

Diseño de un tablero interactivo para la gestión del inventario de dispositivos tecnológicos en instituciones educativas del departamento de Boyacá, orientado a la toma de decisiones basadas en datos

Javier Mauricio Medina Espinosa

Asesor

Isaac Esteban Camargo Freile

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD
Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería ECBTI
Especialización en Ciencia de Datos y Analítica

2026

Resumen

El presente proyecto aplicado tuvo como propósito diseñar e implementar un tablero interactivo en Power BI para fortalecer la gestión del inventario de dispositivos tecnológicos en las instituciones educativas oficiales del departamento de Boyacá, mediante procesos de integración, depuración, estructuración y análisis de datos orientados a la toma de decisiones basadas en información confiable y oportuna. La problemática identificada en la Secretaría TIC y Gobierno Abierto de la Gobernación de Boyacá estuvo asociada a la dispersión, inconsistencia y baja calidad de la información relacionada con los recursos tecnológicos de las instituciones educativas, dificultando los procesos de seguimiento, planificación y priorización de necesidades tecnológicas en el territorio. El proyecto se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo de tipo descriptivo-aplicado y adoptó la metodología CRISP-DM (Cross-Industry Standard Process for Data Mining) como marco metodológico para estructurar las fases de recopilación, validación, transformación, modelado y visualización de los datos. Como parte del proceso, se consolidó información correspondiente a 1.980 sedes educativas de 120 municipios no certificados del departamento de Boyacá, integrando variables institucionales, territoriales y operativas asociadas al estado del inventario tecnológico. Asimismo, se implementaron procesos de validación, limpieza y transformación de datos mediante herramientas del ecosistema Microsoft, incluyendo Power Query, SharePoint y Power BI. Como resultado principal, se diseñó e implementó un tablero interactivo funcional en Power BI, orientado al análisis territorial e institucional del inventario tecnológico de las instituciones educativas oficiales del departamento. El tablero permitió consolidar indicadores estratégicos relacionados con cobertura tecnológica y brecha digital, incorporando métricas como la relación estudiantes por computador funcional, tomando como referencia el estándar de cinco estudiantes por computador utilizado por el Ministerio de

Educación Nacional. La implementación del tablero facilitó la identificación de diferencias de cobertura tecnológica, necesidades de dotación y condiciones de disponibilidad de recursos tecnológicos entre instituciones educativas y municipios, apoyando procesos de priorización de inversiones, formulación de proyectos y planificación territorial basada en datos. Finalmente, se concluye que el uso de herramientas de inteligencia de negocios contribuye significativamente al fortalecimiento de la gestión pública educativa, al transformar datos operativos dispersos en información estratégica para la planificación, seguimiento y toma de decisiones basadas en datos.

Palabras clave: Power BI, modelo de datos, analítica de datos, toma de decisiones, gestión pública educativa.

Abstract

The purpose of this applied research project was to design and implement an interactive dashboard in Power BI to strengthen the management of the technological device inventory in official educational institutions in the department of Boyacá, through data integration, cleansing, structuring, and analysis processes aimed at supporting decision-making based on reliable and timely information. The problem identified within the ICT and Open Government Secretariat of the Government of Boyacá was associated with the dispersion, inconsistency, and low quality of information related to technological resources in educational institutions, which hindered monitoring, planning, and prioritization processes regarding technological needs across the territory. The project was developed under a quantitative descriptive-applied approach and adopted the CRISP-DM (Cross-Industry Standard Process for Data Mining) methodology as a methodological framework to structure the stages of data collection, validation, transformation, modeling, and visualization. As part of the process, information from 1,980 educational campuses across 120 non-certified municipalities in the department of Boyacá was consolidated, integrating institutional, territorial, and operational variables associated with the status of the technological inventory. In addition, data validation, cleansing, and transformation processes were implemented using Microsoft ecosystem tools, including Power Query, SharePoint, and Power BI. As the main outcome, a functional interactive dashboard was designed and implemented in Power BI, aimed at supporting territorial and institutional analysis of the technological inventory in official educational institutions across the department. The dashboard enabled the consolidation of strategic indicators related to technological coverage and digital divide analysis, including metrics such as the student-to-functional-computer ratio, based on the standard of five students per computer established by the Colombian Ministry of Education. The

implementation of the dashboard facilitated the identification of technological coverage gaps, equipment needs, and availability conditions of technological resources among educational institutions and municipalities, supporting investment prioritization processes, project formulation, and data-driven territorial planning. Finally, it is concluded that the use of business intelligence tools significantly contributes to strengthening public educational management by transforming dispersed operational data into strategic information for planning, monitoring, and data-driven decision-making processes.

Keywords: Power BI, data modeling, data analytics, data-driven decision making, educational public management.

Tabla de Contenido

Introducción	10
Justificación	13
Planteamiento del Problema	15
Objetivos	19
Objetivo General	19
Objetivos Específicos.....	19
Marco de Referencia	20
Estado del Arte.....	20
BI y Analítica en Educación.....	20
Gestión Pública, Dashboards y Toma de Decisiones	25
Gestión de Inventarios Tecnológicos y Recursos TIC en Educación.....	26
Marco Teórico.....	28
Gestión de la Información y Toma de Decisiones.....	28
Calidad de Datos.....	29
Inteligencia de Negocios y Analítica de Datos.....	31
Visualización de Datos y Dashboards	32
Metodología CRISP-DM.....	35
Brecha Digital y Cobertura Tecnológica en el Sector Educativo	36
Marco Conceptual.....	37
Inventario Tecnológico.....	37
Integración de Datos.....	38
ETL (Extracción, Transformación y Carga de Datos).....	39

Modelo de Datos.....	40
Dashboard Interactivo.....	42
Indicadores Clave de Desempeño (KPI)	43
Visualización de Datos	44
Metodología	46
Metodología CRISP-DM Aplicada al Proyecto.....	48
Diagnóstico y Comprensión de Necesidades.....	48
Diseño del Instrumento y Recopilación de Información.....	48
Validación y Preparación de los Datos.....	50
Transformación, Modelado y Flujo ETL.....	51
Diseño Visual y Construcción del Tablero Interactivo	54
Validación Funcional y Despliegue.....	54
Resultados.....	56
Consolidación y Estructuración de la Información.....	56
Calidad y Confiabilidad de los Datos	58
Implementación del Modelo Analítico	59
Desarrollo del Tablero Interactivo	60
Casos de Análisis Obtenidos Mediante el Tablero	63
Análisis Departamental de Cobertura Tecnológica.....	63
Caso de Cumplimiento del Indicador de Cobertura Tecnológica: Municipio de Betétiva... 64	
Análisis Territorial: Provincia de Tundama	65
Caso Institucional: Institución Educativa Diego de Torres	66
Análisis Detallado de Sede Educativa: Sede Pozo Negro	67

Impacto de la Solución Desarrollada.....	69
Discusión.....	70
Conclusiones.....	73
Recomendaciones	75
Recomendaciones de Corto Plazo.....	75
Recomendaciones de Mediano Plazo.....	76
Referencias.....	77

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Modelo Conceptual de la Solución Propuesta</i>	47
Figura 2 <i>Arquitectura del Modelo de Inteligencia de Negocios para la Gestión del Inventario Tecnológico</i>	53
Figura 3 <i>Interfaz General del Tablero Interactivo para la Gestión del Inventario Tecnológico en Power BI</i>	62
Figura 4 <i>Análisis Departamental de Cobertura Tecnológica y Brecha Digital</i>	64
Figura 5 <i>Caso de Cumplimiento del Indicador de Cobertura Tecnológica: Municipio de Betétiva</i>	65
Figura 6 <i>Análisis Territorial del Inventario Tecnológico: Provincia de Tundama</i>	66
Figura 7 <i>Análisis Institucional: Institución Educativa Diego de Torres</i>	67
Figura 8 <i>Análisis Detallado de Sede Educativa: Sede Pozo Negro</i>	68

Introducción

La gestión de la información se ha convertido en un elemento fundamental para el fortalecimiento de los procesos administrativos y de planificación en las entidades públicas, especialmente en aquellas encargadas de gestionar recursos tecnológicos y apoyar estrategias de transformación digital en el sector educativo. En este contexto, la Secretaría TIC y Gobierno Abierto de la Gobernación de Boyacá desempeña un papel estratégico en el seguimiento y gestión de los recursos tecnológicos destinados a las instituciones educativas oficiales del departamento.

