

Análisis de resultados en Pruebas Saber Pro: caso Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca*¹

Analysis of results in Saber Pro tests: case Colegio Mayor del Cauca University Institution

Análise de resultados em Testes Saber Pro: caso Instituição Universitária Colégio Mayor do Cauca

FREDY ALONSO VIDAL-ALEGRÍA², SILVIO RICARDO TIMARÁN-PEREIRA³

Recibo: 31.01.2018 – Aprobación: 29.08.2018

DOI: <https://doi.org/10.30554/ventanainform.38.2859.2018>

Resumen: *En este artículo se presentan los resultados de la aplicación de la Inteligencia de Negocios en el análisis de los*

* **Modelo para la citación de este artículo / Template for citation of this article / Modelo para a citação deste artigo:** VIDALALEGRÍA, Fredy Alonso & TIMARÁN PEREIRA, Silvio Ricardo (2018). Análisis de resultados en Pruebas Saber Pro: caso Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca. En: Ventana Informática No. 38 (ene-jun). Manizales (Colombia): Facultad de Ciencias e Ingeniería, Universidad de Manizales. p. 51-64. ISSN: 0123-9678. DOI: <https://doi.org/10.30554/ventanainform.38.2859.2018>

1 Reporte de caso / Case report / Relato de caso

Proyecto / Project / Projeto: Construcción de un mercado de datos académico de las pruebas Saber Pro 2011-2014 para la Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca [Trabajo de grado de especialización en Administración de la Información y Bases de Datos, realizado por el primer autor, con la dirección del segundo] / Construction of an academic datamark for the Saber Pro 2011-2014 tests for the Colegio Mayor del Cauca University Institution [Work of specialization degree in Administration of Information and Databases, made by the first author, with the tutorial of the second] / Construção de um mercado de dados acadêmicos para os testes do Sabre Pro 2011-2014 para a Universidade do Colégio Mayor del Cauca [Trabalho de especialização em Administração de informações e bancos de dados, feita pelo primeiro autor, com o endereço do segundo]

Periodo / Period / Período: 01/08/2016-12/12/2016

Institución / Institution / Instituição: Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca (Popayán, Cauca, Colombia). Versión ampliada y ajustada de la ponencia presentada en el III Congreso Andino de Computación, Informática y Educación, CACIED 2017 [05-08/11/2017, San Juan de Pasto (Colombia): Universidad de Nariño] / Extended and adjusted version of the paper presented at the III Andean Congress of Computing, Information Technology and Education, CACIED 2017 [05-08/11/2017, San Juan de Pasto (Colombia): University of Nariño]. / Versão ampliada e ajustada do artigo apresentado no III Congresso Andino de Computação, Tecnologia da Informação e Educação, CACIED 2017 [05-08/11/2017, San Juan de Pasto (Colômbia): Universidade de Nariño].

2 Magister en Educación / Master in Education / Mestrado em Educação. Decano, Facultad de Ingeniería / Dean, Faculty of Engineering / Decano, Faculdade de Engenharia, Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca (Popayán, Cauca, Colombia). fvidal@unimayor.edu.co. <https://orcid.org/0000-0001-7637-7144>

3 Doctor en Ingeniería / Doctor of Engineering / Doutor em Engenharia. Profesor Titular y director del grupo de investigación GRIAS / Titular Professor and Director of GRIAS Research Group / Professor titular e Diretor do grupo de pesquisa GRIAS, Universidad de Nariño (San Juan de Pasto, Nariño, Colombia). ritimar@udenar.edu.co. <https://orcid.org/0000-0002-0006-6654>

resultados en las competencias genéricas de las Pruebas Saber Pro que presentaron los estudiantes de la Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca, entre los años 2011 y 2014. Se construyó un mercado de datos utilizando la metodología propuesta por Kimball, que se integró a la herramienta libre Pentaho para realizar el análisis multidimensional y la visualización de los resultados. Los resultados de las pruebas Saber Pro ubica al Colegio Mayor como la segunda institución de educación superior en Popayán, después de la Universidad del Cauca. El análisis de los resultados permitirá, a los directivos, la toma de decisiones acertadas y oportunas en lo relacionado con la formulación de estrategias para el mejoramiento de la calidad educativa y, por ende, el desempeño en las futuras Pruebas Saber Pro, que se han convertido en un elemento esencial en la medición del modelo de indicadores de desempeño de la calidad de la educación superior colombiana.

