

# INCORPORACIÓN DE ELEMENTOS DE INTELIGENCIA DE NEGOCIO AL ANÁLISIS DE DESERCIÓN ESTUDIANTIL UNIVERSITARIO

Luis Fernando Castellanos Guarín

Universidad autónoma de Bucaramanga - UNAB

Facultad de ingeniería de sistemas

Grupo de investigación en tecnologías de información telemática-2015

## 1. RESUMEN

Este artículo presenta los resultados técnicos de la incorporación de elementos de inteligencia de negocios en el análisis de deserción estudiantil para los niveles de pregrado (técnico, tecnológico y profesional) en la Universidad autónoma de Bucaramanga –UNAB.

En la investigación se recopiló en un Datamart datos académicos de la educación superior en Colombia (estudiantes de primer ingreso, deserción por institución académica y resultados de pruebas saber 11 por colegio), y también la información académica, financiera y psicológica de los estudiantes de la UNAB de primer ingreso en los niveles de pregrado para los semestres 2013602, 201401, 201402, 201501, lo que permitió evaluar un modelo matemático creado por la UNAB que calcula por estudiante cuatro tipos de riesgo de deserción (académico, financiero, psicológico y general) y a su vez comparar los resultados de riesgo con la deserción que se genera por semestre.

Para la ejecución del proyecto se utilizó la SUITE de PENTAHO versión 5.4, lo que garantiza la generación de reportes gerenciales, archivos arff que son la base para aplicar algoritmos de minería de datos, cubos ROLAP sobre deserción, riesgos de deserción y riesgos de deserción vs deserción, por último cuadros de mando web con 7 indicadores de deserción y riesgos de deserción.

**Palabras claves:** Deserción estudiantil, inteligencia de negocios, educación en Colombia, minería de datos.

## 2. INTRODUCCIÓN

En la actualidad o “era digital” el capital intelectual entro como un nuevo factor de producción, en el libro “La nueva riqueza de las

organizaciones: el capital intelectual” (Stewart, 1998) El autor sostiene que el capital intelectual constituye la nueva ventaja competitiva de las empresas, pues ese conocimiento puede multiplicarse hasta límites insospechados gracias a las nuevas tecnologías de la información y el uso creciente de internet.

La inteligencia de negocios (BI<sup>1</sup>) en las organizaciones puede ser parte fundamental en el “capital intelectual” generando conocimiento confiable y pertinente que soporte la toma de decisiones para definir políticas y estrategias o en otras palabras “es la pericia corporativa para tomar decisiones soportado con el uso de metodologías, aplicaciones y tecnologías que permiten recopilar, depurar, transformar datos, y aplicar en ellos técnicas analíticas de extracción de conocimiento” (Olivia Parr, 2001), donde se toman los datos de cualquier fuente sean estructurados o no de un área de interés (gestión humana, cartera, mercadeo, entre otras) (STACKOWIAK, RAYMAN, & GREENWALD, 2007), generando el “conocimiento sobre los problemas y oportunidades de negocio que sirve a la alta gerencia y a cada una de las áreas de la empresa para ser corregidos y aprovechados respectivamente” (Negash, 2004).

El uso de BI dentro de la empresa logra soportar las decisiones que se toman tanto a nivel gerencial como en niveles operativos y frente a otras empresas genera ventajas competitivas (Valenzuela Fernández, 2009).

## 3. EDUCACIÓN UNIVERSITARIA (ES) EN COLOMBIA

Para el MEN<sup>2</sup> la educación se define como “un proceso de formación permanente, personal

<sup>1</sup> BI: Business Intelligence

<sup>2</sup> MEN: Ministerio de educación nacional de Colombia (<http://www.mineducacion.gov.co/1621/w3-article-89266.html>)

cultural y social que se fundamenta en una concepción integral de la persona humana, de su dignidad, de sus derechos y de sus deberes” (Ministerio de educación nacional, 2015), y que en la constitución política de Colombia indica que el estado debe garantizar el adecuado cubrimiento del servicio y asegurar a los menores las condiciones necesarias para el acceso al sistema educativo. El sistema educativo en Colombia se divide en los niveles educativos de educación inicial, preescolar, educación básica (primaria cinco grados y secundaria cuatro grados), educación media (dos grados y culmina con el título de bachiller) y educación superior. A su vez la educación superior se ofrece en dos niveles: pregrado y posgrado. El nivel de pregrado tiene las siguientes tipologías: técnico Profesional, tecnológico y profesional y la educación de posgrado ofrece tres tipos de formación: especializaciones, maestrías y doctorados. La evaluación de la educación superior en Colombia se puede abordar desde los indicadores de cobertura, pertinencia, calidad y deserción.

#### a) Calidad

En el estudio “*bases para una política de calidad de la educación superior en Colombia*” (Giraldo G, abad A, & Diaz P) numeral 3, menciona que La calidad en la educación superior “*es un concepto ambiguo que depende de los intereses y la perspectiva con la que se determine*” y que toda las IES<sup>3</sup> deben verse “*como una empresa de conocimiento, donde se producen servicios y bienes, tales como la educación, la ciencia, la tecnología y la cultura para alcanzar un verdadero desarrollo humano sostenible y sustentable*”. Colombia en la última década (2003 a 2013) ha presentado avances en la calidad de la ES, donde se han aumentado en un 40.6% la oferta de programas académicos y se ha pasado de un 0.73% al 9% de IES con acreditación de alta calidad.

