



Diseño de una arquitectura de inteligencia de negocios para el área de planeación  
de la Universidad Autónoma del Caribe

María Antonia Manrique Grajales

Andrés Felipe Maldonado Acendra

Juan David García Munera

Universidad EAN

Facultad de Ingeniería

Maestría en Inteligencia de Negocios

Bogotá, Colombia

25 de Febrero del 2024

Diseño de una arquitectura de inteligencia de negocios para el área de planeación  
de la Universidad Autónoma del Caribe

María Antonia Manrique Grajales

Andrés Felipe Maldonado Acendra

Juan David García Munera

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

Magister en Inteligencia de Negocios

Director (a):

Wilson Eduardo Soto Forero

Modalidad:

Monografía

Universidad EAN

Facultad de Ingeniería

Maestría en Inteligencia de Negocios

Bogotá, Colombia

25 de Febrero del 2024

Nota de aceptación:

---

---

---

---

---

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del director del trabajo de grado

Bogotá, 25 de Febrero del 2024

### **Dedicatoria**

Con profundo reconocimiento, dedicamos este proyecto académico a todas aquellas personas que han sido esenciales en nuestras travesías tanto académicas como personales.

Expresamos nuestro agradecimiento a nuestras familias, cuyo apoyo incondicional y sacrificio han sido el cimiento de nuestros logros. A nuestros leales amigos les agradecemos por compartir risas y por ser compañeros invaluable en este viaje. A nuestros respetados profesores, les dedicamos este trabajo como testimonio de la gratitud por su guía y enseñanzas que han contribuido significativamente a nuestro desarrollo.

A todos aquellos que, de distintas maneras, dejaron marcados nuestro camino de aprendizaje y descubrimiento, les extendemos nuestro más sincero agradecimiento. Este trabajo refleja la esencia de nuestras vivencias compartidas gracias a cada uno de ustedes. Gracias por ser parte fundamental de nuestra experiencia académica y por contribuir a este logro colectivo.

### **Agradecimientos**

Queremos expresar nuestro agradecimiento dedicando este trabajo de grado a cada persona que ha sido esencial en nuestras trayectorias académicas y personales. A nuestras familias, agradecemos por su apoyo incondicional y sacrificio. A nuestros profesores, les expresamos nuestro agradecimiento por su guía y enseñanzas que han contribuido significativamente a nuestro crecimiento. Al profesor Wilson Eduardo Soto, nuestro asesor, quien siempre creyó en nosotros. A todos aquellos que, de diversas maneras, dejaron una marca importante en nuestro proceso de aprendizaje, les extendemos nuestro sincero agradecimiento.

## Resumen

El presente trabajo de grado da cuenta del proceso de investigación realizado en torno al diagnóstico del grado de madurez de inteligencia de negocios implementado en el área de planeación de la Universidad Autónoma del Caribe, ubicada en la ciudad de Barranquilla. En conjunto, se presenta la documentación del desarrollo de una estrategia de inteligencia de negocios aplicable al entorno en cuestión, enfocada principalmente a procesos *Backend* o de infraestructura de datos. De manera consecuente, para lograr una estructuración acertada se establece una conceptualización que reúne información relacionada con la importancia de la implementación de estrategias de inteligencia de negocios en las instituciones de educación superior en Colombia, y cuáles son las metodologías de mayor empleabilidad de acuerdo con la documentación existente en dicha área. Para lograr un diseño óptimo y útil para el departamento, se realiza un diagnóstico completo mediante entrevistas y encuestas a colaboradores de la Universidad pertenecientes al área o relacionados con la misma. El propósito principal de este trabajo es identificar el nivel de madurez de inteligencia de negocios y posteriormente plantear el diseño de una solución estratégica, que pueda facilitar la toma de decisiones al interior del plantel educativo.

**Palabras clave:** (Inteligencia de Negocios, Universidad, Estrategia, Diagnóstico, Información).

### **Abstract**

This degree project reports on the research process carried out around the diagnosis of the degree of maturity in business intelligence implemented within the planning department of Universidad Autonoma del Caribe located in the municipality of Barranquilla. Altogether, the documentation of the development of a business intelligence strategy applicable to the environment in question is presented. Consequently, to achieve a successful structuring, a conceptualization is established that brings together information related to the importance of the implementation of business intelligence strategies in higher education institutions in Colombia, and which are the most employable methodologies according to the existing documentation in that area. To achieve an optimal design that is useful for the department, a complete diagnosis is carried out through interviews and questionnaires with university collaborators. The main purpose of this work is to identify the level of business intelligence maturity and subsequently, propose the design of a strategic solution that can facilitate decision-making within the educational institution.

**Keywords:** (Business Intelligence, University, Strategy, Diagnosis, Information)

## Contenido

	Pág.
Lista de Figuras .....	10
Lista de Tablas.....	11
Introducción.....	12
Objetivos .....	16
Justificación.....	17
1. Marco Teórico .....	19
1.1. <i>Inteligencia de negocios</i> .....	19
1.2. <i>Arquitectura de inteligencia de Negocios.</i> .....	19
1.3. <i>Arquitectura de inteligencia de negocios basada en Data Warehouse: ...</i>	20
1.4. <i>Arquitectura de Business Intelligence Orientada a Servicios (SoBI):.....</i>	20
1.5. <i>Business Intelligence de Autoservicio (Self-service BI)</i> .....	21
1.6. <i>Data Warehouse.</i> .....	21
1.7. <i>Reporting</i> .....	23
1.8. <i>Visualización.</i> .....	23
1.9. <i>Indicador clave de desempeño o KPI</i> .....	24
1.10. <i>Modelos Teóricos de Inteligencia de Negocios.</i> .....	24
1.11. <i>Modelo de transformación de datos con inteligencia de negocios.</i> .....	25
1.12. <i>Modelo de madurez de inteligencia de negocios de Gardner</i> .....	25
1.13. <i>Modelo de las cinco fuerzas de Porter.</i> .....	26
1.14. <i>Evaluación de la misión de la empresa.</i> .....	27
1.15. <i>Universidades en Colombia.</i> .....	28
1.16. <i>La inteligencia de negocios en la educación superior</i> .....	29
1.17. <i>Universidad Autónoma del Caribe.</i> .....	32
2. Estado del arte.....	34

2.1.	<i>Soluciones de inteligencia de negocios en instituciones de educación superior.</i>	34
2.2.	<i>Empleo de herramientas y estrategias de inteligencia de negocios en las universidades en Colombia.</i>	35
3.	Hipótesis	44
4.	Variables	45
5.	Metodología	47
5.1.	<i>Enfoque y alcance de la investigación</i>	47
5.2.	<i>Población y muestra</i>	48
5.3.	<i>Instrumentos para la recolección de la información.</i>	49
5.4.	<i>Encuesta.</i>	50
5.5.	<i>Entrevista.</i>	51
5.6.	<i>Técnicas para el análisis de la información.</i>	51
5.7.	<i>Consideraciones éticas.</i>	52
6.	Diagnóstico del nivel de madurez de inteligencia de negocios de la Universidad Autónoma del Caribe.	55
6.1.	<i>Procesamiento de los datos y análisis de resultados.</i>	56
6.1.1.	<i>Madurez en la organización.</i>	56
6.1.2.	<i>Madurez en recursos.</i>	57
6.1.3.	<i>Madurez en infraestructura.</i>	58
6.1.4.	<i>Madurez en Analítica.</i>	58
6.1.5.	<i>Madurez en Governance.</i>	59
6.2.	Puntos de interés adicionales	60
7.	Propuesta de Arquitectura de solución de BI	62
8.	Recomendaciones.	74
8.1.	<i>Organizacional.</i>	74

8.2.	<i>Infraestructura</i> .....	74
8.3.	<i>Recursos</i> .....	75
8.4.	<i>Analítica</i> .....	76
8.5.	<i>Governance</i> .....	77
9.	Discusión.....	79
10.	Conclusiones y Trabajo Futuro.....	82
10.1.	<i>Conclusiones</i> .....	82
10.2.	<i>Trabajo futuro</i> .....	83
A.	Anexo. Nombre del Anexo.....	84

**Lista de Figuras**

	Pág.
<b>Figura 1</b> <i>Estructura Académico - Administrativa</i> .....	32
<b>Figura 2</b> <i>Mapa de estratégico, plan de desarrollo</i> .....	33
<b>Figura 3</b> <i>Madurez en la organización.</i> .....	57
<b>Figura 4</b> <i>Madurez en recursos</i> .....	57
<b>Figura 5</b> <i>Madurez en infraestructura.</i> .....	58
<b>Figura 6</b> <i>Madurez en Analítica</i> .....	59
<b>Figura 7</b> <i>Madurez en Governance</i> .....	59
<b>Figura 8</b> <i>Arquitectura de BI actual.</i> .....	62
<b>Figura 9</b> <i>Modelo estrella</i> .....	65
<b>Figura 10</b> <i>Librerías para el desarrollo del código</i> .....	66
<b>Figura 11</b> <i>Dimensiones estudiantes.</i> .....	67
<b>Figura 12</b> <i>Proceso de transformación del modelo.</i> .....	67
<b>Figura 13</b> <i>Fragmento Código Python</i> .....	68
<b>Figura 14</b> <i>Modelo de Datos de Constelación</i> .....	69
<b>Figura 15</b> <i>Propuesta de arquitectura BI</i> .....	71

**Lista de Tablas**

	<i>Pág.</i>
Tabla 1 <i>Nivel de madurez de BI del área de planeación UAC</i> .....	45
Tabla 2 Evaluadores del Instrumento .....	53

## Introducción

La inteligencia de negocios se ha considerado como una de las herramientas prácticas que ayudan en el éxito de diversas compañías, permitiéndoles desarrollar una comprensión de los datos, para de esta manera obtener ventajas competitivas y mejorar sus operaciones (Mohammad et al., 2022). Este enfoque estratégico es esencial en el mundo empresarial actual, y su importancia se puede ver en artículos como Business Intelligence Competency Center: Improving Data and Decisions (Foster et al., 2015), donde se destaca la influencia de una estrategia corporativa bien definida en la claridad de los procesos y en la consecución de objetivos.

La inteligencia de negocios, en coherencia con la definición propuesta por (Ali et al., 2018), consiste en un conjunto de elementos que buscan estructurar el proceder de una entidad mediante la transformación de datos en información útil. Esta debe ser empleada con la finalidad de respaldar las decisiones que necesariamente acarrea el mercado, sin importar el área de desempeño (Ali et al., 2018). Y, además, la inversión en tecnología robusta mejora el acceso a herramientas innovadoras que enriquecen la gestión al permitir visualizar información de diversas formas (Marino, 2017).

Dentro de esta área del conocimiento, se concentran diversos aspectos cruciales para determinar la relevancia de la inteligencia de negocios en un sector específico. Uno de estos aspectos es el índice de gestión estratégica, el cual evalúa la claridad, concisión y viabilidad de la estructura general de una organización, tomando en cuenta elementos como la misión, visión y valores corporativos. Lo anterior debe tener coherencia con los sistemas tecnológicos empleados al interior de las organizaciones (Inmon, 2002), y con el fin de garantizar la estabilidad a largo plazo es necesario incluir también dentro de la planeación estratégica la sostenibilidad (Prieto et al., 2015).

En Colombia, la inteligencia de negocios es una temática sobre la que se hacen repetidos análisis y que, de la mano de las tecnologías de la comunicación y la

información, han comenzado su implementación de manera paulatina principalmente en industrias grandes con la idea central de evitar pérdidas de información y organizar el manejo de datos (Angulo, 2021).

Existe un tipo de organización particular que hace parte del conjunto de entidades que se ven impactadas por la implementación de herramientas y estrategias de inteligencia de negocios y que posee un fin principal que no se basa en la ganancia neta: las universidades. En Colombia, según la Ley 30 del 29 de diciembre de 1992, estas no son propiamente vistas como empresas con fines comerciales, sin embargo, sí se posicionan como personas jurídicas que constituyen sociedades cuyo propósito se enmarca en fines socioeconómicos, es decir, donde la generación de ingresos no se desliga del propósito de formación a la comunidad (Senado de la República de Colombia, 1992). De ahí que el hecho de tener un conocimiento argumentado en datos resulte igualmente relevante para este tipo de corporaciones, pues su finalidad es cumplir con las metas que se trazan a corto, mediano y largo plazo. Por tanto, la inteligencia de negocios se traduce, como se ha mencionado anteriormente, en un aliado del proceso de gestión de la organización (Cobo et al., 2016).

Barranquilla es uno de los sectores donde la presencia de instituciones de educación superior ha aumentado en las últimas décadas. Específicamente la presencia de universidades, entendiendo estas últimas como las que están oficialmente reconocidas bajo esta categoría por el Ministerio Nacional de Educación, representan una densidad importante comparada con la media nacional (Observatorio de la Universidad Colombiana, 2020). Por esta razón, se establece como un punto de interés y de novedad donde se pueda analizar el comportamiento estimado de estas entidades frente a temas relativos a la inteligencia de negocios (Vega et al., 2016).

Una de las instituciones que ha venido creciendo fuertemente y que ha logrado posicionarse como una de las más influyentes dentro de la región es la Universidad

Autónoma del Caribe, entidad que ha acompañado a los colombianos a lo largo de varias décadas y que se ha transformado de manera contundente en temas relacionados con la investigación. Así mismo, ha sido reconocida por su labor institucional, la cual ha beneficiado a diferentes actores dentro de su entorno, al brindar numerosas posibilidades de educación en el distrito. Al ser una institución de alta tradición e impacto dentro de la ciudad de Barranquilla, puede entenderse como un foco de interés donde convergen diferentes temas que resultan llamativos, como lo es el impacto de la inteligencia de negocio dentro de sus procesos (UAC, 2022).

Consecuentemente, la inteligencia de negocios es una necesidad emergente que requiere de una transición dentro de los diferentes sectores y que no es ajeno al modelo de Universidad, ya que acarrea consigo un alto número de alternativas que permiten enfrentar con contundencia los fenómenos globalizados de la actualidad (Kimball, 2016). De ahí que se requiera conocer: ¿Cuál sería la arquitectura de una solución de inteligencia de negocios para el área de planeación de la Universidad Autónoma del Caribe, con el objetivo de agilizar el proceso de toma de decisiones institucionales?

El propósito fundamental del presente trabajo es dar respuesta de forma asertiva al interrogante anteriormente planteado. Con esa intención el actual documento aborda la situación inicialmente a través de la introducción, posteriormente se esclarece mejor el enfoque por medio de la formulación de los objetivos, tanto generales como específicos. Consecuentemente se argumenta la selección del tema por medio de la justificación y se comparte los aspectos conceptuales por medio del marco teórico, así como se profundiza en la problemática por medio de una revisión literaria de los antecedentes presentes por medio de la construcción de un estado del arte. Igualmente, se plantea la hipótesis del trabajo y se abordan las variables que intervienen en el proceso. Luego, se propone la metodología, señalando el cómo se realizará el trabajo y quien es la población involucrada. Posteriormente, se exponen los hallazgos identificados a través de la

sección de diagnóstico, para así poder entregar una propuesta robusta y sustentada.

Finalmente se comparten las recomendaciones pertinentes, junto con las conclusiones determinadas para esta investigación.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Proponer el diseño de una arquitectura de inteligencia de negocios, en el área de planeación de la Universidad Autónoma del Caribe.

### **Objetivos específicos**

- Realizar un análisis conceptual sobre soluciones de inteligencia de negocios cuya aplicación sea útil en entornos universitarios.
- Realizar un diagnóstico del nivel de madurez en inteligencia de negocios dentro del área de planeación de la Universidad Autónoma del Caribe.
- Diseñar una arquitectura de inteligencia de negocios con el propósito de optimizar el proceso de toma de decisiones dentro del área de planeación de la institución.
- Definir un plan de recomendaciones y sugerencias, para implementar el diseño de la solución de inteligencia de negocios, a partir de los hallazgos y oportunidades identificadas.

### **Justificación**

Las soluciones de inteligencia de negocios son una estrategia de vital importancia, como lo indican (Håkansson & Nelke, 2015). Entre las principales razones que se exponen, se encuentran: la sostenibilidad, la individualización, la competencia, la complejidad, la demanda de conocimiento, el desarrollo de tecnologías de información, y la globalización. Según (Mohammad et al., 2022) las prácticas de inteligencia de negocios son factores críticos en las empresas ya que estas favorecen el entendimiento del negocio y generan ventajas competitivas para el desarrollo de las relaciones con los clientes. Adicionalmente, las estrategias de inteligencia de negocios tienen gran importancia para los gerentes de empresas, proporcionando un propósito y dirección en la competitividad (Pellissier & Nenzhelele, 2013). De acuerdo con (Ygnacio & Andrade-Arenas, 2022), la inteligencia de negocios es muy importante para analizar la creciente cantidad de datos que se generan hoy en día y, de esta forma, realizar una excelente toma de decisiones en las empresas. Así mismo (Chaudhuri et al., 2011), indican que la inteligencia de negocios es una recolección de tecnologías para que los empleados como ejecutivos, gerentes y analistas puedan tomar las mejores decisiones.

Durante la toma de decisiones, las soluciones de inteligencia de negocios permiten el apoyo de la integración de varias fuentes y tipos de datos, el almacenamiento y el procesamiento de estos, con el fin de desarrollar capacidades y nuevos descubrimientos (Wieder & Ossimitz, 2015).

En el ámbito de la educación, las instituciones de educación superior se han encaminado al nuevo estilo de toma de decisiones con el fin de mejorar la confiabilidad de las capacidades en torno a este aspecto (Abu et al., 2016).

Es así como se puede afirmar que, las instituciones de educación superior han tenido la necesidad de establecer sistemas de inteligencia de negocio para ser competitivas entre ellas (Salas, 2018).

