

# Implementación de inteligencia de negocios con el fin de determinar el comportamiento de los estudiantes virtuales en el LMS Canvas

## Implementation of business intelligence in order to determine the behavior of virtual students at the Canvas LMS

Diego Fernando Rangel Cáceres<sup>1</sup>  
Julián Santiago Santoyo<sup>2</sup>

DOI: <https://doi.org/10.18041/1909-2458/ingeniare.30.7927>

### RESUMEN

La integración de la inteligencia de negocios en los sistemas de información posee el potencial para transformar la información en conocimiento, permitiendo optimizar los procesos en las tomas de decisiones en los negocios. El siguiente proyecto de investigación propuesto consiste en aplicar la inteligencia de negocios enfocada en los sistemas de gestión de aprendizaje (LMS), con el fin de mejorar procesos, que permitiría, además de estandarizar y clasificar la información, ser replicada en otras áreas de la organización a medida que el conocimiento sea asimilado. Este trabajo pretende presentar una visión del comportamiento general de los estudiantes en el sistema de gestión de aprendizaje Canvas, y realizar un análisis y reconocimiento de la información almacenada en las bases de datos de la aplicación, con el fin de identificar los indicadores que permitan realizar un análisis de los estudiantes, dando como punto de partida un tablero de control basado en inteligencia de negocios.

**Palabras clave:** Inteligencia de negocios, sistemas de gestión de aprendizaje, administradores de sistemas, Tecnologías de la Información y Comunicación.

### ABSTRACT

The integration of business intelligence in information systems has the potential to transform information into knowledge, allowing optimization of business decision-making processes. The following proposed research project consists of applying business intelligence focused on learning management systems (LMS) in order to improve processes, which would allow, in addition to standardizing and classifying information, to be replicated in other areas of the organization as knowledge is assimilated.

This work aims to present a view of the general behavior of students in the Canvas learning management system, to perform an analysis and recognition of the information stored in the application's databases in order to identify the indicators that allow us to carry out an analysis of the students giving as a starting point a dashboard based on business intelligence.

**Keywords:** Business intelligence, learning management systems, system administrators, Information and Communication Technologies.



**Cómo citar este artículo:** D. F. Rangel y J. S. Santoyo. "Implementación de inteligencia de negocios con el fin de determinar el comportamiento de los estudiantes virtuales en el LMS Canvas", *Ingeniare*, vol. 17, no. 30, pp. 89-101, junio 2021.

1. Estudiante Maestría en Gestión, Aplicación y Desarrollo de Software, Universidad Autónoma de Bucaramanga, Esp. en Tecnologías Avanzadas para el Desarrollo de SW, Universidad Autónoma de Bucaramanga, Ingeniero de Sistemas, Universidad Autónoma de Bucaramanga. Contacto: [drangel@unab.edu.co](mailto:drangel@unab.edu.co)

2. Master en Sistemas y Servicios en la Sociedad de la Información, Universidad de Valencia, Esp. en Tecnologías Avanzadas para el Desarrollo de SW, Universidad Autónoma de Bucaramanga, Ingeniero de Sistemas, Universidad Autónoma de Bucaramanga, Docente Universidad Autónoma de Bucaramanga. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9947-1109> Contacto: [jsdiaz@unab.edu.co](mailto:jsdiaz@unab.edu.co)

## INTRODUCCIÓN

La educación siempre ha sido uno de los aspectos más importantes en la sociedad, de ahí su constante evolución y necesidad de mejorar. Un sistema de gestión de aprendizaje LMS (Learning Management System) es un servidor web que se emplea para la gestión del aprendizaje en línea, es un ecosistema donde hay una interacción entre profesores y alumnos que funciona para la gestión de cursos virtuales con el fin de hacer un seguimiento al aprendizaje de los alumnos.

La Universidad Autónoma de Bucaramanga es pionera en educación virtual en Colombia. La labor que se realiza tiene gran impacto en el ámbito educativo, ya que la comunidad estudiantil virtual viene creciendo a grandes pasos, propósito para el cual la universidad adquirió una de las mejores herramientas LMS comerciales en el mercado como lo es Canvas LMS de Instructure.

