

La inteligencia de negocio como apoyo a la toma de decisiones en el ámbito académico

Yusnier Reyes Dixson

ydixson@uci.cu

Universidad de las Ciencias Informáticas

Lisette Nuñez Maturel

lmaturel@infomed.sld.cu

Centro Nacional de Genética Médica

RESUMEN

Las organizaciones competitivas han establecido sistemas de inteligencia de negocio para proporcionar a sus trabajadores herramientas que les ayuden en la toma de decisiones (Guitart y Conesa, 2014). El acertado flujo y gestión de datos e información es vital para un acertado proceso de toma de decisiones. Esta táctica trasladada al ámbito universitario significa proporcionar a profesores y directivos sistemas que apoyen la toma de decisiones en su actividad docente (Guitart y Conesa, 2014). A pesar de las ventajas que ha propiciado el uso de estos sistemas y de las dificultades detectadas con el tratamiento y la forma en que se utilizan los datos para dar soporte a las decisiones en el ámbito académico universitario, no se ha evidenciado un uso sistemático de los mismos. Debido al aumento del volumen de los datos almacenados, los profesores y directivos se enfrentan a un ambiente de incertidumbre y complejidad crecientes. Generalmente no se cuenta con las herramientas necesarias para manipular estos datos y convertirlos en información valiosa. Este trabajo tuvo como objetivo desarrollar un sistema basado en inteligencia de negocios que permita capturar, almacenar, procesar, analizar y mostrar de manera eficiente, los datos generados en el proceso de formación. La propuesta fue utilizada con datos reales del primer año de una facultad de la Universidad de las Ciencias Informáticas en los cursos 2012-2013, 2013-2014 y del primer semestre del curso 2014-2015 a partir de lo cual se obtuvo información útil para la toma de decisiones. Por último se propuso un conjunto de elementos organizativos para la correcta utilización del sistema.

PALABRAS CLAVE: Datos académicos, Toma de decisiones, Inteligencia de negocio

INTRODUCCIÓN

Las universidades son organizaciones con una importante responsabilidad social, en ellas se genera y trasmite gran parte del conocimiento que apoya el desarrollo económico de cualquier sociedad. La trascendencia del encargo social de las universidades y el alto costo de la enseñanza en las mismas sobre todo las relacionadas con las ramas tecnológicas, demandan eficiencia, eficacia y calidad en los procesos que en éstas se desarrollan. Para conseguir este propósito, la gestión de los procesos debe ser efectiva, basada ampliamente en el uso de las tecnologías y con métodos sujetos a constante perfeccionamiento. Con el objetivo de apoyar y mejorar la gestión, algunos investigadores proponen que las instituciones de educación superior utilicen de forma organizada la información y el conocimiento que se acumula sobre sus procesos. Es con este fin que la gestión de la información y el conocimiento devienen herramientas importantes en la dirección de las universidades (Luan 2002; Heredia 2011).

El proceso de formación, principal proceso en una universidad, es un proceso complejo, debido a la gran variabilidad en las características de los estudiantes que son el objeto a transformar, y a la variedad de condiciones que confluyen en el proceso para desarrollar esta transformación (Rico y Hernández 2010). Los principales trabajadores de este proceso (profesores y directivos del proceso docente) son conocidos como trabajadores del conocimiento, entendidos como aquellos que usan información como su principal entrada, transformándola a través de su conocimiento para tomar decisiones y desarrollar acciones (Cuesta 2010).

Para que profesores y directivos sean más productivos, deben poseer un amplio conocimiento, no sólo de las materias que enseñan, sino también de las condiciones bajo las cuales se desarrolla el proceso docente, para poder elaborar decisiones acertadas acerca de los métodos y procedimientos a utilizar para alcanzar los diferentes resultados. El dominio cognitivo que se desea que estos trabajadores tengan sobre el proceso docente, requiere una correcta gestión de la información y el conocimiento, para facilitar la identificación, captación, procesamiento y diseminación de datos adecuados para la obtención de un modelo del proceso que facilite la toma de decisiones así como la concepción de estrategias orientadoras (Rico y Hernández 2010). En este sentido, las personas que toman decisiones necesitan disponer de información tanto consolidada como detallada de cómo marchan las actividades ya cumplidas, predecir tendencias y comportamientos para tomar decisiones proactivas (Nader 2002).