De manera particular, la ciudad de Barranquilla ha tenido un posicionamiento importante de algunas universidades, como la Universidad Autónoma del Caribe. Esta última ha ido creciendo de forma progresiva durante sus décadas de existencia. Por esta razón, resulta un punto de interés, que muestra la influencia de la implementación de estrategias y metodologías de inteligencia de negocios en establecimiento de esta categoría. Especialmente, es importante enfocar de manera asertiva la investigación, pues se debe acudir a las fuentes esenciales cuyos oficios se dirigen propiamente a esta labor.

Finalmente, enfocar el desarrollo del proyecto en el área de planeación de la Universidad Autónoma del Caribe, facilita el poder identificar los beneficios que se ubican alrededor de aplicar herramientas de inteligencia de negocios al interior de la institución educativa, al ser ellos quienes mayor conocimiento e influencia tienen en el manejo de la información

## **1. Marco Teórico**

### **1.1. Inteligencia de negocios**

El Data Warehouse Institute (TDWI), define inteligencia de negocios como la transformación de los datos en información a través de la combinación de los procesos, las herramientas y la tecnología, la cual está dirigida a un plan estratégico empresarial (TDWI, 2017).

El término inteligencia de negocios se refiere a toda la infraestructura necesaria para manipular los datos obtenidos en los procesos de negocios con el propósito de equipar a los directivos y gerentes con información valiosa para la de toma de decisiones (Joyanes L. A., 2019). La implementación de inteligencia de negocios no solo conlleva desafíos, sino que también representa grandes beneficios para las compañías, un ejemplo de esto es el incremento en el control y visibilidad de los resultados en las actividades relacionadas con los negocios, mayor nivel de eficiencia en los procesos y el desarrollo de actividades llevadas a cabo por parte de los empleados, una cultura de datos que impulsa la consecución de los objetivos estratégicos y la agilidad en la toma de decisiones (Solano, 2017).

Según (Watson, 2009), la inteligencia de negocios es la aplicación en conjunto de tecnologías y procesos con el fin de recolectar, almacenar y analizar la información para facilitar la toma de decisiones en las organizaciones. Por otro lado, la inteligencia de negocios es una arquitectura acompañada de aplicaciones que apoyan la selección de diferentes opciones de acuerdo con las necesidades de las empresas o interesados (Atre & Terpeluk, 2003).

### **1.2. Arquitectura de inteligencia de Negocios.**

La inteligencia de negocios requiere de un conjunto de herramientas e instrumentos para llevar a cabo los procesos que se relacionan en su implementación.

Dicho conglomerado de elementos recibe el nombre de arquitectura, haciendo referencia a la estructura que solventa el manejo y análisis de datos. Dentro del grupo de aplicaciones o herramientas mencionados se pueden encontrar terminologías como *data warehouse*, *data mart*, *reporting* y visualizaciones. (Joyanes L. , 2015).

(Sorour & Atkins, 2024) proporcionan tres enfoques para construir sistemas de Inteligencia de negocios: el enfoque de BI basado en Data Warehouse, la arquitectura de Business Intelligence orientada a servicios (SoBI), y el Business Intelligence de autoservicio (Self-service BI).

### **1.3. Arquitectura de inteligencia de negocios basada en Data Warehouse:**

En el enfoque tradicional de Business Intelligence, los datos suelen ser extraídos de diversas fuentes, transformados y luego cargados en un almacén de datos centralizado. Este proceso se conoce como ETL (Extracción, Transformación y Carga). Una vez que los datos están en el almacén de datos, se utilizan herramientas de informes y análisis para generar informes, dashboards y análisis que ayuden a las empresas a tomar decisiones informadas. Este enfoque tradicional a menudo requiere la participación de equipos de tecnologías de la información (TI) para desarrollar y mantener el almacén de datos, así como para crear informes y análisis para los usuarios finales. Esto puede llevar tiempo y esfuerzo, lo que a veces resulta en un proceso que no es lo suficientemente ágil para satisfacer las necesidades cambiantes de las empresas.

### **1.4. Arquitectura de Business Intelligence Orientada a Servicios (SoBI):**

La arquitectura de Business Intelligence orientada a servicios (SoBI) adopta un enfoque más modular y flexible para el BI. En SoBI, se utilizan servicios web para facilitar la comunicación entre los diferentes componentes del sistema de BI. Esto permite una mayor flexibilidad en la integración de datos de diversas fuentes y en la entrega de información a los usuarios finales. En SoBI, los datos pueden ser extraídos, transformados y cargados utilizando servicios web, lo que puede simplificar el proceso y

hacerlo más ágil. Además, los servicios web pueden utilizarse para proporcionar acceso a los datos y herramientas de BI a través de interfaces estándar, lo que facilita la integración con otras aplicaciones empresariales.

### **1.5. Business Intelligence de Autoservicio (Self-service BI).**

El Business Intelligence de autoservicio es un enfoque en el que se proporciona a los usuarios finales herramientas y plataformas que les permiten acceder y analizar los datos por sí mismos, sin la necesidad de la intervención de equipos de TI. Esto incluye herramientas de visualización de datos, generación de informes ad hoc y herramientas de análisis de datos que son fáciles de usar y no requieren conocimientos técnicos avanzados. El objetivo del Business Intelligence de autoservicio es capacitar a los usuarios finales para que tomen decisiones informadas de manera más rápida y eficiente, al tiempo que liberan a los equipos de TI para que se enfoquen en tareas más estratégicas y de valor agregado. Sin embargo, es importante establecer políticas y controles adecuados para garantizar la calidad y la integridad de los datos en un entorno de BI de autoservicio.

### **1.6. Data Warehouse.**

Constantemente, al interior de las organizaciones, los datos derivan de diversas fuentes, es decir, no existen orígenes estandarizados, sino que se combinan diversos formatos, lo que dificulta constantemente el procesamiento de estos. Para abordar dicha situación, se establece el término data warehouse como un concepto que contribuye al manejo de los datos, este se define como un almacén de datos que consolida los orígenes disponibles en una compañía, para posteriormente organizarla de manera pertinente, de tal forma que la información pueda ser analizada. (Joyanes L. , 2015).

Según (Inmon W. H., 2005) un data warehouse es una base de datos centralizada que almacena información proveniente de diferentes fuentes operacionales de la empresa. Está diseñado para proporcionar una visión unificada e histórica de la organización, integrando y transformando datos de diversos sistemas para facilitar su análisis a nivel global. En contraste, un datamart es un entorno departamental especializado, que almacena datos relevantes para un departamento o área de negocio específico, como marketing o contabilidad.

En la arquitectura de un Data Warehouse, existe una capa de backend que incluye herramientas de ETL para extraer información de diversas fuentes de datos internas o externas y cargarla en el Data Warehouse. Además, esta etapa incluye un área de "staging", donde los datos se almacenan y preparan para su posterior carga en el Data Warehouse (Vaisman & Zimányi, 2022).

En el diseño de un Data Warehouse relacional, existen cuatro representaciones comunes: el esquema estrella, que consta de una tabla de hechos con llaves foráneas de dimensiones y medidas necesarias para los cálculos, y tablas de dimensiones para cada dimensión del modelo. En este esquema, la tabla de hechos suele estar normalizada, mientras que las tablas de dimensiones no lo están. En segundo lugar, se encuentra el esquema copo de nieve, que normaliza las tablas de dimensiones para evitar redundancias y facilitar su mantenimiento y eficiencia en el almacenamiento, aunque a costa de sacrificar rendimiento por la necesidad de realizar más joins entre las tablas, lo que puede ralentizar las consultas. En tercer lugar, está el esquema Starflake, que combina los esquemas estrella y copo de nieve, donde algunas dimensiones están normalizadas. Por último, se tiene el esquema constelación, que cuenta con varias tablas de hechos que comparten o se relacionan a través de tablas de dimensiones (Vaisman & Zimányi, 2022).

Los Data Warehouse se pueden construir utilizando diferentes tecnologías. Una de ellas es el stack on-premise de Microsoft, que incluye herramientas como SSIS para la construcción de procesos ETL, Analysis Services para crear bases de datos analíticas (ya sean tabulares o multidimensionales), y Reporting Services para crear y generar informes (Vaisman & Zimányi, 2022). Además de SSIS, existen otras herramientas para realizar ETL por lotes, como IBM InfoSphere DataStage, Informatica y Oracle Data Integrator. Otras soluciones basadas en la nube incluyen Matillion, Blendo, Stitch, Fivetran y Alooka. Asimismo, existen herramientas con interfaces sencillas de usar, como Pentaho, y muchas otras más, cada una con sus propias particularidades (Patel & Patel, 2020).

### **1.7. Reporting.**

Posterior a la estandarización de datos mediante los almacenes que permiten su organización se procede a la generación de información de utilidad mediante la transformación de estos. Para esto, mediante previo procesamiento empleando los programas necesarios, se obtienen informes que incluyen campos y métricas de interés que pueden contribuir en la toma de decisiones. (Joyanes L. , 2015)

### **1.8. Visualización.**

Consiste en la etapa final de la arquitectura de inteligencia de negocios y se sintetiza en la forma en que la información conseguida luego del procesamiento de datos es presentada a los grupos de interés, valiéndose de elementos estadísticos que formulan escenarios deductivos y predictivos con relación a las situaciones que se agrupan dentro de determinado análisis. Su desarrollo se vale de aplicaciones que poseen sistemas enriquecidos en modelamiento de datos y elementos gráficos, así como

lenguajes de programación que permite la generación de indicadores o KPI. (Joyanes L. , 2015)

### **1.9. Indicador clave de desempeño o KPI.**

Consiste en métricas de carácter cuantitativo que permiten concretar el comportamiento de diversas variables, contribuyendo al mejoramiento del rendimiento de las organizaciones. Sus características varían de acuerdo con el carácter del negocio en el que se estén implementando y ayudan a tener una visión clara del desempeño de dicha variable para tomar decisiones que estén alineadas a la realidad que allí se evidencia (Quimbia Loyo, 2017).

### **1.10. Modelos Teóricos de Inteligencia de Negocios.**

La inteligencia de negocios es un área del conocimiento que se enriquece a partir de un conjunto de propuestas que enmarcan pautas de desarrollo y análisis dentro de las organizaciones, de tal manera que, para comprender el término es necesario considerar las diferentes teorías que es posible implementar para determinar el grado de madurez de inteligencia de negocio al interior de una corporación, así como algunas metodologías concisas que se pueden aplicar para resolver las falencias detectadas. Los modelos de madurez de inteligencia de negocios son herramientas útiles para evaluar el grado de implementación de la inteligencia de negocios en las empresas (Pérez & Medrano, 2013).

Entre los ejemplos más destacados de estos modelos de madurez de inteligencia de negocios se encuentran el modelo de Transformación de Datos con Inteligencia de Negocios (TDWI) y el modelo de madurez de inteligencia de negocios de Gartner. Estos modelos ofrecen marcos específicos para evaluar y mejorar la madurez de BI en las organizaciones.

### **1.11. Modelo de transformación de datos con inteligencia de negocios (TDWI).**

Uno de los modelos más destacados es el de Transformación de datos con inteligencia de negocios, TDWI por sus siglas en inglés, que se enfoca en cinco categorías clave: organización, infraestructura, gestión de datos, analítica y gobernanza. Para llevar a cabo la evaluación, se utilizan treinta y cinco preguntas que permiten clasificar a las empresas en cinco etapas de madurez analítica: naciente, pre-adopción, adopción temprana, adopción corporativa y madurez/visionaria (Halper & Stodder, 2014).

Dicho modelo permite abordar aspectos de suma relevancia para analizar la relevancia que se le otorga a la aplicación de estrategias de inteligencia de negocios al interior de las organizaciones o entornos empresariales, es decir, se puede considerar como un modelo robusto que engloba puntos que envuelven la madurez de inteligencia de negocios, contribuyendo a que sus resultados sean altamente aproximados al panorama real.

### **1.12. Modelo de madurez de inteligencia de negocios de Gardner.**

El modelo de madurez de Gartner es otro marco ampliamente utilizado por las empresas para clasificar su grado de madurez en niveles que van desde realizar análisis ad hoc sin procesos formales hasta integrar la inteligencia de negocios como parte de su estrategia para maximizar el valor de los datos como un activo valioso. Estos niveles son cinco: Desconocido, Oportunista, Estándares, Empresa y Transformador (Gartner, 2015).

De igual forma, este componente teórico-práctico hace su propuesta de los eslabones mencionados a partir de la evaluación de conceptos altamente representativos dentro de la inteligencia de negocios, que congregan la búsqueda de eficiencia y efectividad y los cuales se desglosan como: la gobernanza, la organización, las tecnologías, los procesos y las métricas del negocio (Gartner, 2015).

### 1.13. Modelo de las cinco fuerzas de Porter.

Consiste en un modelo analítico que permite formular diversas estrategias al interior de cualquier organización o industria. El eje central de dicho planteamiento gira en torno al concepto de competitividad, entendido como un conjunto de cinco fuerzas representativas, es decir, se busca determinar el grado de intensidad de este dentro del mercado. (David, 2003).

Las distintas fuerzas establecidas por el modelo de las cinco fuerzas de Porter se mencionan a continuación (David, 2003):

- Desarrollo potencial de productos o suministros: para tener una visión clara del mercado en el que se desarrolla una organización es fundamental que se evalúe de manera constante las principales fuentes de competencia que pueden surgir en el momento, ya que estas pueden sustituir el servicio prestado.
- Poder de negociación de proveedores: los actores encargados de apoyar la prestación del servicio a partir del suministro de sus actividades o materias primas influyen directamente en el comportamiento de los indicadores de la organización de interés, por lo que se debe mantener una relación estable y favorable que busque el máximo provecho para ambos implicados.
- Poder de negociación de Consumidores: las fluctuaciones del mercado varían los medios o formas de prestación de bienes o servicios, es por esta razón que es fundamental mantener un canal de negociación claro que permita sostener una relación estable entre las empresas y sus usuarios finales.
- Rivalidad entre empresas: se entiende como la fuerza más importante dentro del modelo y se fundamenta en la ventaja competitiva que puede exaltar cada entidad con el fin de sobresalir dentro de su área de desempeño.
- Entrada potencial de nuevos competidores: en relación con los prestadores de servicios o productos de índole similar, es muy importante establecer, de

acuerdo con el crecimiento del mercado, la posible expansión de los miembros que lo componen.

#### **1.14. Evaluación de la misión de la empresa.**

La misión empresarial es uno de los factores más relevantes dentro de la planeación estratégica de una organización, pues determina bajo parámetros establecidos el camino que se sugiere transitar con la finalidad de alcanzar las metas que se trazan en búsqueda la sostenibilidad y el éxito de la entidad. Es decir, la misión empresarial constituye un punto de partida para orientar la planeación de la misma, pues es esta aquella que define el eje central de una organización, estipulando su razón de ser y dando a entender cuáles son objetivos a corto, mediano y largo plazo.

Si bien la misión empresarial no posee una extensión muy amplia, es determinante al señalar las bases organizacionales, pues rige decisiones importantes como el destacar los puntos que sobresalen sobre los demás competidores y el identificar cual es la identidad de la empresa, lo que se traduce posteriormente en priorizar el empleo de recursos y la ejecución de actividades o proyectos.

Para una adecuada elaboración de la misión se sugiere clarificar cuál es el propósito de la organización, proporcionar una forma para determinar la distribución de los recursos de la empresa, determinar el ambiente corporativo. Una misión elaborada de la manera adecuada debe tener una extensión concisa pero suficiente que llame la atención de todos los grupos de interés. (David, 2003)

La planeación estratégica puede ser vista como una ciencia, pero a su vez como un arte que tiene como objetivo permitirle a una empresa formular, poner en marcha y evaluar las decisiones que posibilitan alcanzar los objetivos, y para esto la planeación

estratégica busca integrar distintos procesos estratégicos, entre ellos, los sistemas de información (David, 2003).

### **1.15. Universidades en Colombia.**

Las instituciones de educación superior en Colombia son entendidas como organizaciones cuyas funciones son de carácter social, que pueden constituirse como entidades de orden público o privado y que registran dos tipos de clasificaciones especiales, Clasificación A y Clasificación B. El primer grado, de manera consecuente, corresponde a la asignación que se da de acuerdo con las particularidades académicas, es decir se dividen en instituciones técnicas profesionales, instituciones tecnológicas, instituciones universitarias o escuelas tecnológicas y, finalmente, las que competen a esta investigación: las universidades, de acuerdo con los programas que se ofertan y sus respectivas condiciones. De manera subsecuente, la segunda clasificación consiste en la categorización de acuerdo con la naturaleza jurídica a través de la cual se constituye la institución de educación superior, es decir, si es de carácter estatal, si se puede considerar como entes autónomos o si constituyen organizaciones privadas (Ministerio de Educación Nacional, 2019)

Las universidades, de manera particular, son definidas por parte del Ministerio de Educación Nacional de acuerdo con el número de programas en nivel de pregrado y posgrados ofertados a la comunidad, es decir, se requiere sobrepasar un umbral que es analizado por el personal indicado para adquirir tal clasificación (Ministerio de Educación Nacional, 2019). Este tipo de instituciones resaltan de manera particular debido a su abanico de posibilidades, ya que, de acuerdo con las exigencias de los entes territoriales, encabezan la lista dentro de su sector, al ser quienes poseen mayor diversidad en los servicios ofertados a la comunidad educativa.

### **1.16. La inteligencia de negocios en la educación superior**

La revolución tecnológica causada a partir de los diferentes fenómenos socioeconómicos de los últimos años ha impactado de manera contundente el desarrollo de todos los modelos corporativos existentes. Las instituciones de educación superior han tenido que acoplar a sus actividades elementos de inteligencia de negocios; desde el pago de matrículas y gestión de la información hasta sus procesos pedagógicos se han visto impactados con la finalidad de obtener robustez y fiabilidad en la toma de decisiones (Gonzaga, 2021).