En estos momentos los administradores de las plataformas virtuales no tienen una solución informática que permita sacar provecho a este tipo información, generada a través de la gestión de contenidos, por medio del uso de tableros de control que proporciona la inteligencia de negocios.

Este tipo de tecnología permite realizar reportes a nivel administrativo basado en las estadísticas que genera la plataforma como, por ejemplo, la participación de los estudiantes en los cursos, uso de material didáctico como videos, lecturas, podcasts, etc.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, resulta pertinente implementar inteligencia de negocios en el sistema de gestión de aprendizaje Canvas, para que permita visualizar, por medio de la analítica de datos, el comportamiento de los estudiantes en la plataforma virtual Canvas.

### 1. SISTEMAS DE GESTIÓN DE APRENDIZAJE (LMS)

Los sistemas de gestión de aprendizaje han venido en una constante evolución, permitiendo administrar, distribuir, monitorizar, evaluar y apoyar las diferentes actividades previamente diseñadas y programadas dentro de un proceso de formación virtual (*e-Learning*); estos sistemas están desarrollados de manera muy intuitiva, flexibles y que puedan ser utilizados desde cualquier lugar por sus usuarios [1].

Un LMS sirve de soporte a administradores, profesores y alumnos a la hora de llevar a cabo un proyecto de enseñanza. Todas estas plataformas deberían cumplir las siete características básicas indicadas a continuación [2]:

- a) *Interactividad*: el usuario se convierte en el protagonista de su propio aprendizaje en un ambiente totalmente intuitivo.

- b) *Flexibilidad*: esto se refiere a que la plataforma se puede adaptar a los cambios, no solo a sus cursos de estudio, sino también a los contenidos y estilos de la organización, permitiendo administrar cursos con gran facilidad y rapidez.
- c) *Escalabilidad*: capacidad que tiene la plataforma de funcionar con la misma calidad, independientemente de la cantidad de usuarios que haya registrados y activos.
- d) *Estandarización*: permite utilizar cursos realizados por terceros, personalizando el contenido y reutilizando el conocimiento.
- e) *Usabilidad*: es la facilidad con la que las personas pueden utilizar la plataforma con el fin de alcanzar un objetivo concreto.
- f) *Funcionalidad*: son las características que hacen que la plataforma sea adecuada, y se adapte a los requisitos y necesidades de profesores y estudiantes.
- g) *Ubicuidad*: capacidad de una plataforma para poder generar al usuario seguridad y certeza de que todo lo que usualmente necesita lo va a encontrar fácilmente en ella.



**Figura 1. Eje cronológico del año de lanzamiento de las herramientas LMS más usadas**

Fuente: Elaboración propia, julio 2020.

## 2. CANVAS (LMS)

Instructure Inc. fue fundado en 2008 para respaldar el desarrollo continuo de Instructure, un nuevo sistema de aprendizaje, que posteriormente sería denominado como Canvas, que fue lanzado en 2011 y hoy en día está extendido por más de 3.000 universidades, distritos escolares e instituciones de todo el mundo, y ha sido seleccionado por Cisco Networking Academy para impulsar “el aula más grande del mundo”. En el caso de esta herramienta los roles del curso podrán ser: estudiante, profesor, diseñador, observador y TA [3].

Canvas es una plataforma LMS gratuita desarrollada por Instructure Inc., basada en la nube que permite estructurar formalmente varios cursos. Al ser un software basado en la nube, no sería necesario un servidor. En estas plataformas pueden interactuar tanto profesores como alumnos, estando ambos presentes y permitiendo subir archivos, imágenes, trabajos, etc. [4].

Canvas tiene varias características que lo definen: facilidad de uso, por su manera clara e intuitiva a la hora de llevar a cabo el intercambio de contenido; accesibilidad, software abierto para poder integrar las herramientas de interoperabilidad de aprendizaje que se necesitan; confiabilidad, seguridad, velocidad y el mejor tiempo de funcionamiento de la industria; corre totalmente en la nube, lo que hace posible no preocuparse por actualizaciones, hosting, copias de seguridad, etc., por tanto ahorra tiempo y movilidad, puesto que es compatible con los dispositivos móviles [5].