El estado Colombiano tiene la responsabilidad de velar por la calidad de la educación superior pero en el artículo “*Calidad de la educación superior en Colombia, ¿Problema de compromiso colectivo?*” se evidencia una problemática de alto impacto, “*emerge de la incapacidad por parte de la comunidad educativa e instancias gubernamentales para afrontar los retos que le imponen la evolución en los fenómenos sociales, económicos, científicos y políticos y su incidencia*

*en el desarrollo educativo internacional, nacional, local y regional*” (Ardilla Rodríguez, 2011).

Las estadísticas suministradas por el MEN con corte de noviembre 30 del 2014 indican que solo el 10.5% de las IES existentes en Colombia tienen acreditación de alta calidad, no bastando con eso solo el 7.8% de los programas con registro calificado tiene acreditación de alta calidad y en la formación docente solo el 5.6% de los docentes tienen doctorado.

Existen organizaciones mundiales cuyo objetivo es generar estadísticas comparativas de diversos temas y una de ellas es el proyecto [www.webometrics.info/es](http://www.webometrics.info/es) que realiza un ranking de universidades a nivel mundial, en Colombia existen actualmente 288 IES y a nivel latinoamericano solo hay ocho (8) IES ubicadas en los primeros 100 puestos donde la mejor universidad colombiana es la nacional en el puesto 14 y la siguiente los andes en el puesto 17. (Laboratorio de Cibermetría /Consejo Superior de Investigaciones Científicas, CSIC, 2015)

#### b) Cobertura

El MEN define la cobertura como un indicador que muestra la relación entre los alumnos matriculados en un nivel académico y el total de la población en edad apta para estudiar ese nivel, por tanto, mide la participación de los jóvenes y adultos que se encuentran efectivamente cursando un programa de educación.

Colombia en la última década ha tenido grandes avances en la cobertura de la educación básica (preescolar, primaria, secundaria y media) y los avances han sido positivos en los 4 niveles académicos cuentan con cobertura superior al 70% y en algunos como primaria y secundaria han superado el 100%, pero en la educación superior los avances en la cobertura son muy pequeños en comparación con los otros niveles de educación y también al comparar a Colombia con países latinoamericanos, Colombia apenas logra alcanzar el promedio de América Latina y el Caribe que es del 40%, lo que es muy inferior si se compara con países como Cuba, Puerto Rico, Chile o Argentina donde sus cifras superan el 75% para el año 2013.

#### c) Pertinencia

El MEN define la pertinencia como “*aspecto determinante en la calidad de la educación y supera el ámbito de la institución superior en tanto*

---

<sup>3</sup> IES: Instituciones de educación superior.

*tiene consecuencias directas en la sociedad*” (Altablero - Ministerio de educación nacional, 2015), en donde se refiere al grado de provecho, oportunidad y eficacia en los que un programa educativo impactan a la sociedad o que tan útil es un graduado de algún programa académico para la sociedad.

El estado Colombiano mide la pertinencia con base en la cantidad de egresados que se vinculan al mundo laboral y los salarios promedio de los egresados desde el año 2001 hasta el 2012 (datos publicados por el MEN), se demuestra que el porcentaje de egresados de programas académicos de pregrado (niveles técnicos, tecnólogos y profesionales) que lograban vincularse a los sectores formales de la economía era cercano al 74.4% con salarios promedios de 490 dólares en su primer empleo, situación que no es positiva si observamos que en otros países latinoamericanos como Chile con cifras del 91% en vinculación laboral y un salario en promedio de 1752 dólares o México con un 87.5% en vinculación laboral y un salario en promedio de 859 dólares (de Vries & Navarro, 2011)

#### **d) Deserción**

El MEN define la deserción como *“la interrupción o desvinculación de los estudiantes de sus estudios. Es un evento que aunque le ocurre al estudiante tiene causas y consecuencias en las instituciones educativas, las familias o el sistema educativo”* (Ministerio de educación nacional de Colombia - MEN, 2015).

Tradicionalmente el MEN ha medido la deserción a través de la tasa de deserción intra-anual<sup>4</sup>.

En cifras estadísticas la deserción ha tenido en la última década una tendencia a la disminución pasando del año 2005 con un porcentaje de 13.4% al año 2013 con un cifra del 10.6%, aunque esta tendencia es alentadora los porcentajes de matrículas arrojan cifras preocupantes, donde en el año 2011 en las IES públicas la tasa de matrícula era del 9.2% para el 2013 fue de 8.5% y en las IES privadas en el 2011 fue del 15.6% y en el 2013 al 6.1% (Ministerio de educación nacional de Colombia -MEN, 2015).

#### **4. PORQUE USAR INTELIGENCIA DE NEGOCIOS (BI) EN ANÁLISIS DE DESERCIÓN**

Históricamente el estudio de la deserción ha sido un nicho de investigación que ha sido abordado desde muchas perspectivas (sociales, económicas, políticas, familiares, vocacionales, etc.) obteniendo una gran diversidad de conclusiones que les ha permitido a las IES, los organismos estatales e internacionales crear modelos y metodologías en búsqueda de una solución óptima, muchas de esas soluciones están soportadas en herramientas informáticas y en el uso de tecnologías nuevas como minería de datos, modelos matemáticos o redes neuronales entre otras pero no se han generado proyectos donde su enfoque sea de inteligencia de negocios, algunos trabajos relevantes como el proyecto liderado por Laboratorio de Investigación en Nuevas Tecnologías Informáticas de la Facultad de Informática en la Universidad Nacional de La Plata llamado *“Aplicando estrategias y tecnologías de Inteligencia de Negocio en sistemas de gestión académica”* (Díaz, 2013), donde uno de sus objetivos era *“Transformar toda la información contenida en los sistemas operacionales, de una manera rápida, consistente, integra y confiable, colaborando con ayudar a los directivos para propiciar mejoras en las ofertas educativas y los servicios ofrecidos por la institución”*, este objetivo se orientó al contexto de la inteligencia de negocios como una opción para brindar soluciones informáticas de alto impacto ejecutivo, algunos de los resultados obtenidos fue determinar que la alta ausencia de estudiantes en algunas materias se deriva por ser estudiantes laboralmente activos.