Palabras clave: *Inteligencia de Negocios, Análisis Multidimensional, Pentaho, Pruebas Saber Pro.*

Abstract: *This article presents the results of the application of Business Intelligence in the analysis of the results in the generic competences of the Saber Pro tests presented by the students of the Colegio Mayor del Cauca University Institution, between 2011 and 2014. A data market was built using the methodology proposed by Kimball, which was integrated into the Pentaho free tool to carry out the multidimensional analysis and the visualization of the results. The results of the Saber Pro Tests place the Colegio Mayor as the second higher education institution in Popayan, after University of Cauca. The analysis of the results will allow managers to make the right and timely decisions regarding the formulation of strategies for the improvement of educational quality and, therefore, the performance of future Saber Pro Tests, which have been become an essential element in the measurement of the model of performance indicators of the quality of Colombian higher education.*

Keywords: *Business Intelligence, Multidimensional Analysis, Pentaho, Saber Pro Tests.*

Resumo: *Este artigo apresenta os resultados da aplicação da Inteligência de Negócios na análise dos resultados nas competências genéricas dos testes Saber Pro apresentados pelos alunos da Instituição Universitária Colégio Mayor do Cauca, entre 2011 e 2014. Um mercado de dados foi construído utilizando a metodologia proposta por Kimball, que foi integrada na ferramenta*

livre Pentaho para realizar a análise multidimensional e a visualização dos resultados. Os resultados dos testes Saber Pro colocam o Colégio Mayor como a segunda instituição de ensino superior em Popayán, depois da Universidade de Cauca. A análise dos resultados permitirá que os gestores tomem as decisões certas e oportunas em relação à formulação de estratégias para a melhoria da qualidade educacional e, portanto, o desempenho dos futuros testes Sabre Pro, que foram tornar-se um elemento essencial na medição do modelo de indicadores de desempenho da qualidade do ensino superior colombiano.

Palavras-chave: *Inteligência de Negócios, Análise Multidimensional, Pentaho, Teste Saber Pro.*

Introducción

El Ministerio de Educación Nacional (MEN, 2009), mediante el Decreto 3963 de octubre 14 de 2009, reglamentó el examen de Estado de calidad de educación superior Saber Pro, como un instrumento periódico y estandarizado para la evaluación externa de la calidad de la educación superior, para comprobar las competencias de los estudiantes próximos a graduarse en los distintos programas de pregrado. El examen «*está compuesto por módulos de competencias genéricas⁴ y específicas. Las primeras son entendidas como aquellas que deben desarrollar todos los estudiantes sin distinción de su área de conocimiento, mientras que las específicas son aplicadas según los grupos de programas con características de formación similares*» (Icfes, 2017a, 9).

«Son objetivos del Examen de Estado de Calidad de la Educación Superior:

a) Comprobar el grado de desarrollo de las competencias de los estudiantes próximos a culminar los programas académicos de pregrado que ofrecen las instituciones de educación superior.

b) Producir indicadores de valor agregado de la educación superior en relación con el nivel de competencias de quienes ingresan a este nivel; proporcionar información para la comparación entre programas, instituciones y metodologías, y mostrar su evolución en el tiempo.

⁴ Icfes (2017a, 12) señala que incluye competencias de lectura crítica, razonamiento cuantitativo, comunicación escrita, inglés y competencias ciudadanas.

c) Servir de fuente de información para la construcción de indicadores de evaluación de la calidad de los programas e instituciones de educación superior y del servicio público educativo, que fomenten la cualificación de los procesos institucionales y la formulación de políticas, y soporten el proceso de toma de decisiones en todos los órdenes y componentes del sistema educativo» (MEN, 2009, 1).

Complementariamente, Icfes (2017b, 12) señala que *«la aplicación de los módulos de competencias genéricas y específicas que conforman los exámenes de Estado Saber Pro, tienen como objetivo evaluar y proporcionar un reporte del grado de desarrollo de habilidades y conocimientos generales y particulares de estudiantes que han aprobado el 75% de los créditos de sus estudios profesionales»*, aclarando que son obligatorios para tres niveles de formación: técnico profesional, tecnológico y profesional.

Este artículo, fruto del proyecto cuyo objetivo consistió en la construcción de un *Datamart*⁵ de datos académicos que almacena los resultados en las competencias genéricas de las pruebas Saber Pro presentadas por los estudiantes de la Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca, en su primera parte presenta algunos antecedentes en los cuales se evidencia la utilidad de tal tecnología en áreas de la industria, la salud y la educación. En la siguiente sección se muestra la metodología basada en el Ciclo de Vida Dimensional del Negocio (*Business Dimensional Lifecycle*) y finalmente se presentan los resultados obtenidos en el caso de estudio, y algunos artefactos construidos en su proceso.

1. Antecedentes

Actualmente, señalan Yalan & Palomino (2013, 54), el desarrollo tecnológico ha permitido a las empresas, públicas y privadas, optar por herramientas de soporte a su toma de decisiones sobre sus procesos de negocio, de manera efectiva y confiable, considerando factores de impacto como la competitividad en los negocios que crece aceleradamente.