Canvas es un servicio de gestión de aprendizaje que está alojado en la plataforma más robusta que existe, Amazon Web Service, y que ofrece una serie de propiedades básicas, pero muy importantes, a la hora de tener en cuenta este servicio: seguridad, realizando auditorías internas periódicas; escalabilidad, la capacidad se escala según la demanda; tiempo de actividad, garantiza el tiempo de funcionamiento más alto en la industria con un 99,9% para todos los usuarios; riesgo bajo, puesto que las actualizaciones, descargas, versiones, etc. suceden automáticamente [6].

Es un software que utilizan cada día más organizadores y universidades de todo el mundo para gestionar sus clases online. Canvas es un sistema de aprendizaje muy fácil de utilizar, además de ser abierto y colaborativo. El desarrollo de cada interfaz ahorra tiempo y esfuerzo, y permite la simplificación de la enseñanza y el aprendizaje. El objetivo es ayudar en el proceso de aprendizaje, por tanto, se busca mantener siempre la utilidad y facilidad de uso convirtiéndose en un sistema sencillo de adoptar y atractivo para usar por todos los colectivos [7].

### **3. INTELIGENCIA DE NEGOCIOS (BI)**

Según el *Data Warehouse Institute*, lo define como la combinación tecnológica de herramientas y procesos que permiten transformar los datos almacenados en información, y a su vez en conocimiento, dirigido a un plan o una estrategia organizacional; la inteligencia de negocios comprende las estrategias y tecnologías utilizadas por las organizaciones con el fin de analizar los datos.

Se puede decir de la inteligencia de negocios que utiliza todos los recursos administrativos con el fin de aprovechar al máximo tanto la información de la organización como la de sus clientes, proveedores, e incluso la de sus competidores, con el fin de lograr ventajas competitivas en el mercado actual que es bastante dinámico.

El objetivo básico de la inteligencia de negocios es apoyar de forma sostenible y continua a las organizaciones para mejorar la competitividad, facilitando la toma de decisiones.

El manejo de la gestión y administración de una organización, junto con el control de la información como una herramienta de estrategia, forman parte de la inteligencia del negocio, y con el apoyo de la tecnología ayudan a las organizaciones a maximizar su rendimiento.

De esta manera es posible establecer que la Inteligencia de Negocios es el conjunto de herramientas, metodologías y prácticas que permiten analizar, explorar y transformar los datos de una organización. Es decir, es la habilidad para transformar los datos en información, y la información en conocimiento, de forma que se pueda optimizar el proceso de toma de decisiones en los negocios.

Es importante resaltar que la Inteligencia de Negocios involucra un conjunto de conceptos y herramientas para dar solución a determinada área o contexto de una organización. "Business Intelligence (la Inteligencia de Negocio) es proporcionar la información adecuada, en el momento adecuado, para la persona adecuada y en el formato adecuado" [8].

#### 4. POWER BI

Es una solución de análisis empresarial que pone el conocimiento al alcance de toda la organización. Permite la conexión a cientos de orígenes de datos, la preparación de datos de una manera simplificada y la generación de análisis *ad hoc*. Los informes podrán ser visualizados por la Web y en dispositivos móviles para su fácil comprensión.

Permite la creación de paneles personalizados al alcance de todos, con una perspectiva empresarial única, escalado a nivel organizacional, con gobierno y seguridad.

Esta herramienta tiene compatibilidad con diferentes herramientas Microsoft, lo que permite un uso sencillo y de fácil comunicación. Power BI puede unificar todos los datos de la organización, ya sea en la nube o localmente, y a través de API'S con algunos servidores streaming. Con Power BI Gateways se puede conectar bases de datos SQL Server, modelos de Analysis Services y muchos otros orígenes de datos a los mismos paneles en Power BI [9].

#### 5. REVISIÓN DE LITERATURA

Rodríguez [10] nos presenta una experiencia de Implementación de un proyecto de inteligencia de Negocios en la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Oficina de Admisiones. La Escuela maneja un gran volumen de datos almacenados, y los administrativos de la institución encargados de la toma de decisiones se enfrentan a un ambiente de incertidumbre.

