semestre. Se han permitido asignaciones de ocho a doce cursos, algunos con laboratorio incluso.

Conocer si existe relación del rendimiento académico con el número de cursos asignados y qué cursos son los se asignan, sería un factor clave que beneficie al estudiante. Asignarse demasiados cursos limita el tiempo que se puede dedicar a cada uno, promoviendo mediocridad y reduciendo las capacidades de los egresados.

Se podría impulsar talleres de planificación y organización académica que orienten a los estudiantes que tienen la capacidad de llevar algunos cursos adicionales y cómo aprovechar mejor su tiempo. Una interrogante que siempre ha existido, que podría conocerse, es si realmente existe una baja significativa en el rendimiento académico de los estudiantes que trabajan, y particularmente conocer qué carreras y cursos son los más afectados.

Se podrían conocer los rendimientos por jornadas, mañana, media tarde o noche, incluso por horario de cursos, es decir 7:00 a. m., 14:00, etc. Se puede identificar la repitencia en los cursos optativos y las tendencias de estos. Por ejemplo, la mayoría de estudiantes de una carrera específica que se asignen un curso optativo en particular, y en qué semestre.

La identificación de todas estas características y otras más que pueden surgir en el camino, representan beneficios académicos que se obtendrían mediante la herramienta de inteligencia de negocios.

Todos estos son factores que están al alcance de los altos mandos de la Facultad, y las decisiones que ellos tomen al tener los resultados, influyen directamente sobre estos.

Uno de los beneficios más importantes que se pueden maximizar con estos resultados es el aprovechamiento presupuestario, ya que al conocer el comportamiento de los estudiantes en función de los cursos, se pueden aprovechar mejor los fondos.

### **3. ANÁLISIS DE DATOS ACADÉMICOS**

Todo cuerpo académico y sus integrantes tienen como objetivo el éxito de sus estudiantes. Para ello, cada una de las personas relacionadas con los procesos de enseñanza debe, de acuerdo con su rol, realizar un análisis de datos que permita encontrar coherencia entre los objetivos y los resultados.

Este análisis consiste en la aplicación de operaciones que permitan describir los datos y sus características, y dependiendo de la complejidad de las operaciones, se generen capacidades predictivas y modelos de comportamiento.

Es de suma importancia que esto se lleve a cabo constantemente, con el fin de detectar deficiencias e impulsar mejoras, a nivel académico y docente.

Lamentablemente, un buen porcentaje de catedráticos no realiza este tipo de análisis; de ahí la importancia de facilitar una herramienta que presente resultados, permitiendo la toma de decisiones prontas y basadas en información certera.

#### **3.1. Factores influyentes sobre el análisis de datos**

La calidad del análisis de datos depende de muchas variables, algunas internas o externas. Unas con influencia directa o indirecta. Algo que sí es seguro es identificarlas todas es un trabajo demasiado amplio y complejo, y depende del contexto bajo el cual se efectúe el análisis, por lo que se limitan los factores a aquellos más conocidos en la Facultad de Ingeniería.

En general, las variables se clasifican en dos tipos: las que influyen sobre los resultados y las que influyen sobre el análisis. Las primeras son de contexto académico e informático.

Entre las que influyen sobre el contexto informático, se encuentran las siguientes:

- Volumen de datos: se requiere una cantidad de datos suficientes para extraer conocimiento amplio y estadísticas acertadas.
- Calidad de los datos: la falta de datos críticos fiables conlleva a una pérdida de confianza sobre los resultados.
- Resultados entendibles: que los resultados sean coherentes y con significado.
- Eficiencia: sin la eficiencia adecuada, el análisis se vería influenciado.

Entre las que influyen a razón del contexto académico están:

- Estudiantil:
  - Problemas familiares, económicos, sociales y culturales
  - Déficit de atención
  - Mala base en estudios anteriores
  - Falta de motivación
  - Malos hábitos de estudio
  - Compromisos laborales
  - Inmadurez

- No cuenta con las herramientas necesarias
- Su perfil no es apto para la carrera seleccionada
- Profesorado:
  - Mala calidad de moral y capacidad de enseñanza de los profesores
  - Falta de conocimiento y experiencia
- Currículo:
  - Objetivos planteados vagamente, sin propósito
  - Horario

Entre las que influyen sobre el análisis de resultados están:

- Falta de conocimiento estadístico, que se refleja en la mala interpretación de resultados.
- Los resultados y sus decisiones siguen siendo empíricos, sin fundamento.
- Existe desconocimiento de los procesos académicos, formas de evaluación y programa objetivo.

Considerar estos y otros factores permite obtener una panorámica amplia de lo que influye en los resultados de la Facultad, con el fin de responder a interrogantes sobre el fracaso académico recurrente.

### **3.2. Análisis de comportamiento y rendimiento académico**

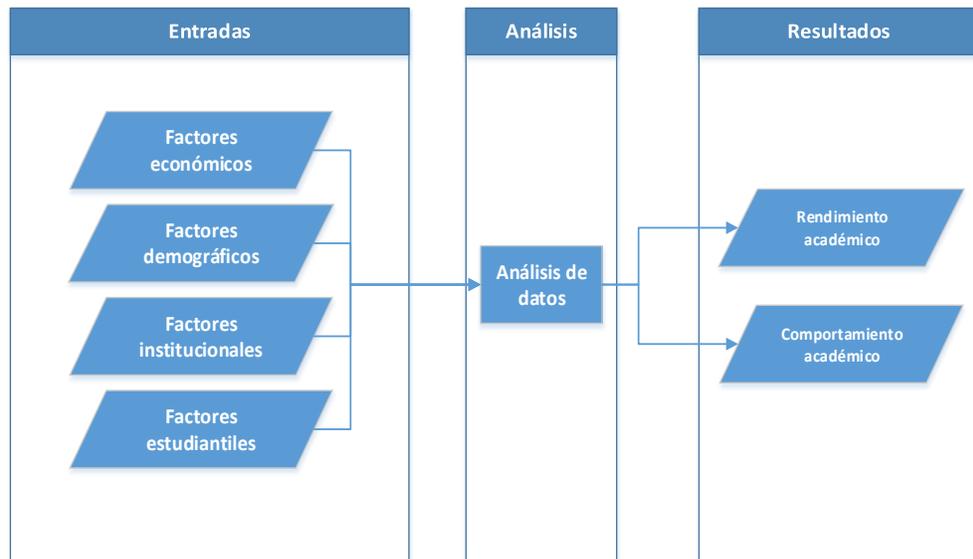
El análisis de comportamiento académico no se refiere únicamente a encontrar deficiencias, sino también se intenta encontrar patrones positivos, características y cualquier otro resultado en pro del beneficio estudiantil. En su mayoría se intenta encontrar respuestas a preguntas sobre rendimiento, y cómo las capacidades del cuerpo estudiantil responden a los actuales estímulos, objetivos y propósitos educativos.

La Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos se ha caracterizado por la máxima exigencia en todas sus carreras, característica propia de la profesión, la cual para muchos, se traduce en resultados negativos en sus asignaturas. Una afirmación completamente equivocada, ya que el resultado de una asignatura no solo depende de la exigencia del catedrático, sino de otros factores, algunos de los cuales fueron mencionados anteriormente.

Las deficiencias en el ambiente universitario se pueden manifestar en forma de rendimiento académico bajo y el abandono de carrera por parte del estudiante. Que no solo tiene como resultado un porcentaje de aprobación vergonzoso, sino prolonga la estadía del estudiante en su carrera, aumentando el costo que este representa para el gobierno universitario.

Para realizar entonces un análisis de comportamiento y rendimiento académico adecuado, es de suma importancia contar con el máximo número de variables segmentadas que faciliten el entendimiento de los resultados. A continuación se incluye un diagrama que permite ver de manera gráfica cómo se relacionan los factores ya mencionados con el proceso de obtención de resultados.

Figura 14. **Análisis de rendimiento y comportamiento académico**



Fuente: elaboración propia.

El rendimiento académico puede definirse como una variable cualitativa que se mide en función de varias cuantitativas. Es decir, dependiendo de los factores estudiados, se puede definir que un estudiante es de alto, medio o bajo rendimiento. Mientras que el comportamiento académico es una tendencia que podría representarse mediante una gráfica de líneas que permita conocer si el estudiante tiene una tendencia constante, variable, de mejora o en decadencia.

Estas variables deben seguir un modelo que permita identificar factores de riesgo con los cuales se construya un plan de prevención de fracaso académico. Como fue planteado por Judit Fullana, en la revista Bordon 42 (2) 1996, en Madrid, el artículo cita: “Dicho modelo constituye una hipótesis sobre qué variables resultan relevantes para identificar situaciones de riesgo y para

diseñar intervenciones educativas susceptibles de ser llevadas a cabo desde el contexto escolar”.

A continuación un diagrama del proceso ideal de análisis, basado en el concepto de Judit Fullana y esta investigación.

Figura 15. **Ciclo de análisis de datos**



Fuente: elaboración propia.

### 3.3. **Indicadores de rendimiento importantes**

Los indicadores de rendimiento y su tratamiento adecuado aportan una herramienta invaluable de diagnóstico y proyecciones a futuro. Estos deben ser basados en los objetivos planteados en cada uno de los programas de estudio, en las distintas áreas académicas, y como Facultad.

Entre los indicadores a identificar, hay que tomar en cuenta datos que no sean únicamente de estudiantes, sino también datos de los profesores y las carreras que se cursan.

A continuación se realiza una serie de ejemplos que pueden ser tomados en cuenta como base para futuros planteamientos, y se clasifican algunos de los datos que sería interesante conocer, con el fin de tomar decisiones que afecten positivamente los procesos académicos.

Del capítulo anterior se identificaron distintos tipos de roles, para ellos es necesaria la vista de distintos grupos de datos. Con el propósito de mostrar indicadores acordes a cada nivel, se tomaron en cuenta tres roles:

- Alto mando: como el señor Decano, Secretario Académico, u otros
- Mando medio: como los directores de Escuela o coordinadores de áreas
- Catedráticos: cualquier profesor

Para cada uno de los roles identificados existen indicadores que pueden ser útiles y que también pueden ser clasificados en distintos grupos. Para propósitos de este estudio se clasificaron en cuatro, y de estos, uno específico para el rol de catedrático.

Tabla XIII. **Indicadores por contexto demográfico**

<b>Contexto demográfico</b>
Población por grupo de edad
Población por género
Tasa de crecimiento por género anual
Permanencia media en la carrera
Permanencia media en la carrera si no se gradúan
Tasa de repitencia general
Tasa de promoción general
Tasa de reprobados general
Tasa de deserción general
Costo anual por alumno por carrera y por ciclo

Continuación de la tabla XIII.

Porcentaje de estudiantes nivel medio por categoría, según cada carrera.
Tasa de promoción, deserción, reprobados y repitencia de las distintas carreras de nivel medio, por cada carrera universitaria.
Tasa de promoción, deserción, reprobados y repitencia de las distintas escuelas, por cada carrera universitaria, y por cada carrera de diversificado.
Población por carrera, escuela y ciclo (año o semestre).
Años hasta la graduación por género y edad, clasificado por la edad de cuando iniciaron en la Facultad.
Población del interior o de Guatemala, clasificando porcentajes por carrera.

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. **Indicadores por contexto socioeconómico**

Socioeconómico
Condición laboral por género.
Condición laboral por género por carrera.
Ingreso familiar aproximado como nivel socioeconómico del estudiante.
Tasa de repitencia, promoción, reprobados y deserción general en función de ingresos promedio.
Tasa de repitencia, promoción, reprobados y deserción general en función del nivel de estudios del padre.
Tasa de repitencia, promoción, reprobados y deserción general en función del nivel de estudios de la madre.
Tasa de repitencia, promoción, reprobados y deserción general en función del número de integrantes del grupo familiar
Estado civil casado soltero

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **Indicadores por contexto académico**

<b>Académicos</b>
Porcentaje de aprobación de ciencias básicas por carrera de diversificado
Tasa de admisión por carrera
Porcentaje de aprobación por área de pénsum
Porcentaje de abandono por área de estudio
Porcentaje de abandono por curso
Porcentaje de alumnos con créditos exactos
Promedio de notas de estudiantes por área de pénsum
Promedio de notas de estudiantes por curso
Promedio de notas por sección por curso
Porcentaje de titulados respecto a matriculas anuales
Porcentaje de cumplimiento de trabajos por área de pénsum
Porcentaje de alumnos por rango de créditos que sería equivalente a semestres
Número de veces promedio que cursa una materia para ganarlo
Porcentaje de alumnos que se desasignan algún curso.
Porcentaje de alumnos que se desasignan cursos clasificados por curso y carrera
Porcentaje de alumnos que se cambian de carrera y de donde a donde se pasan
Porcentaje de alumnos de cada ciclo que se cambian de carrera

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **Indicadores por catedrático**

<b>Por catedrático</b>
Porcentaje de aprobación histórico en el curso que imparte vs el porcentaje actual
Porcentaje de abandono histórico en el curso que imparto vs el porcentaje actual
Duración media de repitencia por alumno (género) en el curso que imparto

Continuación de la tabla XIII.

Porcentaje de aprobación histórico por parcial en el curso que imparto vs el porcentaje actual de mi curso
Número de cursos promedio asignados de los alumnos que aprobaron mi curso vs los que no aprobaron
Perfil del alumno
Créditos promedio ganados por semestre
Cursos ganados
Cursos reprobados
Cursos abandonados
Promedio de repitencia por curso para aprobación

Fuente: elaboración propia.