Otro proyecto solo uso la minería de datos (una instancia de la inteligencia de negocios –BI), para la determinación del perfil de un estudiante potencialmente desertor (Beguirí, 2011).

El proyecto de investigación construyo un prototipo tecnológico basado en la generación de un Datamart<sup>5</sup> con información de encuestas a alumnos de primer a tercer año, encuesta a alumnos en instancia de trabajo final y egresados recientes (casos exitosos) y por ultimo encuesta a alumnos con muchos años en carreras del departamento informática (casos no exitosos) y que tenía aplicando el siguiente proceso: Data mining,

<sup>4</sup> *intra-anual* :Son los que abandonan en el transcurso del año

<sup>5</sup> DATAMART: Es un repositorio de información por departamento de una organización lo que permite aplicar de

*manera más puntual técnicas minería de datos y procesamiento analítico y generando información mucho más detallada sobre procesos del departamento.*

Estadística, Reglas asociación, Web mining y textmining y por ultimo Determinación del modelo.

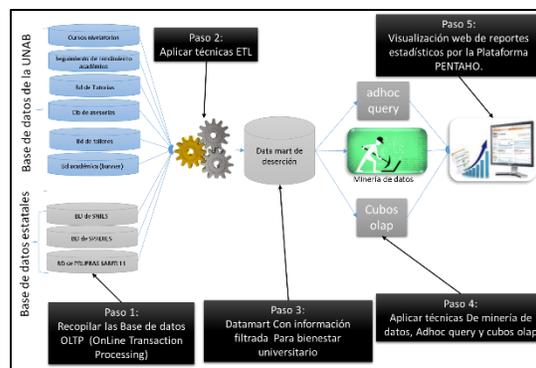
Por ultimo en el artículo denominado “Aplicación de técnicas de minería de datos para la evaluación del rendimiento académico y la deserción estudiantil” (Sposito, Etcheverry, Ryckeboer, & Bossero, 2010), donde se demuestra como el uso de la minería de datos permite analizar tendencias, patrones de comportamiento, paradigmas de aprendizaje y modelos de predicción entre otros. Presenta los resultados de la evaluación del rendimiento académico y de la deserción estudiantil de los estudiantes del Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas (DIIT) en la Universidad Nacional de La Matanza (UNLaM).

## 5. METODOLOGÍA

Existen muchas metodologías de diseño e implementación de elementos de BI. Cada fabricante de software de inteligencia de negocios busca imponer una metodología con sus productos. Sin embargo, se imponen entre la mayoría dos metodologías, la de Kimball y la de Inmon.

En este proyecto solo se requiere crear un Datamart (Teoría de Kimball) y no todo un Datawarehouse (teoría de Inmon) por lo tanto se seleccionó la de Kimball y uno de los elementos de BI que se implementara está enfocado a la minería de datos y en un estudio previo sobre metodologías de minería “Estudio comparativo de metodologías para minería de datos” (Moine, Haedo, & Gordillo, 2015) muestra como la metodología CRISP-DM (CROSS-INDUSTRY ESTÁNDAR PROCESS for DATA MINING) es una de las metodologías con mejores resultados para la minería de datos. Con el análisis anterior se definió utilizar la metodología Kimball con el soporte de la metodología CRISP-DM para minería de datos.

Una vez definida la metodología a usar se delimitó los pasos técnicos, en la gráfica siguiente se visualiza el proceso que se ejecutara en la implementación del proyecto.



Gráfica 3: Arquitectura del proyecto, elaboración propia.

## 6. FUENTES DE INFORMACIÓN, ETL Y DATAMART RESULTANTE

Para el desarrollo del proyecto se planteó usar la información estadística de bases de datos estatales como SNIES<sup>6</sup>, SPADIES<sup>7</sup>, PRUEBAS SABER 11<sup>8</sup> y la información académica, financiera y psicológica de los estudiantes de pregrado que ha recopilado la universidad y ubicada en bases de datos relaciones.

A las diversas bases de datos recopiladas se les aplicara métodos de ETL<sup>9</sup> para tener un único repositorio de información o datamart para realizar análisis de deserción.

## 7. MÉTODO PROPUESTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE ELEMENTOS DE BI

Con la información cargada en el datamart de deserción se realizó un análisis general y se generaron tres posibles ambientes de información:

Estudiantes desertores por cohorte<sup>10</sup>, con datos personales como edad, sexo, ciudadanía, lugar de procedencia, estrato y datos académicos como sede universitaria, programa académico, tipo y motivo de la deserción.

Estado de la universidad frente a otras IES Colombianas en temas de deserción y matrícula de estudiantes de pregrado, con datos como Tipo de institución (principal o seccional), Clasificación económica (oficial o privada), Clasificación jerárquica, Departamento y municipio de

y aspiran a continuar estudios de educación superior en territorio Colombiano (Decreto 869 de 2010)

<sup>9</sup> ETL: Extract, transform and load de datos

<sup>10</sup> Cohorte: Periodo académico universitario en que fue admitido

<sup>6</sup> SNIES: Sistema Nacional de la Información de la Educación Superior

<sup>7</sup> SPADIES: Sistema para la Prevención de la Deserción en Educación Superior

<sup>8</sup> Pruebas saber 11: Es la prueba oficial obligatoria que presentan quienes egresan de la educación media en Colombia

domicilio, programas académicos ofertados (nivel de formación, área de conocimiento, metodología de enseñanza, departamento y municipio que se oferta el programa), estudiantes matriculados y desertores por semestre.