La Escuela actualmente no contaba con las herramientas necesarias para la manipulación de los datos, por lo que hubo la necesidad de crear ETL bajo unas reglas de negocio y convertirlos en información valiosa para que la toma de decisiones se hiciera de una manera más eficiente y en menos tiempo, por lo que la implementación del modelo de inteligencia de negocios dejó a los directivos una mejora del 10% en las toma de decisión de sus más críticos procesos, que son la admisión y las actividades de promoción [10].

Por otra parte, Arenas y Gómez [11] muestran una propuesta de implementación de Inteligencia de Negocios Aplicada a los Procesos de Autoevaluación de la Universidad de Manizales. El proyecto contiene un conjunto de procedimientos y técnicas que, desde la inteligencia de negocios, apoyan los procesos de autoevaluación institucional de la Universidad de Manizales, cuyo objetivo era diseñar una solución que proporcionará calidad a la presentación de los datos, y que a partir de hechos e información argumentada sirviera como un apoyo a la toma de decisiones. Es interesante ver que, al igual que en el caso de éxito anterior, también se utilizó la metodología Kimball.

Luis Fuentes Tapia y Ricardo Valdivia Pinto nos presentan un artículo de Incorporación de Elementos de Inteligencia de Negocios en el Proceso de Admisión y Matrícula de la Universidad de Tarapacá de Chile, donde se realizó un proceso orientado a la incorporación de elementos de inteligencia de negocios. En esta universidad lo que se hizo fue implementar una Data Mart (DM) centrado en el área de Admisión y Matrícula de la Vicerrectoría Académica. Se reflejaron diferentes beneficios dentro de la institución, como poder visualizar la información que requerían a través de herramientas de procesamiento analítico en línea (OLAP). La integración de todos estos elementos conformó una plataforma de inteligencia de negocios, que permite dar soporte a los requerimientos de información y análisis asociados al proceso de admisión y matrícula [12].

Las plataformas MOOC han surgido para proporcionar conocimiento libre por medio de sus cursos virtuales, y tienen un amplio catálogo de cursos para diferentes especializaciones que exigen progresivamente recursos de aprendizaje más específicos y métodos de calificación para evaluar el progreso de los estudiantes. Las plataformas MOOC actuales están dando apoyo gradualmente a estos nuevos requisitos, pero con una asistencia limitada. Este artículo presenta el estado del arte del sistema analítico para tres plataformas MOOC relevantes, uno de los pilares principales para analizar la progresión de los cursos. También se revisan otras iniciativas para mostrar que los sistemas analíticos MOOC actuales no están listos para admitir sistemas de tutoría inteligente (ITS) personalizados con MOOC [13].

## 6. METODOLOGÍA

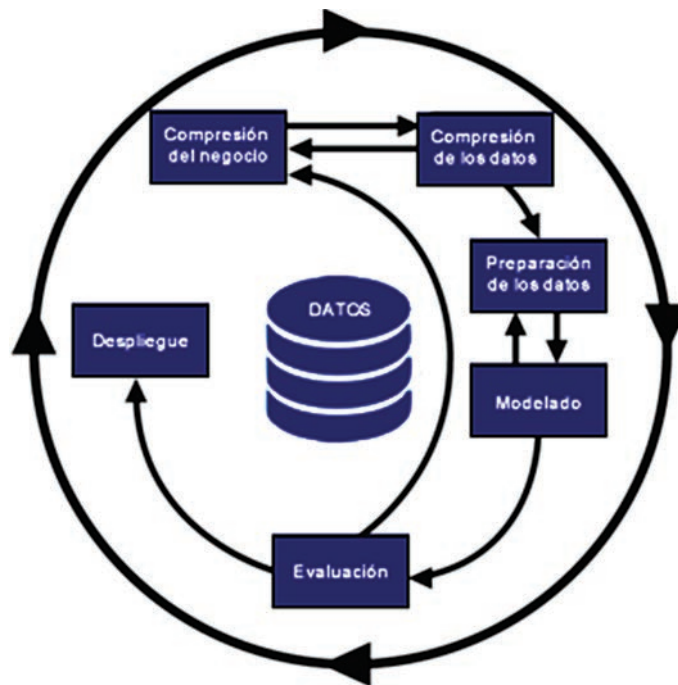
Para los profesionales de inteligencia de negocios, ya sean expertos o no en la materia, el tema de la metodología es considerada parte principal de la formación profesional.