En este contexto, el crecimiento acelerado de la información digital y la necesidad de transformar datos en información útil han incrementado la importancia de la analítica de datos dentro de las organizaciones. La generación masiva de información y los procesos de datificación han permitido que los datos se conviertan en un recurso estratégico para fortalecer los procesos de seguimiento, planificación y gestión institucional, siempre que existan mecanismos adecuados para su integración, procesamiento y análisis (Marín, 2020; Ruiz Díaz de Salvioni, 2023).

Durante el desarrollo de los procesos asociados al control y administración del inventario tecnológico, se identificaron problemáticas relacionadas con la dispersión, fragmentación e inconsistencia de la información proveniente de diferentes fuentes de datos, así como limitaciones en los procesos de consolidación, análisis y aprovechamiento de la información. Los registros relacionados con dispositivos tecnológicos se encontraban distribuidos en múltiples matrices y archivos no integrados, con diferencias en los criterios de almacenamiento, duplicidad de datos, inconsistencias en los registros y ausencia de procesos de estandarización, dificultando la generación de información confiable y oportuna.

Esta situación afectaba directamente los procesos de seguimiento y gestión institucional, debido a que no se contaba con información clara y actualizada sobre el estado real del inventario tecnológico de las instituciones educativas del departamento. Como consecuencia, se dificultaba la focalización de recursos tecnológicos y financieros, la identificación de necesidades prioritarias y la formulación de proyectos orientados al fortalecimiento de la infraestructura tecnológica, al no existir información consolidada que permitiera establecer con precisión la población beneficiaria y las condiciones reales de las instituciones educativas.

En este sentido, la toma de decisiones basada en datos adquiere un papel relevante dentro de la gestión institucional, al permitir transformar datos operativos en información útil para fortalecer los procesos de seguimiento, planificación y priorización de recursos. Frente a esta problemática, surge la necesidad de implementar soluciones orientadas a la integración, depuración, estructuración y análisis de la información, facilitando su aprovechamiento mediante herramientas de inteligencia de negocios y analítica de datos.

Como respuesta a esta necesidad, el presente trabajo propone el diseño e implementación de un tablero interactivo en Power BI para la gestión del inventario de dispositivos tecnológicos en las instituciones educativas oficiales del departamento de Boyacá, orientado a facilitar los análisis de la información mediante visualizaciones dinámicas, indicadores y herramientas interactivas que apoyen los procesos de gestión institucional.

Metodológicamente, el desarrollo del proyecto se fundamenta en la metodología CRISP-DM (Cross-Industry Standard Process for Data Mining), la cual estructura el proceso analítico en fases iterativas relacionadas con la comprensión del problema, comprensión y preparación de los datos, modelado, evaluación y despliegue de la solución, garantizando coherencia entre la problemática identificada y la propuesta desarrollada.

De esta manera, el proyecto no se limita al desarrollo de una herramienta tecnológica, sino que se orienta al fortalecimiento de la gestión institucional de los recursos tecnológicos en el sector educativo, promoviendo procesos de análisis y gestión basados en datos y contribuyendo a la mejora de la planificación y administración de los recursos tecnológicos en el departamento de Boyacá.

En este sentido, el proyecto aporta una solución aplicada de inteligencia de negocios que permite consolidar, analizar y visualizar información del inventario tecnológico educativo, facilitando la identificación de brechas de cobertura tecnológica, la priorización de recursos y el fortalecimiento de los procesos de planificación y toma de decisiones en el territorio.

Justificación

El presente proyecto de investigación tiene como propósito fortalecer la gestión del inventario de dispositivos tecnológicos en las instituciones educativas del departamento de Boyacá, mediante la integración, organización y análisis de la información disponible, con el fin de transformar datos operativos en información estratégica que apoye la toma de decisiones basada en datos.

La investigación e implementación se desarrolla en la Secretaría TIC y Gobierno Abierto de la Gobernación de Boyacá, enmarcada en la misión de: *“Dirigir, coordinar, gestionar y supervisar las políticas, planes y proyectos de tecnologías de la información y las comunicaciones orientados a los lineamientos estratégicos, los datos, los procesos, las aplicaciones de los sistemas de información y la infraestructura tecnológica de telecomunicaciones”* (Gobernación de Boyaca, 2025). En este contexto, el proyecto se orienta en garantizar el uso y la apropiación de herramientas tecnológicas en procesos transversales, especialmente en el sector educativo.

La investigación se fundamenta en el campo de la ingeniería y la analítica de datos aplicada al sector educativo público, específicamente en el contexto de las instituciones educativas oficiales del departamento de Boyacá, donde se evidencia la necesidad de mejorar los procesos de gestión de la información asociada a los recursos tecnológicos. En este escenario, la población objeto de estudio corresponde a las instituciones educativas que cuentan con registros de inventarios tecnológicos, los cuales presentan limitaciones en su organización, calidad y accesibilidad.

El problema de investigación surge a partir de la fragmentación, dispersión y baja calidad de la información relacionada con los dispositivos tecnológicos, lo cual dificulta la consolidación

de datos confiables sobre su cantidad, estado y ubicación. Esta situación limita la capacidad de análisis y afecta procesos fundamentales como la planificación de programas enfocados al sector educativo, la asignación de recursos y la identificación de necesidades prioritarias, impactando directamente la eficiencia de la gestión institucional.

Esta solución busca reducir los tiempos asociados a la construcción de diagnósticos, optimizar los procesos de formulación de proyectos y facilitar la toma de decisiones basada en información clara, oportuna y estructurada.

En este sentido, la presente investigación se centra desde una necesidad práctica, al proponer una solución orientada a la integración, organización y análisis de la información mediante el diseño de un tablero interactivo que permita mejorar el acceso y uso de los datos. La herramienta empleada, Power BI, no constituye un fin en sí misma, sino un medio que fortalece la gestión de la información y el desarrollo de los procesos, permitiendo evidenciar su impacto como instrumento para mejorar la toma de decisiones basada en datos, cuyos efectos se reflejan en la optimización de la gestión institucional (Sarmiento Aguilera, 2025).

Desde la investigación, el estudio se fundamenta en conceptos relacionados con la gestión de datos, la calidad de la información, el modelado de datos y la inteligencia de negocios, los cuales permiten estructurar el proceso de transformación de datos en información útil para la toma de decisiones. En este sentido, se evidencia la pertinencia de aplicar metodologías de analítica de datos en contextos reales del sector público.

Adicionalmente, el proyecto adquiere relevancia en el contexto sociodemográfico del departamento de Boyacá, al contribuir a la identificación de brechas en la distribución de los recursos tecnológicos entre instituciones educativas, permitiendo una mejor focalización de las acciones y promoviendo una mayor equidad en el acceso a herramientas digitales.