5 *«Según Salcedo, Galeano, Rodríguez (2010) indica que un DataMart es una parte de un DataWarehouse y que le permite construir en menos tiempo una solución de Soporte de Decisiones. Si el DataWarehouse integra los datos de toda la organización, el DataMart se restringe a un determinado proceso de negocios o departamento. Por otro lado Cabanillas (2011) nos comenta lo siguiente: Es un conjunto de datos que son estructurados de una forma que facilite su posterior análisis. Un DataMart contiene la información referente a un área, un tema o una función en particular, con datos relevantes que provienen de las diferentes aplicaciones operacionales» (Jiménez, 2017, 22).*

En este sentido, y con el fin de dar soporte tecnológico a los procesos, se han desarrollado diferentes proyectos que utilizan conjuntos de datos para obtener información de calidad y las decisiones en diferentes tipos de organizaciones. Entre ellos se cuenta el caso reportado en Chile, por Hernández (2008, 2), para la mantención de indicadores de sostenibilidad de la industria del salmón mediante un *Datamart* bajo el modelo de tipo constelación, que contiene tablas de indicadores con algunas dimensiones compartidas, permitiendo flexibilidad para diferentes tipos de consulta, además de brindar información confiable, limpia y consolidada para soportar la toma de decisiones.

Dado que el Comité de Operaciones Económicas del Sistema Interconectado Nacional (COES) trabaja con información operativa histórica registrada en una base de datos transaccional, la cual no bajo un enfoque de análisis que permita su aprovechamiento, generando un sobreesfuerzo por el tiempo de espera y procesos de descarga, Zamora (2017, 13), implementa un *Datamart* para la mejora en la toma de decisiones en el control de la demanda eléctrica del COES, utilizando la metodología de *Ralph Kimball*, y las herramientas tecnológicas *Power BI* y *Power Pivot* para entregar al usuario el acceso a la información.

En el área de la salud, de acuerdo con Arencibia & Castellano (2016, 144), en Cuba, se han desarrollado estudios en los cuales se evidencia una gran cantidad de información relacionada con las reacciones adversas a medicamentos, registrada en el Sistema para el Control Farmacológico, el cual a pesar de brindar reportes específicos no permite consultas especializadas requeridas para la toma de decisiones. En este sentido, plantean un *Datamart*, que permita a los farmacoepidemiólogos la toma de decisiones respecto a las Reacciones Adversas a Medicamentos ocurridas y registradas, usando la metodología *Hefesto*, y considerando en su desarrollo las fases: análisis de los requerimientos, análisis de los OLTP, diseño del modelo lógico del *Datamart* e Integración de datos.

En aspectos académicos, en México, específicamente en la Universidad Autónoma de Aguascalientes, Domínguez (2008, 2) implementa un modelo multidimensional de *Datamart* del área de capacitación en el INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), para apoyar su toma de decisiones estratégicas y tácticas relacionadas con la evaluación de la efectividad y desempeño del programa de capacitación, que permitan tomar los correctivos necesarios para alcanzar las metas que proponen los directivos.

En este mismo sentido, en Perú, la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, en la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas e Informática, Durán (2017) desarrolla un proyecto donde el uso del *Datamart* mejora el proceso de toma de decisiones en la gestión académica, además es importante tener en cuenta que el uso de almacenes de datos proveen una visión multidimensional de datos históricos, los cuales pueden provenir de diferentes fuente de datos, que proporcionan información valiosa para la toma de decisiones.

Dado que en la Universidad de Cuenca operan varios sistemas informáticos individuales que generan grandes cantidades de datos, Rojas & Saquicela (2017), construyen un *Datawarehouse* donde se integran los datos de los sistemas informáticos para emitir informes consolidados, mediante la combinación de tres herramientas: *Hefesto* para su construcción, metodología ágil *Scrum* para el desarrollo del proyecto y BPMN para el modelamiento de procesos ETL (Extracción, Transformación y Carga).

Aguiar (2018) desarrolla una herramienta de Inteligencia de Negocios para el área de ventas de la empresa Riego Ecuador, que permite analizar la información histórica de la comercialización en el periodo 2008 – 2017, utilizando la metodología de *Raph Kimball*, la misma que permite crear *Datamart* departamentales e integrarlos en un *Datawarehouse*.

Por su parte, Soledispa (2018, xiii), implementa un *Datamart* que permite almacenar la información solicitada en los diferentes módulos del proceso de titulación, para la carrera de Licenciatura en Sistemas de Información de la Universidad de Guayaquil, aplicando una solución Inteligencia de Negocios para el manejo de los datos generados, para lo que emplea la metodología *Ralph Kimball* y *Power Pivot* como herramienta de Inteligencia de Negocios, que permite administrar, minimizar tiempos de entrega y costos.