Elegir una metodología basada en BI nos da mayor grado de confiabilidad a la hora de trabajar en el proyecto, cumpliendo con los objetivos trazados, en el tiempo estipulado desde el punto de vista de un proyecto de Tecnología de Información, pero cabe aclarar que los proyectos de BI tienen 2 perspectivas: la de negocios y la de TI.

Las técnicas de analítica de datos, que tanto interés despiertan hoy en día, en realidad surgieron en los años 1990, cuando se usaba el término KDD (*Knowledge Discovery in Databases*) para referirse al concepto de hallar conocimiento en los datos [14].

Para la ejecución del proyecto se utilizará la metodología CRISP-DM (*Cross Industry Standard Process for Data Mining*), la cual se concentra y hace énfasis en las fases representativas, simplificándolas para ser entendido por los desarrolladores, de forma semejante a como se hace en la ingeniería del software con los modelos de ciclo de vida de desarrollo de software. El método cuenta con las siguientes fases:

- a) *Fase I. Comprensión del negocio.* Se definen las necesidades del cliente, en este caso del administrador de la plataforma LMS Canvas. Esta fase inicial se enfoca en la comprensión de los objetivos de proyecto.
- b) *Fase II. Comprensión de los datos.* La fase de entendimiento de datos comienza con la colección de datos inicial, se descarga de la plataforma Canvas Data, y continúa con las actividades que permiten familiarizarse con los datos, con la exploración, determinando qué tipo de tablas aportan al objetivo del proyecto y la comprensión de los atributos.
- c) *Fase III. Preparación de datos.* La fase de preparación de datos cubre las actividades necesarias para construir el conjunto final de datos (indicadores que se utilizarán en los reportes) a partir de los datos en bruto iniciales. Las tareas incluyen la selección de tablas, registros y atributos, así como la transformación y limpieza de datos.
- d) *Fase IV. Modelado.* En esta fase hay que tener en cuenta disponer de los datos adecuados; se calibran sus parámetros para obtener valores óptimos, que deben cumplir con los objetivos trazados. Se debe realizar adecuadamente las consultas que permitan obtener la información.
- e) *Fase V. Evaluación.* En esta etapa en el proyecto se ha construido uno o varios reportes que parecen alcanzar la calidad suficiente desde la perspectiva de análisis de datos a la cual fue enfocada. Antes de proceder al despliegue final es necesario evaluar los reportes en su totalidad, y comparar el resultado obtenido con los objetivos propuestos.
- f) *Fase VI. Despliegue.* Generalmente la creación del tablero de control no es el final del proyecto. Incluso si el objetivo del tablero es aumentar el conocimiento de los datos, el conocimiento obtenido tendrá que organizarse y presentarse para que el administrador de la plataforma pueda usarlo adecuadamente.



**Figura 2. Fases de la metodología**

Fuente: Elaboración propia, julio 2020.

## 7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de realizar un análisis y reconocimiento de la información almacenada en la plataforma Canvas Data, se puede decir que maneja un modelo dimensional en su estructura lógica de datos. Es un conjunto de técnicas y conceptos utilizados para el diseño de almacenes de datos. Este modelo se considera diferente al modelo entidad relación [15].

El modelado dimensional no implica una base de datos relacional, aunque se puede trabajar con ellas en conjunto, además permite apoyar consultas en usuarios finales como los administradores de las plataformas LMS.

Canvas Data esta fielmente desarrollado al esquema estrella, que es uno de los enfoques más utilizados en los almacenes de datos. El modelado dimensional destaca las tablas de hechos (aquello que se quiere medir o analizar) y las tablas de dimensiones (cómo se quiere medir), aprovechando la estandarización de la base de datos que permite distribuir la información de una forma organizada y jerárquica, así como los indicadores más relevantes del caso (tablas y campos de la base de datos) [16].