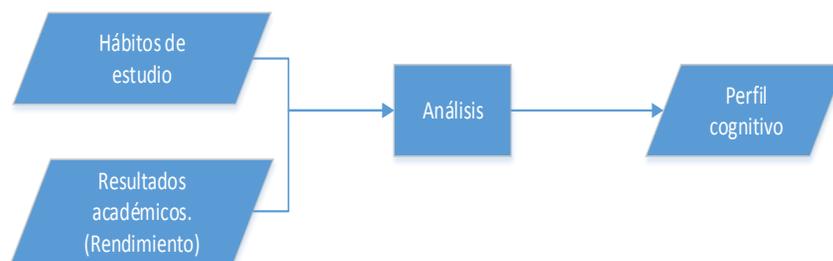
En un caso ideal, el indicador “porcentaje de alumnos con créditos exactos” podría definirse como éxito, ya que se refiere a alumnos que tienen créditos cabales a la fecha. Estos son indicadores de rendimiento genéricos, pero también se pueden construir indicadores para los estudiantes becados, y medir los resultados versus requerimientos para acreditaciones por escuela y otro sinfín de estadísticos que serían útiles. Con propósito de ejemplo, si se tiene un indicador de “porcentaje de abandono por carrera, por semestre” y los resultados son algo similar a lo siguiente:

- Ingeniería industrial, 5 % en el primer semestre, 3 % segundo
- Ingeniería en sistemas, 1 % en el primer semestre, 50 % en el segundo

Con base en estos resultados, la persona encargada de Ciencias y Sistemas puede empezar a investigar las causas del abandono tan alto en el segundo semestre, y formular un plan que permita prevenir ese número para el año siguiente.

Estos indicadores, con otras actividades estadísticas, podrían convertirse en un arma poderosa para encontrar tendencias negativas y positivas en la institución. A continuación un diagrama que ilustra el proceso de análisis que aprovechan estos indicadores.

Figura 16. **Proceso de análisis utilizando indicadores**



Fuente: elaboración propia.

En el diagrama anterior se muestran dos entradas, los resultados académicos obtenidos de los indicadores y los hábitos de estudio. Durante una investigación se pueden habilitar cuestionarios en línea que permitan identificar los hábitos de estudio de cada estudiante; a la vez pueden realizarse pruebas de aptitud y otros tipos de evaluaciones.

Estos resultados en conjunto forman una poderosa fuente de datos, que como entradas para un análisis, permiten generar perfiles cognitivos, rediseño de procesos de enseñanza, recomendaciones de estudio, y otros tipos de estrategias inteligentes que reduzcan la mediocridad y mejoren la calidad de la enseñanza.



## **4. PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN**

### **4.1. Descripción del problema: la situación actual**

En la Facultad, al finalizar un ciclo académico, se habilita el sistema de asignaciones que incluye un módulo en el cual se pueden ingresar los resultados de los estudiantes en cada curso.

Una vez ingresados los resultados, el sistema provee un reporte predefinido que indica el número de estudiantes aprobados y reprobados, únicamente.

En caso se quisiera información más detallada, se puede obtener de dos formas: la primera implica que como catedrático, aproveche sus conocimientos informáticos y realice reportes y gráficas utilizando alguna herramienta, como por ejemplo Microsoft Excel; la segunda es un proceso más complicado, pero la información es más completa. Esta se realiza mediante una solicitud a la Facultad para obtener un reporte con más detalle de resultados.

El proceso de solicitud de un reporte a la Facultad puede tomar dos caminos, el primero es ir directamente a Centro de Cálculo, llenar un formulario y esperar el tiempo que ellos indican para luego regresar y recibir el reporte. Si la información solicitada tiene un nivel de sensibilidad alto, el reporte no es generado. Desde el punto de vista de un catedrático, se muestra en el siguiente diagrama de flujo.

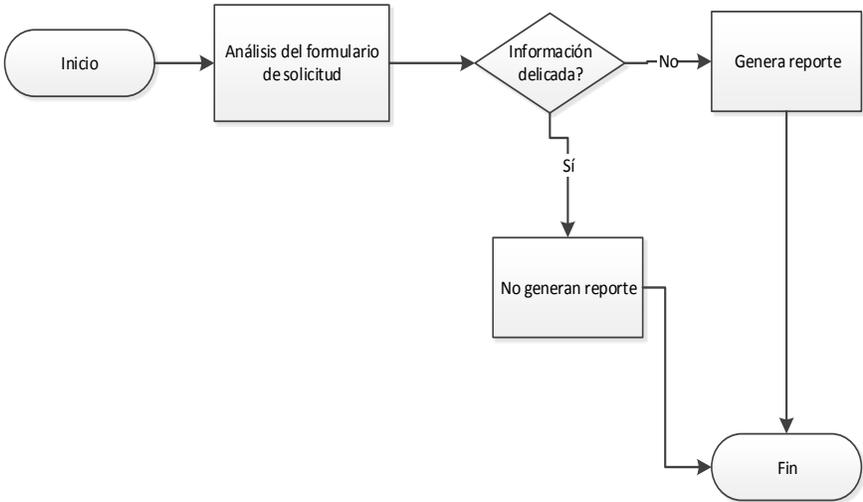
Figura 17. **Diagrama de flujo de proceso de solicitud de reporte Centro de Cálculo**



Fuente: elaboración propia.

El proceso desde la vista de Centro de Cálculo, cuenta con el siguiente flujo:

Figura 18. **Diagrama de flujo de generación de reporte**

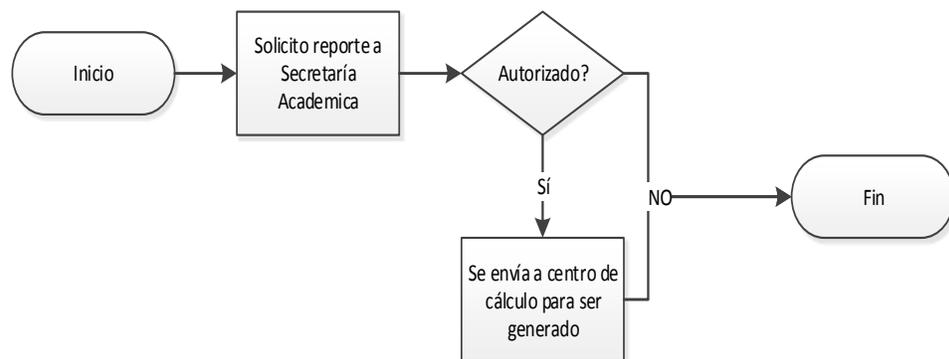


Fuente: elaboración propia.

La otra forma de solicitar un reporte es mediante la secretaría académica. El secretario tiene la autoridad de aprobarlo, independientemente de la sensibilidad de la información. Dicho esto, una vez aprobado, Centro de Cálculo genera los resultados que luego son entregados al solicitante.

El flujo de esta solicitud tiene la siguiente forma:

Figura 19. **Diagrama de flujo de solicitud de reporte, secretaría académica**



Fuente: elaboración propia.

La forma de obtención de información adicional puede tomar varios días, incluso semanas. Esto es realmente ineficiente, sin mencionar que dependiendo de la complejidad del reporte, se puede incluso denegar su creación.

Identificar tendencias no es una tarea fácil sin utilizar alguna técnica de minería de datos que lo permita; por lo tanto un reporte complejo tiene alta probabilidad de ser denegado, o que su tiempo de creación sea extenso.

## 4.2. Herramientas propietarias de inteligencia de negocios

Existe una amplia gama de herramientas propietarias de inteligencia de negocios, y muchas formas de licenciamiento para estas. Algunas se pueden adquirir por usuario, con soporte, sin soporte, entre otras. Algunas herramientas solo incluyen la parte de análisis de datos y reportes, por lo tanto las licencias de los motores de gestión de los almacenes de datos se pagan por aparte.

Al pensar en una herramienta propietaria, lo primero que viene a la mente es el costo en que incurre su implementación, y el soporte de la misma, pero existen ventajas que las hacen sobresalir sobre las herramientas *open source*.

Las herramientas propietarias, en su mayoría, cuentan con servicio de soporte técnico y *helpdesk* que se ofrece junto a la adquisición de las mismas, y si no se compran los paquetes que lo incluyen, existen empresas independientes que se dedican a ofrecer estos servicios.

También cuentan con innovaciones constantes, con arquitecturas bien construidas y planeadas. El inconveniente es que estas actualizaciones pueden representar costos inesperados, pero que tienen la ventaja que mejoran el rendimiento de la herramienta o reparan ciertos *bugs* que se podrían presentar.

La disponibilidad de documentación funcional y técnica de las herramientas propietarias es amplia, un punto importante a favor que les da ventaja sobre las herramientas *open source*. A continuación se muestra una lista de los productos propietarios más utilizados en el mercado.

Tabla XVII. **Herramientas de inteligencia de negocios propietarias más utilizadas en el mercado**

<b>Producto</b>	<b>Empresa</b>
<i>Oracle BI</i>	<i>Oracle</i>
<i>Cognos</i>	<i>IBM</i>
<i>Business objects</i>	<i>SAP</i>
<i>Microsoft BI Tools Reporting services Análisis services Performance point server Proclarity</i>	<i>Microsoft</i>

Fuente: <http://es.workmeter.com/blog/bid/192978/Principales-herramientas-de-Business-Intelligence>. Consulta: octubre de 2013.

#### **4.2.1. Costo de licencias para herramientas propietarias de inteligencia de negocios**

Los costos de adquisición de licencias de paquetes de inteligencia de negocios son elevados, ya que una solución no es un solo producto, sino varios en conjunto.

Una licencia de por vida, de *Oracle Business Intelligence Suite Enterprise Edition Plus 11g* para dos procesadores, sin soporte es de \$221 250,00. El año de soporte tiene un costo adicional de \$48 675,00. Esto sin contar los \$47 500,00 que representan el gasto de un motor de base de datos 12C, más los \$10 450,00 del año de soporte para este motor.

Oracle WebLogic server tiene un costo de \$10 000,00 por procesador y \$2 200,00 anuales por soporte.

“Una instalación *enterprise* con las herramientas Oracle necesarias para montar un servidor de inteligencia de negocios puede costar como mínimo \$278 750,00 de inversión inicial, más el soporte anual en caso ser necesario” (<https://shop.oracle.com/pls/ostore>. Consulta: enero 2014).

Las licencias de Microsoft también representan un costo significativo, la versión de inteligencia de negocios de SQL Server (motor de base de datos) para un año es de \$9 605,00.

La licencia de Windows Server 2012 por año tiene un costo de \$5 377,00; este incluye el servidor web, pero no el costo del ambiente de desarrollo Visual Studio 2012 que es de \$1 199,00 al año (<http://mla.microsoft.com>. Consulta: enero de 2014).

Por lo tanto, el costo mínimo de un ambiente Microsoft es de \$21 548,00 anuales; sin pago de soporte alguno para las herramientas por instalar.

Estos son algunos ejemplos de los costos a que se enfrenta una organización al empezar a cotizar las distintas propuestas de inteligencia de negocios en el mercado propietario.

### **4.3. Herramientas *open source* de inteligencia de negocios**

El concepto de *open source* se asocia a una comunidad de personas con distintos roles, trabajando en conjunto con el fin de crear tecnología cuya fuente es libre. El concepto comprende licenciamientos que permiten que se utilice la tecnología de forma gratuita. Existen muchas herramientas *open source* de inteligencia de negocios, robustas, de alta calidad, pero con poco soporte, si es que se cuenta con alguno.

El soporte es algo muy importante, más aún si los clientes son corporaciones grandes que necesitan un respaldo externo para que sus aplicaciones sean siempre funcionales. Los distintos ambientes que se pueden tener en una organización varían desde sistemas basados en herramientas propietarias, y otros basados en herramientas *open source*; esto puede provocar problemas de integridad y compatibilidad, ya que muchas herramientas de inteligencia de negocios *open source* no tienen la capacidad de integrar a grande escala, o simplemente no soportan cierto software.

Un punto a favor, realmente importante es el precio de las licencias, porque no hay ninguno. Esto es primordialmente la razón por la que muchas empresas obvian el hecho de que no se cuenta con mucha documentación, y se deciden a implementar sistemas de inteligencia de negocios con herramientas *open source*. Lo que no saben es que el tiempo y costo en que incurre la preparación del personal para que sea capaz de manejar estas herramientas, puede en ocasiones ser muy elevado. A continuación se muestra un listado de los productos *open source* más comerciales.

Tabla XVIII. **Herramientas de inteligencia de negocios *open source* más utilizadas en el mercado**

Producto
SapgoBI
Vanilla
OpenI
Pentaho

Fuente: elaboración propia.

#### 4.4. Herramienta *open source* o propietaria

Decidir qué herramienta usar es tan complejo como su implementación. Existen muchas variantes que tienen influencia directa en el momento de seleccionar la herramienta a utilizar. A continuación se incluyen algunas muy importantes:

- Costos
- Tiempo de implementación
- Soporte
- Actualizaciones
- Documentación
- Complejidad de aprendizaje

Ser parte de una entidad pública con limitación financiera, una población estudiantil en constante crecimiento, las variaciones económicas del país, el incremento en costos de servicios y materiales que son necesarios para la continuidad del funcionamiento, complica el panorama de decisión.

Pese a la diversidad y complejidad de cada factor influyente se puede decir que ambas áreas, la propietaria y la de código libre tienen beneficios, pero dada la dimensión del ambiente universitario público, existe el riesgo de reducción en su recurso disponible.

Esta situación pone en peligro la integridad de un proyecto de esta magnitud, y puede en todo caso llegar a causar la finalización del mismo. Por ello, el factor costo juega el papel principal entre las variables que se deben tomar en cuenta.

Los precios del licenciamiento de herramientas propietarias son altos, por lo que las herramientas de código libre son una fuente con mayor posibilidad de éxito. La Facultad cuenta con un recurso que no ha sido aprovechado en su capacidad total, el capital humano. Cada estudiante de las diversas escuelas puede ser aprovechado en las distintas ramas donde se requiera recurso. De esta forma se ahorrarán costos y se promoverán EPS, con el fin de ayudar al estudiante y a la Escuela.

Dependiendo de la ambición del proyecto, incluso se puede tomar en cuenta a otras Facultades y crear un ambiente colaborativo que sea de beneficio para estudiantes y autoridades. Teniendo el recurso necesario a un costo relativamente bajo, el siguiente paso es decidir apropiadamente la herramienta a utilizar. Ahora se toma en cuenta la cantidad de documentación disponible, actualizaciones y el soporte, en caso exista.