En Colombia, considerando que la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito tiene almacenados gran cantidad de datos, lo que implica un ambiente de incertidumbre y complejidad para la toma de decisiones, Reina, Pinzón & García (2017, 6) plantean «*las consideraciones y/o recomendaciones necesarias en el momento de la adquisición de una solución de Inteligencia de Negocios que permita capturar, almacenar, procesar, analizar, explotar y mostrar de manera más eficiente los datos generados*». De igual manera, ECCI (2013) detalla el diseño inicial

de una solución *Datamart* que integra los procesos asociados a la identificación, seguimiento y acompañamiento de la población estudiantil con posibles vulnerabilidades de deserción.

En la Universidad de Manizales, Arenas & Montes (2017) diseñan un *Datamart* que contienen información relacionada con los programas, estudiantes, docentes y demás componentes de la institución que deben ser identificados para enfrentar los procesos de autoevaluación y de esta manera seguir con los parámetros propuestos que se dirigen a la Acreditación Institucional.

Finalmente, Barreto (2011), diseña un *Datamart* con la información histórica de la Oficina de Registro Académico de la Universidad de Nariño, como el primer paso para contar, en un futuro, con un medio eficaz que permita a los directivos soportar la toma de decisiones relacionadas con los aspectos académicos.

2. Metodología

Para el desarrollo del *Datamart* de datos académico de las pruebas Saber Pro 2011-2014 para la Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca, se utilizó la metodología propuesta por Kimball et al. (2007), la cual se basa en el Ciclo de Vida Dimensional del Negocio (*Business Dimensional Lifecycle*), cuya estructura general (Figura 1) es:

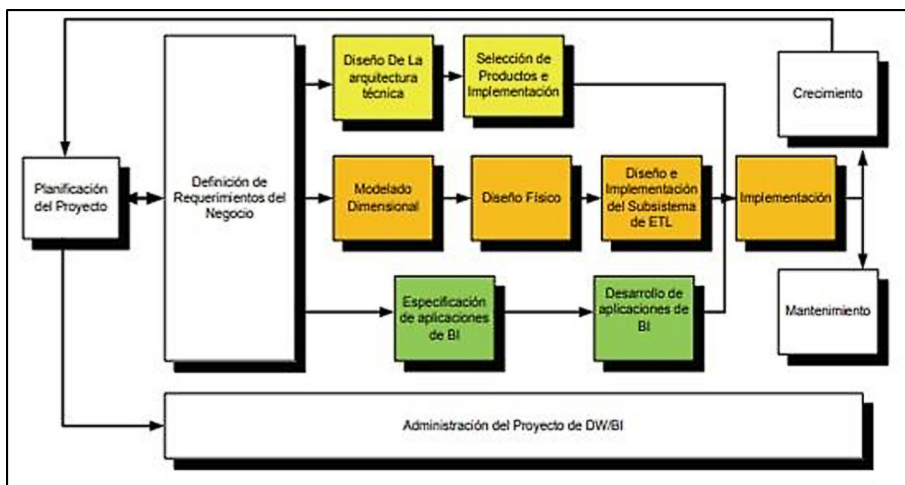


Figura 1. Metodología basada en el ciclo de vida dimensional del negocio (Rivadera, 2010, 59)

- En la fase de planificación del proyecto se determina el propósito del proyecto de la construcción del mercado de datos, sus objetivos específicos y alcance, los principales riesgos y una aproximación inicial a las necesidades de información.
- En la fase de definición de Requerimientos del Negocio se aplican diferentes técnicas para levantar requisitos como entrevistas al personal involucrado en el proceso de negocio y técnico tanto de forma individual como grupal, para ello se preparan cuestionarios y diferentes artefactos que permitan obtener la información necesaria referente a los requerimientos. En esta tarea, toma información sobre el negocio, los competidores, la industria y los clientes.
- En la fase de Modelado Dimensional el proceso se desarrolla de forma dinámica e iterativa, que comienza con un modelo dimensional de alto nivel obtenido a partir de los procesos priorizados y descritos en la definición de Requerimientos del Negocio, identificando las dimensiones participantes, la granularidad y las medidas requeridas. Una vez obtenido el proceso de modelamiento, se procesa al diseño e implementación de ETL, en el cual se diseña el mecanismo por el cual se realiza la extracción, transformación y carga de los datos que soportan la bodega de datos.
- Finalmente, en la fase de implementación y análisis de resultados se establece el resultado final del proyecto, su ordenamiento y presentación al cliente y cómo se puede reincorporar a la información que ya se cuenta, lo que permite confrontar los resultados obtenidos con la implementación del proyecto.