En estas condiciones, los directivos del proceso deben ser capaces de usar la información que aparece durante el desarrollo del proceso, integrarla, formular esquemas para la acción y ser capaces de reunir el máximo de certidumbres para confrontar la incertidumbre. Debe crearse una inteligencia organizacional que posibilite la identificación, captación y procesamiento de datos adecuados para la obtención de un modelo del proceso que facilite la toma de decisiones y la concepción de estrategias orientadoras (Rico et al., 2012).

Como indican Guitart y Conesa (2014) “Hoy en día, los principales objetivos de los gestores de las universidades son mejorar el rendimiento de la gestión interna (disminuyendo gastos y optimizando procesos) e incrementar la calidad docente e investigadora de la universidad. Los gestores universitarios también necesitan sistemas analíticos para conocer de forma fiable que ha sucedido, está sucediendo o puede suceder en la universidad. Estas preguntas pueden hacerse a distinto nivel de granularidad: a nivel

global de la universidad, en un departamento, en un programa de formación, en una asignatura (o conjunto de ellas) o en sus estudiantes”.

Teniendo en cuenta los cambios que en materia tecnológica y organizacional se evidencian en la actualidad y su influencia en Cuba, urge formar un profesional cada vez mejor preparado y por consiguiente, con un mayor nivel de competitividad; así podrá afrontar con más efectividad los retos que debe asumir en su vida laboral en las circunstancias actuales y futuras. En este sentido, la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) tiene como misión convertirse en una: “...Universidad innovadora de excelencia científica, académica y productiva, que forma de manera continua profesionales integrales comprometidos con la patria, soporte de la informatización del país y la competitividad internacional de la industria cubana del software” (UCI 2010).

Otro elemento a tener en cuenta es la ventaja que representa los sistemas de información con que cuenta la UCI donde se registra un gran volumen de datos del proceso docente viables de ser analizados, promueve el despliegue de una estrategia de análisis de datos para el descubrimiento y la gestión del conocimiento asociado al proceso formativo, que contribuya a transformar los trabajos de dirección y a sugerir nuevos enfoques y acciones, para mejorar la productividad y eficacia de profesores y estudiantes. Esta investigación va encaminada a aprovechar con esos fines la oportunidad que representa la exploración del gran conjunto de datos referentes al proceso de formación, que semestre tras semestre se acumulan en la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas, considerando la efectividad mostrada por el despliegue de este tipo de estrategias para la obtención de conocimientos útiles como apoyo a las decisiones en este proceso (Luan 2002).

Conforme indica Nader (2002) “Con los sistemas de información usados tradicionalmente en las universidades se preparan reportes ad-hoc para encontrar las respuestas a algunas necesidades de información, pero se necesita dedicar aproximadamente un 60% del tiempo asignado al análisis de localización y presentación de los datos, como también asignación de recursos humanos y de procesamiento del departamento o grupo encargados para poder responderlas, sin tener en cuenta la degradación de los sistemas transaccionales. Esta problemática se debe a que dichos sistemas transaccionales no fueron construidos con el fin de brindar síntesis, análisis, consolidación, búsquedas y proyecciones”. De igual modo sucede para el caso de las universidades cubanas.

En el nuevo ambiente educativo donde todo está marcado por la información, el conocimiento y la toma de decisiones, es muy importante saber dónde y cómo se organiza toda la información. En este contexto surgen términos que se convierten en conceptos y filosofías de trabajo, como son los Almacenes de Datos (Data Warehouse, DW por sus siglas en inglés) que son una herramienta de Inteligencia de Negocio (Business Intelligence, BI por sus siglas en inglés) que posibilitan a los directivos de las organizaciones formular preguntas, realizar consultas y analizar los datos en el momento, forma y cantidad que precisen sin necesidad de tener que acudir al personal informático de la empresa (Carter 2014). En una definición más amplia de BI se expresa que es un proceso interactivo para explorar y analizar información estructurada sobre un área (normalmente almacenada en un DW), para descubrir tendencias o patrones, a partir de los cuales derivar ideas y extraer conclusiones (Cano 2007).