En este sentido, la educación se posiciona como uno de los sectores con mayor potencial de transformación a partir del uso de tecnologías digitales, en la medida en que estas permiten fortalecer los procesos de enseñanza y aprendizaje, así como mejorar la gestión de los recursos educativos. Como lo señala (Barreto Baque, 2024), la integración de la tecnología en el ámbito educativo representa una oportunidad para repensar los modelos tradicionales y avanzar hacia prácticas más eficientes y adaptadas a las necesidades actuales.

Finalmente, desde el ámbito académico y profesional, la investigación se justifica al integrar conocimientos de ingeniería de datos y analítica en la solución de una problemática concreta, aportando al fortalecimiento de la cultura de toma de decisiones basada en datos en las instituciones educativas del departamento de Boyacá, así como al desarrollo de herramientas que contribuyan a la modernización de la gestión pública educativa.

Planteamiento del Problema

La Secretaría TIC y Gobierno Abierto de la Gobernación de Boyacá desempeña un papel estratégico en la gestión y seguimiento de los recursos tecnológicos destinados a las instituciones educativas oficiales del departamento, promoviendo el acceso y uso de herramientas digitales como apoyo a los procesos educativos. En este contexto, y en concordancia con los planes de desarrollo departamental, se han impulsado diferentes estrategias orientadas al fortalecimiento de la infraestructura tecnológica en las instituciones educativas, reconociendo la importancia de la tecnología en el mejoramiento de la calidad y equidad educativa.

Sin embargo, durante los procesos de gestión y seguimiento tecnológico desarrollados por la Secretaría TIC y Gobierno Abierto, se evidenciaron múltiples dificultades relacionadas con la administración y análisis de la información asociada al inventario de dispositivos tecnológicos de las instituciones educativas oficiales del departamento. Entre las principales

problemáticas identificadas se encuentran la dispersión, fragmentación e inconsistencia de la información proveniente de diferentes fuentes de datos, así como la ausencia de procesos de estandarización y validación de los registros.

La información relacionada con los dispositivos tecnológicos se encontraba distribuida en múltiples matrices y archivos no integrados, con diferencias en los criterios de almacenamiento, registros duplicados, inconsistencias en la información y limitaciones en los mecanismos de actualización y reporte. En muchos casos, las instituciones educativas no contaban con inventarios tecnológicos actualizados o no reportaban oportunamente el estado de sus equipos, lo que afectaba la calidad y confiabilidad de la información disponible para la Secretaría TIC y Gobierno Abierto.

Esta situación dificultaba la consolidación de información clara y oportuna sobre el estado real del inventario tecnológico de las instituciones educativas oficiales del departamento, afectando procesos de seguimiento, planificación y gestión institucional. Como consecuencia, se presentaban limitaciones para la focalización de recursos tecnológicos y financieros, la identificación de necesidades prioritarias y la formulación de proyectos orientados al fortalecimiento de la infraestructura tecnológica, debido a la ausencia de información consolidada que permitiera establecer con precisión las condiciones reales de las instituciones educativas y la población beneficiaria.

En este contexto, la ausencia de información consolidada y confiable limitaba también la capacidad institucional para identificar brechas de cobertura tecnológica entre las instituciones educativas del departamento. Esta situación resultaba especialmente relevante considerando que el Ministerio de Educación Nacional utiliza como referente el indicador de estudiantes por computador para evaluar condiciones de acceso tecnológico en las instituciones educativas

oficiales, tomando como referencia aproximada una relación de cinco estudiantes por computador. Sin información actualizada y estructurada, se dificultaba establecer con precisión las condiciones reales de disponibilidad tecnológica y priorizar procesos de inversión orientados al cierre de brechas digitales en el territorio.

Asimismo, las limitaciones en la organización y análisis de la información restringían el aprovechamiento estratégico de los datos, debido a que no se contaba con herramientas analíticas que permitieran transformar los registros operativos en información útil para el seguimiento y gestión institucional. Aunque se adelantaron procesos de articulación y recolección de información con las instituciones educativas, los datos recopilados continuaban almacenados en matrices extensas y no integradas, dificultando su análisis, visualización y aprovechamiento para los procesos de gestión tecnológica.

La información utilizada para el desarrollo del proyecto corresponde a los registros de inventario tecnológico recopilados por la Secretaría TIC y Gobierno Abierto de la Gobernación de Boyacá a partir de los reportes realizados por instituciones educativas oficiales del departamento durante los procesos de seguimiento y gestión tecnológica. No obstante, debido a las limitaciones existentes en los mecanismos de reporte y consolidación de la información, los datos presentaban diferencias en su nivel de actualización, estructura y completitud, situación que evidenció la necesidad de implementar procesos de integración, depuración, estructuración y análisis orientados al fortalecimiento de la gestión institucional.

Frente a esta problemática, surge la necesidad de implementar herramientas de inteligencia de negocios y analítica de datos que permitan integrar, depurar, estructurar y analizar la información del inventario tecnológico de las instituciones educativas oficiales del

departamento de Boyacá, facilitando la generación de información confiable y oportuna para fortalecer los procesos de seguimiento, planificación y gestión institucional.

Pregunta de investigación

¿Cómo diseñar e implementar un tablero interactivo que permita integrar, depurar, estructurar y analizar la información del inventario de dispositivos tecnológicos de las instituciones educativas oficiales del departamento de Boyacá, con el fin de fortalecer los procesos de seguimiento, planificación y gestión institucional?

Línea de investigación

Ciencia de datos y Sistemas Complejos.

Objetivos

Objetivo General

Diseñar un tablero interactivo para la gestión del inventario de dispositivos tecnológicos en las instituciones educativas oficiales del departamento de Boyacá, mediante procesos de integración, depuración, estructuración y análisis de datos, con el propósito de fortalecer los procesos de seguimiento, planificación y gestión institucional basados en información confiable y oportuna.

Objetivos Específicos

Integrar la información del inventario tecnológico proveniente de diferentes fuentes en una estructura unificada que facilite su acceso, consulta y análisis.

Diseñar un modelo de datos que permita el análisis comparativo, el seguimiento y la generación de indicadores para la gestión del inventario tecnológico.

Diseñar e implementar un tablero interactivo en Power BI que permita visualizar de manera clara, dinámica y centralizada la información del inventario tecnológico, facilitando los procesos de seguimiento, planificación y priorización de recursos tecnológicos en las instituciones educativas oficiales del departamento de Boyacá.

Marco de Referencia

Estado del Arte

BI y Analítica en Educación

En el ámbito educativo, la implementación de inteligencia de negocios ha cobrado relevancia debido a los desafíos asociados a la gestión de datos generados en los procesos académicos y administrativos. En este sentido, Camavilca-Vega (2025) señala que el uso de BI permite mejorar la eficiencia operativa y la calidad educativa, al facilitar el análisis de la información y la toma de decisiones informadas. No obstante, también se evidencian retos relacionados con la integración de datos, la disponibilidad de herramientas de análisis, la gestión de la privacidad de la información y la necesidad de personal capacitado en tecnologías analíticas (Webber & Zheng, 2019).

Las tecnologías digitales comprenden el conjunto de herramientas, dispositivos y recursos tecnológicos orientados a la generación, almacenamiento y procesamiento de la información, los cuales han adquirido un papel fundamental en el desarrollo de las organizaciones y la sociedad en general (Santos Barrera, 2024). En este sentido, estas tecnologías permiten automatizar procesos, optimizar tiempos, mejorar la comunicación y facilitar el manejo de grandes volúmenes de datos, contribuyendo al fortalecimiento de la productividad y la innovación.