3. Resultados y discusión

En la fase de planificación de proyecto se elaboró el acta de constitución del proyecto (*Project Charter*), que se muestra en la Figura 2, en la cual se detallan cada uno de los aspectos fundamentales y cruciales del proyecto, es aquí donde se delimitó el alcance, se definieron los objetivos, los entregables, las partes interesadas (*Stakeholder*, Clientes), se asignaron responsabilidades y las consideraciones (Riesgos, asunciones, restricciones) del proyecto.

En la fase de definición de requerimientos se realizaron entrevistas a las partes interesadas, se identificaron los temas analíticos y procesos de negocio. Con lo cual se procedió a elaborar la matriz de procesos/dimensiones o *Bus Matrix* (Tabla 1), que tiene en sus filas los procesos del negocio identificados, y en las columnas, las dimensiones identificadas,

donde se indican tres procesos: - Promedio general obtenido por algunas instituciones del municipio de Popayán, - promedio general de todos los programas propios de la institución y - media general por programa académico. De igual manera, se establece el uso de seis dimensiones: Estudiante, Programa, Prueba, Institución y Tiempo.

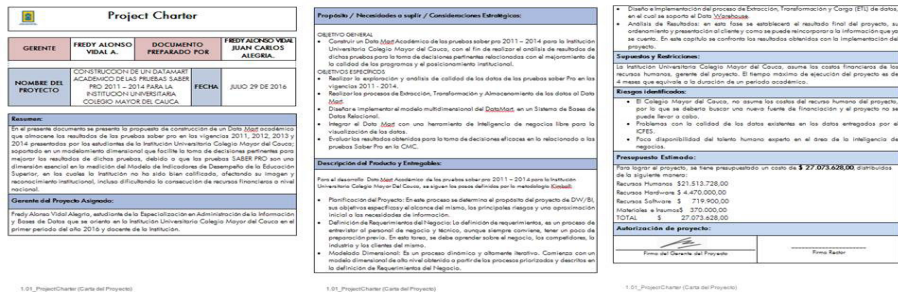


Figura 2. Acta de constitución del proyecto

Tabla 1. Matriz de procesos/dimensiones (Bus Matrix)

Procesos del negocio	Dimensiones					
	Estudiante	Programa	Prueba	Lugar	Institución	Tiempo
Promedio general de algunas instituciones del municipio de Popayán	x	x	x	X	x	x
Promedio general de todos los programas de la IUCMC (periodo 2011-2014)	x	x	x	X	x	x
Media general por programa académico, por tipo de prueba y por año	x	x	x	X	x	x

En la fase del modelado dimensional se identificaron el nivel de granularidad, las dimensiones, las medidas y las tablas de hechos del *Datamart*. A partir del modelo dimensional de alto nivel (Figura 3), se diseñó el modelo dimensional en estrella del *Datamart* (modelo propuesto por Kimball) y se implementó en el sistema gestor de bases de datos *PostgreSQL*.

En la fase del diseño e implementación del sistema de ETL de datos, que permite almacenar datos limpios y transformados al *Datamart* académico, se diseñaron una serie de scripts en el lenguaje SQL que permitieron limpiar y transformar los datos de las bases de datos de las pruebas Saber Pro del Icfes (fuentes de datos iniciales) y cargarlos al

Datamart. Para automatizar este proceso, se desarrolló una aplicación bajo *DelphiTM*, con opciones para realizar reglas de integración, análisis de calidad de datos limpieza, *discretización* y eliminación de atributos.



Figura 3. Modelo final de alto nivel de la sesión inicial de diseño del *Datamart*

En la fase de implementación y análisis de resultados, se utilizó la herramienta *BI Server PentahoTM*, para la construcción de los cubos a partir del modelo dimensional del *Datamart* en *PostgreSQL*. Con la finalidad de visualizar los reportes y facilitar la presentación, interpretación y visualización de los datos se utilizó la herramienta *Pentaho Report DesignerTM* (PRD).

A partir de la información obtenida, el análisis de resultados obtenidos permitió identificar que:

- El Colegio Mayor del Cauca, se consolida como la segunda institución de educación superior en Popayán, después de la Universidad del Cauca, en resultados de las pruebas Saber Pro.
- El programa Tecnología en Diseño Artesanal del Colegio Mayor del Cauca, presenta el mejor promedio en las pruebas Saber Pro durante las vigencias 2011 - 2014, seguido de la Tecnología en Desarrollo de Software y el programa Profesional en Ingeniería Informática.
- El rendimiento histórico más alto para el área de inglés se obtuvo en el programa de Tecnología en Diseño Artesanal en el periodo 2011-2,

mientras el más bajo en Tecnología en Delineantes de Arquitectura en 2012-1. De igual forma, el programa con mejor promedio a lo largo de los años es Ingeniería Informática, con un valor de 10.355, y con menor promedio es Tecnología en Delineantes de Arquitectura, con un valor de 9.55. El comportamiento más parejo a lo largo del tiempo lo tienen Administración Financiera, Arquitectura e Ingeniería Informática.