La utilización de las tecnologías del BI pueden lograr colocar los datos al alcance de los responsables de la toma de decisiones, utilizando herramientas que extraigan los datos de la mejor manera para posteriormente almacenarlos en un repositorio optimizando la entrega

de información de forma rápida y resumida que haga posible un análisis detallado y completo de los indicadores que muestren el desempeño y comportamiento de las actividades desarrolladas (Vercellis 2009). Esta idea puede ser fácilmente adaptada a los datos del proceso de formación de los estudiantes desarrollado por una institución universitaria.

En la UCI, no se ha aplicado sistemáticamente el descubrimiento de conocimiento basado en las tecnologías de BI para apoyar la gestión del proceso de formación y por consiguiente no se ha establecido una estrategia encaminada a propiciar el análisis de datos de dicho proceso en ninguno de los años académicos a pesar de que existen investigaciones que promueven la utilización sistemática de este tipo de estrategia (Heredia 2011; Noriegas 2012).

Josep Lluís en su libro "Business Intelligence: Competir con Información" plantea tres preguntas básicas (Cano 2007): "¿Cuántos de ustedes disponen de más información y de menos tiempo para analizarla? ¿Los sistemas de información de los que disponen les ayudan a tomar decisiones rápidamente? ¿Los responsables de generar información directiva están desbordados por las peticiones de información urgente, continua y no coordinada?". En entrevistas realizadas a directivos y profesores de la universidad donde se abordaron y analizaron estas interrogantes se comprobó que actualmente la universidad no cuenta con un sistema que pueda dar soporte a la toma de decisiones de manera proactiva en los procesos que se desarrollan en el ámbito académico. Dichos procesos cada día son más complejos desde el punto de vista de la gestión del conocimiento y se hace más difícil por diversas insuficiencias detectadas a través del análisis documental y las entrevistas realizadas, entre las cuales se pueden mencionar:

- La diversidad de fuentes de las que provienen los datos y la información académica de entrada a los procesos de decisión lo cual dificulta la síntesis.
- No se tiene de forma inmediata datos históricos de indicadores académicos de estudiantes y asignaturas que son utilizados en los análisis de los cortes evaluativos, situación docente del año, investigaciones, valoraciones, etc. Todo esto atenta contra la necesaria visión histórica del proceso y sus principales indicadores.
- Los datos que se obtienen en el proceso de matrícula y los que se captan en los diagnósticos iniciales no son utilizados sistemáticamente para el proceso de toma de decisiones que se desarrolla en el proceso de formación de los estudiantes (Noriegas 2012).
- No se cuenta con mecanismos oportunos que sean capaces de responder preguntas tales como: qué está pasando, qué ha pasado o qué puede suceder en el proceso formativo, eliminando el factor proactivo en el desarrollo del proceso.
- La universidad no proporciona sistemas que den soporte a la toma de decisiones del profesorado en su actividad docente, por lo que este se realiza mayormente a partir de la intuición y con poca evidencia del proceso.

La investigación pretende responder a la interrogante: ¿cómo contribuir a la toma de decisiones en el proceso de formación?, a través de la elaboración de un sistema basado en las tecnologías de la BI que permita mejorar el control y análisis de la información sobre el proceso de formación en la UCI.