Con base en lo último, se puede deducir empíricamente si el aprendizaje y la implementación tomarían menos tiempo. Por lo tanto, asumiendo un ambiente simple con herramientas de Microsoft y dos personas trabajando durante 6 meses, en un año, el costo sin salarios sería de \$22 757,00; equivalente a Q181,066.12 (Q7.76 por cada \$1, hoy 04/21/2014), utilizando dos licencias de Windows Server, una del motor de bases de datos y dos licencias de visual estudio. Esto no incluye gastos de mobiliario, servidores, pc para los desarrolladores, ni otros que se pueden presentar.

Mientras que utilizando herramientas de código libre, los costos de licencias son nulos y ese presupuesto se puede utilizar para la adquisición de los activos necesarios para sostener la solución, sean servidores físicos o en la nube.

Por ello es recomendable la utilización de herramientas *open source*, evitando incurrir en costo de licencias y mediante el aprovechamiento del recurso humano con el que cuenta la Facultad, se asimila sin inconveniente el tiempo que se necesita para aprender a utilizar la herramienta e implementar las soluciones.

#### **4.5. Infraestructura en la nube**

La infraestructura en la nube o *IAAS* (infraestructura como servicio) es un concepto reciente que permite que una organización tenga un espacio virtualizado o con servidores dedicados que funcionan como si se tuvieran físicamente en un centro de IT local. Esto con la finalidad de evitar la inversión de adquisición y mantenimiento de equipo de cómputo, que puede resultar en un costo relativamente elevado.

Este servicio permite que se fije una cuota mensual o anual por la utilización de recursos que se pueden adecuar a las necesidades que la organización tenga.

Los costos de un servidor en la nube varían dependiendo del recurso con que este cuente y la transferencia de datos que se hagan hacia y desde él. Existen actualmente muchas empresas dedicadas a proveer estos servicios, y muchos clientes que sin ellas no tendrían las capacidades para el procesamiento de datos necesarias para su funcionamiento.

Entre las empresas que proveen este servicio, tres sobresalen de las demás, y a continuación se muestran los costos y recursos que ofrecen para montar servidores GNU/Linux.

Tabla XIX. **Costos de Linode**

Linode				
RAM	1024 MB	2048 MB	4096 MB	8GB
Almacenamiento	48 GB	96 GB	192 GB	384 GB
Transferencia	2 TB	4 TB	8 TB	16 TB
Precio (USD)	\$20	\$40	\$80	\$160

Fuente: [www.linode.com](http://www.linode.com). Consulta: abril de 2014.

Tabla XX. **Costos de servidores en RackSpace**

RackSpace				
RAM	1 GB	2 GB	4 GB	8 GB
Almacenamiento	40 GB	80 GB	160 GB	320 GB
Precio por hora(USD)	\$0.06	\$0.12	\$0.24	0.48
Precio por mes(USD)	\$43.8	\$87.6	\$175.2	\$350.4

Fuente: <http://www.rackspace.com/cloud/public/servers/pricing>. Consulta: abril 2014

Tabla XXI. **Costos por transferencia en RackSpace**

RackSpace precio por transferencia	
Transferencia saliente	0.12\$ P/GB
Transferencia entrante	0\$

Fuente: <http://www.rackspace.com/cloud/public/servers/pricing>. Consulta: abril de 2014

Rackspace es uno de los proveedores de *hosting* y *cloud* más grandes a nivel mundial. Por su alto nivel de eficiencia y la calidad de servicio que proveen, han obtenido un buen número de reconocimientos.

Lo interesante y ventajoso de RackSpace es que se tiene una tarifa de usabilidad, es decir, no es una cuota fija mensual sino más bien se estima con base en el uso por horas de recurso y por transferencia saliente.

Tabla XXII. **Costos de servidores en Amazon**

<b>Amazon EC2</b>			
	Media	Alta	Extra alta
<b>RAM</b>	3.75 GB	7.5 GB	15 GB
<b>Almacenamiento</b>	410 GB	850 GB	1690 GB
<b>Precio por hora(USD)</b>	\$0.12	\$0.24	\$0.48
<b>Precio por mes(USD)</b>	\$86.40	\$172.80	\$345.60

Fuente: <http://aws.amazon.com/es/ec2>. Consulta: abril de 2014

Tabla XXIII. **Costos por transferencia mensual en Amazon**

<b>Amazon EC2 Precio por Transferencia (X) Mensual</b>			
<b>Entrante</b>	0 \$		
<b>Saliente</b>	X < 1 GB	1GB <X<10TB	10TB<X< 40TB
	\$0	\$0.12 P/GB	\$0.09 P/GB

Fuente: <http://aws.amazon.com/es/ec2>. Consulta: abril de 2014.

Amazon EC2 (*Elastic Cloud 2*) es un servicio de recursos en la nube, muy utilizado hoy en día por su capacidad y rendimiento. Los servicios *cloud* de Amazon han estado por años, y fueron de los primeros en ofrecer servicios informáticos en la nube. Tiene en común con RackSpace, el cobro por utilización y transferencia. Aunque los precios varían, el modelo de negocio es similar, ya que Amazon cobra por utilización del recurso por hora, y la transferencia de datos salientes. A diferencia con este, los precios de transferencia saliente varían, entre más transferencia saliente, el costo puede ser más barato.

Actualmente existe un servicio relativamente nuevo que estas empresas proveedoras de infraestructura en la nube están adoptando; se conoce como Cloud Database. Este no es más que la configuración de un servidor de base de datos, en ocasiones clusterizado, para tener un alto rendimiento.

Estas configuraciones se pueden realizar por el administrador de infraestructura y se puede tener el mismo servicio, pero configurado propiamente a un precio más bajo.

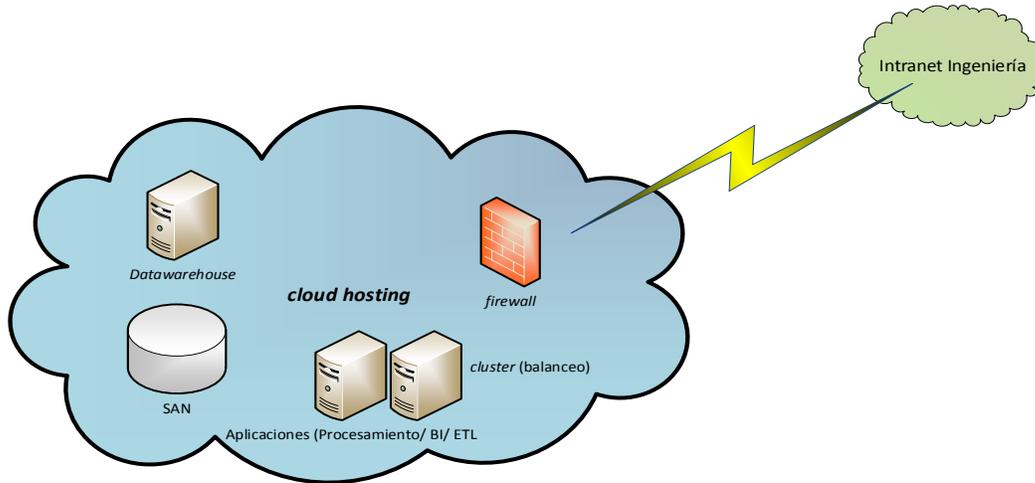
#### **4.6. Propuesta para la Facultad de Ingeniería**

Para alcanzar el éxito en la implementación de un sistema de inteligencia de negocios, hay que encontrar una mezcla adecuada de buena estrategia, metodologías de implementación precisas y las herramientas tecnológicas adecuadas.

Es necesario para ello, contar con la participación de todos y encontrar esa mezcla que permita maximizar los beneficios que se obtienen de esta tecnología.

La infraestructura de nube ideal para un sistema de inteligencia de negocios en la Facultad de Ingeniería, debería contar con al menos cuatro servidores y una SAN. Esta tendría la forma que se presenta en la siguiente figura.

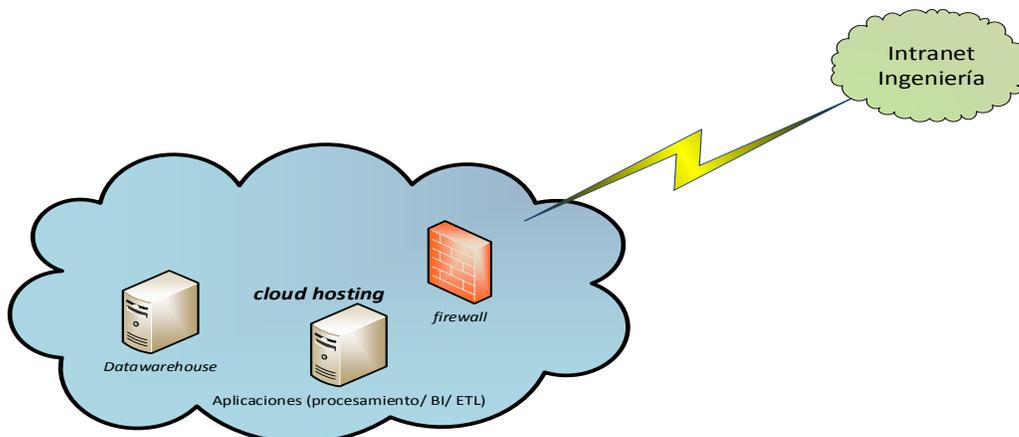
Figura 20. **Diseño de infraestructura ideal**



Fuente: elaboración propia.

Dado que el presupuesto de la Facultad es limitado, la infraestructura de nube se podría reducir a tres servidores únicamente, y tendría la siguiente forma:

Figura 21. **Diseño de infraestructura mínima**

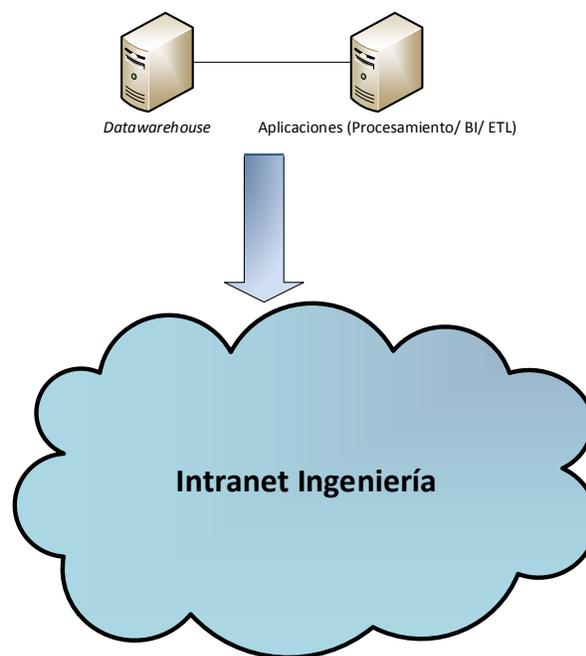


Fuente: elaboración propia.

Existe una alternativa factible, que también se incluye en la propuesta, y es la adquisición de servidores que se incorporen en la intranet de la Facultad; la diferencia entre ambas propuestas radica en el costo de inversión inicial y mantenimiento. Estos están en detalle en la sección de costo de la propuesta.

La forma ideal para esta segunda opción sería adquirir dos servidores. Uno que funcione como almacén de datos y el otro como servidor de aplicaciones; al integrarse en la topología de red actual, se omite el servidor de *firewall*, debido a que en la Facultad ya existe uno. Esto tendría la forma que a continuación se presenta.

Figura 22. **Diseño de infraestructura adaptada**



Fuente: elaboración propia.

#### 4.6.1. Pentaho y MySQL

Para la implementación de esta tecnología es de suma importancia tomar en cuenta factores clave, que influyen directamente en los resultados, estos son los siguientes: integración, facilidad de uso, calidad de los datos, costo de licencia y de capacitación. Existe una herramienta que cumple con esas características, se llama Pentaho.

Pentaho es una herramienta *open source* que utiliza MySQL para almacén de datos. Su costo de licencia es de cero y su facilidad de uso lo ha convertido en una de las herramientas *open source* de inteligencia de negocios más utilizada.

Dado que la Facultad utiliza MySQL y PostgreSQL para aplicaciones, la integración con los procesos de ETL no es complicada.

La calidad de los datos es poca, únicamente se cuenta con zona y nota de examen final. Lo adecuado sería tener zona detallada para poder encontrar más tendencias y comportamientos.

Promover un cambio en esta área es muy complicado, ya que se deberían modificar varios procesos y el sistema transaccional. Algo difícil de alcanzar con la resistencia al cambio que puede existir entre los que utilizan y mantienen el sistema.

Aún así, se puede iniciar a la preparación del ambiente de cambio, promover y discutir las ventajas que se obtienen entre el personal académico docente, con el fin de realizar los cambios en el futuro.

#### **4.6.2. Guía de instalación**

La guía de instalación tiene un enfoque virtualizado, no en un ambiente de nube como los mencionados, sino configurado en una computadora de escritorio con las siguientes características:

- Marca: ninguna
  - Modelo: ninguno
  - RAM: 16 GB
  - Procesador: Intel core i7 3era Gen 3.40 GHz
  - Disco duro: 2 TB
  - Sistema Operativo: Windows 8 Ultimate
  - Hipervisor: Oracle Virtual Box 4.0.4
- Características de la máquina virtual:
- Sistema operativo: Ubuntu server
  - Disco duro: 20 GB y RAM: 2 GB

Aunque no es un ambiente real, la variación de las configuraciones a un ambiente de producción en la nube es mínima.