Esta idea también es sustentada mediante la afirmación que indica que el aumento de población estudiantil caracteriza uno de los retos más grandes en cuanto a la obtención de información realista (Arangüena & Huamán, 2018).

De manera consecuente, se postula que las instituciones de educación superior han comenzado a incorporar elementos como herramientas de visualización de datos, infraestructuras de big data y sistemas nuevos y complejos de datos, que a partir de actores humanos y tecnológicos buscan obtener métricas confiables sobre el comportamiento institucional en diferentes variables de interés (Williamson, Big data en Educación, 2018).

De otra parte, la aplicación de modelos basados en inteligencia de negocios dentro de las instituciones de educación superior es correspondiente a la búsqueda de soluciones en diversos aspectos. Sin embargo, como toda alternativa para afrontar conflictos naturales de la actividad organizacional, requiere un esfuerzo económico importante y una inversión de tiempo sustancial, lo que lleva a que constantemente no se acuda a las mejores prácticas en el manejo de datos (Guster & Brown, 2012).

Así mismo, la implementación de herramientas y estrategias de inteligencia de negocios en instituciones de educación superior constituye una urgencia, pues resulta indispensable que dichas organizaciones conozcan cuáles son sus necesidades y las de

sus estudiantes, con la finalidad de abordarlas de manera apropiada y contundente (Cómbita Niño et al., 2020).

Antes de aplicar un determinado modelo de inteligencia de negocios dentro de una universidad es indispensable que se haga una planeación estratégica donde se identifique, analice y proponga el paso a seguir más apropiado, pues si bien se debe contemplar un manejo de datos estandarizado, las soluciones a proponer deben adaptarse al entorno en cuestión (Vega et al., 2016).

En conjunto con lo mencionado, como parte de la aplicación de conceptos propios de la inteligencia de negocios, las entidades académicas no pueden ser ajenas a la adaptación de una planificación estratégica acertada que contemple, mediante metodologías analizadas, los factores tanto internos como externos que acarrearán consecuencias sobre el desarrollo de las operaciones (Casartelli et al., 2010).

Las instituciones de educación superior generan grandes cantidades de información, sin embargo, estos no son aprovechados con el fin de extraer información útil. El dar sentido a la información en las organizaciones es de vital importancia y un factor clave para su competitividad en el mercado (Rashdi & Nair, 2017).

Específicamente, dentro de la educación superior, la inteligencia de negocios se ve como una solución muy prometedora en lo que respecta a agregar mucha eficiencia necesaria a nivel operativo (Guster & Brown, 2012).

También ha habido éxitos relacionados con el uso de la tecnología en concordancia con la inteligencia de negocios dentro de la educación superior. Específicamente, la minería y el análisis de datos se han utilizado para analizar los datos de los estudiantes, guiar el rediseño del curso y para reorganizar la evaluación, así como para fomentar nuevos modelos de comunicación entre los profesores y el aprendizaje de los estudiantes (Baepler & Murdoch, 2010).

(Riofrio et al., 2015), proponen, en su trabajo “Business Intelligence applied to Learning Analytics in student-centered learning processes”, el uso de soluciones de inteligencia de negocios en tareas de Aprendizaje de Analíticas (Learning Analytics LA) dirigidas al estudiante y su aprendizaje. La inteligencia de negocios le provee a las tareas de Aprendizaje de Analíticas la información de diferentes fuentes, y con ellos se realiza almacenamiento, modelado y seguridad de los datos. Con lo anterior, (Riofrio et al., 2015) indican que es necesario un proceso adecuado de transformación y carga de los mismos para la institución educativa.

Por otro lado, (Arangüena & Huamán, 2018), demuestran la importancia de la eficiencia en la toma de decisiones en el área de Ciencias de la Ingeniería de la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional del Altiplano, Perú, con el apoyo de la inteligencia de negocios.

(Vega et al., (2015) presentan el estudio, análisis y evaluación de las características de la información existente en la comunidad académica con el fin de proponer el modelo de inteligencia de negocios para ser aplicado, en donde, al tener información de la comunidad académica, se plantean estrategias para facilitar la toma de decisiones en las instituciones educativas.

La inteligencia de negocios aplicada en las universidades puede llevar a grandes beneficios, como lo demuestra el caso de la Universidad Arab International (AIU). A través de la implementación de inteligencia de negocios, la institución ha logrado entender cómo mejorar el promedio ponderado de los estudiantes, conocerlos mejor y encontrar oportunidades para apoyarlos en su proceso educativo. Así mismo, ha encontrado una manera más eficiente de programar los cursos y ha podido categorizar a los estudiantes con base en diferentes factores (Alnoukari, 2009).

La Universidad de Taibah desarrolló una solución con inteligencia de negocios para apoyar el proceso de asuntos académicos, con el fin de ayudar a entender

situaciones como la eliminación constante de ciertos cursos por parte de los estudiantes, el retraso en el plan de estudios de los estudiantes y la pérdida de ciertos cursos sin una explicación aparente (Boulila et al., 2018).

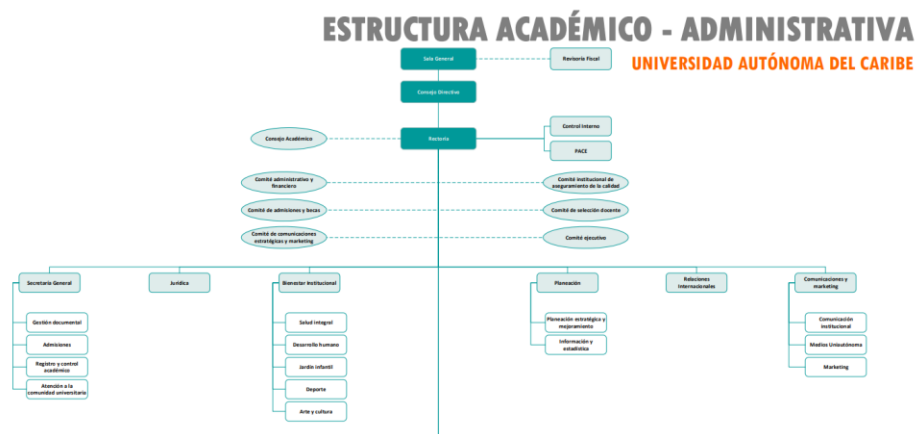
**1.17. Universidad Autónoma del Caribe.**

La Universidad Autónoma del caribe es una institución de educación superior catalogada como Universidad por el Ministerio Nacional de Educación. Se encuentra ubicada en la ciudad de barranquilla y ha hecho presencia durante más de cinco décadas en la ciudad. Dentro de su organización se pueden encontrar cinco facultades que ofertan más de veinte pregrados y alrededor de veinte postgrados entre maestrías y especializaciones, adicional a sus diplomados y cursos de educación continua (UAC, 2022).

Dentro de su organigrama, como se observa en la figura 1, se puede encontrar el departamento de planeación, el cual se encuentra en un nivel jerárquico importante, y se desenvuelve como un área que es independiente de otras, a pesar de la interacción que puede establecer con sectores como tecnologías de la información y la comunicación, por sus semejanzas en aspectos informáticos. (Universidad Autónoma del Caribe, 2020)

**Figura 1**

*Estructura Académico - Administrativa*



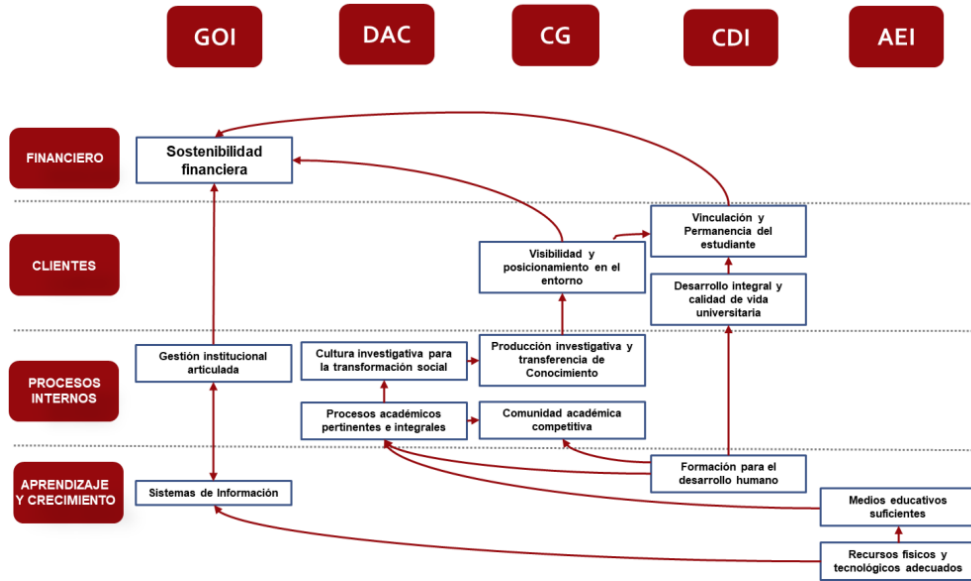
Nota. Organigrama institucional del plantel educativo. Tomado de (Universidad Autónoma del Caribe, 2020)

De otra parte, en el Plan de Desarrollo Institucional de la universidad se puede evidenciar que existe una ruta enmarcada con los aspectos que resultan de mayor interés para lograr el enaltecimiento de esta. Se destaca que, dentro de los propósitos que se han trazado cumplir en un periodo de tiempo entre el año 2022 y 2028 se encuentran el fortalecimiento y desarrollo sostenible, basada en el posicionamiento de la institución, fortalecimiento y mejora de esta, situaciones que se han venido trabajando desde el año 2013.

De otra parte, el diseño de la estrategia es enlazado de manera directa por el departamento de planeación, quienes orientan todos sus esfuerzos a la aplicación de metodologías basadas en la inteligencia de negocios para coordinar procesos centrados en encuadrar el enfoque institucional para los tiempos venideros. En la figura 2 se puede apreciar el mapa de estrategia para el plan de desarrollo institucional 2022-2028, donde se articulan las categorías de interés. (Universidad Autónoma del Caribe, 2022)

## **Figura 2**

*Mapa de estratégico, plan de desarrollo*



Nota. Mapa de estrategia para el plan de desarrollo institucional 2022-2028. Tomado de (Universidad Autónoma del Caribe, 2020)

Es de anotar que dicho plan requiere esfuerzos a nivel estratégico, táctico y operativo. Así mismo, el enfoque del plan radica en procesos de articulación que contribuyan a gestionar de manera efectiva diversos aspectos de la universidad que garanticen el bienestar de toda la comunidad educativa. De ahí que el poder establecer indicadores que entreguen información real y de calidad constituye un factor indispensable para la adecuada ejecución de los modelos planteados, ya que son estos quienes señalaran a la institución si se están desarrollando los proyectos de forma acertada. De manera especial, organizar la estructura en el procesamiento de datos se consolida como el pilar y la base que da sustento a todo el plan estratégico.

## 2. Estado del arte.

### 2.1. Soluciones de inteligencia de negocios en instituciones de educación superior.

(Dell'Aquila et al., 2008) presentan un enfoque para implementar Business Intelligence en el contexto universitario, lo que implica el diseño y la implementación de un Data Warehouse específico para una universidad, así como ejemplos de consultas analíticas. Se ofrece una visión general de cómo se puede implementar la tecnología de Business Intelligence en el ámbito universitario, incluyendo la arquitectura del almacén de datos, ejemplos de consultas analíticas. Además, proponen planes para futuras mejoras del sistema, lo que brinda una base sólida para el uso efectivo de BI en el ámbito académico.

En el estudio de (Agustiono, 2019) que aborda el desarrollo de una solución de Business Intelligence (BI) en una universidad indonesia con limitaciones en financiamiento, conocimiento e infraestructura de tecnologías de la información (TI), se adopta el enfoque sugerido por (Atre & Terpeluk, 2003). Este enfoque, que estructura y adapta el proyecto, incluye la identificación de los desafíos que la solución de BI pretende abordar, el conocimiento de la infraestructura de TI existente, la elección de Pentaho como herramienta ETL y la realización de un Proof of Concept (POC) que abarca desde la conceptualización hasta el prototipado del dashboard destinado a los usuarios finales.

También, la propuesta de (Sorour et al., 2020), se centra en una solución de inteligencia de negocios dirigida a instituciones de Educación Superior en Arabia Saudita. Su enfoque busca medir y mejorar la calidad de la educación, así como evaluar y monitorear el rendimiento de programas académicos y servicios según estándares de calidad y metas preestablecidas. La arquitectura propuesta sigue un modelo tradicional de BI, integrando un Data Warehouse compuesto por diversas fuentes de datos (fuentes internas, fuentes externas, redes sociales y servicios cloud), una capa de movimiento, almacenamiento y procesamiento de datos (ETLs y DW), y, finalmente, una capa de

visualización de datos y generación de informes, que abarca dashboards, reportes, hojas de cálculo y consultas ad hoc.

Por otro lado, en temas de metodologías de diseño, (Van Dyk, 2008) realiza una propuesta orientada a la creación de un enfoque de inteligencia de negocios y un modelo de Data Warehouse para decisiones a nivel micro en la educación superior. Siguiendo el marco de trabajo de Kimball, se desarrolla un Data Warehouse compuesto por dos Data Marts: uno centrado en estudiantes, que presenta información detallada sobre el alumno, y otro denominado "click-stream", diseñado para medir el comportamiento de estudio en la plataforma en línea de la universidad. Este enfoque respalda la evaluación efectiva de los procesos de enseñanza en línea.

Asimismo, el trabajo de (Sinaga & Girsang, 2017), se centra en el diseño de un Data Warehouse con el propósito de integrar diversas fuentes de datos para el proceso de acreditación de una universidad. Este diseño, ejecutado bajo la metodología de 9 pasos de Kimball, resulta en tres esquemas de estrella distintos: uno dedicado al registro académico, otro al cuerpo docente y uno más a los estudiantes. La implementación de Extracción, Transformación y Carga (ETL) se realiza mediante la herramienta Pentaho. Este enfoque busca asegurar que la información de la universidad sea precisa y esté lista para su revisión por parte del asesor durante el proceso de acreditación.

Por otra parte, en el trabajo de (Khatibi et al. , 2020) se desarrolla un modelo de inteligencia de negocios para el sistema de educación iraní. En este modelo, se propone una estructura de inteligencia de negocios de 5 capas que comienza con la recolección de datos en la capa de fuentes de datos, seguida por el proceso de mapeo de datos. Posteriormente, se establece la capa de almacén de datos, con un enfoque específico en el modelado multidimensional, seguida por una capa dedicada al monitoreo y predicción de tendencias. Finalmente, se implementa la capa de visualización a través de

Dashboards. Este modelo resulta en un esquema de estrella para el Data Warehouse y un prototipo de Dashboards desarrollado en QlikView, además del uso de SPSS Clementine para el análisis de series de tiempo.

Igualmente, en el trabajo de (Kleesuwana et al., 2010) se presenta una arquitectura de inteligencia de negocios para apoyar la toma de decisiones en la asignación de recursos a las instituciones de educación superior en Tailandia. Además, se plantea un modelo de datos de esquema estrella para la analítica de datos.

De igual modo, (Somya et al., 2018) presenta una arquitectura de inteligencia de negocios orientada a servicios para la integración de datos financieros y académicos en la Universidad Cristiana Satya Wacana. Se desarrolla una arquitectura en la que la integración de los datos se realiza a través de servicios web en lugar de seguir el enfoque tradicional. Se crea una aplicación de inteligencia de negocios que realiza la solicitud al servicio web para cargar los datos en el Data Warehouse, el cual está construido en una base de datos SQL Server y modelado en un esquema de constelación.

En temas de infraestructura y tecnología, encontramos el trabajo de (Santoso, 2017), donde se aborda la implementación de big data con Hadoop en conjunto con un Data Warehouse para fortalecer este último y respaldar la toma de decisiones en contextos universitarios. La arquitectura propuesta presenta un sistema de Data Warehouse moderno que incorpora fuentes de datos estructurados y no estructurados, procesándolos en tres etapas. Estas etapas, con transformaciones específicas, culminan en la preparación de datos limpios para el consumo por parte del usuario final.

También en el trabajo de (Scholtz et al., 2018), se propone un marco de trabajo de inteligencia de negocios aplicable a instituciones de educación superior para gestionar

información relacionada con sostenibilidad. Utilizando como caso de estudio una institución sudafricana, identificaron problemáticas, presentaron una solución teórica y desarrollaron una prueba de concepto (PoC) de una herramienta de BI. El marco consta de seis capas: ETL, datos, informes, analítica, monitoreo y presentación. Para la capa de ETL, se sugiere el uso de SSIS; para la creación de cubos de datos, se propone SASS. En las capas de informes, analítica y monitoreo, se proponen Tableau, Excel y R. Finalmente, como capa de presentación, se propone Tableau Online.

De igual modo en el trabajo de (Moturi & Emurugat, 2015), se tiene como objetivo encontrar una forma más fácil y rápida de analizar datos, diseñando e implementando una solución que transforme el análisis en informes con poco o ningún apoyo del departamento de TI. En el contexto de una universidad pública en Kenya, se diseñó un Data Warehouse que lleva a cabo ETLs de diversas fuentes de datos (SQL Server, Excel, Access y otros archivos externos e internos) mediante DTS. Estos datos se cargan en un DataMart con un modelo estrella, permitiendo posteriormente la generación eficiente de informes en Excel.