Para tratar de minimizar o eliminar estas limitaciones se propone una herramienta que utiliza un Almacén de Datos (AD) como repositorio para que incremente el desempeño de las tareas gerenciales y más concretamente la toma de decisiones basado en la BI ya que

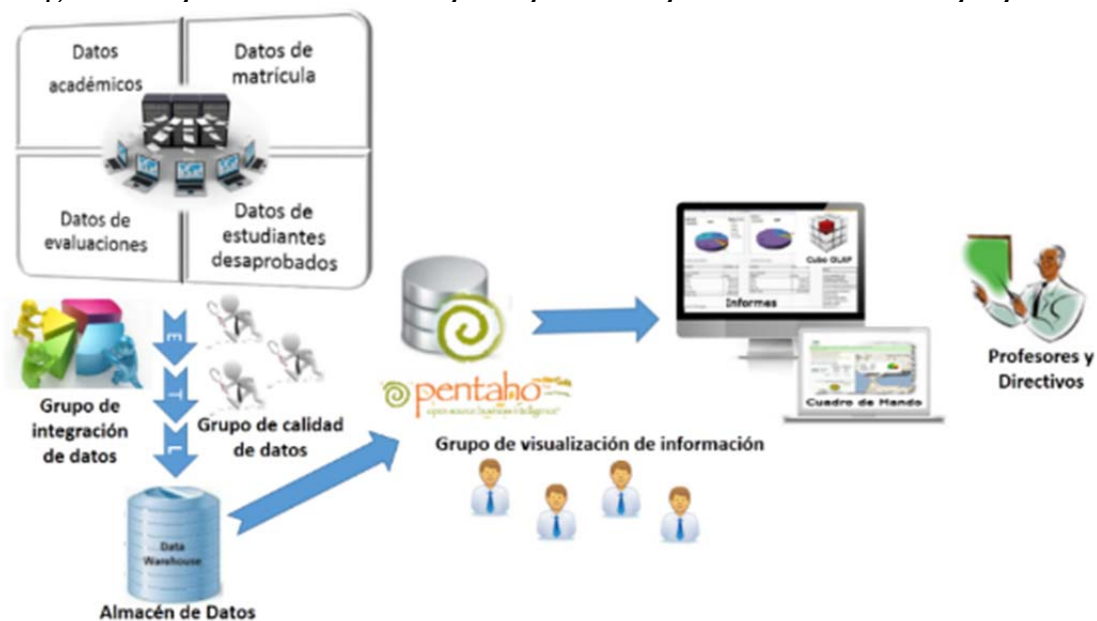
almacena una gran cantidad de datos e información pero de una forma resumida permitiendo el fácil análisis de la misma. Para la construcción y diseño del AD se utilizó la metodología de desarrollo de proyectos de almacenes de datos, así como la suite de herramientas de código abierto y libre Pentaho BI. La información almacenada en el AD es de fácil análisis y para lograrlo es necesario presentarla en un forma entendible por esta razón se hace indispensable la utilización de herramientas adicionales que permitan elaborar reportes y gráficos estadísticos para su mejor visualización de la información que generan los datos académicos y de matrícula de los estudiantes de la universidad, así como estadísticas de las evaluaciones en las diferentes asignaturas.

El sistema contempla la siguiente premisa: “Brindar un conjunto de facilidades que permitan utilizar los datos e información académica y de matrícula de los estudiantes para hacer mejores análisis, descubrir nuevas oportunidades y tomar decisiones con más información”.

El sistema de inteligencia de negocio para profesores y directivos del proceso de formación en la UCI (Figura 1) estará formado por los siguientes componentes:

- Las fuentes de datos estarán conformadas por datos académicos, datos de matrícula, datos de evaluaciones y de los estudiantes desaprobados en diferentes etapas.
- Proceso de ETL a los datos recogidos asegurando el desarrollo del proceso y la calidad del mismo.
- El AD que almacena los datos necesarios para la toma de decisiones de profesores y directivos.
- La visualización de la información brindada a los usuarios finales del sistema estará soportada por la herramienta Pentaho BI que brindará:
- Reportes configurables con facilidades de ser exportados a diferentes formatos.
- Vistas de análisis completamente configurables según las necesidades de información.
- Cuadros de mando integral (dashboard, en inglés) mostrarán los indicadores docentes previamente definidos. Requisitos de información

Figura 1: Representación de los principales componentes del sistema propuesta.