##### **4.6.2.1. Instalación, configuración y creación de un cubo de análisis**

La primera parte abarca la creación de la máquina virtual, instalación del sistema operativo y las herramientas necesarias para que corra el sistema. Los pasos son los siguientes:

- Instalación del hipervisor: configurar opciones de sistema operativo y carga

- Instalación del sistema operativo:
  - Instalación y configuración de Ubuntu Server 10.04 LTS
  - Instalación y configuración del administrador de base de datos
  - Instalación y configuración del administrador gráfico y aplicación de ejecución de consultas de base de datos
  - Instalación y configuración de Java-6-SE
  - Descarga y configuración del conector de MYSQL
  - Descargar y configurar jpivot-1.8
  - Inicialización del servidor Tomcat con Pentaho

#### Configuraciones de base de datos:

- Crear almacén de datos
- Crear usuarios del sistema y asignar permisos
- Modificar conexiones del sistema a MySQL
- Modificar código de inicialización para evitar el uso de HSQLDB
- Iniciar la consola administrativa y crear conexiones hacia las fuentes de data
- Descargar Saiku
- Configurar Saiku
- Crear diagrama estrella para análisis
- Mostrar utilización de vista de cubos con Saiku

Se crea la máquina virtual, para ello se debe ejecutar el hipervisor y se realiza lo siguiente:

#### Tabla XXIV. Pasos para crear máquina virtual

- Clic en Nueva
- Seleccionar el tipo de sistema operativo y un nombre
- Seleccionar una cantidad de memoria RAM; en este caso 512 MB, pero debe ser acorde a las necesidades
- Utilizar el disco duro con una capacidad de 20 G. En la aplicación real, se necesita una capacidad mucho mayor

Fuente: elaboración propia.

El sistema operativo Ubuntu Server, se descarga del siguiente enlace:

<http://www.ubuntu.com/download/server/download>

Para instalar el sistema operativo se hace lo siguiente:

#### Tabla XXV. Instalación del sistema operativo, parte 1

- Clic en configuraciones de la máquina virtual
- Almacenamiento -> Unidad de CD/DVD
- Seleccionar el archivo .ISO descargado
- Inicie la máquina virtual
- Seleccionar el idioma
- Seleccionar "Instalar Ubuntu Server", Presionar ENTER
- Seleccionar el idioma de la instalación
- Seleccionar el país
- Seleccionar el tipo de teclado
- Ingresar el nombre del Host; en este caso BI-Server

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI. **Instalación del sistema operativo, parte 2**

- Seleccionar la configuración guiada que selecciona todo el disco con LVM
- Seleccionar el disco a utilizar para la instalación
- Seleccionar <yes>
- Seleccionar el volumen completo para el LVM
- Escriba los cambios en disco seleccionando <yes>.

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVII. **Instalación del sistema operativo, parte 3**

- Luego se formatea el disco
- Se crea una cuenta, en este caso se usó el nombre: Noel y una contraseña cualquiera
- Seleccionar la opción de no encriptar, a menos que se considere necesario

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVIII. **Instalación de herramientas del sistema operativo, parte 1**

- Luego seleccionar el siguiente software:
  - A) LAMP Server
  - B) Tomcat Java Server
  - C) Virtual Machine Host
- Luego de instalar el software, el asistente va a solicitar la contraseña root de MySQL, ingresar una

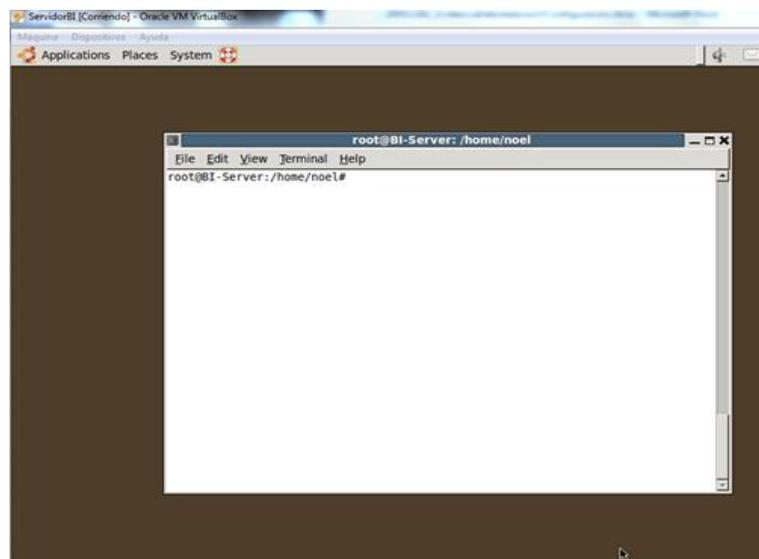
Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIX. **Instalación de herramientas del sistema operativo, parte 2**

<ul style="list-style-type: none"><li>- Ingresar con el usuario que creó</li><li>- Ingresar como root     sudo su</li><li>- Instalar un gestor gráfico simple (este paso es opcional)     Sudo apt-get install x-window-system-core gnome-core     sudo apt-get install language-pack-es language-pack-es-base language-pack-gnome-es language-pack-gnome-es-base language-selector language-support-es     sudo apt-get install gksu     sudo apt-get install gnome-system-tools gnome-nettool</li><li>- Ejecute como root el gestor gráfico     Startx</li></ul>
--

Fuente: elaboración propia.

Figura 23. **Imagen del sistema operativo instalado con sus herramientas**



Fuente: elaboración propia.

Ahora descargar y configurar MySQL Query Browser, y el Pentaho BI Server. Para descargar Pentaho BI Server se debe ir al siguiente enlace y descomprimir en cualquier directorio:

[http://sourceforge.net/projects/pentaho/files/Business Intelligence Server/3.10.0-stable/biserver-ce-3.10.0-stable.zip/download](http://sourceforge.net/projects/pentaho/files/Business%20Intelligence%20Server/3.10.0-stable/biserver-ce-3.10.0-stable.zip/download)

Descargar MySQL Query Browser ejecutando la siguiente línea de comando en la terminal:

**Tabla XXX. Instalación de MySQL Administrator**

```
sudo apt-get install mysql-admin mysql-query-browser
```

Fuente: elaboración propia.

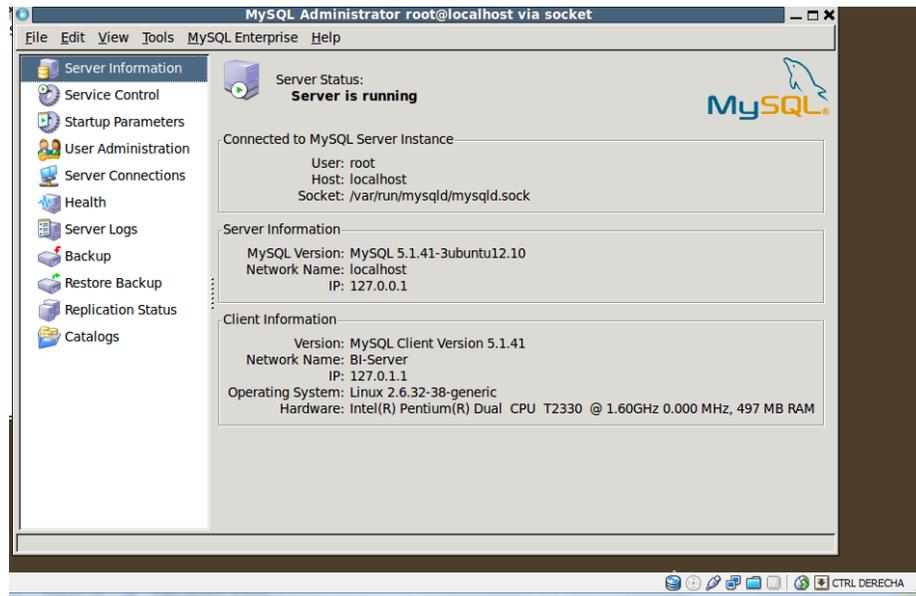
Abrir la aplicación y configurar la conexión a MySQL:

**Tabla XXXI. Configuración de MySQL Administrator**

```
Applications->Programming->MySQL Administrator
- Click en Open Connection Editor
- Ingresar los datos de la conexión
- Guardar y dar clic a connect
```

Fuente: elaboración propia.

Figura 24. **MySQL Administrator configurado**



Fuente: elaboración propia.

El siguiente paso es la instalación de Java; para ejecutar Tomcat y Pentaho, ya se basa en esta tecnología.

Tabla XXXII. **Instalación de Java, parte 1**

```
sudo aptitude install sun-java6-jre sun-java6-plugin sun-java6-jdk
```

Fuente: elaboración propia.

Las variables de entorno se pueden configurar dentro del archivo *.bash\_profile*, o haciendo un *export* del *path*. También se puede configurar dentro del *script* de inicialización de Pentaho. El simple *export* quedaría de la forma que se presenta en la tabla siguiente.

Tabla XXXIII. **Instalación de Java, parte 2**

```
$export JAVA_HOME="/usr/lib/jvm/sun-java-6-openjdk"
```

Fuente: elaboración propia.

Luego a descargar el *plugin* conector de MYSQL5; para ello debe utilizarse el siguiente enlace:

<http://dev.mysql.com/downloads/connector/j/3.1.html>

Una vez descargado se descomprime y se ubican los directorios:

Tabla XXXIV. **Directorios de instalación, parte 1**

```
<Pentaho Home>/bi-server/tomcat/common/lib  
<Pentaho Home>/bi-server/tomcat/lib
```

Fuente: elaboración propia.

Luego descargar jpivot-1.8; el archivo que trae por *default* tiene un *bug* que presenta un mensaje error. Por lo tanto se debe ir a:

<http://jpivot.cvs.sourceforge.net/jpivot/jpivot/src/java/com/tonbeller/jpivot/mondrian/MondrianResult.java?r1=1.8&r2=1.7>

Luego extraerlo e instalarlo en el siguiente directorio.

Tabla XXXV. **Directorio de instalación, parte 2**

```
<Pentaho Home>/bi-server/tomcat/webappspentaho/WEB-INF/lib/
```

Fuente: elaboración propia.

Esto basta para remover una advertencia de JPivot, que usualmente da al no tener una versión actualizada. Para inicializar el servidor Pentaho hay que agregar permisos y modificar un archivo de configuración:

Tabla XXXVI. **Permisos en directorios**

```
$sudo chmod +x *.sh <Pentaho Home>/  
$cd <Pentaho>/biserver-ce  
$gedit ./start-pentaho.sh  
$./start-pentaho.sh
```

Fuente: elaboración propia.

Se puede ver el servidor corriendo en su ambiente de prueba al abrir la aplicación de explorador de internet e ingresar lo siguiente:

Tabla XXXVII. **Verificación de ambiente**

```
http://localhost:8080/pentaho  
Usuario: Joe  
Contraseña: password
```

Fuente: elaboración propia.

Este ambiente de prueba utiliza HSQLDB, que es una base de datos cargada a memoria, que permite la visualización de un ambiente de prueba.

Pentaho necesita de dos bases de datos para su funcionamiento, Hibernate y Quartz. La primera se utiliza para almacenar configuraciones y la segunda para programación.

En un ambiente de producción ideal, el almacén de datos debe contar con un área de carga y un área por *datamart*, si está segmentado o el almacén en una sola área. Con propósitos prácticos se utiliza un solo almacén llamado FIUSAC\_ACADEMICO en donde se van a almacenar las dimensiones y la tabla de hechos del presente ejemplo.

No es la finalidad de este ejemplo probar las mejores prácticas de almacenamiento o procesos de carga, sino mostrar las ventajas que se obtienen del análisis de los datos utilizando esta herramienta.

Para crear un almacén, primero se debe abrir MySQL Query browser, y utilizar la conexión ya creada. Autenticarse como usuario *root*; luego dentro del cuadro de ingreso de sentencias SQL, ingresar lo siguiente:

Tabla XXXVIII. **Configuración de base de datos, parte 1**

```
Create database FIUSAC_ACADEMICO;
```

Fuente: elaboración propia.

Hacer clic en *execute*; esto procede a crear el esquema del almacén de datos. Luego hacer lo mismo para Hibernate y Quartz.

Tabla XXXIX. **Configuración de base de datos, parte 2**

```
Create database hibernate;  
Create database quartz;
```

Fuente: elaboración propia.

Luego se debe ir al siguiente enlace:

[https://docs.google.com/file/d/0B9Jmocc0fj\\_EN2MyZjc4ZjEtNzFkNC00NzIzLTljZTctZjIzZWQ1NjU3MzJk/edit?pli=1&hl=en](https://docs.google.com/file/d/0B9Jmocc0fj_EN2MyZjc4ZjEtNzFkNC00NzIzLTljZTctZjIzZWQ1NjU3MzJk/edit?pli=1&hl=en)

Descargar los cinco archivos SQL, aunque en realidad 3 de ellos son los importantes.

Ahora se debe ir a *MySQL Administrator*, Seleccionar *Restore backup* y los 5 archivos previamente descargados uno por uno, utilizando la opción *Change path*. Cada vez que se cargue un archivo, debe seleccionar *utf-8*. También debe crear los usuarios y asignar permisos. Dentro de *User Administration* hacer clic en *New User* y agregar los siguientes usuarios:

Tabla XL. **Configuración de base de datos, parte 3**

```
Usuario: pentaho_user  
Contraseña: password  
Usuario: pentaho_admin  
Contraseña: password
```

Fuente: elaboración propia.