Estudiantes con riesgo de deserción, la Universidad construyó un modelo matemático que se le aplica a los estudiantes donde son caracterizados en 31 variables distribuidas de tres (4) contextos de riesgos de deserción: Académico, Financiero y Psicológico y un riesgo general de deserción determinado por la ecuación:

$$\text{Riesgo General} = (\text{Riesgo académico} * 30\%) + (\text{Riesgo financiero} * 40\%) + (\text{Riesgo Psicológico} * 30\%).$$

## 8. ELEMENTOS DE BI IMPLEMENTADOS.

Con la información recopilada en el Datamart se diseñaron las vistas<sup>11</sup>:

V\_PERSONA\_SEMESTRE (datos básicos de estudiantes matriculados por semestre), V\_ESTUDIANTES\_DESERTORES (datos de los estudiantes desertores asociados una cohorte por semestre), V\_DESERTORES\_COHORTE (resumen de deserción por programa académico, con datos de estudiantes admitidos, matriculados y desertores), V\_RIESGO\_SEMESTRE\_PIDM (estudiantes con y su caracterización en cada una las variables asociadas a los riesgos académicos, financieros y psicológicos), V\_RESUM\_RIESGO\_DESER (resumen por estudiante de los riesgos académicos, financieros, psicológicos y un acumulado del riesgo general), V\_VARIABLE\_CATEG (descripción del modelo matemático para determinar la posible deserción de estudiantes de pregrado), V\_IES\_SNIES (total de estudiantes matriculados y desertores por IES, programa académico en un semestre), V\_RESULTADOS\_IFCES (resultados Ifces de colegios donde han estudiado los estudiantes que actualmente están matriculados o han desertado de la Universidad).

<sup>11</sup> Vistas: Es una alternativa para mostrar datos de varias tablas; es como una tabla virtual que almacena una consulta. Los datos accesibles a través de la vista no están almacenados en la base de datos, en la base de datos se guarda la definición de la vista y no el resultado de ella.

<sup>12</sup> Pentaho BI Suite: es un conjunto de programas libres para generar inteligencia empresarial. Incluye herramientas integradas para generar informes, minería de datos, ETL (se seleccionó pentaho versión 5.4 por ser la suite open source

Las vistas son la base para implementar elementos de BI usando la suite de Pentaho BI Suite<sup>12</sup>:

- **Cubos Olap:** Utilizando el plugin de SAIKU y JPIVOT se crearon tres (3) cubos Olap que son la fuente para la implementación de los tableros de control.
- **Reportes adhoc:** Utilizando la herramienta “report designer” de Pentaho se desarrollaron 3 reportes sobre deserción, posibles desertores y deserción/matriculados por IES.
- **Minería de datos:** Se generaron tres archivos arff con la información de: desertores por cohorte, posibles desertores por semestre y IES matriculados/desertores.

Utilizando el plugin de Weka<sup>13</sup> se analizaron tendencias de deserción, arboles de decisión y correlación entre las variables analizadas.

- **Tableros de control (dashboard)**

Teniendo como base cada uno de los cubos OLAP se implementó 2 tableros de control utilizando la herramienta CDF (Community Dashboard Framework)<sup>14</sup>



Ilustración 1: tablero de control sobre estudiante desertores

más completa y con mayor aceptación en el mercado según gamet)

<sup>13</sup> Weka: plataforma de software para el aprendizaje automático y la minería de datos escrito en Java y desarrollado en la Universidad de Waikato con licencia open source.

<sup>14</sup> CDF: Conjunto de tecnologías Open Source que permite a los desarrolladores BI construir cuadros de mando dinámicos y tableros (Dashboards) para la plataforma BI de Pentaho

En el tablero de estudiantes desertores la información de graficas se puede filtrar por cohorte.



Ilustración 2: tablero de control sobre estudiante con riesgo de deserción.

En el tablero de posibles desertores la información se puede filtrar por semestre y por tipo de riesgo con lo cual se puede visualizar cada una de las variables asociadas al tipo de riesgo.

## 9. RESULTADOS

Los resultados obtenidos al final del proyecto fue un Datamart con información resumen de base de datos estatales (SNIES, SPADIES, PRUEBAS SABER 11) y propias: resultados de pruebas en aspectos psicosociales de personalidad; comprensión lectora y ejercicio de escritura, el manejo y profundidad de algunos conceptos matemáticos, informáticos y de lengua extranjera, resultados de cursos nivelatorios, tutorías en áreas de ciencias básicas, información financiera y académica por periodo).

Implementación de dos Tableros de control (dashboard) con 7 indicadores de estudiantes desertores y estudiantes con riesgo de deserción, reportes gerenciales y tres cubos ROLAP para el análisis de los datos existentes del Datamart.

Documento de constancia de la transferencia de conocimiento técnico al departamento de sistemas de información de la Universidad, sobre la implementación de los elementos de hardware (servidor, protocolos de conexión) y de inteligencia de negocios (herramientas, estándares y métodos para los procesos ETL sobre las bases de datos propias y estatales descritas en el resultado anterior) usada en el desarrollo e implementación del proyecto.

Documento de especificaciones de uso de la plataforma web Pentaho diseñada para análisis de la deserción en la Universidad autónoma de Bucaramanga – UNAB.