Los dos conceptos más importantes en el presente desarrollo son:



- a) *Hechos/indicadores.* Son los valores del negocio que se quiere analizar en la plataforma de aprendizaje, en este caso son las transacciones que se ven reflejadas en tablas como asignaciones, grupos, exámenes, entre otras.
- b) *Dimensiones.* Las perspectivas de los diferentes ámbitos por los que se quiere analizar estos indicadores de la plataforma, pues sin dimensiones no son más que un valor, permitiendo contestar preguntas y dar un contexto más analítico; algunas de esas tablas son las de cursos, usuarios, catálogos, etc., como se puede observar en la siguiente figura de la tabla de hechos en la conferencia, con sus respectivas llaves en las tablas de dimensiones de grupos, conferencia, cursos y cuentas.

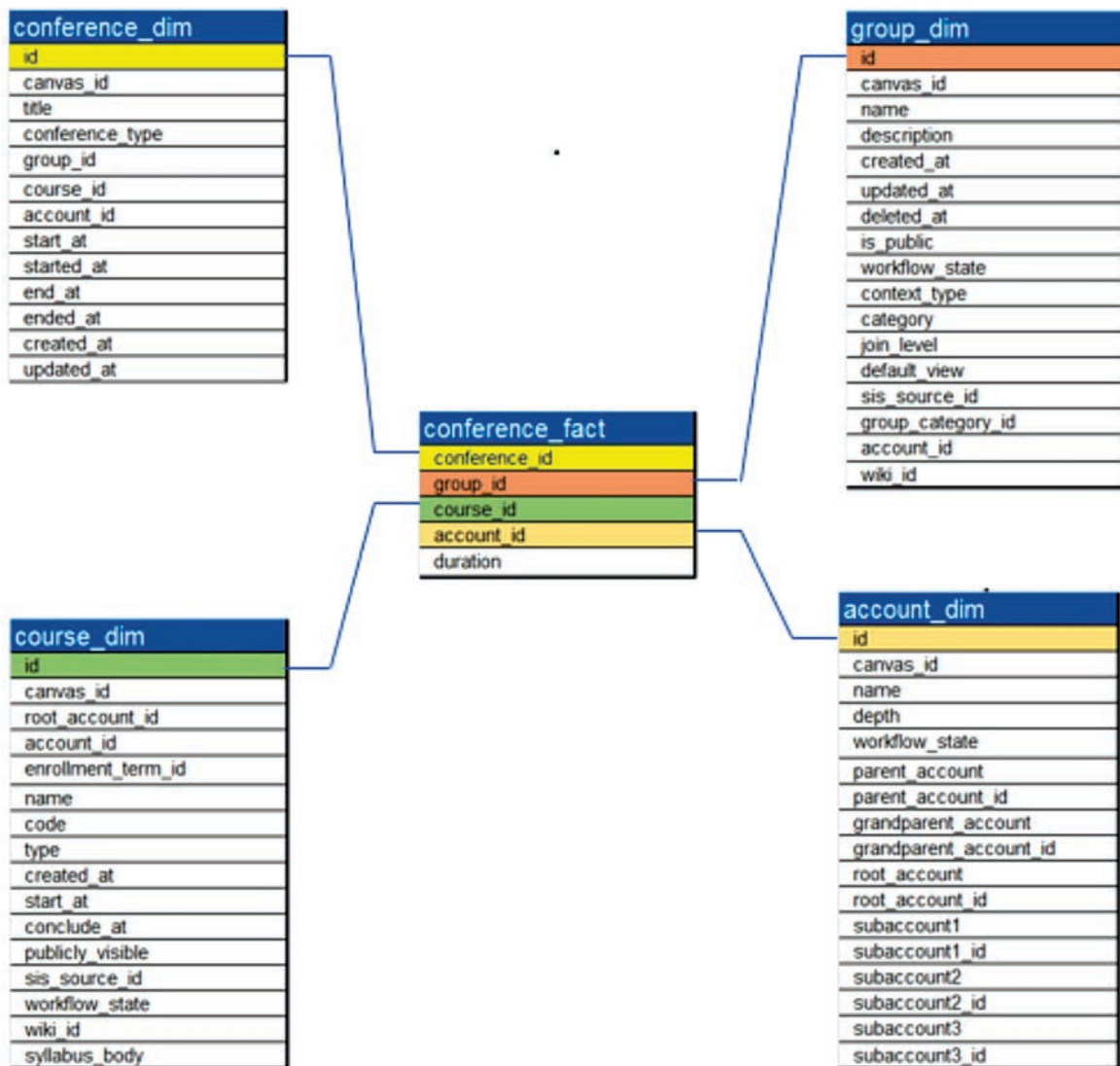


Figura 3. Esquema Estrella Canvas

Fuente: Elaboración propia.

Una vez identificada la estructura de la base de datos de Canvas se procede a la identificación de los indicadores que determinaron el entendimiento para llegar a los objetivos trazados en el proyecto.

El enfoque de este proyecto es hacia los administradores de la plataforma educativa en procesos tales como matrícula de cursos, estados de los cursos, quizes, estudiantes; según estas necesidades es necesario crear reportes o informes que se visualizarán en la herramienta anteriormente mencionada Power BI, por medio de la cual se modelaron dichos reportes.

Según estas definiciones el reporte del estado de los cursos quedó de la siguiente manera:



**Figura 4. Reporte actividades por estudiante**

Fuente: Elaboración propia, julio 2020.

El desarrollo de este reporte permite la visualización del comportamiento de los estudiantes en el curso, refleja la cantidad de trabajos realizados por estudiante, permitiendo entender su participación en el curso, también se puede observar el listado de las asignaciones en la plataforma, la cantidad de estudiantes en el curso y el listado de asignaciones por estudiante.

Los resultados de los reportes corresponden a los objetivos trazados en la investigación, orientada a los administradores de sistema de gestión de aprendizaje, que muestran un panorama total de la plataforma virtual en temas de matrículas, cursos, participación estudiantil en la plataforma y las asignaciones de las actividades de un curso.