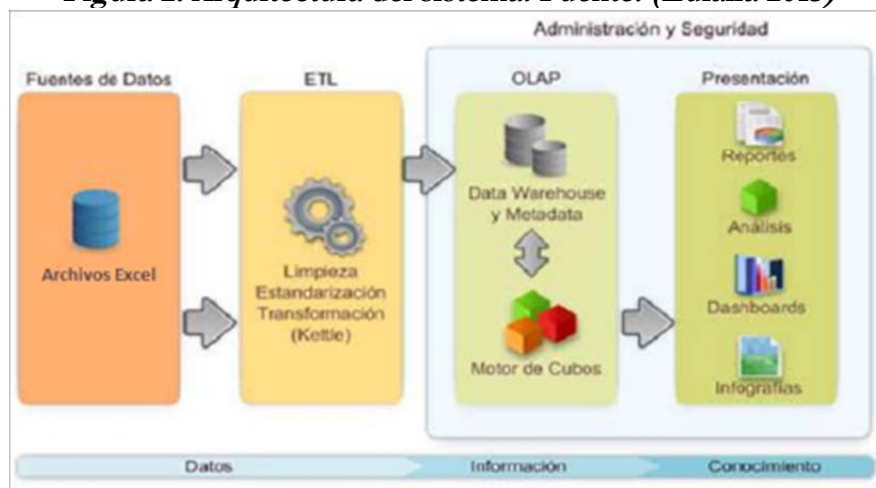
DESCRIPCIÓN DE LA ARQUITECTURA DEL SISTEMA PROPUESTO

Se realizaron entrevistas a profesores y directivos del proceso de formación de la Facultad 4 de la UCI, con el objetivo de lograr un mejor entendimiento del negocio y definir los requisitos de información, requisitos funcionales y requisitos no funcionales del sistema. Para tener una visión general del sistema y tomando en cuenta la plataforma Pentaho BI elegida para la implementación de la solución, a continuación se describe la arquitectura común utilizada en los sistemas que utilizan la tecnología de AD que integra las técnicas de bases de datos y las técnicas de análisis de datos, detallando cada uno de los componentes que conforman el sistema propuesto en la investigación (Bouman y Dongen 2009).

La arquitectura del sistema (Figura 2) estará conformada por 5 componentes:

- Fuente de datos
- Extracción, Transformación y Carga (ETL)
- Cubos de Datos (OLAP)
- Presentación (Reportes, Vistas de Análisis y Dashboards)
- Administración y Seguridad

Figura 2: Arquitectura del sistema. Fuente: (Eulalia 2013)



El componente Fuente de Datos define las fuentes que se utilizarán en la obtención de los datos que utiliza el sistema. Para la versión inicial del sistema solo se utilizan archivos planos mayormente en formato Excel pues el SGU se encuentra en un proceso de rediseño y los servicios web de acceso a datos que brinda no se encuentran disponibles en el momento de desarrollo de esta investigación.

El componente ETL es la sección donde se agrupan una serie de procesos que llevan a cabo tareas relacionadas con la extracción, manipulación, control, integración, limpieza de datos, carga y actualización de los DM a utilizar en el sistema, todas las tareas que se hagan desde que se toman los datos de los archivos Excel, hasta que se carguen en el sistema para su utilización en la construcción de los cubos de datos. En esta parte del sistema se mantienen los datos obtenidos en una base de datos temporal que se encuentra en el gestor de base de datos PostgreSQL, que es usada para ejecutar todos los procesos y tareas antes mencionadas.

La tecnología OLAP constituye el repositorio central donde se almacenan los datos que se están utilizando. Se almacenan los datos operacionales en estructuras multidimensionales que optimizan el acceso para las consultas, además de contener todos los metadatos de la información almacenada que ofrece información descriptiva sobre el contexto, la calidad, condición y características de los datos. En esta área se incluye el motor de cubos multidimensional que es el encargado de ejecutar las consultas realizadas por los componentes externos.