Y asimismo (Sorour & Atkins, 2024) plantean una solución de Big Data para monitorear la calidad de las instituciones de educación superior a través de Dashboards. Se presentan tres propuestas distintas de arquitecturas de BI para instituciones de educación superior, junto con recomendaciones para que seleccionen la que mejor se ajuste a sus necesidades. Posteriormente, se crea un prototipo de unos dashboards en Power BI para medir la calidad de las instituciones, explicando cada una de las fases del diseño.

En términos de visualización y análisis de datos, en el estudio de (Lapura et al., 2018), se aborda el desarrollo de un Data Warehouse y una herramienta de visualización para el área financiera de una universidad. Se siguieron cuatro etapas estructuradas:

Planificación, Desarrollo del Data Warehouse, Implementación de la Aplicación de Inteligencia de Negocios y Evaluación del Sistema. La fase inicial identificó factores críticos para el éxito del proyecto. Bajo la metodología Kimball y mediante un esquema de estrella en la plataforma Postgres, se materializó el Data Warehouse, el cual se alimenta mediante procesos ETL en Pentaho. Luego, se diseñó la aplicación web de BI, la cual, a través de una API REST, realiza consultas a la información almacenada. Finalmente, al evaluar la eficiencia de la aplicación web de BI, se destaca la eficiencia al superar en rendimiento la opción de realizar consultas directas a las bases de datos transaccionales, reduciendo el tiempo promedio de consulta en un 50%.

Asimismo, en el trabajo de (Petrlik et al., 2023) se plantea la creación de una aplicación de inteligencia de negocios para el control del gasto en diversas universidades públicas del Perú. El estudio implica un análisis detallado del gasto en estas instituciones, generando gráficos que sirven de base para el desarrollo de la aplicación de BI. Este enfoque busca mejorar la gestión del gasto en el ámbito universitario.

De igual modo, en el trabajo de (Mamykova et al., 2021) se propone el diseño e implementación de un sistema de información para la Universidad Nacional de Kazajistán basado en la plataforma Power BI. Se describe la arquitectura de datos de los sistemas de información corporativos de la Universidad Nacional al-Farabi de Kazajistán, así como el diseño e implementación de un sistema de información y análisis en la plataforma de análisis empresarial en la nube de Microsoft Power BI. Este sistema integra todos los datos dispares de los sistemas de información corporativos de la universidad y fuentes de datos transaccionales, incluyendo la lógica de extracción de datos, transformación, implementación de informes visuales en Power BI y el modelo de acceso basado en roles a los mismos.

Por último, también se han desarrollado aplicaciones prácticas, como es el caso del trabajo de (Karabtsev et al., 2023) se desarrolla un sistema de información destinado a respaldar la toma de decisiones relacionadas con el personal docente en la Universidad Estatal de Kemerovo. Este sistema se diseña con un enfoque de tres etapas para el soporte de decisiones. La primera etapa implica la consolidación de datos, donde se identifican las fuentes de datos, se realiza la extracción y el preprocesamiento. Luego, se construye un modelo de datos multidimensional, y finalmente se procede a la creación de informes y análisis. En este proceso de consolidación, se emplea SSIS junto con algunos scripts de Python para extraer datos a través de una API. Para el modelado tabular, se utiliza SSAS, y para la generación de informes, se recurre a Power BI y SSRS.

## **2.2. Empleo de herramientas y estrategias de inteligencia de negocios en las universidades en Colombia.**

Las universidades colombianas son centros de formación académica amplios, donde conviven miles de individuos con intereses diversos que buscan, a partir de las posibilidades ofertadas por las instituciones, alcanzar diferentes propósitos. Para posibilitar dicha situación se requiere de un análisis exhaustivo que garantice que existe una adecuada gestión de la información, es decir, que se reconocen las diversas fuentes de información existentes y a su vez se aplican estrategias tecnológicas para manejar dichos recursos mediante procesos basados en organización y calidad. Esto contribuirá a que las instituciones identifiquen preventivamente riesgos y puedan aprovechar situaciones que se presentan (Castiblanco, et al., 2017).

(Guzmán, 2017) expone, desde su investigación centrada en la Universidad Nacional Abierta y a Distancia, que las universidades colombianas han ido incrementando de manera exponencial y con el paso de los años la cantidad de datos e información que es necesaria manipular en los diversos ámbitos académicos y

gerenciales. Sin embargo, se carece de metodologías adecuadas para enfrentar el reto de gestionar adecuadamente este tema a partir de una disposición acertada de recursos. Es por esto que se ha despertado el interés debido a que los beneficios que resultan a partir de la aplicación de inteligencia de negocios son sumamente provechosos para maximizar eficiencia y calidad del servicio.

Adicionalmente, introduce el concepto de inteligencia educativa, referente al uso de la inteligencia de negocios dentro de las Instituciones de educación superior, el cual da muestra de la necesidad latente de incorporar estándares que guíen el proceso correcto para implementar aspectos relacionados con la inteligencia de negocios dentro de las universidades (Guzmán, 2017).

La inteligencia de negocios es un área que ya ha tenido pilares de análisis para universidades presentes en el Valle de Aburrá. (Castaño, 2017) expone que la aplicación de alternativas tecnológicas es un tópico que ha tenido desarrollo dentro de instituciones como la Universidad de Antioquia, la Universidad Nacional de Colombia y la Universidad Pontificia Bolivariana, donde, si bien se ha trabajado alrededor de esta cuestión, el potencial que se puede explorar continúa siendo amplio.

Uno de los elementos que es necesario evaluar para determinar, parcialmente, el grado de madurez de inteligencia de negocios dentro de cualquier organización se centra en los modelos de transferencia tecnológica existentes al interior de estas, de manera particular en Colombia este tipo de evaluaciones particularmente para las universidades ha corroborado lo esencial de dicho punto, a la vez que se ha mostrado que falta una definición más precisa de las funciones que poseen los grupos de trabajo dedicados al ámbito tecnológico, pues en ocasiones se desvía del punto inicial. De ahí que se pueda establecer que existe un punto inicial donde se comienzan a aplicar estrategias que se requieren profundizar y relacionar con temas como la repartición de recursos financieros por parte de las instituciones (Toro , et al., 2022).

Un ejemplo de las utilidades que puede conllevar la implementación de modelos y estrategias de inteligencia de negocios al interior de las instituciones se ve claramente reflejado en el caso de la Universidad de Manizales, donde se ha evaluado el grado aplicación en los procesos de autoevaluación institucional, como metodología para manejar de manera eficiente los datos disponibles y transformarlos en información útil, donde se observa una tendencia anteriormente mencionada, se tiene un punto de partida que requiere de mejoras (López & Gómez, 2016).

Un ejemplo adicional de cómo la implementación de herramientas de inteligencia de negocios puede dar una señal clara con relación a construir un panorama específico sobre el entorno socio demográfico de las universidades se puede visualizar en el trabajo (Ojeda Marin & Gonzalez Gomez, 2019), donde se plantea una solución para de inteligencia de negocios para caracterizar el panorama con relación a la deserción en la Universidad de Cundinamarca. Mediante dicho trabajo se expone la posibilidad de emplear variables socio económicas de los estudiantes como punto de relación con las tasas de deserción, de tal manera que mediante KPI o indicadores de medición se puede adquirir una idea sobre los puntos de mayor influencia y se permita realizar el planteamiento de formas para abordar las problemáticas que puedan detectarse. Uno de los puntos que más se destaca es que tanto el procesamiento como la visualización de datos son focos de gran relevancia para llevar a cabo análisis de manera acertada.

Para el año 2016 en la Corporación Universitaria del Caribe se llevó a cabo el proyecto de tesis de grado para el título de ingeniero de sistemas, denominado Análisis de la Deserción estudiantil de Cesar utilizando herramientas de inteligencia de negocios con licencia libre. Dicho trabajo enfoca sus esfuerzos en realizar un diagnóstico de la universidad mediante la recolección de información por entrevistas, para posteriormente realizar una propuesta de diseño ETL que pueda ser aplicado para el procesamiento de datos mediante el uso de base de datos SQL, para finalmente establecer mediante

análisis son los parámetros que alertan sobre la posibilidad de deserción en estudiantes (Canchila Tapias & Sánchez Bohórquez, 2017).

### 3. Hipótesis

Para el presente trabajo, se han planteado las siguientes hipótesis:

- La implementación de estrategias de inteligencia de negocios en el área de planeación de la Universidad Autónoma del Caribe permite dar solución y mejora múltiples procesos internos.
- La implementación de una arquitectura de inteligencia de negocios en el área de planeación de la Universidad Autónoma del Caribe facilita la toma de decisiones y planes de acción.
- La propuesta de un nuevo diseño de inteligencia de negocios en el área de planeación de la Universidad Autónoma del Caribe, permitirá mostrar información relevante y precisa en los informes y dashboards de la institución.

#### 4. Variables

Las variables identificadas para el presente trabajo son la siguientes, y son explicadas al detalle en la Tabla 1:

- Confiabilidad de la información
- Accesibilidad de la información
- Facilidad de uso de la herramienta
- Identificación de oportunidades de mejora
- Valor agregado a la universidad
- Estrategia y gobernanza
- Seguimiento al desempeño estudiantil

**Tabla 1**

*Nivel de madurez de BI del área de planeación UAC*

Concepto	Dimensiones	Variables	Indicadores	Descripción	Tipo
Nivel de madurez de BI del área de planeación de la Universidad Autónoma del Caribe.	Toma de decisiones	Confiabilidad de la información	Nivel de confianza en la información obtenida	Qué tanta confianza tiene los tomadores de decisiones en la información que obtienen	Cualitativa
		Accesibilidad de la información	Nivel de dificultad para obtener la información	Qué tan complicado es obtener información relevante y a tiempo para la toma de decisiones	Cualitativa
		Facilidad de uso de la herramienta	Nivel de satisfacción de los usuarios con la herramienta	Qué tan sencilla e intuitiva es el sistema de inteligencia de negocios	Cualitativa

	Identificación de oportunidades de mejora	Número de oportunidades de mejora identificadas	Las oportunidades de mejora encontradas a través de inteligencia de negocio	Cualitativa
Plan de recomendaciones	Valor agregado a la universidad	Percepción de valor agregado	Los directivos tienen una percepción de que los procesos han mejorado por causa de la inteligencia de negocios	Cualitativa
	Estrategia y gobernanza	Grado de alineación con objetivos institucionales	Qué tanto se integran las soluciones de BI con la misión y los objetivos de la universidad	Cualitativa
Conocimiento del estudiante	Seguimiento al desempeño estudiantil	Facilidad de acceso a la información sobre el progreso de los estudiantes	La facilidad con la que los docentes y administradores pueden acceder a los datos e informes de BI sobre el progreso de los estudiantes.	Cualitativa

---

Nota. Nivel de madurez de BI del área de planeación de la Universidad Autónoma del Caribe. Elaboración propia.

## **5. Metodología**

A continuación, se presentan las consideraciones tenidas en cuenta para llevar a cabo el proceso de investigación, junto con la descripción del enfoque del proyecto, los instrumentos empleados y la población seleccionada.

### **5.1. Enfoque y alcance de la investigación**

El presente trabajo de investigación busca determinar el grado de madurez de inteligencia de negocios dentro del área de planeación de la Universidad Autónoma del Caribe en la ciudad de Barranquilla, mediante un proceso de diagnóstico fundamentado en una revisión previa de la literatura disponible, respecto a la implementación de modelos y herramientas de inteligencia de negocios en instituciones de educación superior, para posteriormente formular un diseño conceptual de una arquitectura de datos que sea de utilidad para dicho sector. De ahí que el nivel de profundidad que se postule sea de carácter descriptivo no experimental, pues resulta ser un tema con fundamentos teóricos previos que son importantes poner en consideración para dar arquitectura al proceso de investigación, siendo estas bases para la inmersión en el tema en cuestión, sin manipulación directa de las variables. Adicionalmente, se debe clarificar que la investigación se enmarca en la clasificación mixta, pues se empleará como elemento de recolección de información, una encuesta que está conformada por preguntas cerradas, basadas en el modelo TDWI, para así agrupar el comportamiento del área en cada factor a considerar, adicionalmente se optará por entrevistar al equipo de planeación de la institución, la cual se hará de forma estructurada, y cuyos componentes serán preguntas abiertas, buscando así, alcanzar un grado de conocimiento que sea profundo y complementario. En relación con la temporalidad propia del proyecto se establece que es de carácter transversal, pues el análisis se realiza sobre un problema en la actualidad frente al que se obtendrán las posibles conclusiones a partir de una recolección de datos.

## 5.2. Población y muestra

El presente proyecto de investigación se enfoca de manera fundamental la Universidad Autónoma del Caribe, que se encuentra ubicada en la ciudad de Barranquilla y está propiamente reconocida por parte del Ministerio Nacional de Educación (UAC, 2023).

Además, este trabajo aborda la necesidad del área de planeación en la institución, la cual es la encargada del manejo y reportar los datos estadísticos a las diferentes facultades en relación a la caracterización y comportamiento de los estudiantes en diversos factores. Se hace énfasis en dicha área debido a que el propósito del trabajo se centra alrededor de la arquitectura de inteligencia de negocios existente al momento, es decir, de la infraestructura de datos o *backend*.

De manera simultánea se buscará aplicar la encuesta al departamento de TI de la universidad con la finalidad de obtener una visión holística de los procesos que se tiene respecto al manejo de los datos, pues en ocasiones el área de planeación se apoya en ellos.

De forma específica, se hace selección de dicho departamento, pues no existe un grupo exclusivamente destinado a temas de inteligencia de negocios, sin embargo, son ellos quienes realizan las actividades al respecto. El departamento de planeación de la Universidad Autónoma del Caribe comprende un área que se encuentra ubicada en los niveles jerárquicos superiores del organigrama de la institución, por lo que sus funciones si bien influyen sobre el actuar de la Universidad, poseen independencia en referencia a los procesos que allí se desarrollan. Es el resultado reciente de una fusión entre un área financiera y equipo de análisis estadístico, que se llevó a cabo en vista de la transformación de las necesidades del mercado y que dentro del que hacer de la Universidad se conoce como Presupuesto y Analítica Institucional y dentro del

organigrama a manera general como Planeación Institucional. De manera concisa, está conformado por cinco profesionales, liderados por un coordinador, y el resto del personal apoya las funciones que sean necesarias. Sus actividades se enmarcan principalmente en dos divisiones, que comprenden por un lado la formulación de los planes estratégicos que se proyecta para la institución, tanto en procesos relacionados con cálculos financieros como en temas de gestión, y en segundo lugar en el manejo y análisis de datos para fundamentar la toma de decisiones. Debido a que la población en este caso no es muy extensa, y con el fin de asegurar la confiabilidad de la información obtenida, teniendo en cuenta que solo estos profesionales son quienes acceden a las estructuras de inteligencia de negocios presentes actualmente en la universidad, se decide que la muestra será la misma población.

De forma consecuente, en aras de complementar el panorama interno del departamento de planeación se acude al departamento de TI para obtener una visión adicional a la información previamente obtenida, para esto se comparte la encuesta con el líder del área, quien si bien no manipula las estructuras si conoce su composición, debido a interacciones que se sostienen con el departamento de planeación, igualmente se acude al decano de la facultad de ingeniería de la universidad, debido a que este se ve inmerso en ocasiones en interacción con ambos departamentos.

Igualmente, en el caso del coordinador del equipo de planeación, se le solicita responder una entrevista para adquirir información más completa y confiable del panorama al interior del área.

### **5.3. Instrumentos para la recolección de la información.**

Con el propósito de lograr establecer un panorama acertado respecto al tema en cuestión, se buscará la participación de los colaboradores de ambas áreas planeación y de TI de la institución, para la realización de la entrevista y la aplicación de la encuesta,

con la intención de lograr respuestas que signifiquen información de calidad y alta en valor para el posterior análisis de los datos recolectados.

Tanto la encuesta como la entrevista se usarán para poder determinar, si el grado de madurez de inteligencia de negocios es competente o requiere mejoras, que serán señaladas tanto en el diagnóstico como en el diseño conceptual de la solución de inteligencia de negocios de acuerdo con los hallazgos.

#### **5.4. Encuesta.**

La encuesta es una técnica muy comúnmente empleada en la investigación, dado que posibilita la obtención y análisis de datos de manera ágil y efectiva (Anguita, et al., 2003). En este punto se hace necesario aclarar que se le da la connotación de encuesta y no de cuestionario, debido a que los datos obtenidos requerirán de un proceso de sistematización y análisis posterior a su implementación.

La encuesta se enfocará en cuestionar la aplicabilidad de los conceptos planteados por el modelo de transformación de datos con inteligencia de negocios, para determinar si la gestión que se lleva a cabo es o no efectiva (TDWI, 2017).

De manera subyacente, se recurrirá a la aplicación de los miembros del área de planeación y del departamento de TI de la Universidad Autónoma del Caribe. Dicho elemento es igualmente de elaboración propia y dispone de varias preguntas cerradas, cuyas respuestas se fundamentan en el modelo anteriormente mencionado. Los planteamientos estarán mayoritariamente enfocados en conocer qué nivel de aplicación de herramientas de inteligencia de negocios existe y si este repercute en los procesos del área.

### **5.5. Entrevista.**

Tal como se mencionó anteriormente, el presente trabajo de investigación recurrirá también a la entrevista como herramienta de recolección de información, teniendo en cuenta que es un método de interacción personal que otorga la libertad de modificar la secuencia, el formato de las preguntas y la cantidad de interrogantes (Granados, 2020).

Dicho instrumento es de elaboración propia y se compone por preguntas estratégicas enfocadas en recolectar la mayor cantidad de información posible, abordando los diferentes aspectos que resultan de interés para su posterior análisis. La misma será aplicada a colaboradores que hacen parte del área de planeación, cuyas funciones se concentran de manera específica en el área de inteligencia de negocios y tecnologías de la información y la comunicación.