En el ámbito educativo, la incorporación de tecnologías digitales ha transformado significativamente los procesos de enseñanza y aprendizaje. De acuerdo con Muñoz (2024), el uso de plataformas de aprendizaje en línea, aplicaciones educativas y recursos digitales ha facilitado el acceso al conocimiento, permitiendo además el desarrollo de modalidades como la educación a distancia, lo que amplía las oportunidades de formación para diferentes poblaciones.

Asimismo, la UNESCO (2024) destaca que las tecnologías digitales se han convertido en un elemento clave para garantizar el acceso a la educación como un derecho fundamental, al contribuir a la inclusión, mejorar la calidad del aprendizaje y fortalecer los sistemas de gestión educativa.

No obstante, a pesar de los avances en la implementación de tecnologías digitales, persisten desafíos importantes, como la brecha digital, entendida como la desigualdad en el acceso a la tecnología entre diferentes grupos poblacionales (Warschauer & Matuchniak, 2010). Esta situación puede generar desventajas en el acceso a recursos educativos y afectar el rendimiento académico de los estudiantes. En conjunto, estos planteamientos evidencian que las tecnologías digitales desempeñan un papel fundamental en la transformación del sector educativo, no solo en los procesos de enseñanza y aprendizaje, sino también en la gestión de la información, aspecto clave para la toma de decisiones en las instituciones educativas.

La inteligencia de negocios (Business Intelligence, BI) se define como el conjunto de estrategias, procesos y herramientas orientadas a la recopilación, integración y análisis de datos, con el fin de generar conocimiento útil para la toma de decisiones en las organizaciones (Reinschmidt & Francoise, 2000). En este sentido, BI permite transformar los datos en información valiosa y posteriormente en conocimiento, facilitando la toma de decisiones a nivel estratégico, táctico y operativo (Alvarado, 2023).

Desde una perspectiva técnica, la inteligencia de negocios se fundamenta en procesos como la extracción, transformación y carga de datos (ETL), la construcción de almacenes de datos (Data Warehouse), el análisis mediante técnicas de minería de datos (Data Mining) y la generación de reportes y visualizaciones para apoyar la toma de decisiones (Carballo, 2021). En este contexto, la minería de datos se constituye como una técnica complementaria dentro de la

inteligencia de negocios, orientada a descubrir patrones, relaciones y conocimiento útil a partir de grandes volúmenes de información. Este proceso utiliza herramientas estadísticas y algoritmos que permiten analizar los datos más allá de su visualización, identificando comportamientos y tendencias relevantes para la toma de decisiones (Riquelme, Ruiz, & Gilbert, 2026).

Asimismo, las soluciones de BI se consolidan como herramientas clave para mejorar la gestión organizacional, en la medida en que permiten identificar patrones, tendencias y anomalías en grandes volúmenes de información, contribuyendo a la optimización de los procesos y al fortalecimiento de la toma de decisiones.

Diversos estudios han evidenciado la aplicación de herramientas de Business Intelligence y Power BI en contextos educativos y organizacionales. Quintana Armas (2022), en una investigación desarrollada en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, planteó una propuesta tecnológica de herramientas de BI para mejorar la gestión académica en educación superior. Como resultado, Power BI fue seleccionada por sus capacidades de analítica, representación visual e interacción mediante dashboards, destacando además su liderazgo sostenido en el Cuadrante Mágico de Gartner. La investigación concluyó que la herramienta permitió resolver necesidades de visualización y comprensión de información institucional, facilitando la toma de decisiones y representando una alternativa funcional y de bajo costo para instituciones educativas.

De igual manera, López Robeldo (2023), en Puerto Rico, desarrolló un estudio cualitativo sobre el uso de Power BI para la visualización de datos en instituciones educativas, destacando como principal ventaja la capacidad de conexión y acceso a información desde diferentes

ubicaciones mediante servicios en la nube, permitiendo fortalecer la gestión de información en instituciones de educación superior.

En otros contextos organizacionales, (Medina, 2023), desarrolló una investigación orientada a analizar la incidencia del sistema Business Intelligence en la toma de decisiones empresariales mediante Power BI. Los resultados evidenciaron que esta herramienta facilita la recopilación, visualización y análisis de información proveniente de múltiples fuentes, mejorando la precisión de los reportes y fortaleciendo los procesos de gestión y toma de decisiones.

Asimismo, Barquet Vera y Gómez Yépez (2023) aplicaron herramientas de Business Intelligence y Power BI para la gestión de recursos humanos y materiales en obras civiles, integrando información proveniente de diferentes plataformas y utilizando indicadores de desempeño para monitorear tiempos, costos y avances. Los autores concluyeron que el uso de dashboards interactivos permitió optimizar el seguimiento de recursos y fortalecer los procesos de control y planificación.

En el ámbito educativo reciente, Gadekar y Sonali (2025) desarrollaron un sistema de monitoreo del rendimiento estudiantil mediante Power BI, integrando información académica como asistencia, calificaciones y actividades extracurriculares. Los resultados demostraron que la herramienta permitió identificar estudiantes en riesgo, generar reportes personalizados y fortalecer la toma de decisiones basada en evidencia.

En cuanto a las metodologías para el desarrollo de proyectos analíticos, la metodología CRISP-DM (Cross-Industry Standard Process for Data Mining) se ha consolidado como uno de los modelos más utilizados debido a su carácter flexible, iterativo e independiente de herramientas y sectores (Chapman et al., 2000). Esta metodología organiza el proceso de análisis

en seis fases: comprensión del negocio, comprensión de los datos, preparación de los datos, modelado, evaluación y despliegue, permitiendo estructurar de manera lógica el desarrollo de soluciones analíticas.

Asimismo, su carácter iterativo facilita la retroalimentación entre las diferentes fases, permitiendo realizar ajustes continuos en función de los hallazgos y la calidad de los datos. En este sentido, CRISP-DM resulta especialmente relevante en contextos donde la información se encuentra dispersa, presenta inconsistencias o requiere procesos de integración y depuración para su posterior análisis y visualización.

En relación con los procesos de integración y tratamiento de datos, diferentes investigaciones destacan la importancia de las etapas ETL (Extracción, Transformación y Carga), las cuales permiten garantizar la coherencia, trazabilidad y calidad de la información utilizada en soluciones analíticas. Estas actividades incluyen procesos de limpieza, estructuración, modelado y validación de datos, así como la construcción de medidas, relaciones y jerarquías que facilitan su análisis en herramientas como Power BI.

A pesar de los avances identificados en el uso de herramientas de inteligencia de negocios y dashboards interactivos en contextos educativos y organizacionales, se evidencia una limitada aplicación de estas soluciones en la gestión del inventario tecnológico de instituciones educativas públicas a nivel territorial. Asimismo, varios estudios se enfocan principalmente en variables académicas o administrativas, dejando en segundo plano la integración, depuración y análisis estratégico de información relacionada con recursos tecnológicos. En este sentido, el presente proyecto busca aportar al fortalecimiento de la gestión de información en el sector educativo público mediante el diseño de un tablero interactivo orientado a la toma de decisiones basadas en datos.

Gestión Pública, Dashboards y Toma de Decisiones

En el ámbito de la gestión pública, el uso de herramientas de inteligencia de negocios y dashboards interactivos ha adquirido relevancia como mecanismo para fortalecer el seguimiento, la transparencia, la eficiencia administrativa y la toma de decisiones basada en datos. Estas herramientas permiten transformar grandes volúmenes de información institucional en visualizaciones comprensibles, indicadores y reportes dinámicos que facilitan el monitoreo de procesos y la identificación de oportunidades de mejora.