## CONCLUSIONES

Esta solución informática plantea una alternativa en la arquitectura de negocios para el área educación virtual de la universidad autónoma de Bucaramanga, cumpliendo en su totalidad los objetivos trazados en el proyecto.

Esta herramienta servirá como apoyo a los administradores de los sistemas de gestión de aprendizaje de la organización, presentando de forma gráfica y por indicadores el panorama total de los periodos académicos y sus cursos.

Los tableros de control diseñados permiten medir y visualizar cómo los estudiantes están desarrollando las asignaciones en el curso, porcentaje de terminación del curso y verificación de fechas, lo que traduce en cumplimiento, y también permite visualizar estudiantes que no están realizando las asignaciones o tareas del curso, a fin de buscar alternativas pedagógicas para evitar atrasos en los trabajos.

La implementación de los tableros aporta a los administradores de la plataforma una visualización de los cursos en general con respecto a sus estados, ya que se hace necesario programar el cierre de estos para evitar que los estudiantes sigan accediendo a los materiales una vez terminado los cursos.

Los tableros de control abren una oportunidad para que los docentes también puedan consultar la información sobre los cursos dictados, ver el estado en sus asignaciones y la participación de los estudiantes en él.

Gracias a la implementación realizada se podrá utilizar la información generada por la plataforma, como insumo para crear más proyectos acerca de análisis predictivos en los estudiantes de la Universidad Autónoma de Bucaramanga, basándose en inteligencia artificial.

Estos reportes también muestran el comportamiento de los estudiantes en la plataforma, logrando identificar cuáles son los módulos con los que más tienen interacción, y muestran la información detallada de un curso, qué tipo de recursos están creando los docentes, y también permite analizar su respuesta a este tipo de asignaciones con el fin de mejorar los contenidos pedagógicos.