Las preguntas formuladas se sustentan en metodologías o modelos teóricos que son representativos en el área de la inteligencia de negocios. Por medio de la entrevista se plantearán preguntas abiertas que consulten por el grado de implementación técnica de la inteligencia de negocios, es decir, para determinar el alcance en la intervención de herramientas de recolección y análisis de datos, enfocado a establecer el grado de madurez en inteligencia de negocios mediante la comparación de los elementos existentes en el sector evaluado con aspectos propuestos por el modelo de nivel de madurez de inteligencia de negocios propuesto por el modelo TDWI.

### **5.6. Técnicas para el análisis de la información.**

El análisis de los resultados de la entrevista se llevará a cabo mediante aplicación de criterios teóricos que permitirán establecer el grado de implementación de estrategias y herramientas de inteligencia de negocios para el área señalada de la universidad.

Como primer criterio se buscará condensar la información recolectada para tener claridad

en la valoración de la información. De manera consecuente, el modelo seleccionado para realizar el estudio de las entrevistas fue el modelo de análisis de contenido, el cual se basa en un método de investigación basado en la interpretación (Gomes & Turato, 2009).

Además, se procede a la clasificación de los datos recolectados mediante la encuesta. Este procedimiento facilita la realización de un análisis comparativo entre los resultados obtenidos y los estándares propuestos por la metodología TDWI. El propósito es determinar si las competencias abordadas por el instrumento se cumplen plenamente o no. Para llevar a cabo esta evaluación, se recurre a una herramienta en línea disponible en el siguiente sitio web: <https://tdwi.org/analytics-assessment>. Esta herramienta posibilita la evaluación del nivel de madurez en cinco aspectos: organizacional, recursos, infraestructura de datos, analítica y gobernanza. La herramienta proporciona puntuaciones que cuantifican el nivel en cada dimensión, así como una puntuación general.

### **5.7. Consideraciones éticas.**

El presente proyecto corresponde al trabajo de grado para aspirar al título de magister en inteligencia de negocios de la universidad EAN, de ahí que como integrantes del equipo nuestro propósito se ciñe netamente a ideales académicos que bajo ningún motivo buscarán trasgredir las políticas de confidencialidad de la Universidad Autónoma del Caribe.

Se tiene conocimiento previo que la temática a tratar a lo largo del proyecto puede constituir un punto sensible para la institución, por este motivo se hace importante indicar que los rasgos para la caracterización del área de planeación no se enfocarán en datos confidenciales sino en aspectos técnicos que puedan ser compartidos públicamente. Serán los mismos miembros de la universidad quienes delimiten que información es

posible compartir y cual debe reservarse, de tal manera que no se vulneren los estándares de seguridad que se tienen estipulados.

### 5.8. Validación del instrumento

En aras de validar la encuesta que fundamenta el instrumento principal del presente trabajo, se aborda el método V de Aiken cuya fórmula de presenta a continuación:

$$V = \frac{S}{(n(c - 1))}$$

La fórmula en su forma simplificada corresponde a:

$$V = \frac{\bar{X} - l}{k}$$

Dicho método resultó el modelo de inspiración para la validación del instrumento, particularmente en su forma simplificada, y se puso en práctica al compartirle la encuesta a 4 expertos que han trabajado anteriormente con temas relacionados al modelado en Inteligencia de negocios y software de datos, cuyos perfiles se comparten a continuación:

**Tabla 2**

*Evaluadores del Instrumento*

<b>Naturaleza del Evaluador</b>	<b>Perfil</b>	<b>Nombre</b>
Externo	Ingeniero de Sistemas. Magister en Gestión de las Tecnologías de la Información y la Comunicación.	Jesús Antonio Manrique
Externo	Ingeniero de Sistemas.	Walter Alberto Usuga
Externo	Administrador de empresas. Especialista en Finanzas.	Henry Manrique Toro
Externo	Ingeniero en Sistemas y Computación.	Luis Alberto Moreno Chanchay

Nota. Detalle de información de los evaluadores externos. Elaboración propia.

Se proporciona una escala de valoración a los expertos de cuatro opciones donde 1 corresponde a no relevante, 2 moderadamente relevante, 3 relevante y 4 muy relevante.

Después de aplicar el método se obtiene una respuesta muy favorable, pues partiendo de que la mayoría de las preguntas obtuvieron un valor de 0.8 o superior, se infiere que tanto la construcción como la pertinencia de las preguntas resulta acertado para el trabajo en cuestión. Aquellas preguntas cuya equivalencia fue superior a 0.8 pero menor a la unidad correspondían a la evaluación principalmente de la redacción sin afectar realmente la comprensión de la misma, sin embargo, es importante señalar que, dicho cuestionario se fundamenta en el modelo TWDI, por lo que su propósito ya ha sido evaluado repetidamente, por tal razón se decide conservarlas sin modificaciones. Se obtuvieron 2 preguntas con bajo desempeño, es decir inferior a 0.8, de ahí que se realizaran ajustes en su redacción y se reestructurara brevemente la encuesta hasta llegar al formulario final. Pueden consultarse las respuestas en el Anexo 3.

## **6. Diagnóstico del nivel de madurez de inteligencia de negocios de la Universidad Autónoma del Caribe.**

Para la realización del presente trabajo, era necesario recolectar información que proviniera de fuentes vinculadas directamente con la Universidad en cuestión, de manera específica de las áreas de planeación y TI, es por esto por lo que, los instrumentos descritos previamente en la metodología fueron aplicados a miembros de la comunidad educativa relacionados directamente con dichas áreas.

El modelo seleccionado posterior a la articulación teórica considerada fue el modelo TDWI, debido a que luego del análisis juicioso de los beneficios se determinó que este contribuye a alcanzar un resultado que aborda los elementos constitutivos para el procesamiento de datos, aspecto que es el de mayor interés para la presente investigación.

Para el diagnóstico, se elabora un cuestionario con el objetivo de identificar la situación actual en relación al manejo de los datos a nivel interno, este fue respondido de manera conjunta por cada equipo de trabajo y compartido a través de los líderes de departamento. El cuestionario está basado según el modelo TDWI, que tal como se menciona anteriormente, proporciona una manera rápida para que las organizaciones evalúen su madurez en análisis de la información y compararse de manera objetiva con otras iniciativas.

Es importante destacar que, la encuesta fue aplicada a la totalidad de miembros del equipo de planeación, pues al ser una población pequeña la muestra fue igual a la población. Dentro de los roles que intervienen se puede señalar:

- Encargada del proceso de información y datos, reporte de información al Ministerio de Educación nacional.
- Encargada de los procesos presupuestales, control y ejecución.
- Encargado del proceso de creación de herramientas a través de Power App.

- Encargada del proceso de planeación académica.
- Coordinador de área y encargado del tema estadístico y software.

De forma consecuente se complementó dichas respuestas con la información proporcionada por el líder del departamento de TI, cuyo rol principal es de desarrollador de Software y por el decano de la Facultad de Ingeniería, pues en ocasiones interactúa con ambos departamentos para analizar la información que allí se obtiene.

De otra parte, se implementó la entrevista al líder del área de planeación con la finalidad de complementar la información impartida por parte del equipo, situación que al ser contrastada permite lograr establecer un panorama más completo y detallado de la situación.

### **6.1. Procesamiento de los datos y análisis de resultados.**

Para analizar los resultados recopilados a través de encuestas y entrevistas, con el propósito de obtener una comprensión completa de los procesos de Business Intelligence (BI) en la organización y entender el funcionamiento de cada aspecto evaluado para determinar el nivel de madurez, se recurre al aplicativo disponible en la página TDWI Analytics Maturity Model Assessment (TDWI, 2024).

#### **6.1.1. Madurez en la organización.**

La institución educativa se encuentra en la etapa 4 del modelo TDWI en madurez de la organización, es decir un nivel avanzado para la gestión y análisis de datos dentro de la estructura organizativa de la Universidad Autónoma del Caribe, el cual es un diferenciador importante y con el trabajo conjunto con distintas áreas como la de IT teniendo una cultura de analítica alta.

**Figura 3***Madurez en la organización.*

Nota. Nivel de madurez en la organización en etapa 4 según el modelo TDWI.

Elaboración propia

**6.1.2. Madurez en recursos.**

En este aspecto de la madurez en los recursos, la Universidad Autónoma del Caribe se ubica en la etapa 3, lo que indica que la institución está invirtiendo en la construcción de capacidades de analítica, tanto en términos de recursos humanos como de programas de desarrollo y formación.

**Figura 4***Madurez en recursos.*

Nota. Nivel de madurez en la en recursos en etapa 3 según el modelo TDWI. Elaboración propia

### 6.1.3. Madurez en infraestructura.

La Universidad Autónoma del Caribe ha avanzado en la implementación de infraestructuras de datos, en bases de datos para su sistema transaccional, principalmente para datos estructurados. Se reconoce, además, la necesidad de adaptarse a nuevos tipos de datos y está explorando otras plataformas, como la nube, para mejorar la flexibilidad y reducir costos en sus iniciativas de análisis

Figura 5

*Madurez en infraestructura.*



Nota. Nivel de madurez en infraestructura en etapa 3 según el modelo TDWI. Elaboración propia

### 6.1.4. Madurez en Analítica.

En este aspecto se identifica actividades de analítica dentro del de planeación en conjunto de Tecnologías de la Información (TI), con modelos automáticos totalmente operables en la actualidad en a la infraestructura, lo que permite abordar proyectos de analítica más complejos y sofisticados.

**Figura 6**

*Madurez en Analítica.*



Nota. Nivel de madurez en analítica en etapa 4 según el modelo TDWI. Elaboración propia

#### **6.1.5. Madurez en Governance.**

Hay algunas políticas y procesos formales para la gestión de datos, lo que refleja un compromiso profundo con la calidad y la integridad de los datos. Se identifican algunos roles y responsabilidades en cuanto al gobierno de datos. La institución podría implementar herramientas más específicas para monitorear él y garantizar la calidad de los datos en el governance.

**Figura 7**

*Madurez en Governance.*



Nota. Nivel de madurez en governance en etapa 4 según el modelo TDWI Elaboración propia

## 6.2. Puntos de interés adicionales

Adicionalmente al procesamiento señalado anteriormente, se debe mencionar algunos puntos resultantes luego de contrastar la información obtenida a través de la encuesta con los datos logrados por medio de la entrevista.

Dentro del análisis se contempló que en la estructura organizacional del área, los miembros que intervienen en los procesos estratégicos, se permean contundentemente de las estrategias ideadas alrededor del tema de la aplicación de la inteligencia de negocios, como un punto de relevancia para el crecimiento de su sector, situación que se evidencia con la afirmación de que, sí existe un análisis previo a la toma de decisiones, producto del esfuerzo del trabajo conjunto para obtener información que lo sustente efectivamente y que debe seguir siendo impulsado.

De acuerdo con el modelo, se constata que existe una comunicación efectiva entre los científicos de datos dispuestos para el área con sus respectivos líderes, es decir, no hay desconexión entre los niveles jerárquicos. Adicionalmente, la existencia de personal que se dedica estrictamente al procesamiento de datos da cuenta de que existe coordinación alrededor del tema de manejo de volúmenes de datos y su transformación en información de utilidad.

De otra parte, se denota que el proceso de transformación del modelo corporativo tradicional a un modelo basado en estrategias, si bien ya se ha contemplado fuertemente, se debe seguir promulgando a través de acciones institucionales que sean aplicable y no queden solo plasmadas en documentación.

Así mismo, se puede establecer que la cadena mediante la cual se maneja la información es segura y regulada de manera asertiva si se observa desde el punto que señala que solo el área encargada tiene acceso a la información resultante, sin embargo, no es posible afirmar que se evita completamente que exista riesgo de corrupción de los

datos por manejos externos, debido a que no todos los sitios están bajo el concepto de gobernanza.

En línea con lo anterior, como área de mejora se evidencia que un porcentaje muy pequeño de colaboradores tienen acceso a la información final, generada por medio de los procesos de transformación. En este sentido, muchos de los esfuerzos que se promueven no llegan a aplicarse en un producto definitivo.

Un factor representativo del cuestionario consiste en escalar la proyección de los modelos de procesamiento presentes al interior del área, considerando que el crecimiento ha sido progresivo se requiere estimaciones, para que no llegue a un punto crítico que se traduzca en limitantes para aprovechar los recursos y herramientas ya adquiridos.

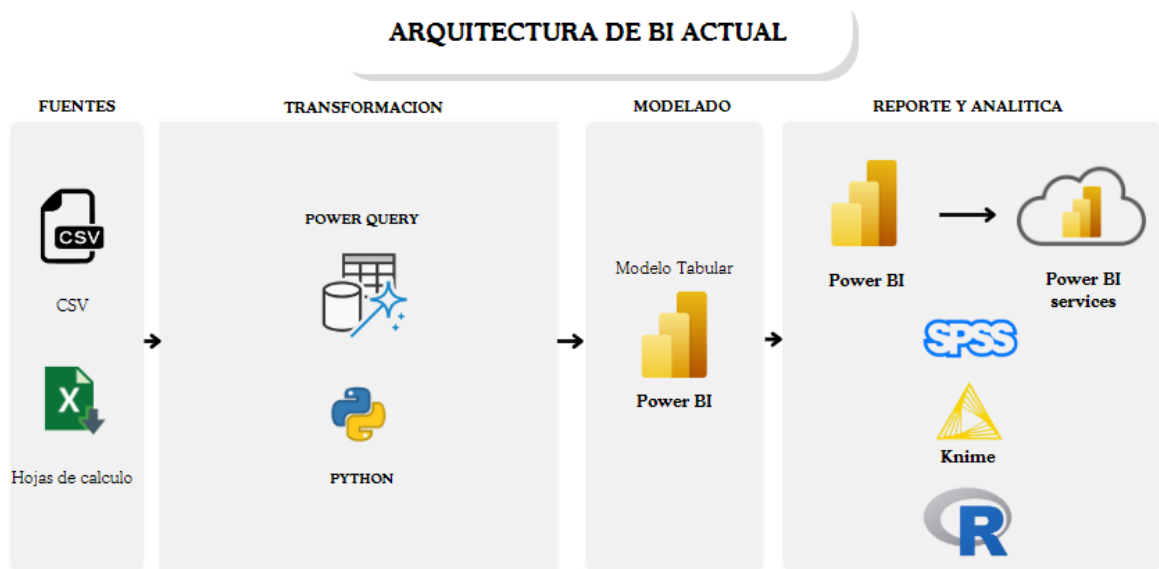
De forma coherente con lo ya mencionado, se puede establecer que los recursos destinados al manejo de datos, si bien resultan funcionales para las actividades actuales, demuestran ser insuficientes cuando se proyecta la ampliación de procesos, por lo que el almacenamiento y la disposición de herramientas de trabajo en este sentido, resultan ser un punto para solventar de manera prioritaria.

## 7. Propuesta de Arquitectura de solución de BI

La universidad Autónoma del Caribe actualmente usa un enfoque de Inteligencia de negocios basado en el autoservicio, con la herramienta de Microsoft Power BI, como se muestra a continuación.

**Figura 8**

*Arquitectura de BI actual.*



Nota. Arquitectura actual enfoque basado en el autoservicio. Elaboración propia.

El proceso actual se lleva a cabo mediante la descarga de archivos planos (CSV) del sistema de la Universidad e información pública del Ministerio de Educación Nacional alojada en datos abiertos, así como hojas de cálculo que contienen información relevante para el análisis de datos. Posteriormente, se procede a la transformación y limpieza de los datos utilizando la herramienta integrada en Power BI llamada Power Query. En casos de transformaciones más complejas, se recurre al uso de código de Python. Es evidente que en el proceso de modelado de datos se aplican fundamentos claros con Power BI, modelando las tablas con un esquema de constelación para realizar

visualizaciones eficientes y análisis adecuados en Power BI. Los resultados se publican luego en el servicio de Power BI, lo cual refleja un sólido entendimiento de la herramienta. Por otro lado, se emplean herramientas como R, SPSS y Knime para realizar análisis estadísticos adicionales.

Sin embargo, aunque la arquitectura de autoservicio brinda una forma relativamente sencilla de llevar a cabo la inteligencia de negocios y proporciona mayor accesibilidad a los usuarios de negocio, lo que se traduce en que en la mayoría de los casos no es necesario involucrar al equipo de TI y además proporciona una mayor rapidez a la hora de realizar análisis (Sorour & Atkins, 2024), también conlleva desventajas como dificultades a la hora de garantizar la calidad de los datos, o procesos que en muchos casos son altamente manuales, y que a largo plazo se podría convertir en una arquitectura insostenible para realizar análisis de datos de una forma eficiente.

Además, teniendo en cuenta que si la organización puede costear un enfoque de inteligencia de negocios basado en Data Warehouse se recomienda hacerlo (Sorour & Atkins, 2024), es por esto por esto que a continuación se formulará, a partir de algunos desarrollos y sugerencias, una estructura para robustecer la arquitectura de inteligencia de negocios dentro de la Universidad.

La propuesta se comienza con la integración de datos provenientes de múltiples fuentes, tales como hojas de cálculo, una base de datos relacional y APIs. Esta diversidad de fuentes permite la recopilación de información variada y significativa para el análisis empresarial.