## 10. CONCLUSIÓN

Con este proyecto donde su propósito fue incorporar elementos de inteligencia de negocios en el área específica de bienestar universitario para la universidad UNAB, se evidenció que la BI es factible aplicarla con herramientas Open Source, utilizando como fuente de orientación a la comunidad libre mediante el uso de chats, manuales, videos, foros y wikis para resolver inquietudes que llevaran a crear un Datamart donde se centralizo toda la información pertinente a la deserción de estudiantil (datos académicos, financieros y psicológicos) obtenidos de bases de datos propias de la organización y bases de datos externas de carácter público, facilitando la generación de reportes gerenciales, cuadros de mando, cubos ROLAP y archivos base Weka que permitirá aplicar algoritmos de minería de datos en búsqueda de conocimiento como reglas de asociación o arboles de clasificación.

## 11. RECOMENDACIONES

La curva de aprendizaje de las herramientas BI con licenciamiento open source es muy alta, la razón fundamentalmente es que poca documentación actualizada se encuentra en el internet y poco pertinente a las necesidades puntuales.

Para trabajos futuros sería pertinente extender elementos de BI a otras áreas de la Universidad como mercadeo, gestión humana, financiera entre otros ya que su aplicación y calidad en los resultados son muy útiles para analizar grandes cantidades de información.

## BIBLIOGRAFÍA

- Banco de la República de Colombia. (10 de 04 de 2015). *FACTORES DE PRODUCCIÓN*. Obtenido de <http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/ayudadetareas/economia/econo6.htm>
- Codd, E., Codd, S., & Salley, C. (1993). Providing OLAP (Online Analytical Processing) to User-Analysts: An IT Mandate. *E. F. Codd & Associates*, 24.
- Moine, J., Haedo, A., & Gordillo, S. (15 de 06 de 2015). *Estudio comparativo de metodologías para minería de datos*. Obtenido de [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/20034/Documento\\_completo.pdf%3Fsequence%3D1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/20034/Documento_completo.pdf%3Fsequence%3D1)

- Webdetails. (30 de 06 de 2015). *CDA - Community Data Access*. Obtenido de <http://www.webdetails.pt/ctools/cda/>
- Altablero - Ministerio de educación nacional. (10 de 06 de 2015). *Lineamientos para la pertinencia*. Obtenido de <http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-183898.html>
- Amaris, M. E. (2003). La contribución de las reglas de asociación a la minería de datos. *Revista Tecnura*, 94-109.
- Amaya Torrado, Y. K. (2014). Modelo predictivo de deserción estudiantil utilizando técnicas de minería de datos. *Redclara*.
- Ardilla Rodríguez, M. (2011). Calidad de la educación superior en Colombia, ¿Problema de compromiso colectivo? *Revista educación y desarrollo social volumen 5*, 44-55.
- Atlassian Confluence Open Source. (15 de 06 de 2015). *Quées Spoon?* Obtenido de <http://wiki.pentaho.com/pages/viewpage.action?Pageid=14844841>
- Beguirí, G. M. (2011). Minería de datos en la determinación del perfil de un potencial alumno universitario desertor. *XIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*.
- Burbano, G., & Rodríguez G, R. (2012). Historia de la Universidad e Historia de la Educación Superior en América Latina. *Presentado en Educación Superior: Debates y Desafíos, Cátedra Manuel Ancízar 2012-1*. Bogotá.
- CHAN, L. M., & ZENG, M. L. (2006). Metadata Interoperability and Standardization - A Study of Methodology, Part II. *D-Lib Magazine*, 4.
- Codd, E. (1985). Providing OLAP (On-line Analytical Processing) to User-Analysts: An IT Mandate. *Computerworld*.
- Colombia Digital. (04 de 04 de 2015). *Colombia Digital*. Obtenido de [http://www.webometrics.info/es/Latin\\_America\\_es/Colombia](http://www.webometrics.info/es/Latin_America_es/Colombia)
- Dario, B. R. (30 de 05 de 2015). *HEFESTO*. Obtenido de HEFESTO: <http://www.dataprix.com/data-warehousing-y-metodologia-hefesto>
- Dataprix.com. (15 de 05 de 2015). *Qué metodología de BI utilizas*. Obtenido de <http://www.dataprix.com/forum/2012/04/que-metodologia-bi-utilizas>
- De Vries, W., & Navarro, Y. (2011). ¿Profesionistas del futuro o futuros taxistas? Los egresados universitarios y el mercado laboral en México. *RIES-revista iberoamericana de educación superior*, vol. II, núm.4.
- Díaz, F. J. (2013). Aplicando estrategias y tecnologías de Inteligencia de Negocio en sistemas de gestión académica. *XV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*.
- Fernández, J. M. (15 de 06 de 2015). *Agile Business Intelligence Governance: Su justificación y presentación*. Obtenido de [http://www.researchgate.net/publication/228681860\\_Agile\\_Business\\_Intelligence\\_Governance\\_Su\\_justificacin\\_y\\_presentacin](http://www.researchgate.net/publication/228681860_Agile_Business_Intelligence_Governance_Su_justificacin_y_presentacin)
- Fuentes Tapia, L., & Valdivia Pinto, R. (2010). INCORPORACIÓN DE ELEMENTOS DE INTELIGENCIA DE NEGOCIOS EN EL PROCESO DE ADMISIÓN Y MATRÍCULA DE UNA UNIVERSIDAD CHILENA. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 383-394.
- G. Spofford, S. H. (2005). *MDX Solutions: With Microsoft SQL Server Analysis Services 2005 and Hyperion Essbase*. Wiley. Second Edition.
- Garre, M. C. (2007). Comparación de diferentes algoritmos de clustering en la estimación de coste en el desarrollo de software. *Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software*, 6-22.
- Giraldo G, u., abad A, D., & Diaz P, E. (s.f.). *Bases para una política de calidad de la educación superior en Colombia*. Recuperado el 10 de 06 de 2015, de [www.cna.gov.co: www.cna.gov.co/1741/articles-186502\\_doc\\_academico10.pdf](http://www.cna.gov.co:www.cna.gov.co/1741/articles-186502_doc_academico10.pdf)
- Grupo banco mundial. (08 de 06 de 2015). *Gasto público en educación, total (% del PIB)*. Obtenido de <http://datos.bancomundial.org/indicador/SE.XPD.TOTL.GD.ZS>
- Grupo de Investigación KYBELE. (10 de 04 de 2015). *LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN: IMPORTANCIA, FUNDAMENTOS, CALIDAD Y GESTIÓN ESTRATÉGICA DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN*. Obtenido de <http://kybele.esct.urjc.es/docencia/SI/2006-2007/Material/%5BSI-2006-07%5dapuntessistemasinformacion.pdf>
- Han, J., & M, K. (2001). *Data Mining: Concepts and Techniques*. USA: Morgan Kaufmann Publishers.
- Helg, A. (1989a). La Educación en Colombia 1946 -1957. En *Nueva Historia de Colombia, Volumen IV, Capítulo 4*. Bogotá: Editorial Planeta.
- Helg, A. (1989b). La Educación en Colombia 1958 -1980. En *Nueva Historia de Colombia, Volumen IV, Capítulo 4*. Bogotá: Editorial Planeta.