Implementar una solución BI requiere mucho tiempo y dedicación, siendo necesario tener clara la visión que tiene la organización; es importante contar con un buen manejo de datos, de lo cual depende la veracidad de la información que se despliega en los indicadores gestionados, con el fin de alcanzar el máximo objetivo en la toma de decisiones.

Esta implementación BI diseñada para el sistema de gestión de aprendizaje de la UNAB permitirá alcanzar logros y metas propuestos a corto o largo plazo, ya que esta tecnología genera ventajas

competitivas sobre las organizaciones que no la utilizan; con esta herramienta la universidad puede tomar mejores decisiones para su beneficio, por ejemplo, desarrollar recursos y capacitaciones dentro de la organización, tener integridad en la información, innovación y cambio en el negocio, entre otras.

Esta implementación BI no solo demuestra que se puede aplicar a un área específica, sino que puede expandirse por toda la institución educativa si se sigue con la metodología adecuada y con el entendimiento de las necesidades del área.

Teniendo en cuenta todo lo anteriormente comentado, se puede concluir que la transformación de los datos en información, y de la información en conocimiento facilitado por el uso de las herramientas de inteligencia de negocios, es completamente vital para el crecimiento de la organización.

## REFERENCIAS

- [1] Avanzo, *Que es y cómo funciona un LMS*, 2019. Disponible en: <https://www.avanzo.com/lms-que-es-como-funciona/>
- [2] C. A. Clarenc, *Tipos de LMS: características, requisitos-procedimientos para seleccionar un LMS*, 2020. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/100084611/Tiposde-LMS-Caracteristicas-Requisitos-Procedimientos-para-seleccionar-un-LMS>.
- [3] Canvas, *Canvas LMS*, 2020. Disponible en: <https://www.canvaslms.com/about-us/>.
- [4] Elearningdocs, *Canvas, LMS en la nube*, 2020. Disponible en: <https://elearningdocs.wordpress.com/2012/10/24/canvas-lms-en-la-nube/>.
- [5] Canvas, *Canvas LMS*, 2020. Disponible en: <https://www.canvaslms.com/latam/>.
- [6] Canvas, *Overview*, 2020. Disponible en: <https://www.canvaslms.com/higher-education/>.
- [7] H.G. Galán, *Canvas LMS*, 2020. Disponible en: <https://www.arsys.es/blog/soluciones/cloud/cloud-builder-next/canvas-lms-cloud>
- [8] SINNEXUS, *Business Intelligence*, 2020. Disponible en: [http://www.sinnexus.com/business\\_intelligence/](http://www.sinnexus.com/business_intelligence/).
- [9] Makesoft, *Power BI*, 2020. Disponible en: <https://www.makesoft.es/powr-bi-que-es-power-bi/>
- [10] D.F. Rodríguez Trujillo, *Implementación de un proyecto de inteligencia de Negocios en la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Oficina de Admisiones*, Proyecto de Grado, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2018.
- [11] M.C. Arenas López y A.M. Gómez Montes, *Inteligencia de negocios aplicada a los procesos de autoevaluación de la Universidad de Manizales*. Proyecto de Grado, Universidad de Manizales, 2017.
- [12] L. Fuentes Tapia y R. Valdivia Pinto, *Incorporación de Elementos de Inteligencia de Negocios en el Proceso de Admisión y Matrícula de una Universidad Chilena*, Universidad de Tarapacá, 2010.

- 
- [13] L. Fuentes Tapia y R. Valdivia Pinto, *Towards a Learning Analytics Support for Intelligent Tutoring Systems on MOOC Platforms*, 10th International Conference on Complex, Intelligent, and Software Intensive Systems (CISIS), 2016.
- [14] Singular, *CRISP-DM*, 2020. Disponible en: <https://www.sngular.com/es/data-science-crisp-dm-metodologia/>
- [15] D. Gutiérrez, *Diseño e implementación de un data warehouse para la creación de informes gerenciales*, Trabajo de grado, Fundación Universitaria los Libertadores, 2017.
- [16] V. Parra, *Observatorio de participación electoral y su representación en el Senado de Colombia a través de una bodega de datos y las soluciones de inteligencia de negocios*, Trabajo de Maestría, Universidad EAFIT, 2015.