Una vez recopilados los datos, se lleva a cabo el proceso de transformación utilizando SQL Server Integration Services (SSIS) y Python. SSIS facilita la extracción, transformación y carga (ETL) de los datos, mientras que Python proporciona flexibilidad para realizar tareas de transformación más complejas o personalizadas. Este paso es

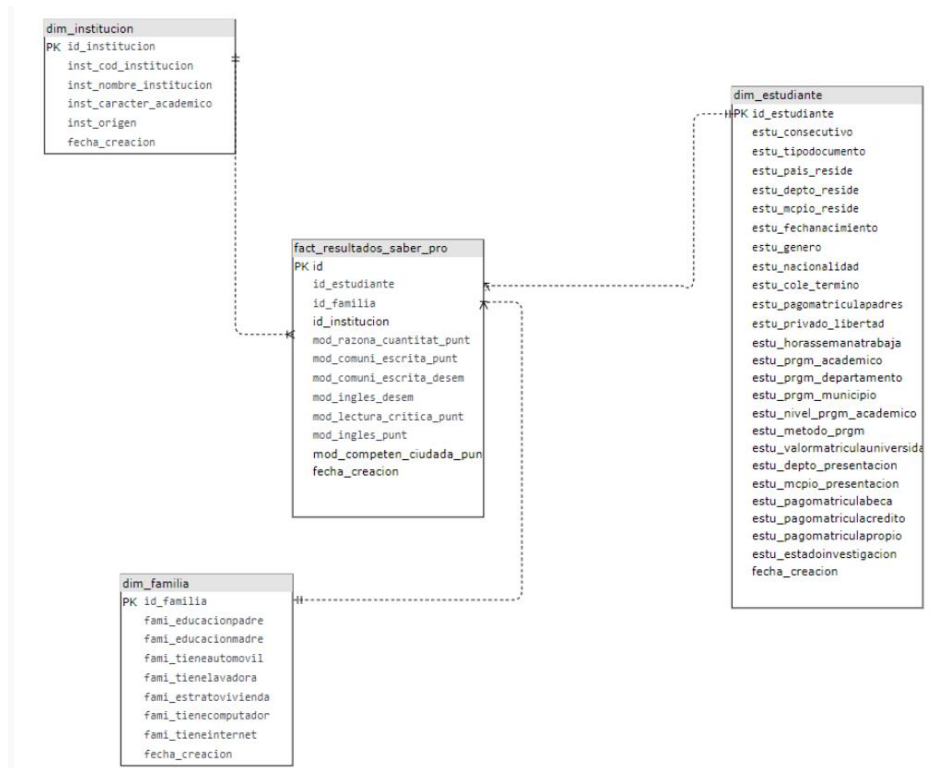
crucial para preparar los datos y estructurarlos de manera adecuada para su posterior análisis.

Con la intención generar un elemento de utilidad que pueda ser empleado en dicho proceso, es decir en la sección de transformación de datos, en los anexos del presente trabajo se puede encontrar el desarrollo de un código cuya utilidad es abordar y dar solución a este aspecto. Debido a que no se cuenta con la información completa del servidor, se realiza el desarrollo a partir de datos abiertos que serían teóricamente proporcionados por la API.

En la página web de datos abiertos, es posible descargar información relacionada con:

- Estadísticas de matrículas en las distintas IES.
- Costos de Matricula
- Resultados pruebas saber pro
- Información relacionada a los docentes en los distintos programas.

Se realiza la estructuración de un modelo estrella inicial empleando los datos que se tienen a disposición. Para esto, se emplea, en esta oportunidad, información relacionada con los resultados de las pruebas saber PRO. A partir de estos datos se contruye la tabla de hechos del modelo, el cual reposa en un archivo de excel, al igual que los componentes de las tres tablas de dimensiones, de estudiante, institución y familia. En la siguiente imagen se puede evidenciar la relaciones que se establecen para su posterior manejo a través de herramientas de codificación.

**Figura 9***Modelo estrella.*

Nota: estructuración de un modelo estrella inicial empleando los datos que se tienen a disposición. Elaboración propia.

De manera generalizada, se puede señalar que el código elaborado toma, por medio de Python, la información suministrada por la API, esta se transforma y se da la orden de cargarla en un modelado tabular en una base de datos SQL Server. A continuación, se puede apreciar las librerías empleadas para el desarrollo del código, orientadas a la manipulación y transformación de los datos en cuestión.

**Figura 10**

*Librerías para el desarrollo del código.*

```
# make sure to install these packages before running:
# pip install pandas
# pip install sodapy

import pandas as pd
from sodapy import Socrata
import pandas as pd
from sqlalchemy import create_engine
from datetime import datetime
import openpyxl
import os
import pyodbc
```

Nota: librerías empleadas para el desarrollo del código, orientadas a la manipulación y transformación de los datos. Elaboración propia.

El código desarrollado, inicialmente se encarga de tomar los datos propios de cada una de las dimensiones sugeridas por el modelo y realizar el procesamiento adecuado de la data disponible. En otras palabras, se realiza una limpieza y se eliminan duplicados, para posteriormente asociar cada una de las dimensiones con la tabla de hechos. En la imagen se puede evidenciar el proceso referente a la dimensión estudiantes, ejemplo que es replicado para las otras dos dimensiones y que se puede evidenciar de forma completa en el anexo del código.

## Figura 11

### *Dimensiones estudiantes.*

```
# Tablas de Dimensiones
# Estudiante_Dim
estudiante_dim_df = results_df[['estu_consecutivo', 'estu_tipodocumento', 'estu_pais_reside', 'estu_depto_reside', 'estu_mcpio_reside', 'estu_fechanacimiento',
'estu_genero', 'estu_nacionalidad', 'estu_cole_termino', 'estu_pagomatriculapadres', 'estu_privado_libertad', 'estu_horassemanatrabaja', 'estu_prgm_academico',
'estu_prgm_departamento', 'estu_prgm_municipio', 'estu_nivel_prgm_academico', 'estu_metodo_prgm', 'estu_valormatriculauniversidad', 'estu_depto_presentacion',
'estu_mcpio_presentacion', 'estu_pagomatriculabeca', 'estu_pagomatriculacredito', 'estu_pagomatriculapropio', 'estu_estadoinvestigacion']]
estudiante_dim_df = estudiante_dim_df.drop_duplicates(subset=['estu_consecutivo']).reset_index(drop=True) # Eliminar duplicados
estudiante_dim_df.insert(0, 'estudiante_id', range(1, len(estudiante_dim_df) + 1))
estudiante_dim_df['fecha_creacion'] = datetime.now() # Agregar fecha de creación

# Relacionar la tabla de hechos con la dimensión de estudiante
resultados_saber_pro_df['estudiante_id'] = resultados_saber_pro_df['estu_consecutivo'].map(estudiante_dim_df.set_index('estu_consecutivo')['estudiante_id'])
```

Nota: el proceso referente a la dimensión estudiantes. Elaboracion propia.

Posteriormente se realiza un proceso de transformación del modelo, por ejemplo, se eliminan algunas columnas que no son necesarias.

## Figura 12

### *Proceso de transformación del modelo.*

```
# Eliminar columna estu_consecutivo de tablas que no necesitan
familia_dim_df = familia_dim_df.drop(columns=['estu_consecutivo'])
resultados_saber_pro_df = resultados_saber_pro_df.drop(columns=['estu_consecutivo'])
```

Nota: Proceso de transformación del modelo, eliminando columnas no requeridas.

Elaboracion propia.

Finalmente se hace carga del modelo en una base de datos SQL Server, donde quedará a disposición para continuar con los segmentos pertenecientes al modelo de analítica de inteligencia de negocios.

**Figura 13**

*Fragmento Código Python.*

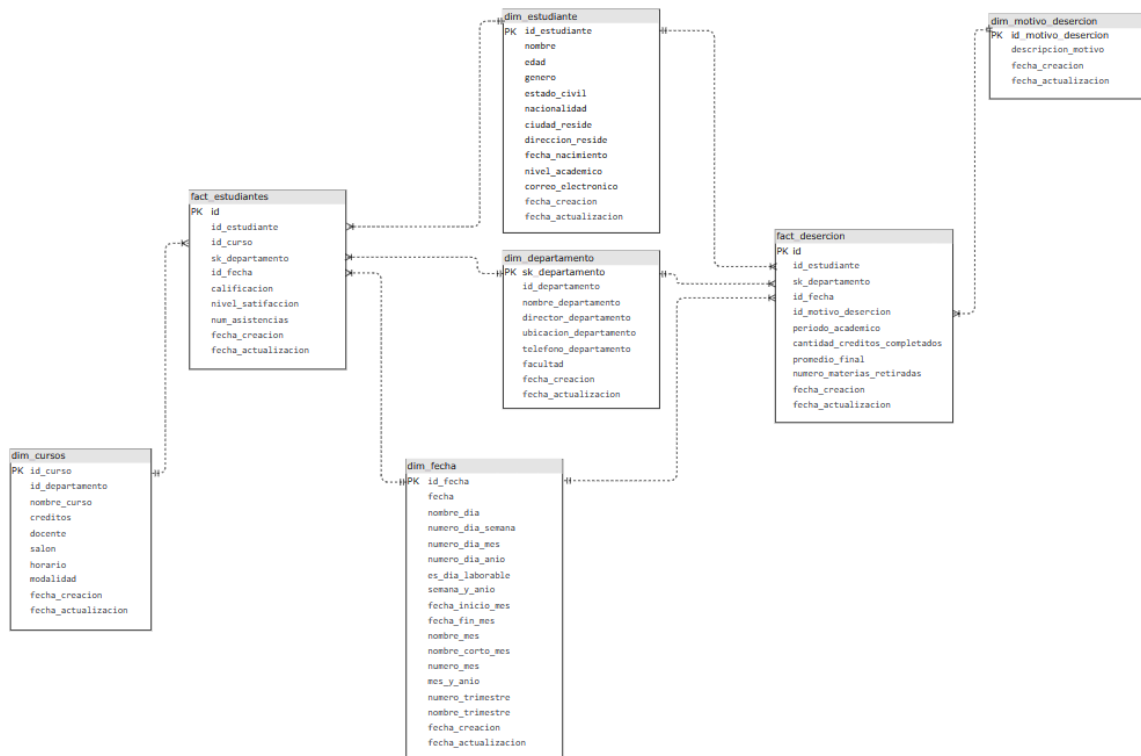
```
# Crear la conexión a la base de datos SQL Server
engine = f'mssql+pyodbc://{username}:{password}@{server}/{database}?driver=ODBC+Driver+17+for+SQL+Server'

# Cargar datos a SQL SERVER
estudiante_dim_df.to_sql('Estudiante_Dim', engine, index=False, if_exists='replace')
institucion_dim_df.to_sql('Institucion_Dim', engine, index=False, if_exists='replace')
familia_dim_df.to_sql('Familia_Dim', engine, index=False, if_exists='replace')
resultados_saber_pro_df.to_sql('Resultados_Saber_Pro', engine, index=False, if_exists='replace')
```

Nota: Fragmento para cargar los datos a la base de datos luego de su transformación.

Elaboración propia.

Por otro lado, se podría desarrollar un modelo de datos constelación a partir del sistema de base de datos de la Universidad para medir indicadores clave relacionados con los estudiantes. Al identificar estos indicadores y datos relevantes para el área de planificación académica, es importante tener en cuenta sus necesidades específicas. Por ejemplo, el área de planeación necesita datos sobre la cantidad de estudiantes matriculados y la deserción para hacer proyecciones precisas de futuras matriculaciones. La figura del modelo constelación que se presenta a continuación refleja cómo se estructuran y vinculan las diferentes fuentes de información del sistema académico de la Universidad para brindar soporte a las necesidades del área de planeación académica.

**Figura 14***Modelo de Datos de Constelación*

Nota: El modelo de datos constelación para medir indicadores clave relacionados con los estudiantes. Elaboración propia.

El modelo de datos constelación propuesto para el data warehouse universitario incluye dos tablas de hechos principales: fact\_estudiantes y fact\_desercion, que se centran en medir aspectos clave relacionados con el rendimiento académico y la deserción estudiantil, respectivamente.

La tabla de hechos fact\_estudiantes almacena información sobre el desempeño académico y la participación de los estudiantes en los cursos, incluyendo detalles sobre las calificaciones, nivel de satisfacción y asistencias. Por otro lado, la tabla de hechos fact\_desercion captura eventos relacionados con la deserción de estudiantes, como los

motivos de la deserción, el período académico en el que ocurrió y el promedio final del estudiante.

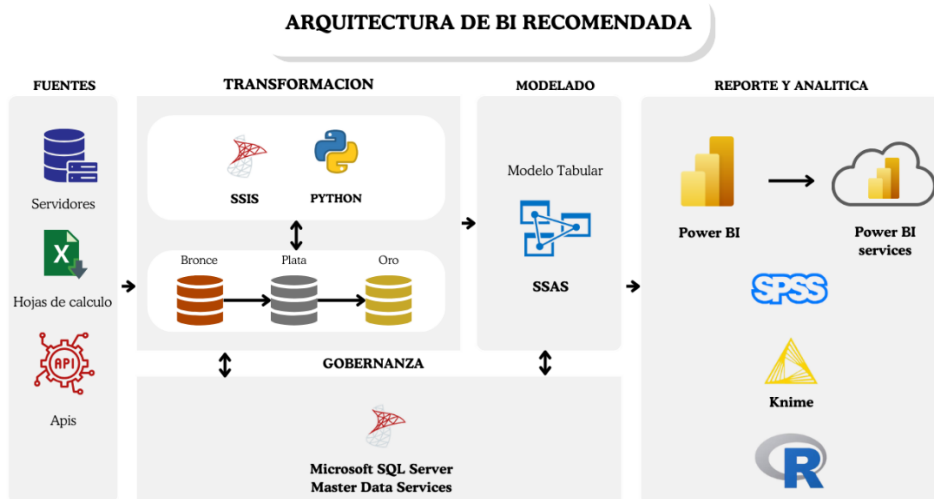
El modelo está respaldado por cinco tablas de dimensiones que proporcionan contexto adicional a los datos de las tablas de hechos:

- **dim\_fecha:** Ofrece contexto temporal para los eventos registrados en las tablas de hechos. Esta dimensión es de tipo 0, lo que significa que los registros no cambian con el tiempo.
- **dim\_cursos:** Proporciona detalles sobre los cursos, como nombres, créditos y docentes. Esta dimensión es de tipo 1, es decir, los cambios en los registros son sobrescritos.
- **dim\_estudiante:** Contiene información sobre los estudiantes, incluyendo datos personales y académicos. Esta dimensión es de tipo 1, por lo que los cambios se sobrescriben.
- **dim\_departamento:** Proporciona detalles sobre los departamentos académicos, como nombres y facultades. Esta dimensión es de tipo 2, lo que significa que se maneja de manera histórica, rastreando los cambios en el tiempo.
- **dim\_motivo\_desercion:** Almacena información sobre los motivos de la deserción de los estudiantes. Esta dimensión es de tipo 1, por lo que los cambios se sobrescriben.

El modelo constelación permite una integración coherente de los datos de estudiantes y deserción, facilitando análisis completos de la vida académica de los estudiantes, la identificación de tendencias y la toma de decisiones basadas en datos.

### **Trabajo adicional sugerido**

De la mano de lo planteado hasta el momento, y como resultado del análisis y procesos adelantados, se propone la siguiente arquitectura de Business Intelligence, la cual recoge los cambios sugeridos de acuerdo a cada sección.

**Figura 15***Propuesta de arquitectura BI.*

Nota. Arquitectura propuesta de inteligencia de negocios basada en Data Warehouse. Elaboración propia.

En las fuentes de datos, se recomienda llevar a cabo el proceso de extracción de la información desde el servidor o mediante alguna API habilitada para reducir la necesidad de realizar procesos manuales para descargar la información. Además, la información descargada manualmente desde la página de datos abiertos podría obtenerse a través de la API proporcionada para desarrolladores, con el objetivo de automatizar el proceso y hacerlo más eficiente y menos susceptible a errores humanos. Por lo tanto, al agregar un proceso de automatización a esto, se posibilitaría una mayor eficiencia y un mayor control sobre el flujo de trabajo de los datos para la inteligencia de negocios.

Para abordar la gestión de datos según un enfoque Medallion (bronce, plata y oro), se sugiere implementar un esquema de clasificación que permita asignar niveles de

calidad y confiabilidad a los datos, esto es, bronce (sin procesar), plata (validado) y oro (enriquecido). Esto ayudará a garantizar la coherencia y atomicidad de los datos (Microsoft, 2023).

Además, se propone usar Microsoft SQL Server Master Data Services (MDS) para la gobernanza de datos. Esta plataforma ofrece capacidades robustas para la gestión centralizada de la calidad, integridad y seguridad de los datos. Con MDS, se pueden establecer políticas y procedimientos para garantizar la consistencia y fiabilidad de la información en toda la organización, lo que facilitará la toma de decisiones basadas en datos precisos y confiables.

Después de la transformación de los datos, se recomienda acudir a modelarlos utilizando SQL Server Analysis Services (SSAS). Esta etapa implica la creación de un modelo multidimensional que facilita el análisis de datos desde diversas perspectivas y dimensiones. El modelado con SSAS simplifica la creación de un modelo de datos tabular OLAP, lo que posibilita la realización de análisis avanzados y complejos sobre los datos.

El modelo de datos tabular OLAP creado bajo el diseño implementado por el área se basa en un esquema de constelación. Este esquema no solo permite una mayor flexibilidad en la combinación de datos, sino que también promueve una comprensión más profunda de las relaciones entre las diferentes entidades de datos. Por ejemplo, facilita la comparación y el análisis de la información de la universidad con los datos obtenidos públicamente de otras instituciones a nivel nacional.

Además, el esquema de constelación proporciona una base sólida para la implementación de benchmarks y análisis comparativos. Esto no solo ayuda a identificar áreas de mejora dentro de la propia universidad, sino que también permite evaluar su desempeño en relación con otras instituciones similares a nivel nacional.