(Hoppe, 2023), en la investigación *Propuesta de dashboard operativo para optimizar la gestión en el sector público*, plantea que una gestión pública eficaz requiere procesos permanentes de medición, evaluación y seguimiento de resultados. La autora evidencia que, aunque las entidades públicas suelen contar con grandes volúmenes de datos derivados de sus operaciones diarias, estos no siempre son utilizados de manera dinámica para monitorear la gestión. En este sentido, propone el uso de dashboards operativos como herramientas que permiten generar información oportuna, mejorar el seguimiento institucional y apoyar la toma de decisiones.

De manera similar, (Huertas & Valencia, 2025) en el trabajo *Desarrollo de dashboard interactivo para la evaluación estratégica de proyectos de investigación e innovación financiados por MinCiencias Colombia*, destacan la utilidad de los dashboards interactivos en entidades públicas para fortalecer el seguimiento, control y análisis estratégico de la información. El estudio evidencia que la integración de indicadores clave de desempeño, filtros interactivos y visualizaciones dinámicas permite analizar variables como ubicación geográfica, área temática, estado de los proyectos y recursos asignados, favoreciendo la transparencia, la rendición de cuentas y la toma de decisiones basada en evidencia.

Estos antecedentes permiten identificar que los dashboards no solo cumplen una función de visualización, sino que se constituyen en herramientas de gestión institucional, al facilitar el análisis comparativo, el monitoreo de indicadores y la priorización de acciones. En el sector público, su implementación contribuye a optimizar el uso de los recursos, mejorar la planificación y fortalecer la capacidad institucional para responder a necesidades específicas del territorio.

No obstante, aunque se identifican experiencias relacionadas con el uso de dashboards en educación, gestión pública y análisis institucional, aún son limitadas las aplicaciones orientadas específicamente a la gestión del inventario tecnológico en instituciones educativas oficiales. En particular, se evidencia la necesidad de soluciones que integren, depuren, estructuren y visualicen información sobre recursos tecnológicos, con el fin de apoyar procesos de seguimiento, planificación, priorización de necesidades y gestión institucional en entidades públicas territoriales.

En este contexto, el presente proyecto aporta al desarrollo de soluciones analíticas aplicadas al sector educativo público, mediante el diseño e implementación de un tablero interactivo en Power BI orientado a la gestión del inventario de dispositivos tecnológicos en las instituciones educativas oficiales del departamento de Boyacá.

Gestión de Inventarios Tecnológicos y Recursos TIC en Educación

La gestión de inventarios tecnológicos constituye un elemento fundamental dentro de los procesos de administración y planificación de recursos TIC en las instituciones educativas, debido a que permite realizar seguimiento, control y evaluación de la infraestructura tecnológica disponible. En este contexto, la adecuada gestión de la información asociada a los recursos

tecnológicos facilita la identificación de necesidades, la priorización de inversiones y el fortalecimiento de los procesos de gestión institucional.

En relación con lo anterior, resulta importante diferenciar los conceptos de datos, información y conocimiento, dado que estos no son equivalentes ni se transforman automáticamente entre sí. De acuerdo con (Montuschi, Luisa, 2020), los datos corresponden a elementos en bruto que requieren procesos de organización, análisis e interpretación para convertirse en información útil. A su vez, el conocimiento surge cuando dicha información es comprendida y utilizada en procesos de análisis y toma de decisiones.

Desde esta perspectiva, el acceso a grandes volúmenes de datos no garantiza por sí mismo la generación de conocimiento útil, ya que su valor depende de factores como la calidad, pertinencia y capacidad de interpretación de la información disponible. En consecuencia, cuando los datos presentan inconsistencias, duplicidad, dispersión o falta de actualización, se limita significativamente su utilidad para apoyar procesos de gestión y planificación institucional.

En este sentido, la calidad de los datos adquiere especial relevancia dentro de la gestión de inventarios tecnológicos. (García, Ramírez-Gallego, Luengo, & Herrera, 2016) señalan que factores como valores faltantes, ruido, redundancia e inconsistencias pueden afectar negativamente la confiabilidad de la información y limitar los resultados derivados de su análisis. Asimismo, (Salvador, 2024), citando a Agüero Zevallos (2019), destaca que la gestión de datos comprende procesos de extracción, transformación, limpieza y estructuración de información provenientes de diferentes fuentes, con el propósito de garantizar su calidad y facilitar su aprovechamiento analítico.

Diversos estudios relacionados con gestión tecnológica y recursos TIC evidencian que uno de los principales desafíos en las organizaciones corresponde a la fragmentación y

dispersión de la información, situación que dificulta la consolidación de datos confiables y oportunos para apoyar procesos de seguimiento y toma de decisiones. En el ámbito educativo, esta problemática impacta directamente la capacidad institucional para conocer el estado real de los recursos tecnológicos disponibles y planificar estrategias orientadas al fortalecimiento de la infraestructura tecnológica.

En este contexto, la gestión de inventarios tecnológicos apoyada en herramientas de inteligencia de negocios y analítica de datos permite transformar información dispersa en estructuras organizadas y visualmente comprensibles, facilitando el seguimiento, análisis y priorización de recursos tecnológicos en las instituciones educativas.

Marco Teórico

Gestión de la Información y Toma de Decisiones

La gestión de la información constituye un elemento fundamental dentro de las organizaciones, en la medida en que permite orientar el uso de los recursos hacia el cumplimiento de los objetivos institucionales mediante procesos de planificación, organización, dirección y control. En este sentido, Koontz y Weihrich (2012) definen la gestión como el proceso mediante el cual las organizaciones coordinan sus recursos y actividades con el fin de alcanzar sus objetivos de manera eficiente.

Desde esta perspectiva, la gestión no se limita únicamente a la administración de recursos, sino que también involucra procesos de toma de decisiones orientados a optimizar el uso de la información y generar valor dentro de las organizaciones. En este contexto, las tecnologías de la información adquieren un papel relevante, debido a que permiten gestionar grandes volúmenes de datos de manera más eficiente, facilitando su organización, procesamiento y análisis.

De acuerdo con (Salvador, 2024), la incorporación de herramientas tecnológicas contribuye no solo a mejorar la administración de la información, sino también a fortalecer los procesos de toma de decisiones mediante el acceso a información más precisa, organizada y oportuna. En este sentido, la gestión de la información se consolida como un componente estratégico para las organizaciones, especialmente en contextos donde el análisis de datos resulta determinante para los procesos de seguimiento, planificación y gestión institucional.

En el marco del presente estudio, la gestión de la información adquiere especial relevancia en el manejo del inventario de dispositivos tecnológicos de las instituciones educativas oficiales del departamento de Boyacá, dado que la adecuada organización, análisis y aprovechamiento de los datos permite fortalecer los procesos de seguimiento y gestión institucional relacionados con los recursos tecnológicos del sector educativo.

Calidad de Datos

La calidad de los datos constituye un elemento fundamental en los procesos de gestión de la información, debido a que influye directamente en la confiabilidad y utilidad de los resultados obtenidos a partir de su análisis. En este sentido, la calidad de los datos suele definirse como “datos apropiados para el uso”, lo que implica que su valor depende del contexto en el que son utilizados y de las necesidades de los usuarios (Caro, Angélica; Fuentes, Alejandra; Soto, Antonieta, 2013).

Desde una perspectiva más amplia, la calidad de los datos se reconoce como un concepto multidimensional en el que intervienen factores como la exactitud, consistencia, completitud, pertinencia y actualización de la información. De acuerdo con la norma ISO/IEC 25012, la calidad de los datos corresponde al grado en que las características de los datos satisfacen

necesidades explícitas e implícitas cuando son utilizados en condiciones específicas, resaltando el papel del usuario en la valoración de su calidad (Caro, Fuentes & Soto, 2013).