- Herrera Velandia, L. (2009). *Análisis y diseño de un prototipo de inteligencia de negocios utilizando bodegas de datos para la Caja Santandereana de Subsido Familiar (Cajasan)*. Bucaramanga: Universidad Pontificia Bolivariana.
- IBM. (17 de 04 de 2015). *Edgar F. Codd*. Obtenido de [https://www-03.ibm.com/ibm/history/exhibits/builders/builders\\_codd.html](https://www-03.ibm.com/ibm/history/exhibits/builders/builders_codd.html)
- Inmon Consulting Services - [www.inmoncif.com](http://www.inmoncif.com). (16 de 04 de 2015). *About Bill*. Obtenido de <http://www.inmoncif.com/about/>
- Inmon, W. B. (16 de 04 de 2015). *Glossary of Data Warehousing*. Obtenido de <http://www.inmoncif.com/library/glossary/#D>
- INMON, W. H., & HACKATHORN, R. D. (1994). *Using the data warehouse*. NJ, USA: INMON, William H.; HACKATHORN, Richard D. Using the data warehouse. Wiley-QED Publishing.
- Innoventionsolutions. (21 de 06 de 2015). *Open Source Reporting Review - BIRT, Jaspersoft, Pentaho*. Obtenido de <http://www.innoventionsolutions.com/open-source-reporting-review-birt-jasper-pentaho.html>
- J, F. (15 de 06 de 2015). *Agile Business Intelligence Governance: Su justificación y presentación*. Obtenido de <http://www.researchgate.net/publication/228681860>
- Jaramillo Uribe, j. (1989). La Educación durante los gobiernos liberales, 1930 – 1946. En *Nueva Historia de Colombia, Volumen IV, capítulo 3*. Bogotá: Editorial Planeta.
- Jaspersoft. (23 de 06 de 2015). *SOFTWARE DE CUADROS DE MANDO*. Obtenido de <http://www.jaspersoft.com/es/software-de-cuadros-de-mando>
- José H. Canós, P. L. (07 de 05 de 2015). *Métodologías Ágiles en el Desarrollo de Software*. Obtenido de [http://noqualityinside.com/nqi/nqifiles/XP\\_Agil.pdf](http://noqualityinside.com/nqi/nqifiles/XP_Agil.pdf)
- KIMBALL, R., & CASERTA, J. (2004). *The Data Warehouse ETL Toolkit*. Indianapolis: Wiley Publishing.
- Laboratorio de Cibermetría /Consejo Superior de Investigaciones Científicas, CSIC. (10 de 06 de 2015). *Ranking Mundial de Universidades en la Web*. Obtenido de [http://www.webometrics.info/es/Latin\\_America\\_es](http://www.webometrics.info/es/Latin_America_es)
- Laboratorio de Cibermetría. (04 de 04 de 2015). *Ranking Mundial de Universidades en la Web*. Obtenido de [http://www.webometrics.info/es/About\\_US](http://www.webometrics.info/es/About_US)
- Larsen, M. H. (2006). IT Governance: Reviewing 17 IT governance tools and analysing the case of Novozymes A/S. In *System Sciences, HICSS06. Proceedings of the 39th Annual Hawaii International Conference on*, 195c-195c.
- López, C. P. (2007). *Minerías y datos-tecnicas y herramientas*. Madrid - España: Editorial Paraninfo.
- Luhn, H. (1958). A Business Intelligence System. *IBM Journal of Research and Development*, 314 - 319.
- MARTÍNEZ GARCÍA, J. (2011). *La inteligencia de negocios como herramienta para la toma de decisiones estratégicas en las empresas: análisis de su aplicabilidad en el contexto corporativo colombiano*. Bogotá: UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA.
- Microsoft - msdn. (01 de 07 de 2015). *Referencia técnica del algoritmo de árboles de decisión de Microsoft*. Obtenido de [https://msdn.microsoft.com/es-es/library/cc645868\(v=sql.100\).aspx](https://msdn.microsoft.com/es-es/library/cc645868(v=sql.100).aspx)
- Microsoft. (16 de 04 de 2015). *Conceptos de minería de datos*. Obtenido de <https://msdn.microsoft.com/es-es/library/ms174949.aspx>
- Ministerio de educación nacional. (08 de 06 de 2015). *Educación superior*. Obtenido de <http://www.mineduacion.gov.co/1621/article-196477.html>
- Ministerio de educación nacional de Colombia - MEN. (10 de 06 de 2015). *El ABC de la deserción*. Obtenido de [http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-293659\\_archivo\\_pdf\\_abc.pdf](http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-293659_archivo_pdf_abc.pdf)
- Ministerio de educación nacional de Colombia. (01 de 04 de 2015). *Índice de progreso de la educación superior*. Obtenido de [http://www.mineduacion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/articles-338911\\_Documento\\_tecnico.pdf](http://www.mineduacion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/articles-338911_Documento_tecnico.pdf)
- Ministerio de educación nacional de Colombia. (14 de 04 de 2015). *Sistemas de información*. Obtenido de <http://www.mineduacion.gov.co/1621/w3-propertyvalue-37666.html>
- Ministerio de educación nacional de Colombia -MEN. (11 de 06 de 2015). *ACUERDO NACIONAL PARA DISMINUIR LA DESERCIÓN EN EDUCACIÓN SUPERIOR*. Obtenido de [http://www.mineduacion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/articles-254702\\_archivo\\_pdf\\_politicas\\_estadisticas.pdf](http://www.mineduacion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/articles-254702_archivo_pdf_politicas_estadisticas.pdf)
- Ministerio de educación nacional de Colombia -MEN. (10 de 06 de 2015). *ESTADÍSTICAS DE EDUCACIÓN SUPERIOR*. Obtenido de [http://www.mineduacion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/articles-254702\\_archivo\\_pdf\\_politicas\\_estadisticas.pdf](http://www.mineduacion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/articles-254702_archivo_pdf_politicas_estadisticas.pdf)