Finalmente, se cuenta con la capa de reportes y análisis de datos, donde se utiliza Power BI para la generación de reportes. Esta herramienta proporciona capacidades avanzadas de visualización de datos, creación de informes interactivos y análisis empresarial. Power BI permite a los usuarios explorar los datos de manera intuitiva, descubrir tendencias, patrones y tomar decisiones informadas basadas en los conocimientos obtenidos. Además, se emplean otras herramientas como R, Knime y SPSS para el análisis estadístico (modelos ARIMA, proyecciones, modelos de Machine Learning, entre otros).

A continuación, se describen las fortalezas en esta arquitectura:

- Flexibilidad: La arquitectura permite la integración de diversas fuentes de datos, lo que brinda flexibilidad para adaptarse a diferentes tipos y formatos de información.
- Escalabilidad: Los servicios utilizados, como SSIS, SSAS y Power BI, son altamente escalables y pueden manejar grandes volúmenes de datos y usuarios concurrentes.
- Análisis Avanzado: La combinación de SSAS y Power BI permite realizar análisis avanzados y visualizaciones complejas para obtener perspectivas profundas de los datos.
- Automatización: La automatización de la transformación de datos con SSIS y Python permite un proceso eficiente y repetible de preparación de datos.

En resumen, esta arquitectura de BI combina diversas tecnologías y servicios para proporcionar una solución integral que permite la integración, transformación, modelado y visualización de datos para el análisis de negocios efectivo.

## **8. Recomendaciones.**

Luego de analizar el nivel de madurez de la organización según las métricas establecidas por el TDWI, se plantean las siguientes recomendaciones en los distintos factores:

### **8.1. Organizacional**

1. **Desarrollar y comunicar una estrategia clara:** Completar el proceso de elaboración de la estrategia de análisis y datos para respaldar los esfuerzos existentes, asegurándose de que la estrategia esté bien comunicada a todos los niveles de la institución para que todos estén alineados con los objetivos y enfoques.
2. **Fomentar la colaboración y la cultura de confianza:** Continuar promoviendo la colaboración entre los diferentes departamentos, especialmente entre la institución y TI. Fortalecer la relación garantizará una implementación efectiva de soluciones analíticas y una comprensión compartida de los objetivos.
3. **Gestión del cambio:** Desarrollar un plan formal para abordar cualquier resistencia potencial con el fin de adoptar exitosamente la analítica y superar las barreras culturales de la organización, esto puede incluir planes de evangelización de datos.
4. **Incrementar el uso de la analítica en decisiones diarias:** Buscar oportunidades para el uso de la analítica en las que se pueda aportar un valor significativo a cualquier proceso de toma de decisiones de la compañía.
5. **Ética en el análisis:** Implementar políticas y procesos para garantizar que el análisis de datos se realice de manera ética y responsable, teniendo en cuenta la privacidad de los datos.

### **8.2. Infraestructura**

1. **Migración a la nube:** Se sugiere migrar a la nube para aprovechar los beneficios de escalabilidad, flexibilidad y facilitar la gestión de datos.

2. Dockerización: Se recomienda dockerizar las aplicaciones y servicios para facilitar la implementación, la escalabilidad, la gestión de recursos y desplegar aplicaciones de manera eficiente.
3. Plataforma de acceso unificado: Fomentar la implementación de una plataforma de acceso unificado para garantizar que los empleados puedan acceder a datos estructurados y no estructurados de manera segura. Esto debe ir acompañado de procesos de gobernanza bien definidos para garantizar la seguridad y la integridad de los datos.
4. Arquitectura escalable y flexible: Se recomienda buscar una arquitectura de datos escalable y flexible (migrar a un enfoque de BI basado en Data Warehouse). Esto implica diseñar la arquitectura para integrar datos de diversas fuentes, escalar según la demanda y adaptarse a las necesidades cambiantes de los usuarios.

### **8.3. Recursos.**

1. Establecer un plan de financiación sólido: Se recomienda establecer un plan de financiación que contemple tanto tecnología como analítica de datos, teniendo en cuenta que éste debe estar respaldado tanto por el área de negocio como por TI. Esto garantizará recursos adecuados para iniciativas analíticas.
2. Desarrollar un equipo sólido de analítica: Se recomienda potenciar la creación de equipos de datos sólido con un enfoque en generar valor en el negocio y otras estructuras que faciliten la ejecución efectiva de analítica, además de incluir miembros para abordar diferentes aspectos del ciclo de vida del análisis, como ingenieros de datos, científicos de datos y equipos de operaciones (MLOps), lo que permitiría tener una mejor infraestructura de datos.
3. Invertir en formación para análisis: Se recomienda invertir en cursos especializados, talleres y certificaciones para desarrollar habilidades analíticas en el personal existente.

4. Fomentar el desarrollo de aplicaciones con análisis: Planificar el desarrollo de un equipo encargado de crear aplicaciones que faciliten la analítica de datos para los tomadores de decisiones. Esto facilitará la creación de soluciones más efectivas basadas en datos.

5. Impulsar la alfabetización de datos: Se recomienda promover la alfabetización de datos en toda la institución, lo cual facilitaría el acceso y el uso efectivo de los datos por parte de usuarios y analistas de inteligencia de negocios.

#### **8.4. Analítica**

1. Fomentar el uso de tecnologías avanzadas: Dado que la institución está comenzando a utilizar análisis predictivos, se recomienda fomentar el uso de tecnologías avanzadas. Esto podría incluir la exploración de análisis prescriptivos y la adopción de tecnologías emergentes para mejorar la toma de decisiones.

2. Gestión de grandes volúmenes de datos: A medida que se avanza en la implementación de análisis predictivos, se debe considerar la necesidad de gestionar grandes volúmenes de datos, por lo que se debe empezar a usar herramientas para análisis de Big Data como Hadoop y Spark, lo que conlleva que se tenga que implementar una infraestructura para abordar volúmenes significativos.

3. Aumentar el acceso a los análisis: Se recomienda trabajar en aumentar el porcentaje de personas de la institución que tienen acceso a análisis. Esto podría implicar la implementación de herramientas de autoservicio, capacitación adicional y la promoción de una cultura que valore la toma de decisiones basada en datos.

4. Explorar análisis automatizados: Se recomienda explorar soluciones de análisis automatizado, especialmente aquellas que sugieren conocimientos o crean modelos de manera automatizada. Estas soluciones pueden acelerar y mejorar el proceso de análisis.

5. Monitoreo de modelos en producción: A medida que se desarrollan modelos predictivos, se deben establecer prácticas para el monitoreo continuo del rendimiento y el deterioro de los modelos en producción. Esto es esencial para garantizar la precisión y relevancia a lo largo del tiempo.

### **8.5. Governance**

1. Comprensión clara de linaje de datos: Se sugiere que la institución comprenda de dónde provienen los datos y cuente con políticas adecuadas para manejar diferentes tipos de datos. Esto incluye datos estructurados, semiestructurados y no estructurados.

2. Promover la adhesión a las políticas de gobierno de datos: Implementar programas de concienciación y capacitación para que los usuarios acepten y se adhieran a las políticas de gobierno de datos. La adopción efectiva de estas políticas es esencial para garantizar la integridad y la confiabilidad de los datos.

3. Explorar herramientas de catálogos de datos: Considerar la implementación de herramientas como catálogos de datos para ayudar a los usuarios a acceder a datos confiables y comprender su contexto. Esto facilitará la búsqueda y utilización eficiente de los datos.

4. Establecer políticas de implementación de modelos: Aunque actualmente no hay modelos en producción, establecer políticas y procesos para la implementación de modelos en el futuro. Además, se debe garantizar que se realicen comprobaciones éticas y técnicas (análisis de calidad) antes de poner modelos en producción.

5. Formar un equipo de gobierno de datos y análisis: Establecer un equipo de gobierno de datos y análisis con representantes de las áreas clave de la institución. Además, definir claramente los roles y responsabilidades de cada miembro del equipo.

6. Designar un administrador de datos (Data Steward): Establecer la función de administrador de datos (data steward) y clarificar las funciones y responsabilidades de esa

persona o equipo. Este administrador de datos desempeña un papel clave en garantizar la calidad y la integridad de los datos.

**7. Fomentar la colaboración y comunicación:** Fomentar la colaboración y la comunicación efectiva entre los equipos de gobierno de datos, analistas y partes interesadas de negocios. Una comunicación abierta es esencial para el éxito del gobierno de datos.

## 9. Discusión.

El proyecto que atañe al presente trabajo de grados consistió en un proceso de reestructuración y adaptación constante que requirió de esfuerzos amplios por parte de los investigadores. De forma inicial, dicho trabajo académico se contempló fuese aplicado en Universidades presentes en el área metropolitana del Valle de Aburrá, sin embargo, conforme se avanzó en la indagación se evidenció que existía un limitante amplio respecto al tipo de información que una Institución de educación superior puede compartir, haciendo referencia de forma específica a los modelos o metodologías implementadas para la recolección y transformación de datos. De ahí que muchas de las universidades consultadas para llevar a cabo la posible intervención referida en el documento en cuestión, se tornase algo compleja pues se requería del cumplimiento de protocolos exigentes referente a la custodia de la información que pudiese ser suministrada, y en algunos casos simplemente no fuese posible.

Es de esta forma pues, que se acudió a entidades como la Universidad Luis Amigó, la Universidad Pontificia Bolivariana, La Universidad del Atlántico y finalmente la Universidad Autónoma del Caribe, para realizar la intervención, siendo la última la institución quien facilitó su entorno para llevar a cabo la investigación.

Por otra parte, se puede afirmar que posterior a la implementación del proyecto, el primer y segundo fragmento de la hipótesis planteada se cumplen debido a que dentro de la exploración realizada se percibe que el grado de madurez de inteligencia de negocios de acuerdo a los estándares señalados por Halper & Stodder (2014), es decir los factores que son contemplados dentro del modelo TDWI, se encuentra en un grado alto para la mayoría de aspectos y solo contempla algunos que deben ser intervenidos, aunque bien todos podrían mejorarse, lo que indica un avance favorable en temáticas relacionadas a la inteligencia de negocios y al manejo de estrategias a nivel corporativo, situación que

es abordada por la Universidad Autónoma del Caribe (2022), en su Plan de desarrollo institucional. Es por esto que, se puede evidenciar que con el paso del tiempo el énfasis en un modelo estratégico ha sido necesario para mejorar muchos de los procesos internos de la universidad, de ahí que no solo se haya pensado con anterioridad la transición a una gestión estratégica, sino también que se continúe trabajando para el fortalecimiento de dichos procesos, incrementando el alcance favorable de los mismos para fundamentar las decisiones que se toman en la universidad en datos reales y bien procesados.

En cuanto al tercer fragmento de la hipótesis, se puede afirmar que si bien el modelo de las cinco fuerzas de Porter que son explicadas por David (2023), es un punto que contribuye a identificar si existe ventaja competitiva debido a la implementación de modelos de inteligencia de negocios, para el proyecto en cuestión al haberse centrado de forma mayoritaria en los procesos internos del área de planeación de la Universidad Autónoma del Caribe permitió prioritariamente identificar los beneficios a nivel institucional, más allá de poner a prueba su competitividad. Sin embargo, cabe resaltar que, a raíz de la conceptualización realizada respecto a la implementación de modelos de inteligencia de negocios en Colombia, se aprecia que dicho punto es uno de los aspectos de mayor interés al momento de formular las estrategias a seguir en dichas instituciones de educación superior, por tanto, desde la búsqueda de la praxis plasmada en la documentación se puede estipular que el empleo de inteligencia de negocios hace la diferencia entre un posicionamiento favorable dentro del sector y el declive.

Adicionalmente, el objetivo general del proyecto pudo lograrse gracias a la disposición, participación y colaboración de los miembros del departamento de planeación, así como del de tecnologías de la información. Se consiguió aterrizar y diseñar un modelo tentativo de inteligencia de negocios orientado principalmente al

mejoramiento de data *governance*, lo anterior mediante la combinación de los factores teóricos proporcionados por el modelo TDWI (TDWI, 2017). Igualmente, por la información proporcionada por parte de la Universidad, consiguiendo así una estructura clara y completa que contempla tanto la perspectiva de desarrollo institucional, como las capacidades detectadas y las oportunidades de mejora, dicho modelo es aplicable sin embargo se plantea como una sugerencia que puede contribuir al mejoramiento de la calidad del servicio.

En relación con los objetivos específicos, se consiguió realizar una búsqueda en diversas fuentes para establecer que información existe referente a la implementación de modelos o estrategias de inteligencia de negocios en Universidades, extranjeras y locales, lo que contribuyó a establecer punto de interés como la relevancia que se le da al tópico, así como consolidar cuales son las herramientas de mayor empleabilidad para organizaciones de índole académico. Adicionalmente, mediante los conceptos proporcionados por el modelo TWDI, tal como lo afirman Prieto et al. (2015), fue posible establecer el grado de madurez de inteligencia de negocios, mediante un análisis juicioso de las respuestas obtenidas tanto en la encuesta como la entrevista. Así mismo, se consiguió formular un diseño robusto que toma los puntos favorables existentes y los combina con propuestas para abordar las áreas de oportunidad. Finalmente, de manera consecuente al análisis de los resultados se logró formular un plan de sugerencias o recomendaciones para la institución.

## 10. Conclusiones y Trabajo Futuro

### 10.1. Conclusiones.

La Universidad Autónoma del Caribe, de la mano del área de planeación ha detectado en el transcurso de los últimos años, la importancia de la implementación de modelos basados en inteligencia de negocios, como herramientas de análisis que fundamentan las tomas de decisiones, precisando que estén orientadas al cumplimiento de las metas institucionales.

La literatura relacionada con la importancia de implementar modelos de inteligencia de negocios en instituciones de educación superior en Colombia, aunque demuestra tener incursiones de interés, no es lo suficientemente amplia, por lo que es necesario que en el país se incrementen los esfuerzos para promover la aplicación de medidas en ese sentido, al ser un punto que facilita la sostenibilidad y expansión del sector educativo.

La arquitectura de inteligencia de negocios propuesta aprovecha una amplia gama de herramientas y tecnologías para recopilar, transformar y analizar datos de la Universidad Autónoma del Caribe. Teniendo en cuenta la integración de datos de diversas fuentes, seguida de un proceso de transformación utilizando SQL Server Integration Services (SSIS) y Python. Además, los datos se podrían clasificar según niveles de calidad y confiabilidad y modelarse con SQL Server Analysis Services (SSAS) para permitir un análisis multidimensional.

Las recomendaciones propuestas pueden tener un impacto significativo en la capacidad de la institución educativa, para aprovechar al máximo sus datos, mejorar la toma de decisiones y garantizar la calidad y la integridad de los datos. La implementación de estas recomendaciones puede requerir un compromiso significativo de recursos y una cultura organizativa que valore la toma de decisiones basada en datos y la transparencia

en el manejo de la información. Sin embargo, los beneficios potenciales en términos de eficiencia operativa, innovación y competitividad pueden ser considerables.

### **10.2. Trabajo futuro.**

El modelo diseñado constituye una sugerencia basada en la información recolectada y analizada, específicamente para el área de planeación de la Universidad Autónoma del Caribe, que puede ser adoptada de manera completa, parcial o dejarla plasmada únicamente en el presente trabajo.

Luego de las evidencias recolectadas para el desarrollo del diseño del modelo de inteligencia de negocios, se sugiere a la Universidad la creación de un producto final que pueda ser presentado a los grupos de interés, que incluya indicadores, métricas e información que sea de fácil interpretación, de tal forma que las decisiones siempre estén fundamentadas en panoramas reales y escenarios predictivos sustentados, evitando improvisaciones y optimizando el conocimiento del entorno y del comportamiento del área.

Adicionalmente, se manifiesta la necesidad de que, en un mediano plazo, se aumente la capacidad de almacenamiento y procesamiento de las herramientas ya adquiridas, de tal forma que su beneficio pueda maximizarse y adaptarse al proceso de ampliación del sector.

De otra parte, se sugiere continuar en la transformación de la gestión orientada un enfoque estratégico que permitan continuar dando validez a los esfuerzos que se han venido adelantando para lograr el plan motivado para cumplirse hasta el año 2028.

Finalmente, se debe indicar que, en todo proceso de implementación de metodologías o estrategias de inteligencia de negocios, se detectarán áreas de oportunidad constantemente y que pueden variar de acuerdo con la temporalidad, lo más relevante es no desistir y continuar trabajando por el mejoramiento continuo.