El módulo de Presentación es el área correspondiente a la interacción con el usuario, cuya funcionalidad es mostrar los datos almacenados de forma útil y transparente a través de las distintas herramientas. Este sistema se comunica directamente con el servidor de cubos a través de consultas, las cuales retornan la información requerida donde ésta es transformada y presentada para la visualización final. Los reportes, vistas de análisis y dashboards requeridos en el sistema se encuentran en esta área.

Por último el componente de Administración y Seguridad es donde se encuentran las herramientas administrativas de la plataforma (gestión de usuarios y roles, administración de conexiones de fuentes de datos, herramientas de limpieza de los diferentes caché y el sistema de archivos interno del DW), así como las restricciones de acceso a los objetos de la plataforma y a los diferentes recursos.

RECOLECCIÓN DE DATOS

La recolección de datos es una de las tareas que más tiempo ocupa y entre otras razones la dispersión de las fuentes de información es otro factor que atenta negativamente en la tarea. Para llevar a cabo esta tarea se aplicaron una serie de técnicas para la recolección de datos, entre ellas:

- La observación del manejo de los datos académicos de los estudiantes y los resúmenes de las evaluaciones de las asignaturas, así como los métodos con los que se manejan los datos de los diagnósticos que se efectúan en las facultades al iniciar los dos ciclos de la carrera (básico y profesional).
- Las entrevistas a profundidad con los principales directivos del proceso docente y los potenciales usuarios del sistema (profesores principales, jefes de colectivo de asignaturas y profesores).
- Recopilación documental de toda la información académica que se maneja en la facultad y que se encuentra en distintos formatos.
- Análisis de contenido una vez que se tengan los datos académicos de la facultad, para determinar el tratamiento de la información.
- Configuración de los archivos Excel para la validación de los datos almacenados en cuanto a formato y tipo.

DISEÑO DEL MODELO MULTIDIMENSIONAL DE LOS DATOS

Para el modelado de la solución se tomó como base los requisitos de información obtenidos que coinciden con los que se manejan frecuentemente en las facultades de la universidad y que son tratados en la mayoría de los informes analizados. A partir de los análisis efectuados se diseñaron 20 dimensiones de análisis que son un atributo estructural de los cubos OLAP y sirven como un mecanismo de selección de datos. Están organizadas en jerarquías de categorías y niveles que describen los datos de las tablas de hechos (Inmon 2009).

Los hechos son datos instantáneos en el tiempo, que son filtrados, agrupados y explorados a través de condiciones definidas en las tablas de dimensiones. Los registros del hecho poseen una clave primaria que está compuesta por las claves primarias de las tablas de las dimensiones con que se encuentra relacionado (Inmon 2009). Para esta primera versión del sistema se tendrán en cuenta los cuatro hechos (Cubos OLAP) que centralizaran los datos de los estudiantes matriculados, evaluados, suspensos y las evaluaciones efectuadas

REPORTES

El objetivo de los reportes es obtener información relevante de los datos que se encuentran almacenados de una forma inmediata para contribuir a la toma de decisiones de una forma más ágil y con información.

En la implementación de los reportes se utilizaron consultas MDX las cuales son administradas por el Pentaho BI Server. MDX un lenguaje de consulta a estructuras multidimensionales (cubos OLAP), su sintaxis es parecida al SQL (Lenguaje de Consulta Estructurada) para base de datos relacionales, con la diferencia de que no maneja los términos tablas y campos, si no cubos, dimensiones, medidas y jerarquías (Pentaho BI 2012).