- acion/1735/articles-212350\_Estadisticas\_de\_Educacion\_Superior\_.pdf
- NADER, J. (2003). *Sistema de Apoyo Gerencial Universitario*. Buenos Aires: ITBA.
- Naranjo Hernández, C. (2011). *Marketing educativo; desarrollo de una estrategia CEM aplicado a la Universidad Nacional de Colombia sede Manizales como base para la fidelización de clientes y complemento a la estrategia de CRM*. Manizales: Universidad Nacional de Colombia-Sede Manizales.
- Negash, S. (2004). Business intelligence. *The Communications of the Association for Information Systems vol. 13*, 177–195.
- Oficina Internacional de Educación de la UNESCO. (26 de 03 de 2015). *Oficina Internacional de Educación de la UNESCO*. Obtenido de Oficina Internacional de Educación de la UNESCO: <http://www.ibe.unesco.org/International/ICE/natrap/Colombia.pdf>
- Olap.com. (17 de 04 de 2015). *Codd's Paper*. Obtenido de <http://olap.com/learn-bi-olap/codds-paper/>
- Olap.com. (18 de 04 de 2015). *Types of OLAP Systems*. Obtenido de <http://olap.com/types-of-olap-systems/>
- Olap.com. (17 de 04 de 2015). *What is OLAP? Definition of OLAP, Advantages and Uses*. Obtenido de <http://olap.com/olap-definition/>
- Olivia Parr, R. (2001). *Data mining cookbook: modeling data for marketing, risk, and customer relationship management*. John Wiley & Sons.
- PARIS Technologies. (17 de 04 de 2015). *About*. Obtenido de <http://olap.com/about/>
- Pentaho. (30 de 06 de 2015). *Reporting | Pentaho Community*. Obtenido de <http://community.pentaho.com/projects/reporting/>
- Pentaho community. (s.f.). *Reporting-Pentaho community*. Obtenido de <http://community.pentaho.com/projects/reporting/>
- Pérez López, C. (2007). *Minería de datos: técnicas y herramientas*. Madrid, España: Paraninfo.
- Plancarte Sánchez, F. (10 de 04 de 2015). *Ventaja estratégica y tecnologías de información*. Obtenido de <http://www.gestiopolis.com/canales7/mkt/sistemas-de-informacion-estrategica.htm>
- Presidencia de la República de Colombia. (12 de 04 de 2015). *Palabras del Presidente Juan Manuel Santos en el evento "Enseña por Colombia"*. Obtenido de <http://wp.presidencia.gov.co/Noticias/2014/Noviem>
- bre/Paginas/20141113\_08-Palabras-Presidente-Santos-en-el-evento-Enseña-por-Colombia.aspx
- Rivadera, G. R. (15 de 06 de 2015). *La metodología de Kimball para el diseño de almacenes de datos (Data warehouses)*. Obtenido de <http://www.ucasal.edu.ar/htm/ingenieria/cuadernos/archivos/5-p56-rivadera-formateado.pdf>
- SILVA OLARTE, S. (1989). La Educación en Colombia, 1880 – 1930. En *Nueva Historia de Colombia Volumen IV* (págs. 61 - 86). Bogotá: Editorial Planeta.
- Sinnexus. (15 de 06 de 2015). *Arquitectura de una solución de Business Intelligence*. Obtenido de [http://www.sinnexus.com/business\\_intelligence/arquitectura.aspx](http://www.sinnexus.com/business_intelligence/arquitectura.aspx)
- Sinnexus. (10 de 04 de 2015). *Datawarehouse*. Obtenido de [http://www.sinnexus.com/business\\_intelligence/datawarehouse.aspx](http://www.sinnexus.com/business_intelligence/datawarehouse.aspx)
- Sinnexus. (10 de 04 de 2015). *Bases de datos OLTP y OLAP*. Obtenido de [http://www.sinnexus.com/business\\_intelligence/olap\\_vs\\_oltp.aspx](http://www.sinnexus.com/business_intelligence/olap_vs_oltp.aspx)
- Sinnexus. (15 de 06 de 2015). *Cuadro de Mando Integral*. Obtenido de [http://www.sinnexus.com/business\\_intelligence/cuadro\\_mando\\_integral.aspx](http://www.sinnexus.com/business_intelligence/cuadro_mando_integral.aspx)
- Sinnexus. (10 de 04 de 2015). *Razones por las que invertir en Business Intelligence*. Obtenido de [http://www.sinnexus.com/business\\_intelligence/inversion.aspx](http://www.sinnexus.com/business_intelligence/inversion.aspx)
- Sinnexus. (10 de 04 de 2015). *Sistemas de Información Ejecutiva (EIS)*. Obtenido de [http://www.sinnexus.com/business\\_intelligence/sistemas\\_informacion\\_ejecutiva.aspx](http://www.sinnexus.com/business_intelligence/sistemas_informacion_ejecutiva.aspx)
- Sposito, O., Etcheverry, M., Ryckeboer, H., & Bossero, J. (2010). Aplicación de técnicas de minería de datos para la evaluación del rendimiento académico y la deserción estudiantil. *Novena Conferencia Iberoamericana en Sistemas, Cibernética e Informática - CISCI*, 06-2.
- STACKOWIAK, R., RAYMAN, J., & GREENWALD, R. (2007). *Oracle Data Warehousing and Business Intelligence Solutions*. John Wiley & Sons.
- Stewart, T. A. (1998). *La nueva riqueza de las organizaciones: el capital intelectual*. Buenos Aires: Granica.
- Stodder, D. (15 de 04 de 2015). *3 Emerging Trends to Watch in 2014*. Obtenido de <http://tdwi.org/Articles/2013/12/17/3-Emerging-Trends.aspx>