- El rendimiento histórico más alto para el área de Competencia Ciudadana se obtuvo en el programa de Tecnología en Desarrollo de Software en el periodo 2012-2, en tanto el menor en Tecnología en Delineantes de Arquitectura en el periodo 2012-1. De igual forma, el programa con mejor promedio a lo largo de los años es Tecnología en Finanzas y Auditoría Sistematizada con un valor de 9.885, mientras que el programa con menor promedio es Tecnología en Delineantes de Arquitectura con un valor de 9.365. Los programas que presentan un comportamiento más parejo a lo largo del tiempo son: Administración Financiera e Ingeniería Informática.
- El rendimiento histórico más alto para el área de Comunicación Escrita se obtuvo en el programa de Tecnología en Diseño Artesanal en el periodo 2012-2, en tanto el más bajo estuvo en el programa de Tecnología en Delineantes de Arquitectura, en el mismo periodo. Además, el programa con mejor promedio a lo largo de los años es Tecnología en Diseño Artesanal, con un valor de 10.23, y el menor promedio lo tiene Tecnología en Delineantes de Arquitectura con 9.16. Los programas que presentan un comportamiento más parejo a lo largo del tiempo son Administración Financiera, Arquitectura y Tecnología en Delineantes de Arquitectura.
- El rendimiento histórico más alto para el área de Lectura Crítica se obtuvo en los programas de Tecnología en Desarrollo de Software y Tecnología en Gestión Empresarial para el periodo 2012-2 y el más bajo en el programa de Tecnología en Delineantes de Arquitectura en el periodo 2012-1. Asimismo, el programa con mejor promedio a lo largo de los años es Tecnología en Desarrollo de Software, con un valor de 10.01, mientras que el menor promedio lo tiene Administración Financiera, con un valor de 9.6. Los programas con comportamiento más parejo a lo largo del tiempo son: Administración de Empresas y Tecnología en Gestión Comercial y de Mercados.
- El rendimiento histórico más alto para el área de Razonamiento Cuantitativo se obtuvo en los programas de Tecnología en Diseño Artesanal para el periodo 2012-2 y el más bajo Tecnología en Diseño Artesanal durante el periodo 2011-2. El programa con mejor prome-

dio a lo largo de los años es Ingeniería Informática, con un valor de 10.21, mientras que el menor promedio lo alcanza Administración Financiera, con un valor de 9.53. Ingeniería Informática presenta el comportamiento más parejo a lo largo del tiempo.

4. Conclusiones

Como resultado de este proyecto, la Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca cuenta con un *Datamart* académico que almacena datos históricos, limpios y transformados sobre los resultados en las competencias genéricas de las pruebas Saber Pro que presentan los estudiantes de sus diferentes programas. Con él, integrado a la herramienta *Pentaho*, los directivos de la institución podrán realizar fácilmente diferentes tipos de análisis para obtener información de calidad y producir indicadores que les permitan compararse entre programas, instituciones y metodologías, y mostrar su evolución en el tiempo en lo relacionado a las pruebas Saber Pro, con el fin de mejorar cada vez la calidad de la educación que se imparte en sus programas.

A partir de los resultados analizados, se puede construir un plan de capacitación que favorezca las áreas con evaluación más baja, de igual manera, establecer mecanismos al interior de los programas académicos que permitan en los componentes de módulo fortalecer las temáticas con baja evaluación.

El desarrollo de esta herramienta, permitió incursionar en nuevas tecnologías, que fortalecen este tipo de acciones y mejorar la presentación de los reportes, insumos importantes para la toma de decisiones de los directivos de la institución.

Entre las dificultades presentadas en el desarrollo está la mala calidad de los datos de las bases de datos del Icfes debiéndose, en proceso ETL, descartar algunos atributos por la imposibilidad de obtener sus valores en otras fuentes, además del gran consumo de recursos en el proceso de limpieza y transformación de datos.

A futuro, se pretende mantener la herramienta construida y crear una cultura de uso, con un proceso de adaptación y capacitación a los funcionarios y directivos de la Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca, para que puedan utilizarla como herramienta de Inteligencia de Negocios, así como actualizar el *Datamart* académico con los resultados futuros de cada prueba Saber Pro.