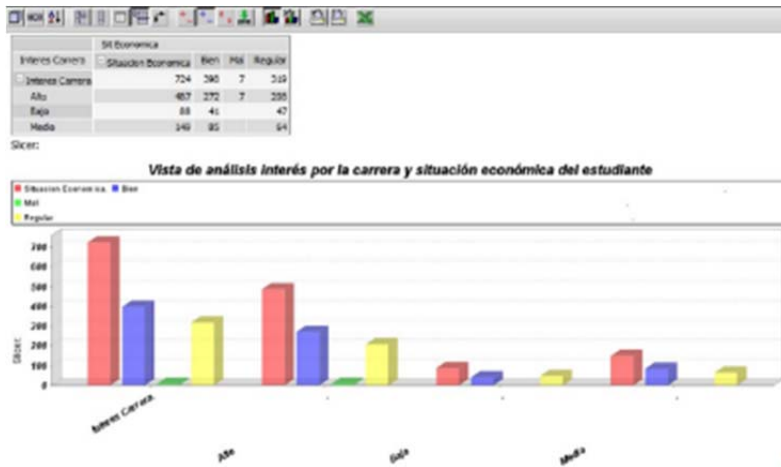
En la implementación de la solución se pueden generar una variedad de tipos de reportes diferentes, teniendo en cuenta la información que se maneja en los DM con respecto a los estudiantes matriculados, así como los estudiantes suspensos y las evaluaciones que están asociados a ellos. Los mismos se pueden mostrar y exportar en los formatos HTML, PDF, XML y CSV este último muy utilizado para los análisis de datos con la herramienta de minería de datos Weka.

Los reportes son de gran utilidad principalmente para la socialización de informes históricos sobre el comportamiento de indicadores docentes y para socializar información resumida a partir de diferentes fuentes. Algunos de los reportes creados se utilizaron en análisis de resultados académicos históricos de los estudiantes y para la proyección de acciones para mejorar el desempeño de los estudiantes en asignaturas como Matemática Discreta I.

VISTAS DE ANÁLISIS

Las vistas de análisis juegan un papel importante en el sistema propuesto ya que son las que permitirán hacer diferentes análisis visuales de los datos almacenados en el AD. Los análisis de este tipo permiten configurarlos de diversas formas combinando filas y columnas y utilizando filtros en los datos, la visualización de los resultados de estas consultas se pueden visualizar a través de una gran gama de gráficos que son igualmente configurables, cada uno con sus características distintivas. En la Figura 3 se muestra una de las vistas de análisis obtenidas a través del navegador OLAP.

Figura 3: Vista de análisis histórico del interés por la carrera y situación económica del estudiante.



CUADROS DE MANDO

Un cuadro de mando (dashboard, en inglés) es una aplicación que se utiliza para presentar el contenido de un sistema de soporte a las decisiones a los usuarios finales, permitiendo visualizar información y métricas de rendimiento (Chen et al., 2012). Por lo general, los indicadores gráficos de alto nivel que aparecen en el dashboard, proporcionan cierto grado de interactividad que permite al usuario navegar por contenidos más detallados y de forma centralizada según las necesidades y niveles de detalles deseados por el usuario final. En el sistema propuesto se diseñó un dashboard para el análisis de la promoción y calidad de las evaluaciones realizadas en la asignatura Matemática Discreta I en tres cursos académicos.

Figura 4: Cuadros de mandos diseñados



INFRAESTRUCTURA ORGANIZATIVA PARA LA UTILIZACIÓN DEL SISTEMA BI

El mantenimiento y explotación del sistema propuesto requiere de personal calificado en cuanto a los elementos tecnológicos, así como personal para el procesamiento y captura de datos para continuar poblando el DM y velar por la calidad de los datos que se van almacenando. Por estas razones el autor de la investigación propone la creación de un equipo de personas que brinden soporte al sistema para que se asegure el poblamiento de datos con calidad, se propone crear tres grupos de trabajo:

- Grupo de aseguramiento de la calidad de los datos, este tendría que velar que se cumplan con la estandarización de las fuentes de datos y ver los problemas detectables de ausencia de datos así como de formato.
- Grupo de integración de los datos estarán a cargo del proceso ETL.
- Grupo de visualización de la información, este se encargaría de la construcción bajo demanda de vistas de análisis, reportes y dashboards en conjunto con profesores y directivos.