- Stratebi.es. (23 de 06 de 2015). *Comparativa B.I. Open Source*. Obtenido de [www.stratebi.es/todobi/jun10/Comparativa\\_OSBI.pdf](http://www.stratebi.es/todobi/jun10/Comparativa_OSBI.pdf)
- Todobi.blogspot.com. (21 de 06 de 2015). *Como funciona Mondrian OLAP*. Obtenido de <http://todobi.blogspot.com/2007/06/como-funciona-mondrian-olap.html>
- UNAB. (06 de 04 de 2015). *Centro de Apoyo y Formación Empresarial -CAFE*. Obtenido de <http://wlsrver.unab.edu.co/portal/page/portal/UNAB/cafe>
- UNAB. (06 de 04 de 2015). *Ejes Estratégicos Plan De Desarrollo 20013-2018*. Obtenido de <http://wlsrver.unab.edu.co/portal/page/portal/UNAB/presentacion-institucional/ejes-estrategico>
- UNAB. (05 de 04 de 2015). *La UNAB a través del tiempo*. Obtenido de <http://unab.edu.co/portal/page/portal/UNAB/presentacion-institucional/historia>
- UNAB. (06 de 04 de 2015). *Programas de posgrado*. Obtenido de <http://wlsrver.unab.edu.co/portal/page/portal/UNAB/programas-academicos?Nivel=3>
- UNAB. (06 de 04 de 2015). *Programas de pregrado*. Obtenido de <http://wlsrver.unab.edu.co/portal/page/portal/UNAB/programas-academicos?Nivel=2>
- UNAB. (06 de 04 de 2015). *Programas Dual*. Obtenido de <http://wlsrver.unab.edu.co/portal/page/portal/UNAB/modalidad-dual>
- UNAB. (06 de 04 de 2015). *Programas virtuales y a distancia*. Obtenido de <http://wlsrver.unab.edu.co/portal/page/portal/UNAB/A-Distancia-Virtual>
- UNAB-Instituto Caldas. (06 de 04 de 2015). *Instituto Caldas*. Obtenido de <http://www.institutocaldas.edu.co/index.php/es/>
- Universidad Autónoma de Bucaramanga - UNAB. (11 de 06 de 2015). *Bienestar Universitario*. Obtenido de <http://wlsrver.unab.edu.co/portal/page/portal/UNAB/apoyo-a-la-academia/bienestar-universitario>
- Universidad del Cauca. (10 de 04 de 2015). *TIPOS DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN*. Obtenido de <http://fcea.unicauca.edu.co/old/tiposdesi.htm>
- Valenzuela Fernández, L. M. (2009). *La gestión del valor de la cartera de clientes y su efecto en el valor global de la empresa. Diseño de un modelo explicativo como una herramienta para la toma de decisiones*. Madrid: universidad complutense.
- Velásquez S., L., & Hitpass Heyl, B. (2014). El nivel de Actividad en el Proceso Educativo como Indicador de Riesgo de Deserción Estudiantil medido en tiempo real con apoyo de tecnología BAM. *Workshop on Business Process Management*.
- Webdetails. (25 de 06 de 2015). *CDF - Community Dashboard Framework*. Obtenido de <http://www.webdetails.pt/ctools/cdf/>
- World economic forum. (2013). *The Global Competitiveness Report 2013–2014*. Geneva: World Economic Forum. Obtenido de [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_globalcompetitivenessreport\\_2013-14.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_globalcompetitivenessreport_2013-14.pdf)
- Www.dpn.gov.co. (26 de 03 de 2015). *Departamento nacional de planeación*. Obtenido de departamento nacional de planeación: <https://www.dnp.gov.co/Plan-Nacional-de-Desarrollo/Paginas/Planes-de-Desarrollo-antteriores.aspx>