En el contexto de la transformación digital, la calidad de los datos adquiere una relevancia aún mayor, dado que los datos se han convertido en uno de los activos más importantes de las organizaciones. En este sentido, Gómez Carretero y Piattini (2018) señalan que los datos constituyen un habilitador clave para la implementación de estrategias organizacionales y un recurso fundamental para el análisis y la toma de decisiones.

Asimismo, diversos autores coinciden en que la baja calidad de los datos puede generar errores en los procesos de análisis y afectar negativamente la eficiencia organizacional, limitando el acceso, uso y aprovechamiento estratégico de la información. Estas deficiencias pueden producir impactos técnicos, operativos y organizacionales, especialmente en contextos donde la gestión de la información resulta determinante para los procesos institucionales (Gómez Carretero & Piattini, 2018).

En consecuencia, la gestión de la calidad de los datos se configura como un proceso clave dentro de las organizaciones, orientado a establecer políticas, procedimientos y mecanismos que permitan asegurar la confiabilidad, integridad y utilidad de la información. Esto implica no solo la recolección de datos, sino también su control, monitoreo, depuración y mejora continua, en coherencia con los objetivos organizacionales.

En el marco del presente estudio, la calidad de los datos adquiere especial relevancia, dado que la información asociada al inventario de dispositivos tecnológicos en las instituciones educativas oficiales del departamento de Boyacá requiere ser confiable, consistente y actualizada, con el fin de fortalecer los procesos de seguimiento, análisis y gestión institucional relacionados con los recursos tecnológicos del sector educativo.

Inteligencia de Negocios y Analítica de Datos

La inteligencia de negocios y la analítica de datos se han consolidado como componentes fundamentales dentro de las organizaciones, especialmente en contextos donde se gestionan grandes volúmenes de información. Estas herramientas permiten transformar datos en información útil y conocimiento estratégico, facilitando el análisis de situaciones, la identificación de patrones y el fortalecimiento de los procesos de toma de decisiones.

En este sentido, Sánchez Cárdenas y Zambrano León (2023), citando a la Cámara de Comercio de Cali (2019), definen la analítica de datos como el uso de información en formato digital con el propósito de extraer conocimiento a partir de su análisis, contribuyendo a la toma de decisiones más informadas. Desde una perspectiva técnica, el análisis de datos se fundamenta en la aplicación de modelos matemáticos y estadísticos que permiten procesar grandes cantidades de información mediante sistemas computacionales diseñados para tal fin.

De acuerdo con Montoya Suárez y Yáñez Barbosa (s.f.), la implementación de herramientas analíticas no solo mejora los procesos de toma de decisiones, sino que también impulsa la transformación digital en las organizaciones, al facilitar la recopilación, procesamiento, análisis y seguimiento de la información.

En este contexto, la toma de decisiones se entiende como un proceso fundamentado en información, mediante el cual las organizaciones seleccionan alternativas orientadas a resolver problemas, aprovechar oportunidades o gestionar riesgos, en coherencia con sus objetivos estratégicos y operativos (Rodríguez, 2015). Asimismo, diversos autores coinciden en que las decisiones pueden clasificarse en niveles estratégicos, tácticos y operativos, cada uno con implicaciones diferentes dentro de la dinámica organizacional (Granados, 2023; Cruzado, 2024).

En consecuencia, la disponibilidad de información estructurada, confiable y actualizada resulta determinante para el desarrollo de procesos organizacionales eficientes, dado que la ausencia de una adecuada gestión y análisis de los datos limita la capacidad de las organizaciones para generar información útil y apoyar procesos de seguimiento y planificación.

De igual manera, la toma de decisiones basada en datos se configura como un enfoque orientado a la recopilación, validación y análisis de información para el diseño de estrategias y acciones organizacionales. Según Conexión ESAN (2021), este enfoque permite fundamentar las decisiones en información verificable, facilitando la evaluación de alternativas, la identificación de oportunidades y la mejora de la eficiencia operativa.

En conjunto, estos planteamientos evidencian que la inteligencia de negocios y la analítica de datos constituyen herramientas clave para fortalecer los procesos de gestión organizacional, al permitir transformar datos operativos en información estratégica útil para el seguimiento, análisis y toma de decisiones.

En el marco del presente estudio, la analítica de datos adquiere especial relevancia en la gestión del inventario tecnológico de las instituciones educativas oficiales del departamento de Boyacá, dado que permite integrar, estructurar y analizar la información disponible para fortalecer los procesos de seguimiento, planificación y gestión institucional relacionados con los recursos tecnológicos del sector educativo.

Visualización de Datos y Dashboards

La visualización de datos constituye un elemento fundamental en los procesos de análisis de información, en la medida en que permite representar datos de manera clara, comprensible y orientada a la toma de decisiones. En este sentido, el uso de gráficos, tablas, matrices y mapas

facilita la interpretación de grandes volúmenes de información, permitiendo identificar patrones, tendencias y relaciones relevantes dentro de los datos (Fernández, 2021; Gómez, 2024).

En el contexto de la inteligencia de negocios, las herramientas de visualización cumplen un papel clave al transformar los datos en representaciones gráficas e interactivas que facilitan su comprensión y análisis. Estas herramientas permiten consolidar información proveniente de múltiples fuentes y presentarla de manera dinámica, favoreciendo el monitoreo y seguimiento de procesos organizacionales.

Dentro de estas soluciones, Power BI, desarrollado por Microsoft, se ha consolidado como una de las principales herramientas de inteligencia de negocios y visualización de datos. De acuerdo con Medina y Pérez (2022), esta plataforma permite integrar datos provenientes de diversas fuentes, analizarlos y representarlos mediante informes interactivos y paneles dinámicos, facilitando la generación de información útil para la toma de decisiones.

Power BI se caracteriza por su capacidad de conexión con diferentes tipos de fuentes de datos, tales como bases de datos relacionales, archivos estructurados y plataformas digitales, permitiendo trabajar con información heterogénea en un mismo entorno. Asimismo, su arquitectura, compuesta por herramientas como Power BI Desktop, Power BI Service y Power BI Mobile, facilita la creación, almacenamiento y acceso a reportes desde diferentes dispositivos, promoviendo la colaboración y el acceso a la información en tiempo real (Salvador Hidalgo, 2024).

De igual manera, esta herramienta permite no solo analizar información histórica y actual, sino también generar análisis orientados a la identificación de tendencias y comportamientos, ampliando su alcance en los procesos de seguimiento y gestión organizacional (Bermeo & Campoverde, 2020).

En este contexto, los dashboards o tableros de control se consolidan como instrumentos clave para la gestión de la información, al permitir monitorear indicadores clave de desempeño (KPI) y visualizar de manera integrada el estado de diferentes procesos organizacionales. Estos tableros se caracterizan por presentar la información de manera sintetizada y estructurada, facilitando su interpretación y apoyando el seguimiento de objetivos institucionales (Medina & Ortiz, 2022).

Asimismo, el diseño de dashboards interactivos debe considerar criterios de usabilidad, claridad y organización de la información, priorizando los elementos más relevantes y evitando la sobrecarga visual, con el fin de garantizar su utilidad y comprensión por parte de los usuarios (Cruzado Yesquén, 2024).

En este sentido, la visualización de datos no solo facilita la comprensión de la información, sino que también fortalece los procesos de toma de decisiones basada en datos, al permitir transformar grandes volúmenes de información en representaciones comprensibles y orientadas a la identificación de oportunidades de mejora. De igual manera, herramientas asociadas a la inteligencia de negocios y minería de datos permiten profundizar en el análisis de la información disponible y fortalecer los procesos de gestión organizacional (Ruiz Díaz de Salvioni & Armoa, 2023).