Otro elemento a considerar es el aseguramiento tecnológico para el despliegue y puesta en funcionamiento del sistema, en este elemento es necesario contar con servidores para las bases de datos y el servidor BI de Pentaho, ambos servidores deben tener velocidades altas de procesamiento y capacidades de almacenamiento de datos, todo dependiendo de la cantidad de usuarios que podrían utilizar el sistema.

CONCLUSIONES

A partir de la sistematización de los principales referentes teóricos que sustentan la presente investigación, se confirma que los sistemas de información utilizados para apoyar el proceso docente carecen de características que ayuden a la toma de decisiones, fundamentándose la necesidad de construir un sistema que basado en la inteligencia de negocio contribuya a mejorar la situación.

Con los elementos teóricos y prácticos actuales de la inteligencia de negocio se desarrolló un sistema basado en dicha tecnología que apoya la toma de decisiones en el proceso docente de la Facultad 4 de la UCI. El sistema garantiza que, mediante la integración de herramientas de reporte, análisis OLAP y cuadro de mando, así como, buenas prácticas y la infraestructura tecnológica mínima, se puede ganar en la obtención de información y conocimiento útil para la toma de decisiones en los procesos docentes universitarios.

En el sistema propuesto se incluyen herramientas que fueron seleccionadas para soportar tecnológicamente y garantizar el funcionamiento correcto del sistema. Dichas herramientas han sido probadas en el primer año de la carrera de la Facultad 4 de la UCI a partir de datos reales de cursos anteriores y algunos del presente curso.

A partir de la valoración de los resultados de la investigación se obtiene a criterio del autor una ventajosa herramienta, que hace que las decisiones se toman con más información que en otros momentos y en consecuencia puedan contribuir en el trazado de estrategias con vistas a facilitar el aumento a corto o mediano plazo de mejores indicadores académicos.

REFERENCIAS

- Cano, J. (2007). *Business Intelligence: Competir con información*. ESADE Business School.
- Chen, et al. (2012). *Business intelligence and analytics: from big data to big impact*. MIS Quarterly.
- Cuesta, A. (2010). *La productividad del trabajo del trabajador del conocimiento*. *Gestão De Pessoas Em Organizações 2010*, Rio de Janeiro.
- Eulalia, D. (2013). *Análisis, diseño e implementación de un data mart académico usando tecnología de BI para la facultad de ingeniería, ciencias físicas y matemática*. Tesis Maestría, Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Heredia, J. (2011). *Análisis de datos en apoyo a la productividad en el proceso de formación de ingenieros*. Tesis Maestría, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, La Habana.
- Caralt, J. (2014). *Uso de analítica para dar soporte a la toma de decisiones docentes*. In *Aplicación de las TIC al proceso de enseñanza-aprendizaje*, XX JENUI, Oviedo, España.
- Guitart Hormigo, I., & Conesa i Caralt, J. (2014). *Uso de analítica para dar soporte a la toma de decisiones docentes*. *Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática (20es: 2014: Oviedo)*.
- Luan, J. (2002). *Data Mining and knowledge management in higher education*. *Potential applications*, Toronto
- Rico, José Heredia, and Aida G. Rodríguez Hernández. 2010. "Rediseño de procesos de gestión de la enseñanza basado en el análisis de datos." *Investigación de Operaciones IX (2)*: 57–72.
- Rico, et al. (2012). "El análisis de datos en apoyo a la gestión de la enseñanza en la carrera Ingeniería Industrial." *Revista Ingeniería Industrial 33 (1) (abril)*: 19–30.
- Nader, J. (2002). *Sistema de apoyo gerencial universitario*. Tesis Maestría, Instituto Tecnológico de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.
- Noriegas, H. (2012). *Metodología de procesamiento de los datos educacionales para facilitar el aumento de la promoción en el primer año de la UCI*. Tesis Maestría, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, La Habana
- Pentaho BI. (2012). *Getting Started with Pentaho Business Analytics*. Pentaho Corporation.
- UCI. (2010). "Modelo Del Profesional y Objetivos Generales."
- Vercellis, C. (2009). *Business Intelligence: Data Mining and Optimization for Decision Making*. Italia: Wiley.