Se deben asignar los privilegios de *Select*, *Insert*, *Update* y *Delete* para cada uno de ellos, sobre las bases de datos que se crearon. *Pentaho\_Admin* debe tener estos y todos los privilegios restantes. Para completar esta tarea, se debe ir a la configuración de cada usuario, bajo la pestaña de *Schema Privileges*. Luego buscar las líneas y modificar los siguientes archivos:

Tabla XLI. **Ubicación del archivo context.xml**

Archivo: /bi-server/tomcat/webapps/pentaho/META-INF/context.xml
--

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLII. **Configuración de archivo context.xml**

Línea 1: driverClassName="com.mysql.jdbc.Driver" url="jdbc:mysql://localhost:3306/hibernate" validationQuery="select 1"
Línea 2: driverClassName="com.mysql.jdbc.Driver" url="jdbc:mysql://localhost:3306/quartz" validationQuery="select 1"

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIII. **Ubicación del archivo hibernate-settings.xml**

Archivo:  
/bi-server/pentaho-solutions/system/hibernate/hibernate-settings.xml

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIV. **Configuración del archivo hibernate-settings.xml**

Línea:  
<config-file>system/hibernate/mysql5.hibernate.cfg.xml</config-file>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLV. **Ubicación del archivo mysql5.hibernate.cfg.xml**

Archivo:  
/bi-server/pentaho-solutions/system/hibernate/mysql5.hibernate.cfg.xml

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVI. **Configuración del archivo mysql5.hibernate.cfg.xml**

Agregar las siguientes líneas:  
<!-- MySQL Configuration--><property name = "connection.driver\_class">  
com.mysql.jdbc.Driver</property><property name="connection.url">  
jdbc:mysql://localhost:3306/hibernate</property><property name = "dialect">  
org.hibernate.dialect.MySQL5InnoDBDialect </property>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVII. **Ubicación del archivo applicationContext-spring-security-  
hibernate.properties**

Archivo:  
/biserver-ce/Pentaho-solutions/system/applicationContext-spring-security-  
hibernate.properties

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVIII. **Ubicación del archivo applicationContext-spring-security-  
hibernate.properties**

Línea:  
jdbc.driver=com.mysql.jdbc.Driver  
jdbc.url=jdbc:mysql://localhost:3306/hibernate  
jdbc.username=hibuser  
jdbc.password=password  
hibernate.dialect=org.hibernate.dialect.MySQL5Dialect

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIX. **Ubicación del archivo applicationContext-spring-security-  
jdbc.xml**

Archivo:  
/biserver-ce/Pentaho-solutions/system/applicationContext-spring-security-  
jdbc.xml

Fuente: elaboración propia.

Tabla L. **Configuración del archivo applicationContext-spring-security-jdbc.xml**

```
<!-- This is only for MySQL. Please update this section for any other database
you are using -->
<bean id="dataSource"
class="org.springframework.jdbc.datasource.DriverManagerDataSource">
<property name="driverClassName" value="com.mysql.jdbc.Driver" />
<property name="url"
value="jdbc:mysql://localhost:3306/hibernate" />
<property name="username" value="hibuser" />
<property name="password" value="password" />
</bean>
```

Fuente: elaboración propia.

Tabla LI. **Ubicación del archivo jdbc.properties**

```
/biserver-ce/pentaho-solutions/system/simple-jndi/jdbc.properties
```

Fuente: elaboración propia.

Tabla LII. **Configuración del archivo jdbc.properties**

```
SampleData/type=javax.sql.DataSource
SampleData/driver=com.mysql.jdbc.Driver
SampleData/url=jdbc:mysql://localhost:3306/sampledata
SampleData/user=pentaho_user
SampleData/password=password
```

Continuación de la tabla LII.

```
Hibernate/type=javax.sql.DataSource
Hibernate/driver=com.mysql.jdbc.Driver
Hibernate/url=jdbc:mysql://localhost:3306/hibernate
Hibernate/user=hibuser
Hibernate/password=password
Quartz/type=javax.sql.DataSource
Quartz/driver=com.mysql.jdbc.Driver
Quartz/url=jdbc:mysql://localhost:3306/quartz
Quartz/user=pentaho_user
Quartz/password=password
FIUSAC_ACADEMICO/type=javax.sql.DataSource
FIUSAC_ACADEMICO/driver=com.mysql.jdbc.Driver
FIUSAC_ACADEMICO/url=jdbc:mysql://localhost:3306/FI
USAC_ACADEMICO
FIUSAC_ACADEMICO /user=pentaho_user
FIUSAC_ACADEMICO /password=password
```

Fuente: elaboración propia.

Modificar código de inicialización para evitar el uso de HSQLDB.

Tabla LIII. **Ubicación del archivo web.xml**

```
/biserver-ce/tomcat/webapps/pentaho/WEB-INF/web.xml
```

Fuente: elaboración propia.

Tabla LIV. **Configuración del archivo web.xml**

```
Línea (comentar las siguientes secciones):
<!-- [BEGIN HSQLDB DATABASES]
<context-param> <param-name>hsqldb-databases</param-name> <param-
value>sampladata@../..../data/hsqldb/sampladata,hibernate@../..../data/hsqldb/hib
ernate,quartz@../..../data/hsqldb/quartz</param-value> </context-param>
[END HSQLDB DATABASES] -->
<!-- [BEGIN HSQLDB STARTER]
<listener><listener-
class>org.pentaho.platform.web.http.context.HsqldbStartupListener</listener-
class> </listener>[END HSQLDB STARTER] -->
```

Fuente: elaboración propia.

Iniciar la consola administrativa e inicializar las conexiones a la fuente de datos:

Tabla LV. **Comando de inicialización de consola administrativa**

```
/bi-server/administration-console/start-pac.sh
```

Fuente: elaboración propia.

Ingresar a <http://localhost:8099> utilizando usuario admin y contraseña password. Seleccionar *Administration*, luego *Database connections* y después dar clic al icono con el símbolo "+". Ingresar la información que aparece en la tabla siguiente.

Tabla LVI. **Parámetros de conexión a base de datos, parte 1**

Nombre	Driver class
FIUSAC_ACADEMICO	Com.mysql.jdbc.driver

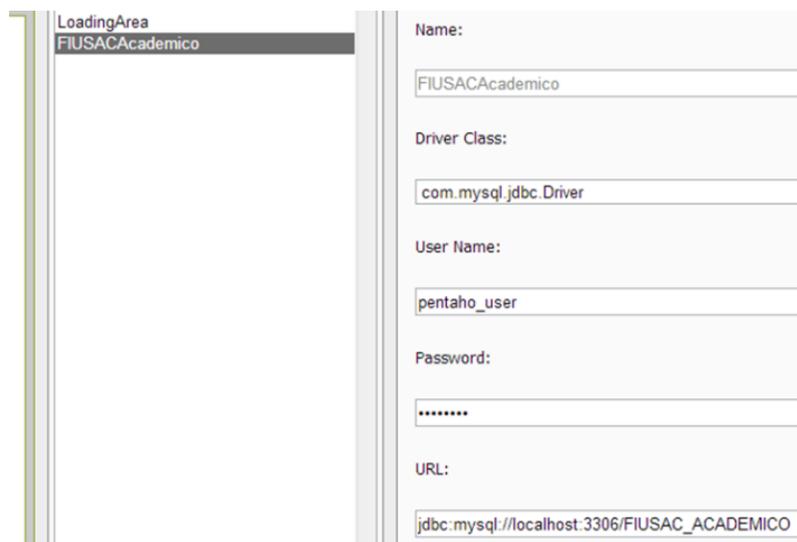
Fuente: elaboración propia.

Tabla LVII. **Parámetros de conexión a base de datos, parte 2**

Usuario	Contraseña	URL
pentaho_user	Password	jdbc:mysql://localhost:3306/fiusac_academico

Fuente: elaboración propia.

Figura 25. **Conexión a base de datos**



The image shows a software interface for configuring a database connection. On the left, a 'LoadingArea' contains a list with 'FIUSACAcademico' selected. On the right, there are several input fields: 'Name' with the value 'FIUSACAcademico', 'Driver Class' with 'com.mysql.jdbc.Driver', 'User Name' with 'pentaho\_user', 'Password' which is masked with seven dots, and 'URL' with 'jdbc:mysql://localhost:3306/FIUSAC\_ACADEMICO'.

Fuente: elaboración propia.

Dar clic en *test*; si fue exitosa, se va por buen camino. En caso negativo, se deben revisar los pasos anteriores.

El siguiente paso es descargar Saiku. Esta es una herramienta de análisis que se dice remplazará a JPivot. Saiku requiere de dos archivos; para descargarlos se utilizan los siguientes enlaces:

<http://analytical-labs.com/downloads/saiku-plugin-2.4.zip>

<http://analytical-labs.com/downloads/saiku-webapp-2.4.war>

La configuración de estos archivos es simple; el primero se descomprime en el directorio:

```
/biserver-ce/pentaho-solutions/system/
```

Luego agregar un directorio, utilizar “*saiku*” como nombre y ubicarlo dentro del folder:

```
/biserver-ce/tomcat/webapps/
```

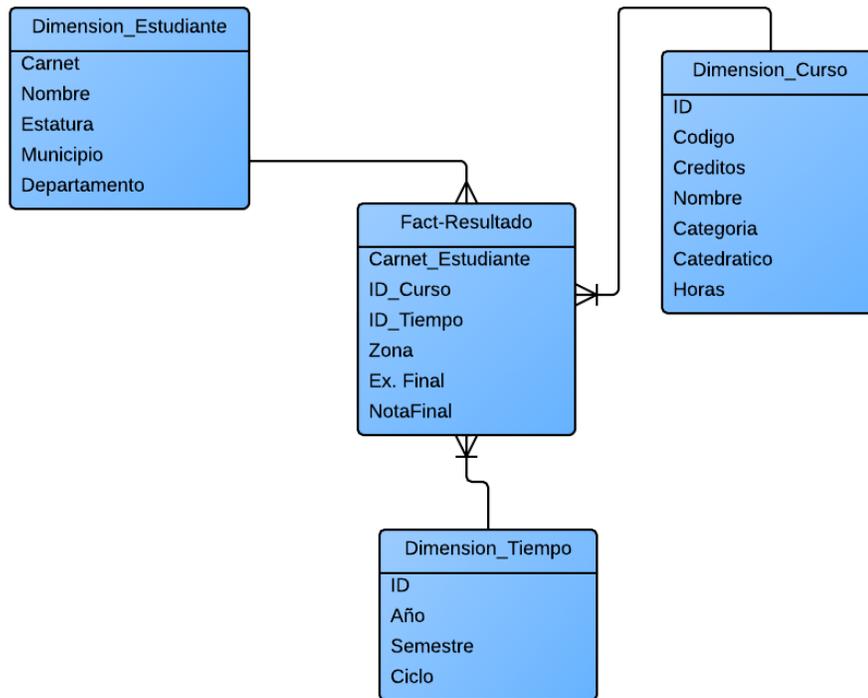
Copiar y pegar el archivo .war en el directorio recién creado. Luego reiniciar Pentaho:

```
./stop-pentaho.sh
```

```
./start-pentaho.sh
```

Ahora se debe realizar un diagrama cubo de tres dimensiones, con una tabla de hechos llamada *Fact-Resultado*. Con este cubo se podrá ver en detalle algunas estadísticas de los datos.

Figura 26. **Diseño de tabla de hechos ejemplo**



Fuente: elaboración propia.

El siguiente paso es cargar los datos utilizando un archivo SQL que se generó aleatoriamente. Para ello debe seguir el mismo procedimiento anterior de restaurar respaldos.

Figura 27. **Vista de archivo SQL de carga de datos**

```

ia.txt | DDL_FIUSAC_ACADEMICO.sql | DML_FIUSAC_ACADEMICO.sql |
INSERT INTO FACT RESULTADO (CARNET, ID_CURSO, ID_TIEMPO, ZONA, EXAMENFINAL, NOTAFINAL)
VALUES (200925055,1,3,55,22,77)
       (201020225,1,3,9,3,12)
       (201020495,1,3,49,8,57)
       (201020527,1,3,40,11,51)
    
```

Fuente: elaboración propia.

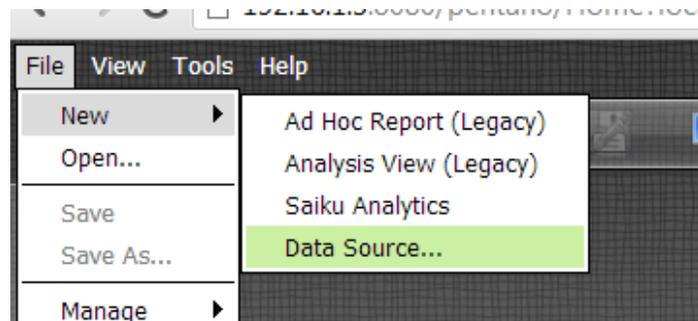
Ahora que ya se tiene el almacén de datos con información de estudiantes y resultados, se procede a encontrar los siguientes indicadores:

- Promedio de notas finales por departamento origen, y año
- Promedio de notas finales por catedrático
- Promedio de notas por curso por departamento origen

Con los resultados que se obtengan para estos indicadores se van a tomar decisiones de ejemplo sobre los procesos educativos.

Ahora se procede a crear una nueva fuente de datos. *File > New > Data Source*; seleccionar *data source, fact-table* y luego crear los *joins* hacia la tabla de hechos.

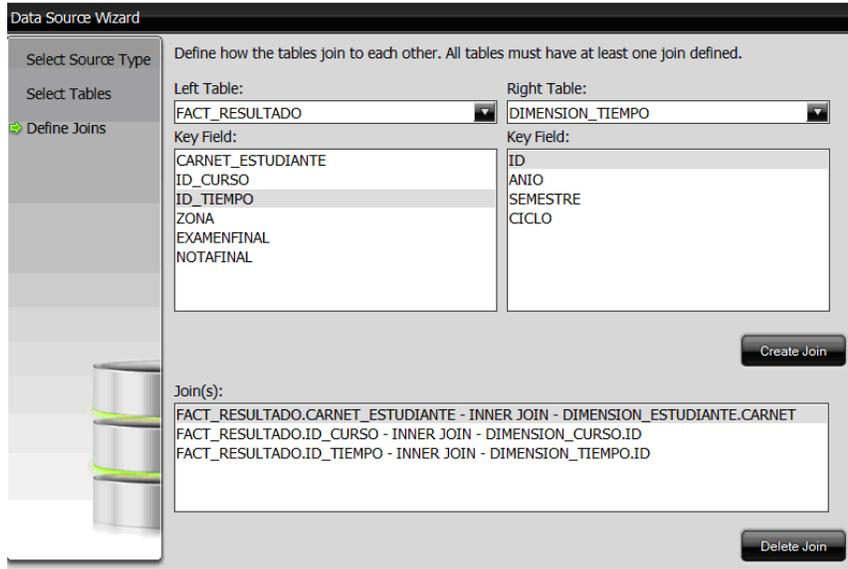
Figura 28. **Creación de fuente de datos en la herramienta**



Fuente: elaboración propia.