## A. Anexo. Nombre del Anexo

### Anexo A. Cuestionario Diagnostico de situación Actual



Cuestionario  
Diagnostico de Situ:

### Anexo B. Entrevista



Entrevista.m4a

### Anexo C. Validacion de Instrumento



Validación de  
Instrumento.xlsx

### Referencias

- Abu, H. N., Suraya, M., Ahmad, N., Mat, N. A., Abdullah, N., Alias, R., & Maarof, M. (2016). Business intelligence readiness factors for higher education institution. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 89, 174-181.
- Agustiono. (2019). *Academic business intelligence: can a small and medium-sized University Afford to build and deploy it within limited resources*. J. Inf. Syst. Eng. Bus. Intell, 5(1), 1-12.
- Ahmad, H., & Mustafa, H. (2022). The impact of artificial intelligence, big data analytics and business intelligence on transforming capability and digital transformation in Jordanian telecommunication firms. *International Journal of Data and Network Science*.
- Ali, S., Miah, S. J., & Khan, S. (2018). Antecedents of Business Intelligence Implementation for Addressing Organizational Agility in Small Business Context. *Pacific Asia Journal of the Association for Information Systems*, 10(1), 2-13.  
doi:10.17705/1pais.10104
- Alnoukari, M. (2009). Using business intelligence solutions for achieving organization's strategy: Arab international university case study. *Internetworking Indonesia Journal*, 1, 11-15.
- Alvarez Gonzaga, B. R. (2021). Inteligencia de negocios para la toma de decisiones: Un enfoque desde la dirección estratégica de instituciones educativas ya. Perú.  
Obtenido de  
[http://www.indteca.com/ojs/index.php/Revista\\_Scientific/article/view/541/1264](http://www.indteca.com/ojs/index.php/Revista_Scientific/article/view/541/1264)

- Anguita, J. C., Labrador, J. R., & Campos, J. D. (2003). La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos (I). *Aten Primaria* .
- Angulo, C. R. (2021). Evaluación de la capacidad de análisis de datos pymes desarrolladoras de software de la ciudad de Bogotá. *Universidad Nacional de Colombia*. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/80142>
- Arangüena, M. Y., & Huamán, L. A. (2018). Inteligencia de negocios en la gestión académica de la educación superior universitaria. *Revista de investigaciones de la escuela de posgrado*, 7, 526-535. doi:<http://dx.doi.org/10.26788/riepg.2018.2.77>
- Atre, S., & Terpeluk, L. M. (2003). *Business Intelligence Roadmap The Complete Project Lifecycle for Decision-Support Applications* (1 ed.). (A.-W. Professional, Ed.) Addison-Wesley Professional.
- Baepler, P., & Murdoch, C. (7 de 2010). Academic Analytics and Data Mining in Higher Education. *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, 4, 2-6. doi:<http://dx.doi.org/10.20429/ijstol.2010.040217>
- Boulila, W., Al-Kmali, M., Farid, M., & Mugahed. (2018). A business intelligence based solution to support academic affairs: case of Taibah University. *Wireless Networks*, 1-6. doi:<https://link.springer.com/article/10.1007/s11276-018-1880-3>
- Camargo Vega, J. J., Aguilar, L. J., & Giraldo Marín, L. M. (2015). La inteligencia de negocios como una herramienta en la gestión académica. *Revista Científica*, 1, 110-119. doi:<http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2016.24.a11>
- Canchila Tapias, L. C., & Sánchez Bohórquez, J. A. (2017). *Análisis de la Deserción Estudiantil de Cecar Utilizando Herramientas de Inteligencia de Negocios con Licencia Libre*.
- Casartelli, A., Rodrigues, A., Bittencourt , H., & Garibotti, V. (18 de 8 de 2010). Inteligência estratégica em instituições de ensino superior. 15. Obtenido de

[https://www.researchgate.net/publication/277211278\\_Inteligencia\\_estrategica\\_em\\_instituicoes\\_de\\_ensino\\_superior](https://www.researchgate.net/publication/277211278_Inteligencia_estrategica_em_instituicoes_de_ensino_superior)

Castaño, D. C. (2017). Caracterización de prácticas de vigilancia tecnológica/ Inteligencia competitiva en las universidades I Nacional de Colombia Sede Medellín, Universidad Pontificia Bolivariana y Universidad de Antioquia (trabajo de grado). Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia.

Chaudhuri, S., Dayal, U., & Narasayya, V. R. (2011). An Overview of Business Intelligence Technology. *Communications of the ACM*, 54(8), 88–98.  
doi:<https://doi.org/10.1145/1978542.1978562>

Cobo, H., Gurmendi, L., & Menéndez, M. (2016). Business Intelligence en el Sistema Universitario Nacional. *Sexta Conferencia de Directores de Tecnología de Información, TICAL 2016* (págs. 1 - 3). Buenos Aires: Gestión de las TICs para la Investigación y la Colaboración.

Cómbita Niño, H. A., Cómbita Niño, J. P., & Morales Ortega, R. (2020). Business intelligence governance framework in a university: Universidad de la costa case study. *International Journal of Information Management*, 50, 405-412.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2018.11.012>

David, F. (2003). *Conceptos de Administración estratégica*. (9 ed.). México: Pearson Educación.

Dell'Aquila, C., Di Tria, F., Lefons, E., & Tangorra, F. (2008). Business intelligence applications for university decision makers. *WSEAS Transactions on Computers*.

Foster, K., Smith, G., & Ariyachandra, T. (2015). Business Intelligence Competency Center: Improving Data and Decisions. *Information Systems Management*, 229-233. doi:<https://doi.org/10.1080/10580530.2015.1044343>

- Gartner. (24 de 09 de 2015). *Gartner*. Obtenido de ITScore Overview for BI and AnalyITScore Overview for BI and Analyticstics:  
<https://www.gartner.com/en/documents/3136418>
- Gomes, C. C., & Turato, E. (2009). Análisis de contenido en investigaciones que utilizan la metodología clínico-cualitativa: aplicación y perspectivas. *Latino-Am. Enfermagem*, 2. doi:<https://doi.org/10.1590/S0104-11692009000200019>
- Gonzaga, B. R. (2021). Inteligencia de negocios para la toma de decisiones: Un enfoque desde la dirección estratégica de instituciones educativas. *Instituto Internacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico Educativo INDTEC, C.A*, 6, 309-310. doi:<http://dx.doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2021.6.19.15.295-312>
- Granados, R. (2020). Revisión teórica de herramientas metodológicas aplicadas en la investigación criminológica. *Derecho y Cambio Social*, 3-4.
- Guster, D., & Brown, C. g. (2012). The application of business intelligence to higher education: technical and managerial perspectives. *Journal of Information Technology Management*, 23, 42-62. doi:<http://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/1126/1/012053>
- Guzmán, L. H. (2017). Apropriación y Utilidad Tecnológica de los Modelos en Inteligencia de Negocios para la Educación Superior. Caso: UNAD, COLOMBIA. 5-57.
- Håkansson, C., & Nelke, M. (2015). *Competitive Intelligence for Information Professionals*. Chandos Publishing.
- Halper, F., & Stodder, D. (2014). TDWI analytics maturity model guide. *TDWI research*, 3-18.
- Inmon, W. H. (2002). *Building the Data Warehouse* (3 ed.). John Wiley & Sons, Inc.
- Joyanes, L. (2015). Sistemas de información en la empresa.
- Joyanes, L. (2015). *Sistemas de información en la empresa: el impacto de la nube, la movilidad y los medios sociales*. (1 ed.). Alfa Omega.

- Joyanes, L. A. (2019). *Inteligencia de negocios y analítica de datos: una visión global de Business Intelligence & Analytics*. Alpha Editorial.
- Karabtsev, S., Kotov, R., Davzit, I., & Gurov, E. (2023). Building data marts to analyze university faculty activities using power BI. *E3S Web of Conferences*.
- Khatibi, V., Keramati, A., & Shirazi, F. (2020). Deployment of a business intelligence model to evaluate Iranian national higher education. *Social Sciences & Humanities Open*.
- Kimball, R. (2016). *The Data Warehouse Toolkit* (3 ed.). Indiana, USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Kleesuwana, S., Mitatha, S., Yupapin, P., & Piyatamrong, B. (2010). Business Intelligence in Thailand's Higher Educational Resources Management. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(1), 84-87. doi:<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.01.018>
- Lapura, E. V., Fernandez, J. K., Pagatpat, M. J., & Dinawanao, D. (2018). Development of a University Financial Data Warehouse and its Visualization Tool. *Procedia Computer Science*, 135, 587-595.
- López, M., & Gómez, A. (2016). Inteligencia de negocios aplicada a los procesos de autoevaluación de la Universidad de Manizales (Trabajo de grado). Obtenido de <https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/handle/20.500.12746/3046>
- Mamykova, Z., Bolatkhan, M., Kopnova, O., Zubairova, M., Surina, N., & Rabat, S. (2021). Development of the information and analytical system of the university. *Journal of Mathematics, Mechanics and Computer Science*.
- Marino, T. (2017). Implementación de la Metodología Agile DATA Warehouse en el Banco de Crédito de Perú. 191-218.  
doi:<http://dx.doi.org/10.26439/interfases2017.n10.177>

Matthee, M. C., & Turpin, M. (2019). Teaching Critical Thinking, Problem Solving, and Design Thinking: Preparing IS Students for the Future. *Journal of Information Systems Education*, 30(4), 242-252.

Metodología de la investigación. Guía para la comprensión holística de la ciencia (4ª ed.). (s.f.).

Microsoft. (23 de 11 de 2023). *Microsoft Learn*. Obtenido de

<https://learn.microsoft.com/es-es/azure/databricks/lakehouse/medallion>

Ministerio de Educación Nacional. (15 de Julio de 2019). *Ministerio de Educación Nacional*. Obtenido de Ministerio de Educación Nacional:

<https://www.mineducacion.gov.co/portal/Educacion-superior/Sistema-de-Educacion-Superior/231240:Instituciones-de-Educacion-Superior>

Ministerio de Educación Nacional. (2021). *Ministerio de Educación Nacional*. Obtenido de Perfiles de las Instituciones de Educación Superior:

[https://snies.mineducacion.gov.co/1778/w3-propertyvalue-67298.html?\\_noredirect=1](https://snies.mineducacion.gov.co/1778/w3-propertyvalue-67298.html?_noredirect=1)

Mohammad, A. B., Al-Okaily, M., Al-Majali, M., & Masa'deh, R. (2022). Business Intelligence and Analytics (BIA) Usage in the Banking. Industry Sector: An Application of the TOE Framework. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 8, 1-16. doi:<http://dx.doi.org/10.3390/joitmc8040189>

Moturi, C. A., & Emurugat, A. (2015). Prototyping an academic data warehouse case for a public University in kenya.

Observatorio de la Universidad Colombiana. (28 de Septiembre de 2020). Presencia de la educación superior en Barranquilla y el Atlántico. Obtenido de

<https://www.universidad.edu.co/presencia-de-la-educacion-superior-en-barranquilla-y-el-atlantico/>

- Ojeda Marin, E., & Gonzalez Gomez, S. (2019). Análisis de la deserción estudiantil en la universidad de cundinamarca sede fusagasugá utilizando herramientas de inteligencia de negocios. *UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA*.
- Pellissier, R., & Nenzhelele, T. E. (2013). Towards a universal definition of competitive intelligence. *SA Journal of Information Management*, 15, 2-7.  
doi:<http://dx.doi.org/10.4102/sajim.v15i2.559>
- Pérez, E., & Medrano, L. A. (2013). Teoría contemporáneas de la inteligencia. Una revisión crítica de la literatura. *Revista latinoamericana de ciencia psicológica*, 105-118. doi: 10.5872/psiencia/5.2.32
- Petrlík, I., Gonzales, P. L., & Auqui, J. A. (2023). Inteligencia empresarial para mejorar la gestión del gasto en universidades públicas. *Revista Venezolana de Gerencia*, 28(103), 1344-1358.
- Prieto Morales, R., Meneses Villegas, C., & Vega Zepeda, V. (2015). *Análisis comparativo de modelos de madurez en inteligencia de negocio* (Vol. 23). (Ingeniere, Ed.) Arica, Chile: Revista Chilena de Ingenieria.
- Prince, M. (2004). Does Active Learning Work? A Review of the Research. *Department of Chemical Engineering*, 93, 223-231. doi:<http://dx.doi.org/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x>
- Quimbia Loyo, F. R. (2017). Modelo de inteligencia de negocios (BI), para el manejo de indicadores clave de desempeño (KPI) en ventas para la toma de decisiones en los retails de farmacias de la empresa Farmaenlace Cía. Ltda.
- Rajterič, I. H. (2010). Overview of bussiness intelligence maturity. *Management : Journal of Contemporary Management Issues*, 15, 47-67. Obtenido de <https://hrcak.srce.hr/53606>

- Rashdi, S. S., & Nair, S. S. (2017). A business intelligence framework for Sultan Qaboos University: A case study in the Middle East. *Journal of Intelligence Studies in Business*, 35-49. doi:<http://dx.doi.org/10.37380/jisib.v7i3.278>
- Reina Castiblanco, D., Pinzón Cardozo, M., & García Cabrera, C. (2017). Inteligencia de Negocios en la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Bogotá, Colombia. Obtenido de <https://repositorio.escuelaing.edu.co/bitstream/handle/001/699/Pinz%C3%B3n%20Cardozo%2c%20Mar%C3%ADa%20Paula%20-%202017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Riofrio, G., Encalada, E., Guamán, D., & Aguilar, J. (2015). Business intelligence applied to learning analytics in student-centered learning processes. *Latin American Computing Conference*. doi:<https://doi.org/10.1109/CLEI.2015.7360045>
- Salas, E. (2018). Inteligencia de Negocios para la Gestión Universitaria. *Revista Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo*.
- Santoso, L. W. (2017). Data warehouse with big data technology for higher education. *Procedia Computer Science*, , 124, 93-99.
- Sapiencia . (2015). *Sapiencia* . Obtenido de <https://sapiencia.gov.co/>: <https://www.sapiencia.gov.co/wp-content/uploads/2015/12/UNIVERSIDADES-BANCO-SERVICIO-SOCIAL.xlsx>
- Scholtz, B., Calitz, A., & Haupt, R. (2018). A business intelligence framework for sustainability information management in higher education. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 19(2), 266-290.
- Senado de la República de Colombia. (29 de Diciembre de 1992). Art 6. Ley 30 de 1992. *Ley 30 de 1992*. Obtenido de [http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_0030\\_1992.html](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0030_1992.html)

- Sinaga, A. S., & Girsang. (2017). University Accreditation using Data Warehouse. *In Journal of Physics: Conference Series*, (Vol. 801, No. 1, p. 012030). IOP Publishing.
- Solano, L. E. (2017). Business Intelligence: un balance para su implementación. *InnovaG*, 3, 27-36.
- Somya, R., Manongga, D., & Pakereng, M. A. (2018). Service-oriented business intelligence (SoBI) for academic and financial data integration in university. *International Seminar on Application for Technology of Information and Communication* .
- Sorour, A., & Atkins, A. S. (2024). Big data challenge for monitoring quality in higher education institutions using business intelligence dashboards. *Journal of Electronic Science and Technology*.
- Sorour, A., Atkins, A. S., Stanier, C. F., & Alharb. (2020). The role of business intelligence and analytics in higher education quality: A proposed architecture. *International Conference on Advances in the Emerging Computing Technologies*, (págs. (AECT) (pp. 1-6). IEEE.).
- TDWI. (2017). Obtenido de <https://tdwi.org/Home.aspx>
- TDWI. (2024). Obtenido de <https://tdwi.org/analytics-assessment>
- Toro , J., Ocampo, O., & Vergara, M. (2022). Modelos de transferencia y estrategias de comercialización de las tecnologías en universidades en Colombia. *Revista Internacional de Tecnología Ciencia y Sociedad*, 11, 2-17.  
doi:<https://doi.org/10.37467/revtechno.v11.4489>
- UAC. (22 de Noviembre de 2022). Principios e Historia. Obtenido de <https://www.uac.edu.co/la-universidad/principios-e-historia/>
- UAC. (2023). *uac.edu.co*. Obtenido de <https://www.uac.edu.co/la-universidad/principios-e-historia/>

Universidad Autónoma del Caribe. (2020). Definición de la estructura orgánica de la UAC.

Barranquilla, Colombia. Obtenido de

[https://uac.edu.co/descargas\\_uac/reglamento/estructura\\_organizacionalUAC.pdf](https://uac.edu.co/descargas_uac/reglamento/estructura_organizacionalUAC.pdf)

Universidad Autónoma del Caribe. (2022). Plan de Desarrollo Institucional. Barranquilla,

Colombia. Obtenido de

[https://www.uac.edu.co/descargas\\_uac/reglamento/Documento\\_PDI\\_\\_Universidad\\_Autonoma\\_Del\\_Caribe.pdf](https://www.uac.edu.co/descargas_uac/reglamento/Documento_PDI__Universidad_Autonoma_Del_Caribe.pdf)

Universidad Católica Luis Amigó. (2023). *Universidad Católica Luis Amigó*. Obtenido de

[https://www.funlam.edu.co/uploads/institucionalfunlam/2\\_Dosier\\_General\\_2023.pdf](https://www.funlam.edu.co/uploads/institucionalfunlam/2_Dosier_General_2023.pdf)

Vaisman, A., & Zimányi, E. (2022). *Data Warehouse Systems: Design and*

*Implementation*. (2 ed.). Springer Nature.

Van Dyk, L. (2008). A Data Warehouse Model for Micro-Level Decision Making in Higher

Education. . *Electronic Journal of e-learning*, 6(3), pp235-244.

Vega, J. J., Aguilar, L. J., & Giraldo Marín, L. M. (2016). La inteligencia de negocios como

una herramienta en la gestión académica. *Revista Científica*, 1, 110-120.

doi:<http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2016.24.a11>

Watson, H. J. (2009). Tutorial: Business Intelligence – Past, Present, and Future.

*Communications of the Association for Information*, 488-510.

doi:<https://doi.org/10.17705/1CAIS.02539>

Wieder, B., & Ossimitz, M.-L. (2015). The Impact of Business Intelligence on the Quality

of Decision Making – A Mediation Model. *Procedia Computer Science*.

Williamson, B. (2018). *Big data en Educación*. Obtenido de [https://edmorata.es/wp-](https://edmorata.es/wp-content/uploads/2020/06/Williamson.BigData.PR_.pdf)

[content/uploads/2020/06/Williamson.BigData.PR\\_.pdf](https://edmorata.es/wp-content/uploads/2020/06/Williamson.BigData.PR_.pdf)

Williamson, B. (2018). Big data en Educación: El futuro digital del aprendizaje, la política y la práctica. 3-30. Madrid, San Sebastián de los Reyes, España. Obtenido de [https://edmorata.es/wp-content/uploads/2020/06/Williamson.BigData.PR\\_.pdf](https://edmorata.es/wp-content/uploads/2020/06/Williamson.BigData.PR_.pdf)

Ygnacio, L. A., & Andrade-Arenas, M. G. (2022). Mobile application with business intelligence to optimize the control process of tourist agencies. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 29, 1708-1717.

doi:<http://doi.org/10.11591/ijeecs.v29.i3.pp1708-1718>