Referencias bibliográficas

- AGUIAR NÚÑEZ, Kleber Stalin (2018). Implementación de un Datamart para el análisis de información del área de ventas de la empresa Riego Ecuador [en línea]. Trabajo de titulación (Ingeniero en Sistemas de Computación e Informática). Quito (Ecuador): Universidad de las Américas, Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas. 112 p. <<http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/9314/1/UDLA-EC-TIS-2018-06.pdf>> [consulta: 10/07/2018]
- ARENAS LÓPEZ, María Camila & GÓMEZ MONTES, Ana María (2017). Inteligencia de negocios aplicada a los procesos de autoevaluación de la Universidad de Manizales [en línea]. Trabajo de grado (Ingeniero de Sistemas y Telecomunicaciones). Manizales (Colombia): Universidad de Manizales, Facultad de Ciencias e Ingeniería. 75 p. <http://ridum.umanizales.edu.co:8080/jspui/bitstream/6789/3046/3/Gomez_Montes_Ana_Maria_2017.pdf> [consulta: 23/06/2018]
- ARENCIBIA MORALES, Annia & CASTELLANO PÉREZ, Darien (2016). Herramienta informática para la toma de decisiones de las Reacciones Adversas a Medicamentos en Cuba [en línea]. En: Revista Cubana de Ciencias Informáticas, Vol. 10, No. 3 (jul-sep). La Habana (Cuba): Universidad de las Ciencias Informáticas. p. 144-158. ISSN: 2227-1899 <<http://scielo.sld.cu/pdf/rcci/v10n3/rcci11316.pdf>> [consulta: 16/06/2018]
- BARRETO, John Jairo (2011). Diseño de un Datamart de información académica para la Universidad de Nariño. Trabajo de grado (Ingeniero de Sistemas). San Juan de Pasto (Colombia). Universidad de Nariño, Departamento de Sistemas
- DOMÍNGUEZ MARTÍNEZ, Jorge Armando (2008). Diseño de un modelo multidimensional de datamart del área de capacitación en el INEGI [en línea]. Trabajo práctico (Maestro en Informática y Tecnologías Computacionales). Aguascalientes (México): Universidad Autónoma de Aguascalientes, Centro de Ciencias Básicas, Departamento de Sistemas de Información. 80 p. <<http://bdigital.dgse.uaa.mx:8080/xmlui/handle/123456789/526>>, <<http://bdigital.dgse.uaa.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/526/299008.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> [consulta: 26/06/2018]
- DURÁN COLONIA, Evelyn Anabel (2017). Datamart como parte de una solución de inteligencia de negocios, para el soporte de la toma de decisiones de la gestión académica de la facultad de ciencias en la UNASAM [en línea]. Tesis (Ingeniero de Sistemas e Informática). Huaraz (Perú): Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Facultad de Ciencias. 165 p. + Anexos <http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/1926/T033_45772795_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [consulta: 22/05/2018]
- ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES, ECCI (2013). Datamart para apoyo a las estrategias de permanencia estudiantil realizadas por el área de bienestar institucional: Documento diagnóstico [en línea]. Medellín (Colombia): Escuela Colombiana de Carreras Industriales, ECCI 46 p. <<https://docplayer.es/884642-Datamart-para-apoyo-a-las-estrategias-de-permanencia-estudiantil-realizadas-por-el-area-de-bienestar-institucional-documento-diagnostico.html>>, <<https://slidex.tips/download/datamart-para-apoyo-a-las-estrategias-de-permanencia-estudiantil-realizadas-por>> [11/12/2017]
- HERNÁNDEZ PEÑALOZA, Lucía Victoria (2008). Diseño y construcción de un datamart para la mantención de indicadores de sostenibilidad de la industria del salmón [en línea]. Tesis (Magíster en Gestión de operaciones). Santiago (Chile): Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Ingeniería Industrial. 247 p. <http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2008/cf-hernandez_lp/html/index-frames.html>, <http://www.cybertesis.uchile.cl/tesis/uchile/2008/cf-hernandez_lp/pdf/Amont/cf-hernandez_lp.pdf> [consulta: 23/06/2018]
- INSTITUTO COLOMBIANO PARA LA EVALUACIÓN DE LA EDUCACIÓN, ICFES (2017a). Saber T y T Módulos de Competencias Genéricas 2017-1: Guía de orientación [en línea]. Bogotá (Colombia): Icfes. 88 p. e-ISBN: 978-958-11-0741-4 <<http://www.icfes.gov.co/docman/estudiantes-y-padres-de-familia/saber-tyt-estudiantes-y-padres/modulos-saber-tyt-2017-1/modulos-primera-sesion-competencias-genericas-14/2958-guia-de-orientacion-modulos-de-competencias-genericas-saber-tyt-2017-1/file?force-download=1>> [consulta: 23/02/2018]
- INSTITUTO COLOMBIANO PARA LA EVALUACIÓN DE LA EDUCACIÓN, ICFES (2017b). Saber Pro Módulos de Competencias Genéricas 2017: Guía de orientación [en línea]. Bogotá (Colombia): Icfes. 89 p. e-ISBN: 978-958-11-0750-6 <<http://www.icfes.gov.co/docman/estudiantes-y-padres-de-familia/saber-pro-estudiantes-y-padres/estructura-general-del-examen/modulos-saber-pro-2017/modulos-primera-sesion-competencias-genericas-16/3809-guia-de-orientacion-modulos-de-competencias-genericas-saber-pro-2017/file?force-download=1>> [consulta: 23/03/2018]
- JIMÉNEZ CARRASCO, Cesar Junior (2017). Datamart para el soporte de la toma de decisiones en el área de planificación de tiendas por departamentos Ripley [en línea]. Tesis (Ingeniero de Sistemas). Lima (Perú): Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas. 136 p. <http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/1650/Jimenez_CCJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [consulta: 12/06/2018]
- KIMBALL, Ralph; ROSS, Margy; THORNTHWAITE, Warren; MUNDY, Joy & BECKER, Bob (2007). The Data Warehouse Lifecycle Toolkit. 2 ed. New York (NY, USA): John Wiley & Sons. 672 p. ISBN: 978-0470149775

- MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL, MEN (2009). Decreto No. 3963 de 14 octubre de 2009 [en línea]. Bogotá (Colombia): MEN. 4 p. <https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-205955_archivo_pdf_decreto3963.pdf> [consulta: 20/02/2018]
- REINA CASTIBLANCO, David Sebastián; PINZÓN CARDOZO, María Paula & GARCÍA CABRERA, Camilo Alexander (2017). Inteligencia de Negocios en la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito [en línea]. Proyecto de grado (Ingeniero de Sistemas). Bogotá (Colombia): Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Facultad De Ingeniería. 62 p. <<https://repositorio.escuelaing.edu.co/bitstream/001/699/1/Pinz%C3%B3n%20Cardozo%2C%20Mar%C3%ADa%20Paula%20-%202017.pdf>> [consulta: 27/06/2018]
- RIVADERA, Gustavo R. (2010). La metodología de Kimball para el diseño de almacenes de datos (Data warehouses) [en línea]. En: Cuadernos de Ingeniería; No. 5 (nov). Salta (Argentina): Universidad Católica de Salta. p. 56-71. ISSN: 2250-575X <<https://www.ucasal.edu.ar/htm/ingenieria/cuadernos/archivos/5-p56-rivadera-formateado.pdf>> [consulta: 13/05/2018]
- ROJAS MUÑOZ, Carmen & SAQUICELA, Víctor (2017). Sistema de ayuda a la decisión basado en un data warehouse [en línea]. En: Maskana, Vol. 8, No. Especial (Actas del V Congreso Ecuatoriano de Tecnologías de la Información y Comunicación, TIC.EC 2017). Cuenca (Ecuador): Universidad de Cuenca. p. 176-187. e-ISSN: 2477-8893 <<https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/maskana/article/view/1461/1135>> [consulta: 20/06/2018]
- SOLEDISPA SILVA, Karen Génesis (2018). Desarrollo e implementación de un datamart para el módulo de inscripciones del proceso de titulación [en línea]. Trabajo de titulación (Licenciada en Sistemas de Información). Guayaquil (Ecuador): Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Industrial. 85 p. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/30804/1/Trabajo_Titulacion_Proceso_Inscripcion.pdf> [consulta: 20/06/2018]
- YALAN CASTILLO, Julio & PALOMINO PANIORA, Luis (2013). Implementación de un Datamart como una solución de Inteligencia de Negocios para el área de logística de T-Impulso [en línea]. En: Revista de Ingeniería de Sistemas e Informática, RISTI, Vol. 10, No. 1 (ene-jun). Lima (Perú): Universidad Nacional Mayor de San Marcos. p. 53-63. e-ISSN: 1816-3823 <<http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/sistem/article/view/5713/4944>> [consulta: 20/06/2018]
- ZAMORA SALDARRIAGA, Juan Eduardo (2017). Implementación de un Datamart para la mejora en la toma de decisiones en el control de la demanda eléctrica del Comité de Operaciones Económicas del Sistema Interconectado Nacional [en línea]. Tesis (Ingeniero de Sistemas y Cómputo). Lima (Perú): Universidad Inca Garcilaso de la Vega, Facultad de Ingeniería de Sistemas, Cómputo y Telecomunicaciones. 162 p. <<http://repositorio.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/2146/Tesis%20-%20Juan%20Eduardo%20Zamora%20Saldarriaga.pdf?sequence=2&isAllowed=y>> [consulta: 12/04/2018]