Seleccionar las tablas del cubo, y hacer las uniones con base en las llaves primarias que se relacionan.

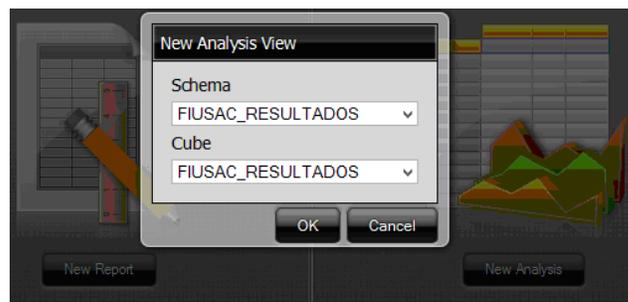
Figura 29. Creación de cubo



Fuente: elaboración propia.

Seleccionar la opción de nueva vista de análisis, y luego la fuente de datos que se creó anteriormente y el respectivo cubo. En este caso tienen el mismo nombre, pero pueden ser distintos esquemas o cubos en un esquema.

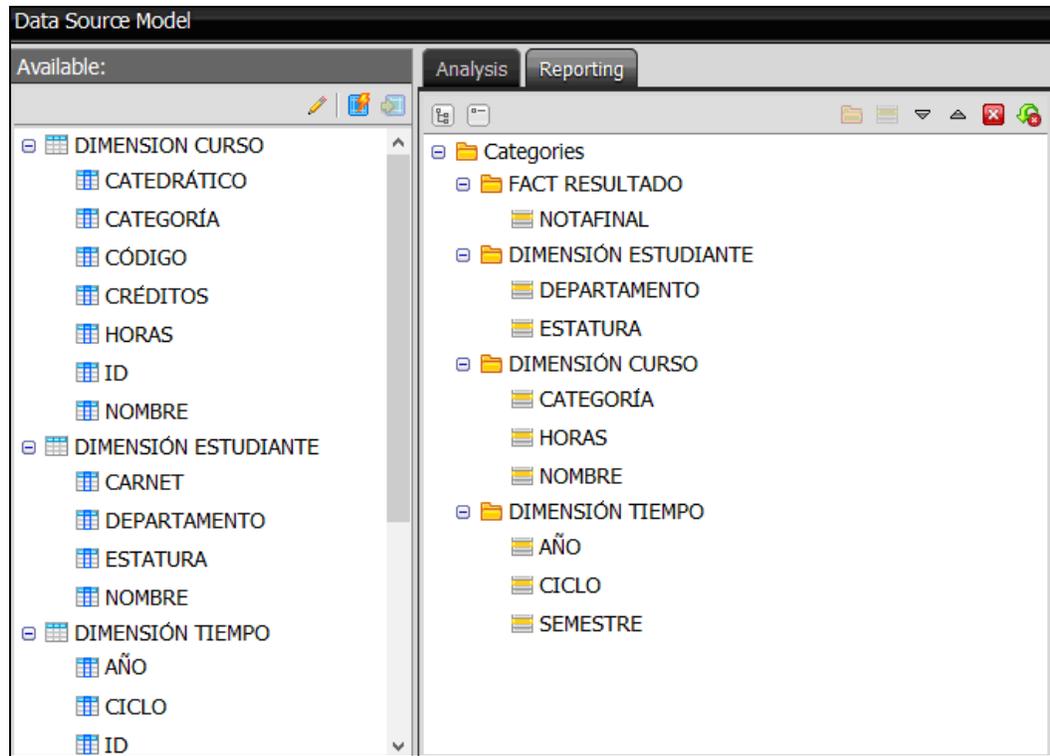
Figura 30. Selección de cubo



Fuente: elaboración propia.

Dar clic a la pestaña de “Analysis” para ver las categorías que se cuentan para el análisis.

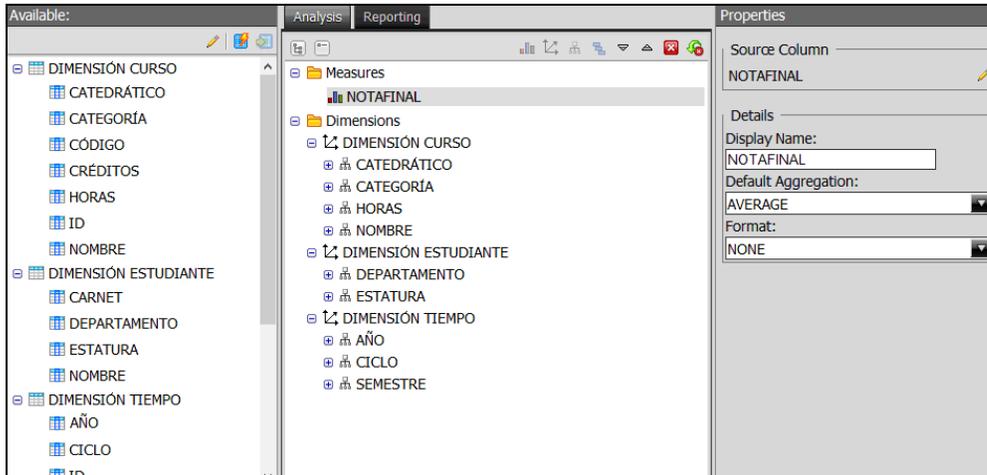
Figura 31. Modelo de origen de datos



Fuente: elaboración propia.

Luego en *measures*, dejar los campos que se van a medir únicamente, para los que no son de interés para la presente propuesta; dar clic y en la parte superior derecha está un cuadro rojo con “x”. Dar clic a NOTAFINAL y del lado derecho en propiedades, seleccionar la función de agregación para aplicar al campo que se seleccione de *measures*.

Figura 32. Aplicación de funciones de agregación



Fuente: elaboración propia.

Luego tendrá los resultados de una forma similar a la siguiente:

Figura 33. **Slicer** o rebanador

			Measures
CATEDRÁTICO	DEPARTAMENTO	AÑO	● NOTAFINAL
+ All DIMENSION CURSO.CATEDRÁTICOs	+ All DIMENSION ESTUDIANTE.DEPARTAMENTOs	- All DIMENSION TIEMPO.AÑOs	48
		2012	48
		2013	49

Fuente: elaboración propia.

Con esta vista tiene el famoso *Slice & dice*, que permite bajar por niveles y agrupar en función de los campos que se dejan en el reporte, cuyos resultados van a ser los campos de *measures*, con la función de agregación respectiva aplicada.

El análisis anterior incluye los promedios de nota final del total de cursos para todos los estudiantes, de cualquier departamento de origen, por año.

A continuación los resultados de los indicadores de rendimiento anteriormente mencionados:

Figura 34. **Promedios de notas finales por departamento origen y año**

CATEDRÁTICO	DEPARTAMENTO	AÑO	Measures	
+ All DIMENSION CURSO.CATEDRÁTICOS	- All DIMENSION ESTUDIANTE.DEPARTAMENTOS	- All DIMENSION TIEMPO.AÑOs	48	
		2012	48	
		2013	49	
		Guatemala	- All DIMENSION TIEMPO.AÑOs	48
			2012	53
			2013	45
		Jalapa	- All DIMENSION TIEMPO.AÑOs	51
			2012	49
			2013	53
	Jutiapa	- All DIMENSION TIEMPO.AÑOs	54	
		2012	52	
		2013	55	
	Petén	- All DIMENSION TIEMPO.AÑOs	46	
		2012	41	
		2013	49	
	Quiché	- All DIMENSION TIEMPO.AÑOs	40	
		2012	43	
		2013	37	
	Zacapa	- All DIMENSION TIEMPO.AÑOs	45	
		2012	40	
		2013	49	

Fuente: elaboración propia.

Figura 35. Promedio de notas finales por catedrático

CATEDRÁTICO	DEPARTAMENTO	AÑO	Measures
All DIMENSION CURSO.CATEDRÁTICOS	All DIMENSION ESTUDIANTE.DEPARTAMENTOs	All DIMENSION TIEMPO.AÑOs	48
Ing. Ejemplo 1	All DIMENSION ESTUDIANTE.DEPARTAMENTOs	All DIMENSION TIEMPO.AÑOs	49
Ing. Ejemplo 10	All DIMENSION ESTUDIANTE.DEPARTAMENTOs	All DIMENSION TIEMPO.AÑOs	43
Ing. Ejemplo 2	All DIMENSION ESTUDIANTE.DEPARTAMENTOs	All DIMENSION TIEMPO.AÑOs	37
Ing. Ejemplo 3	All DIMENSION ESTUDIANTE.DEPARTAMENTOs	All DIMENSION TIEMPO.AÑOs	43
Ing. Ejemplo 4	All DIMENSION ESTUDIANTE.DEPARTAMENTOs	All DIMENSION TIEMPO.AÑOs	51
Ing. Ejemplo 9	All DIMENSION ESTUDIANTE.DEPARTAMENTOs	All DIMENSION TIEMPO.AÑOs	52

Fuente: elaboración propia.

Para el último indicador se va a crear un reporte. Hacer clic en *Report view* y luego se verá la siguiente pantalla.

Figura 36. Pantalla inicial de creación de reporte

The screenshot displays a report creation interface with the following components:

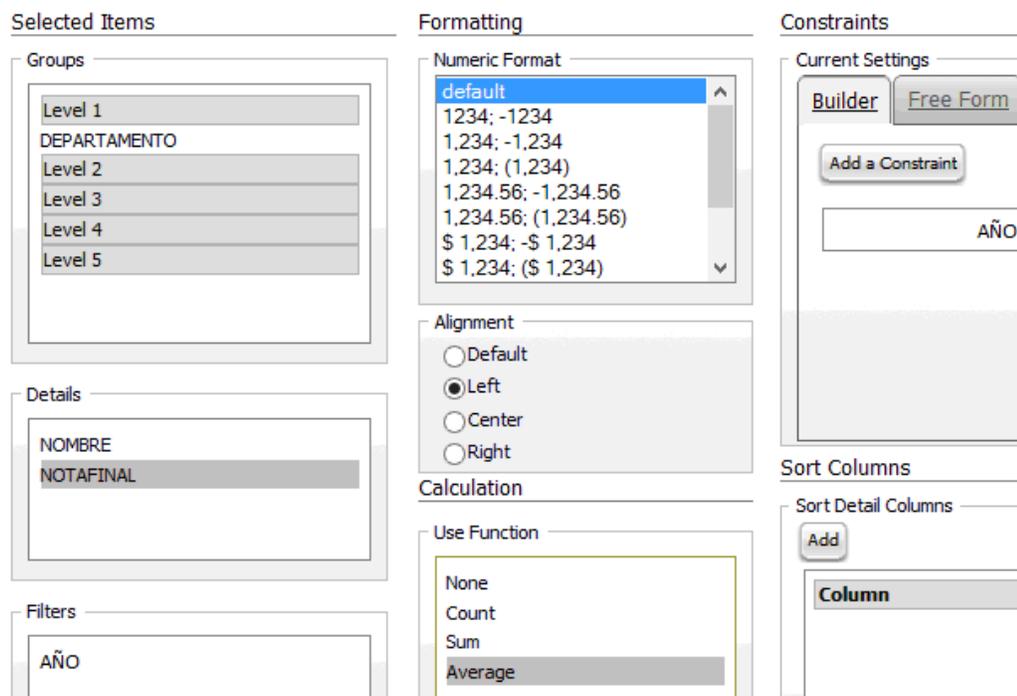
- Navigation Tabs:** Data Source, Make Selections, Customize Selections, Report Settings.
- Available Items:**
  - FACT RESULTADO:** NOTAFINAL
  - DIMENSION ESTUDIANTE:** DEPARTAMENTO, ESTATURA
  - DIMENSION CURSO:** CATEGORÍA, HORAS
  - DIMENSION TIEMPO:** AÑO, CICLO
- Selected Items:**
  - Groups:** Level 1 (CATEGORIA, ANIO), Level 2 ([drag item here])
  - Details:** NOMBRE, DEPARTAMENTO, NOTAFINAL

Fuente: elaboración propia.

En esta pantalla se deben seleccionar los campos de agrupamiento. Es muy amigable, así que se debe dar clic en los campos disponibles y arrastarlos sobre la clasificación que está en el lado derecho *Selected items*.

Luego de tener armada la lógica del reporte, hacer clic en *next* y ver la siguiente pantalla.

Figura 37. **Pantalla de restricciones en reportes**



Fuente: elaboración propia.

Seleccionar los campos y las restricciones necesarias. Acá también se pueden aplicar funciones de agregación para mejorar los resultados. Dar clic a *preview* y se tendrá el reporte de la forma que a continuación se describe.

Figura 38. Promedio de notas por curso por departamento origen

CATEGORIA: Ciencias Básicas			AÑO: 2012
DEPARTAMENTO	NOMBRE		NOTAFINAL
Guatemala	Matemática básica 1		48
Jutiapa	Matemática básica 1		43
Zacapa	Matemática básica 1		39
Quiche	Matemática básica 1		32
Peten	Matemática básica 1		17
Jalapa	Matemática básica 1		20
Guatemala	Matemática básica 1		13
Jutiapa	Matemática básica 1		27
Zacapa	Matemática básica 1		67
Quiche	Matemática básica 1		72
Guatemala	Química General		69
Jutiapa	Química General		14
Zacapa	Química General		27
Quiche	Química General		15
Peten	Química General		62
Jalapa	Química General		18
Guatemala	Química General		65
Jutiapa	Química General		58
Zacapa	Química General		15
Quiche	Química General		26
Peten	Social Humanística 1		36
Jalapa	Social Humanística 1		62
Guatemala	Social Humanística 1		53
Jutiapa	Social Humanística 1		52
Zacapa	Social Humanística 1		46
Quiche	Social Humanística 1		52
Peten	Social Humanística 1		21
Jalapa	Social Humanística 1		18
Guatemala	Social Humanística 1		23

Fuente: elaboración propia.