En el marco del presente estudio, la visualización de datos y el uso de dashboards interactivos adquieren especial relevancia, dado que permiten transformar la información del inventario tecnológico en representaciones gráficas comprensibles, facilitando el análisis, seguimiento y priorización de recursos tecnológicos en las instituciones educativas oficiales del departamento de Boyacá.

Metodología CRISP-DM

En el desarrollo de soluciones basadas en analítica de datos e inteligencia de negocios, resulta fundamental la adopción de metodologías que permitan estructurar de manera organizada el tratamiento, análisis y aprovechamiento de la información. En este contexto, la metodología CRISP-DM (Cross-Industry Standard Process for Data Mining) se ha consolidado como uno de los modelos de referencia más utilizados en proyectos de analítica de datos, debido a su carácter flexible, iterativo e independiente de herramientas y sectores (Chapman et al., 2000).

CRISP-DM fue desarrollada a partir de experiencias reales en proyectos de minería de datos, lo que facilitó su adopción como un estándar ampliamente utilizado para orientar procesos de análisis y explotación de información. Esta metodología organiza el desarrollo de proyectos analíticos en seis fases principales: comprensión del negocio, comprensión de los datos, preparación de los datos, modelado, evaluación y despliegue, permitiendo estructurar de manera lógica y secuencial el desarrollo de soluciones analíticas (Chapman et al., 2000).

La fase de comprensión del negocio se orienta a identificar los objetivos organizacionales y traducirlos en necesidades de análisis de datos. Posteriormente, la comprensión de los datos implica la recolección inicial de la información, su exploración y la identificación de problemas de calidad o patrones relevantes. La preparación de los datos comprende actividades relacionadas con la limpieza, transformación, integración y organización de la información para su posterior análisis.

La fase de modelado consiste en la aplicación de técnicas analíticas sobre los datos preparados, mientras que la evaluación permite verificar si los resultados obtenidos responden a los objetivos planteados desde una perspectiva técnica y organizacional. Finalmente, la fase de

despliegue corresponde a la implementación de los resultados mediante informes, herramientas o sistemas que faciliten su uso en los procesos de gestión y toma de decisiones.

Una de las principales características de CRISP-DM es su naturaleza iterativa, dado que los resultados obtenidos en cada fase pueden generar ajustes o retroalimentaciones en etapas anteriores, fortaleciendo así los procesos de mejora continua y asegurando que las soluciones desarrolladas respondan a necesidades reales y no únicamente a la disponibilidad de información (Chapman et al., 2000).

En el contexto del presente estudio, la metodología CRISP-DM se adopta como marco de referencia para estructurar el proceso de integración, depuración, modelado, análisis y visualización de la información asociada al inventario tecnológico de las instituciones educativas oficiales del departamento de Boyacá, permitiendo transformar datos operativos en información estratégica para fortalecer los procesos de seguimiento, planificación y gestión institucional.

Brecha Digital y Cobertura Tecnológica en el Sector Educativo

La brecha digital constituye una de las principales problemáticas asociadas al acceso y aprovechamiento de las tecnologías de la información y las comunicaciones en el sector educativo. Esta brecha no solo se relaciona con la disponibilidad de conectividad, sino también con el acceso efectivo a dispositivos tecnológicos funcionales que permitan el desarrollo de actividades académicas y procesos de apropiación digital.

En este contexto, la disponibilidad de equipos tecnológicos en las instituciones educativas representa un factor determinante para garantizar condiciones de acceso equitativo a herramientas digitales, especialmente en territorios donde existen limitaciones de infraestructura tecnológica y desigualdades en el acceso a recursos educativos.

Con el propósito de realizar seguimiento a las condiciones de cobertura tecnológica en las instituciones educativas oficiales, el Ministerio de Educación Nacional emplea el indicador “Número de estudiantes promedio por computador”, el cual relaciona la matrícula estudiantil con la cantidad de equipos disponibles para uso educativo. Este indicador constituye un referente para evaluar niveles de acceso tecnológico y orientar procesos de fortalecimiento de infraestructura digital en el sector educativo.

De acuerdo con la información publicada por el Ministerio de Educación Nacional, se establece como referencia una relación aproximada de cinco estudiantes por computador, criterio utilizado para analizar condiciones de suficiencia tecnológica y brecha digital en las instituciones educativas oficiales (Ministerio de Educación Nacional, s.f.).

En este sentido, indicadores relacionados con la disponibilidad de dispositivos funcionales permiten identificar diferencias de cobertura tecnológica entre territorios e instituciones educativas, facilitando procesos de priorización de recursos, formulación de proyectos de inversión y fortalecimiento de estrategias orientadas al cierre de brechas digitales.

Marco Conceptual

Inventario Tecnológico

El inventario tecnológico hace referencia al conjunto de procesos orientados al registro, control, seguimiento y administración de los recursos tecnológicos disponibles dentro de una organización. Su propósito consiste en mantener información organizada y actualizada sobre los equipos y recursos tecnológicos, facilitando su identificación, localización, estado y disponibilidad para apoyar los procesos institucionales.

En este contexto, la gestión de inventarios adquiere relevancia debido a la necesidad de administrar y controlar adecuadamente los recursos disponibles, garantizando información

confiable y oportuna para la toma de decisiones. De acuerdo con Becerra-González et al. (2023), la gestión de inventario tiene como objetivo mantener un adecuado control de los recursos, optimizando su administración y facilitando el seguimiento de los procesos organizacionales.

Asimismo, los autores señalan que factores como la falta de automatización, la baja calidad de la información, los sistemas ineficientes de control y las deficiencias en los mecanismos de seguimiento pueden afectar negativamente la gestión de inventarios, limitando la confiabilidad de la información y dificultando los procesos de administración y control.

En este sentido, la incorporación de tecnologías de información en los procesos de gestión de inventarios permite mejorar la organización, integración y seguimiento de la información, facilitando el acceso a datos actualizados y fortaleciendo los procesos de análisis y gestión institucional.

En el marco del presente estudio, el inventario tecnológico corresponde a la información asociada a los dispositivos tecnológicos presentes en las instituciones educativas oficiales del departamento de Boyacá, incluyendo aspectos relacionados con su identificación, estado, ubicación y disponibilidad, con el propósito de apoyar procesos de seguimiento, planificación y gestión institucional de los recursos tecnológicos del sector educativo.

Integración de Datos

La integración de datos corresponde al proceso mediante el cual información proveniente de diferentes fuentes es consolidada en un entorno unificado, con el propósito de facilitar su acceso, organización y análisis. Este proceso resulta fundamental en contextos donde los datos se encuentran dispersos o almacenados en múltiples formatos y sistemas, dificultando su aprovechamiento para la gestión y toma de decisiones.

En el contexto de la inteligencia de negocios y analítica de datos, la integración permite garantizar la consistencia, integridad y disponibilidad de la información, facilitando su transformación en conocimiento útil para las organizaciones. De acuerdo con Carballo-Mendivil, Arvizu Bayliss y Arellano González (2023), los datos transformados deben cargarse en sistemas de almacenamiento o repositorios que permitan su organización y accesibilidad, asegurando la adecuada relación entre las diferentes fuentes de información.

Asimismo, los autores destacan que los procesos de integración de datos permiten consolidar información heterogénea en modelos estructurados que facilitan el análisis y la visualización de la información mediante herramientas como Power BI. Este proceso incluye la organización de tablas, la definición de relaciones entre los datos y la validación de la consistencia de la información, con el fin de garantizar su utilidad para el análisis posterior.