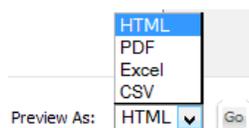
Siguiendo este procedimiento se pueden generar vistas de *slice & dice* y reportes, dinámicamente; almacenarlos y presentarlos a los respectivos usuarios.

Ahora que hay resultados, se puede ver que los estudiantes que mejor promedio de notas tienen durante el 2012 son los de la ciudad de Guatemala. También se puede ver que en el 2013 los resultados fueron peores que el año anterior. Hay una diferencia de 8 puntos en promedio; bastante alto, si se considera la cantidad de estudiantes evaluados (hipotéticamente). Los otros departamentos no tienen promedios alentadores, por lo que la tendencia de notas es bastante general, pero se puede proceder a estudiar si existe alguna relación con un catedrático, curso, área de estudio, escuela o característica a más bajo nivel.

Al pasar al siguiente reporte, se puede ver también que los promedios de notas para todos los catedráticos es bastante bajo. En el detalle de cursos se nota que los promedios son bastante bajos en general y son muy variables. Por lo tanto, se podría reportar con el coordinador o director de cada área una revisión de posibles causas de los resultados. Otra decisión podría resultar en la creación de otro reporte con los porcentajes de aprobación, puede que mucha gente se haya asignado los cursos, y por algún motivo ocurrió un abandono y las notas demasiado bajas (por abandono) afectan significativamente los promedios.

Estos resultados se pueden exportar a otro formato, para realizar algún análisis personalizado con otra herramienta.

Figura 39. **Opciones de exportación de resultados**



Fuente: elaboración propia.

## **4.7. Factibilidad de la propuesta**

Es de suma importancia conocer la propuesta antes de implementarla, más aún cuando el presupuesto es limitado. Por ello, mediante el siguiente diagnóstico se pretende conocer riesgos mediante el análisis de factibilidad.

### **4.7.1. Factibilidad técnica**

Los factores determinantes para las especificaciones de recursos son los siguientes:

- Cantidad de estudiantes activos que generan registros por ciclo escolar; en el 2013, más de 14 mil estudiantes activos (Fuente: Centro de Cálculo).
- Cantidad de usuarios que utilicen las herramientas de inteligencia de negocios.

De estos factores se conoce que como máximo se tendrán 30 usuarios. Esto basado en el organigrama académico de la Facultad de Ingeniería.

El volumen de registros para el *datawarehouse* no es alto, ya que se almacenan por ciclo académico, y la cantidad de estudiantes no es elevada.

- Propuesta 1: infraestructura en la nube mínima. Se recomiendan las siguientes configuraciones de servidores para la infraestructura en la nube.

Tabla LVIII. **Especificaciones de un servidor en la nube para datawarehouse**

<b>Servidor</b>	<b>Datawarehouse</b>
RAM (recomendado)	4 GB
Almacenamiento(recomendado)	120 GB
Sistema operativo	Ubuntu Server
Gestor de base de datos	MYSQL

Fuente: elaboración propia.

Tabla LIX. **Especificaciones de un servidor en la nube para aplicaciones**

<b>Servidor</b>	<b>Aplicaciones</b>
RAM (recomendado)	4 GB
Almacenamiento(recomendado)	80 GB
Sistema operativo	Ubuntu Server
Servidor de aplicaciones	Apache Tomcat

Fuente: elaboración propia.

- Propuesta 2: infraestructura física adaptada. Se recomiendan las siguientes configuraciones de servidores para la infraestructura física.

Tabla LX. **Especificaciones de un servidor para datawarehouse**

<b>Servidor</b>	<b>Datawarehouse</b>
RAM (recomendado)	16 GB
Almacenamiento(recomendado)	500 GB
Sistema operativo	Ubuntu Server
Gestor de base de datos	MYSQL

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXI. **Especificaciones de un servidor para aplicaciones**

<b>Servidor</b>	<b>Aplicaciones</b>
RAM (recomendado)	4 GB
Almacenamiento(recomendado)	250 GB
Sistema operativo	Ubuntu Server
Servidor de aplicaciones	Apache Tomcat

Fuente: elaboración propia.

Para ambas soluciones se necesita el siguiente personal:

- Un experto en inteligencia de negocios
  - Sólidos conocimientos de *datawarehouse*
  - Amplia experiencia en implementación de soluciones de inteligencia de negocios
  
- Un experto en servidores Linux
  - Amplios conocimientos en administración de servidores Linux.
  - Conocimiento en datawarehouse

#### **4.7.2. Factibilidad operativa**

- Propuesta 1: infraestructura en la nube mínima. Garantía de operación:
  - SLA (Service Level Agreement) es un acuerdo que el proveedor del servicio en la nube propone. En su mayoría, estos acuerdos tienen una disponibilidad mayor al 95 %.

- El soporte a los recursos utilizados es realizado por el equipo proveedor del servicio.
- El soporte al software es realizado por el personal responsable del proyecto.
- Propuesta 2: infraestructura física adaptada:
  - El mantenimiento de los servidores es clave; este es cíclico y constante para garantizar el mejor rendimiento físico en ellos.
  - El soporte al sistema debe ser constante con monitoreo proactivo, con el fin de prevenir incidentes que suspendan el servicio.

#### **4.7.3. Factibilidad económica**

Propuesta 1: infraestructura en la nube mínima. Los servicios no se utilizan todo el tiempo, por lo que la mejor opción a contratar es pago por utilización. Si se contrata servicio por utilización, el gasto mensual no es tan alto durante los primeros meses de un ciclo semestral, sino más bien durante el cierre de estos.

El servicio recomendado es el de RackSpace que permite que el costo sea fraccionado por tiempo de utilización de los servidores.

Los costos de los servidores que son de interés en RackSpace se presentan en la siguiente tabla.

Tabla LXII. **Costo de servidores necesarios por utilización**

<b>Costos de servidores RackSpace</b>	
RAM	4096 MB
Almacenamiento	80 GB
Sistema operativo	Linux
Precio por hora(USD)	\$0,16

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXIII. **Costos de propuesta con RackSpace**

<b>Costos de propuesta RackSpace</b>	
Costo hora 2 servidores 4 GB	\$0,32
Precio por mes máximo(USD)	\$230,40
Costo máximo anual (USD)	\$2 764,8

Fuente: elaboración propia.

En primera instancia parece muy elevado, pero los servidores no estarían en uso todo el tiempo, ya que los usuarios comúnmente no utilizan los servicios durante la madrugada, y se tienen temporadas altas y bajas. Si se asume que los usuarios generan actividad en los servidores, de 8:00 a. m. a 8:00 p. m. durante todo el año, que serían 12 horas diarias, los costos se reducen drásticamente a la mitad, \$1 382,40 anuales. Incluso, al tener un mes sin actividad, el costo de mantener los servidores es cero durante el mismo.

Dada la variabilidad y el poco conocimiento del comportamiento del usuario que usaría el servicio, es imposible predecir con exactitud un costo fijo. Es importante contar con el encargado del proyecto, el experto en inteligencia de negocios.

El rango salarial de un consultor de inteligencia de negocios en Guatemala se obtuvo al revisar varios anuncios de ofertas laborales en un sitio web, y fue el siguiente:

Tabla LXIV. **Rango salarial de un consultor de inteligencia de negocios**

<b>Rango salarial</b>
<b>\$1 500,00 - \$2 000,00</b>

Fuente: www.gt.computrabajo.com. Consulta: enero de 2014.

Con el fin de reducir costos se puede proponer trabajos de graduación y prácticas finales para estudiantes de Ingeniería Industrial y Ciencias y Sistemas, que sean de beneficio para la Facultad y a la vez para ellos. El aprovechamiento de esta fuerza estudiantil constante, permite sustituir al experto en Linux por un estudiante, y promover mejoras al sistema, sin incurrir en gastos de personal.

Propuesta 2: infraestructura física adaptada. Los costos de la segunda propuesta dependen de los precios de los servidores físicos, el envío y los impuestos.

Tabla LXV. **Especificaciones de un servidor**

<b>Servidor</b>	
Marca	CyberTronPC
RAM	16 GB
Almacenamiento	2 TB
Enlace	<a href="http://www.tigerdirect.com/applications/SearchTools/item-details.asp?EdpNo=1875211&amp;CatId=2683">http://www.tigerdirect.com/applications/SearchTools/item-details.asp?EdpNo=1875211&amp;CatId=2683</a>

Continuación de la tabla LXV.

Precio unidad	\$1 469,99
Precio por dos	\$2 939,98
Peso	50 LB C/U
Impuesto y envío	\$596,69

Fuente: elaboración propia.

El precio total a pagar por dos servidores Systemax es de \$3 536,67. El costo de envío y los impuestos se obtuvieron del sitio de Aerocasillas (<http://www.aeropost.com>). Esto no incluye costo de mantenimiento anual, ni fallas que puedan ocurrir.

Esta propuesta también incurre en el gasto de una persona experta en inteligencia de negocios, y el aprovechamiento del recurso estudiantil.

Cuantificar los retornos de inversión o realizar un cálculo costo/beneficio es imposible, ya que el beneficio primordial es la identificación de tendencias, con el fin de reducir la mala calidad académica. Esto tendrá un beneficio económico a largo plazo, esperando que la tasa de repitencia disminuya y se puedan aprovechar de mejor manera los recursos académicos con los que ya se cuentan.

Tabla LXVI. **Comparativa de costos de licenciamiento de software anuales**

<i>open source</i>	<b>Oracle(sin soporte)</b>	<b>Microsoft</b>
\$0	\$278 750,00	\$21 548,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXVII. **Costos de infraestructura**

<b>Física (sin mantenimiento)</b>	<b>En la nube(máximo anual)</b>
\$2 296,67	\$2 768,80

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXVIII. **Costos de personal anual**

<b>Experto en inteligencia de negocios</b>	<b>Experto en Linux/Desarrolladores</b>
\$18 000,00-\$24 000,00	\$0 (Promoviendo trabajos de graduación)

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXIX. **FODA: infraestructura en la nube mínima**

<p><b>F:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Operación garantizada por SLA</li> <li>• Mantenimiento y mejoras incluidas</li> <li>• Despliegue de software, casi inmediato</li> </ul>	<p><b>O:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Escalable con facilidad</li> <li>• Incremento/reducción de recursos</li> <li>• Mercado en crecimiento</li> <li>• Posible reducción de costos</li> </ul>
<p><b>D:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Un fallo está fuera del control del director del proyecto</li> <li>• Uso a través de internet</li> </ul>	<p><b>A:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mercado vulnerable</li> <li>• La inseguridad de almacenar con terceros los datos y aplicaciones</li> <li>• Posibles problemas de conectividad</li> <li>• Poca legislación que respalde y mejore las garantías del servicio</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXX. **FODA: infraestructura física adaptada**

<b>F:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Control del soporte</li> <li>• Control del mantenimiento</li> <li>• Privacidad</li> <li>• Recurso dedicado</li> </ul>	<b>O:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantener una configuración a la medida</li> </ul>
<b>D:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Poco escalable</li> <li>• Costos de mantenimiento</li> <li>• Inversión de mobiliario para adecuar el almacenamiento</li> <li>• Rápida discontinuación</li> </ul>	<b>A:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los fallos representan un costo elevado de mantenimiento</li> <li>• Desastre natural puede causar pérdida total</li> <li>• Mal uso del personal</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

#### 4.8. Criterios de éxito

Gartner, Inc., empresa dedicada a la investigación y análisis de IT, publicó un reporte titulado: *Predicts 2012: business intelligence still subject to non-technical challenges*, en el cual indica que menos del 30 % de los proyectos de inteligencia de negocios cumplen con los objetivos de las organizaciones (<http://www.computerweekly.com/news/2240113585/Almost-a-third-of-BI-projects-fail-to-deliver-on-business-objectives>). Esta estadística alarmante sobresalta el riesgo que se corre al implementar un proyecto de inteligencia de negocios. Un proyecto informático comúnmente se evalúa con base en los siguientes criterios:

- Tiempo de entrega
- Presupuesto
- Funcionalidades

Puede ocurrir que el tiempo de entrega o el presupuesto se exceda, pero aún así se considera como un proyecto exitoso por los múltiples beneficios que este provea a la organización. De igual forma puede ocurrir que estos sean entregados a tiempo y acordes al presupuesto, pero que por distintos motivos no triunfen como se espera.

En ocasiones el impacto que un proyecto tiene sobre una organización se aprecia con el paso del tiempo; esto conlleva a considerar otros factores como los beneficios medibles de distintas mejoras o el grado de utilización del sistema.

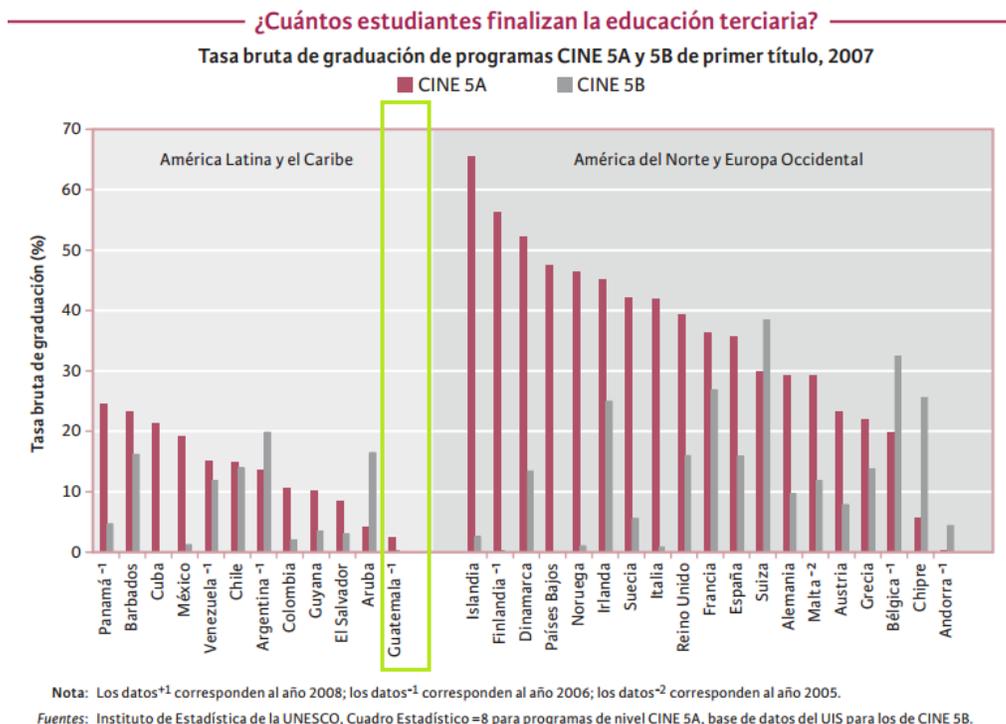
Para estimar el grado de éxito de un proyecto de inteligencia de negocios en un contexto académico es necesario considerar dos factores: la repitencia y la deserción.

Repitencia no es lo mismo que deserción, y una no es necesariamente excluyente de la otra. La primera ocurre cuando un estudiante cursa una materia más de una vez; la segunda hace referencia al abandono académico.

Estos factores son actualmente algunos de los principales problemas en todas las universidades a nivel mundial, ya que su impacto influye directamente en la tasa de promoción de profesionales.

El Compendio Mundial de la Educación, en el 2009, presentó la siguiente gráfica con resultados de graduación bruta en un año dado.

Figura 40. Tasa bruta de graduación



Fuente: <http://www.uis.unesco.org/Library/Documents/ged09-es.pdf>. Consulta: abril de 2014.

La Clasificación Internacional Normalizada de la Educación (CINE) es una estructura de clasificación que permite organizar información educativa en la UNESCO. Esta estructura tiene definiciones y conceptos universalmente válidos, que permiten ser aplicados en distintos marcos académicos con el fin de coleccionar información, de la cual se obtienen estadísticas sobre diversos aspectos de interés.

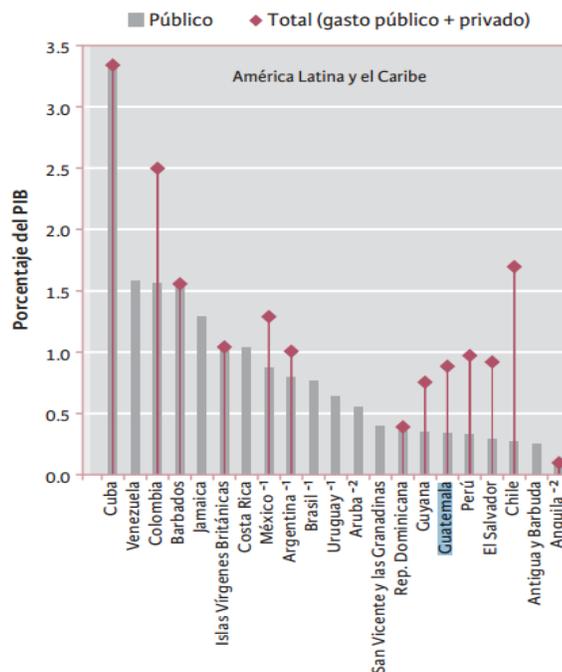
El programa CINE 5B es una clasificación de educación terciaria que suele exigir menos tiempo que los 5A y está diseñado para destrezas prácticas y conocimientos básicos para una determinada profesión u oficio.

El mínimo de duración para 5B es de dos años de estudio, calculados en tiempo completo y con práctica usualmente de tres años. Los programas de nivel 5A son bastante teóricos y comúnmente profesiones de alto nivel, como Medicina, Ingeniería, Arquitectura, Odontología y otros.

Según la gráfica, los resultados obtenidos para Guatemala no son alentadores. La tasa bruta de graduación de 3.5 % es realmente alarmante, incluso por debajo de Aruba. En la gráfica que se muestra a continuación, se aprecia el gasto público y total en educación superior, como porcentaje del Producto Interno Bruto (PIB) en el país, durante el 2007.

Figura 41. **Gasto público y total en educación terciaria como porcentaje del PIB 2007**

- ¿Qué papel juega el sector privado en el gasto destinado a la educación terciaria? -  
**Gasto público y total en educación terciaria como porcentaje del PIB, 2007**



Fuente: <http://www.uis.unesco.org/Library/Documents/ged09-es.pdf>. Consulta: abril de 2014.

En septiembre del 2005, el Instituto Internacional para la Educación Superior en América Latina y el Caribe (IESALC) realizó un estudio sobre la repitencia y deserción en la educación superior de Guatemala. Se utilizaron datos estadísticos nacionales y propios de las universidades consultadas. El mismo se vio limitado por la carencia de una base de datos con detalles suficientes como para generar estadísticas confiables y de mejor calidad. Dicho estudio fue citado por Calderón (2005) y concluye en lo siguiente:

“Para calcular la deserción en una forma exacta lo ideal sería tener un seguimiento de datos de cada cohorte de ingreso y conocer en detalle la trayectoria a través de la duración de la carrera. Este cálculo se hace bastante difícil debido a que la mayoría de las unidades académicas de las universidades tomadas en este caso de estudio no cuentan con una base de datos organizada, de manera tal que permita dar seguimiento a cohortes específicas, debido que existe una serie de factores tales como: pénsum abiertos, equivalencias de estudios y traslados de una unidad académica a otra”.

A pesar de las limitaciones se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla LXXI. **Tasa de deserción específica ajustada por carreras**

<b>Carrera/ Sexo</b>	<b>% Desertores (G + 0,5 F)</b>
<b>DERECHO</b>	
<b>Total</b>	69.98 %
<b>MEDICINA</b>	
<b>Total</b>	47.41 %
<b>INGENIERÍA EN OBRAS CIVILES</b>	
<b>Total</b>	48.29 %

Fuente: CALDERÓN, José. *Estudio sobre la repitencia y deserción en la educación superior de Guatemala*, 2005. p. 20.

Tabla LXXII. **Estimación del costo directo anual de la deserción**

Tipo de institución	Eficiencia de titulación	Arancel Promedio año t (2003)	Desertores	Gasto por abandono (US \$)
Universidades estatales	0.75	341	9,000	3,069,000
Universidades privadas	0.87	1000	10,440	10.440,000

Fuente: CALDERÓN, José. *Estudio sobre la repitencia y deserción en la educación superior de Guatemala*, 2005. p. 24.

Tabla LXXIII. **Tasa de titulación específica por carreras en tres universidades de Guatemala**

Carrera/ Sexo	A Número de estudiantes de la Cohorte de ingreso en el año ( t+3 +d)	B Número de Titulados en el año "t" (2000)	C Número de Titulados en el año "t+1" (2001)	D Número de Titulados en el año "t+2 " (2002)	E Número de Titulados en el año "t+3" (2003)	F Número de Estudiantes que aun permanecen en la carrera	G Número de desertores G= A-(B+C+D+E+F)
<b>DERECHO</b>							
<b>Total</b>	15,115	2.22%	2.09%	2.42%	3.06%	44.38%	45.81%
<b>MEDICINA</b>							
<b>Total</b>	2116	7.32%	10.53%	15.45%	6.37%	25.75%	34.54%
<b>INGENIERÍA EN OBRAS CIVILES</b>	3397	4.56%	4.09%	3.53%	4.73%	69.56%	13.51%

Fuente: CALDERÓN, José. *Estudio sobre la repitencia y deserción en la educación superior de Guatemala*, 2005. p. 19.

La investigación mencionada, menciona que de la población de 25 años o más, 96.4 % carece de estudios terciarios; del resto, un 68.26 % tiene estudios universitarios incompletos. Según los resultados, en el 2005, Guatemala era el país con cobertura de educación superior más baja de Centro América. Los datos de deserción y repitencia para las tres carreras evaluadas son aproximadamente 70 % para Derecho, 48 % para Ingeniería y 47 % para Medicina.

Los costos de deserción en el 2005 representaron un aproximado de \$3 069 000,00. Se ha observado que los factores de riesgo para la deserción escolar se dividen en dos grandes grupos:

- Por problemas personales
- Por influencia del ambiente familiar

Los aspectos identificados en el presente estudio se resumen en:

- De ámbito estudiantil
- De las autoridades universitarias

Causas de repitencia y deserción existen cientos, el hecho es que estas provocan un bajo grado de titulaciones universitarias y tienen un impacto negativo en los costos educativos y la economía del país y es un indicador de baja eficiencia académica estudiantil.

Por lo tanto, el criterio de éxito del proyecto no depende únicamente del mismo. Este puede tener todos los indicadores mencionados pero sin un plan de acción de mejora continua, su propósito no será más que informativo.

Primero, se define un ciclo de vida de análisis, con el cual se deben monitorear los indicadores definidos y ejecutar los planes de acción de mejora.

Figura 42. **Ejemplo de ciclo de vida de análisis anual**



Fuente: elaboración propia.

Luego de que ya se tiene conocimiento de la situación actual con base en los resultados de los indicadores definidos, se procede a analizarlos y a crear un plan de acción estratégico, cuyo resultado final disminuya la tasa de deserción y abandono.

Estos porcentajes, en un lapso de 3 a 5 años, deben reflejar resultados positivos en la tasa de graduaciones de la Facultad y ese es el éxito del proyecto.



## CONCLUSIONES

1. La utilización de una herramienta de inteligencia de negocios aplicada en un ambiente educativo permite la obtención de estadísticas puntuales, cuya influencia en la toma de decisiones puede impactar de forma positiva la tasa de graduaciones en la Facultad de Ingeniería.
2. Se podría cuantificar y comprobar los rendimientos estudiantiles de forma sencilla, permitiendo la rápida toma de decisiones sobre datos certeros, y tendencias encontradas.
3. De las propuestas de solución para el montaje y desarrollo de la infraestructura del sistema de inteligencia de negocios, sobresale la factibilidad de la infraestructura en la nube, dada la cantidad de beneficios que se obtienen al utilizarla.
4. Se encontraron ventajas de utilizar *open source* vs. herramientas propietarias, entre estas están las siguientes: personalización, gracias a la disponibilidad del código fuente, *total cost of ownership* muy bajo (ya que no hay costos de licencias, ni mantenimientos) solución probada y funcional con una inversión relativamente baja, y documentación pública y comunidades activas en donde se comparte el conocimiento.



## RECOMENDACIONES

1. Generar una metodología de implementación que permita mapear los procesos académicos, de forma que la solución de inteligencia de negocios se aproveche al máximo.
2. Generar un plan de desarrollo que permita crear una base de conocimiento de la herramienta y del diseño, para que luego al dar soporte, que este facilite las tareas.
3. Crear un grupo de representantes de las distintas escuelas y entidades de la Facultad, con el fin de que periódicamente se evalúen y promuevan nuevos indicadores.
4. La aplicación de una herramienta de este tipo genera gran resistencia al cambio. Como ingenieros se debe estar preparados para responder cualquier tipo de duda y promover estos cambios como parte de una mejora continua que beneficiará a la Facultad, a la Universidad y al país.



## BIBLIOGRAFÍA

1. CALDERÓN DÍAZ, José Humberto. *Estudio sobre la repitencia y deserción en la educación superior de Guatemala*. [en línea]. <[http://sitios.usac.edu.gt/wp\\_eccquimicas/wp-content/uploads/2013/03/Estudio-Repitencia-y-Deserci%C3%B3n-en-Guatemala.pdf](http://sitios.usac.edu.gt/wp_eccquimicas/wp-content/uploads/2013/03/Estudio-Repitencia-y-Deserci%C3%B3n-en-Guatemala.pdf)>. [Consulta: marzo de 2014].
2. FULLANA, Judith. *La prevención del fracaso escolar: un modelo para analizar las variables que influyen en el fracaso escolar*. [en línea]. <<http://www.tutoria.unam.mx/EUT2010/memoriaEUT/seminario/fullana.pdf>>. [Consulta: febrero de 2014].
3. ITAMI, Hiroyuki; ROEHL, Thomas. *Mobilizing invisible assets*. Cambridge: Harvard University Press, 1991. 200 p.
4. JÁUREGUI, Alejandro. *Principios de la administración científica de Taylor e introducción al Fordismo*. [en línea]. <<http://www.gestiopolis.com/canales/gerencial/articulos/no%206/AdminTaylor.htm>>. [Consulta: marzo de 2014].
5. KOLB, Jeremy. *Business Intelligence in Plain Language*. 2a ed. EE.UU: Applied Data Labs Inc., 2012. 62 p.
6. *La acción en Talcott Parsons (Funcionalismo estructural)*. [en línea]. <<http://escritosociologicos.blogspot.com/2011/09/la-accion-en-talcott-parsons.html>>. [Consulta: marzo de 2014].

7. LANGAIN, Oscar. *Educación: Nuevas realidades, nuevos conceptos*. 2a ed. Venezuela: Libros en red, 2012. 124 p.
8. MINEDUC. *Estadísticas 2012*. [en línea]. <<http://www.mineduc.gob.gt/estadistica2012/>>. [Consulta: noviembre de 2013].
9. MOSS, Larissa. *Business Intelligence Roadmap*. 2a ed. EE.UU: Addison-Wesley, 2003. 543 p.
10. ORNSTEIN, Allan. *Foundations of Education*. 11a ed. EE.UU: Wadsworth, Cengage Learning, 2011. 558 p.
11. PONNIAH, Paul Raj. *Data Warehousing Fundamentals For IT Professionals*. 2a ed. Canada: John Wiley & Sons, Inc., 2010. 571 p.
12. TZU. Sun *El arte de la guerra*. [en línea]. <<http://lahistoriadeldia.wordpress.com/2009/07/30/sun-tzu-el-arte-de-la-guerra-descargar-libro/>>. [Consulta: enero de 2014].
13. ZAMBRANO, Carolina: *Data Warehouse para analizar el comportamiento académico: Una experiencia de implementación en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Atacama*. Trabajo de Investigación. Colombia: Universidad de Atacama, 2010. 8 p.