En este sentido, la integración de datos constituye un componente fundamental dentro de los procesos de inteligencia de negocios, debido a que permite transformar información dispersa en estructuras organizadas que facilitan el seguimiento, análisis y generación de indicadores.

En el marco del presente estudio, la integración de datos adquiere especial relevancia debido a que la información asociada al inventario tecnológico de las instituciones educativas oficiales del departamento de Boyacá provenía de diferentes fuentes y formatos, lo que hacía necesaria su consolidación y estructuración para facilitar su análisis y aprovechamiento en los procesos de gestión institucional.

ETL (Extracción, Transformación y Carga de Datos)

ETL corresponde al proceso de extracción, transformación y carga de datos, utilizado en proyectos de inteligencia de negocios y analítica de datos para integrar información proveniente de diferentes fuentes en estructuras organizadas y aptas para su análisis.

La fase de extracción consiste en obtener datos desde distintos sistemas, archivos o plataformas. Posteriormente, en la etapa de transformación, la información es depurada, estandarizada y organizada con el propósito de mejorar su calidad, consistencia y estructura. Finalmente, la carga corresponde al almacenamiento de los datos transformados en repositorios o modelos de datos que permitan su análisis y visualización mediante herramientas analíticas.

De acuerdo con Mejía Manzano (2024), los procesos ETL permiten garantizar la trazabilidad, coherencia e integridad de la información a lo largo del flujo de datos, facilitando la integración de diferentes entornos tecnológicos y fortaleciendo la calidad de la información utilizada en los procesos analíticos. Asimismo, el autor destaca que la correcta implementación de procesos ETL constituye un componente fundamental para el funcionamiento de tableros de control e iniciativas de inteligencia de negocios.

En este sentido, los procesos ETL se consolidan como una etapa clave dentro de proyectos de analítica de datos, debido a que permiten transformar información dispersa y heterogénea en estructuras organizadas y confiables para el análisis y la toma de decisiones.

En el marco del presente estudio, el proceso ETL permitió integrar, depurar y estructurar la información asociada al inventario tecnológico de las instituciones educativas oficiales del departamento de Boyacá, facilitando la consolidación de datos provenientes de diferentes fuentes para su posterior modelado y visualización en Power BI.

Modelo de Datos

El modelo de datos corresponde a la estructura lógica mediante la cual se organizan y relacionan los datos dentro de un sistema de información, permitiendo representar entidades, atributos y relaciones de manera coherente y estructurada. De acuerdo con Navathe (1992), un modelo de datos se define como un conjunto de conceptos orientados a describir la estructura de

una base de datos, incluyendo los tipos de datos, sus relaciones y las operaciones que pueden realizarse sobre ellos.

En este sentido, el modelado de datos permite transformar los requerimientos de información en estructuras organizadas que facilitan el almacenamiento, consulta y análisis de los datos. Este proceso resulta fundamental dentro de los sistemas de información y herramientas de inteligencia de negocios, debido a que garantiza la organización y coherencia de la información utilizada para el análisis y la generación de reportes.

En el contexto de la inteligencia de negocios, el modelado de datos adopta enfoques multidimensionales que permiten organizar la información en torno a hechos y dimensiones, facilitando el análisis de indicadores y variables de interés. Uno de los modelos más utilizados es el esquema estrella, el cual se compone de una tabla de hechos central relacionada con múltiples tablas de dimensiones que representan los diferentes ejes de análisis.

De acuerdo con Zerpa, García e Izquierdo (2020), los modelos multidimensionales permiten estructurar grandes volúmenes de información de manera eficiente, facilitando la generación de indicadores, reportes y visualizaciones dinámicas mediante herramientas de inteligencia de negocios.

Asimismo, Carballo-Mendivil, Arvizu Bayliss y Arellano González (2023) destacan que el modelado de datos en Power BI permite establecer relaciones entre tablas, definir estructuras organizadas y facilitar la integración de información proveniente de diferentes fuentes, fortaleciendo los procesos de análisis y visualización de datos.

En este sentido, el modelo de datos constituye un componente fundamental dentro de proyectos de inteligencia de negocios, debido a que permite organizar la información de manera

estructurada para facilitar su análisis, consulta y aprovechamiento en los procesos de gestión y toma de decisiones.

En el marco del presente estudio, el modelo de datos permitió estructurar la información asociada al inventario tecnológico de las instituciones educativas oficiales del departamento de Boyacá, organizando los datos en relaciones y estructuras que facilitaron su análisis y visualización mediante el tablero interactivo desarrollado en Power BI.

Dashboard Interactivo

Un dashboard interactivo o tablero de control corresponde a una herramienta de visualización de datos que permite representar información mediante gráficos, indicadores, tablas y filtros dinámicos, facilitando el análisis y seguimiento de variables de interés dentro de una organización.

En el contexto de la inteligencia de negocios, los dashboards interactivos permiten transformar grandes volúmenes de datos en información visual organizada y comprensible, favoreciendo la identificación de patrones, tendencias y comportamientos relevantes para los procesos de gestión y toma de decisiones.

De acuerdo con Huertas Martínez y Valencia Bello (2024), los dashboards interactivos constituyen herramientas útiles para el análisis estratégico de información en entidades públicas, debido a que facilitan la segmentación, comparación y visualización dinámica de los datos mediante indicadores clave, filtros interactivos y representaciones gráficas.

Asimismo, los autores destacan que los dashboards permiten fortalecer procesos de seguimiento, evaluación y gestión institucional, al facilitar el acceso a información organizada y actualizada para apoyar la toma de decisiones basadas en datos.

En este sentido, los dashboards interactivos se consolidan como herramientas fundamentales dentro de proyectos de inteligencia de negocios y analítica de datos, debido a que integran procesos de análisis, visualización y monitoreo de información en entornos dinámicos e interactivos.

En el marco del presente estudio, el dashboard interactivo desarrollado en Power BI permitió visualizar y analizar la información asociada al inventario tecnológico de las instituciones educativas oficiales del departamento de Boyacá, facilitando procesos de seguimiento, priorización y gestión institucional de los recursos tecnológicos del sector educativo.

Indicadores Clave de Desempeño (KPI)

Los indicadores clave de desempeño, conocidos como KPI (Key Performance Indicators), corresponden a métricas utilizadas para medir, monitorear y evaluar el nivel de cumplimiento de objetivos o metas dentro de una organización.

De acuerdo con Chavarría Briceño (2024), los KPI constituyen herramientas fundamentales para la gestión organizacional, debido a que permiten identificar patrones, medir resultados y evaluar el desempeño de procesos, facilitando el seguimiento de objetivos estratégicos y operativos.

En este sentido, los KPI permiten transformar datos en información medible y útil para la evaluación de resultados, favoreciendo la identificación de oportunidades de mejora y apoyando los procesos de toma de decisiones. Asimismo, estos indicadores facilitan el monitoreo continuo de variables organizacionales mediante criterios previamente definidos y alineados con las necesidades institucionales.

Por otra parte, Huertas Martínez y Valencia Bello (2024) destacan que la integración de KPI y filtros interactivos en dashboards permite fortalecer el enfoque de inteligencia de negocios en entidades públicas, facilitando el análisis estratégico de la información y apoyando la toma de decisiones basadas en datos.

En el contexto de herramientas de inteligencia de negocios como Power BI, los KPI se representan mediante visualizaciones dinámicas que permiten realizar seguimiento y análisis de indicadores en tiempo real, favoreciendo procesos de gestión, monitoreo y evaluación institucional.

En el marco del presente estudio, los KPI permitieron representar indicadores asociados al inventario tecnológico de las instituciones educativas oficiales del departamento de Boyacá, facilitando el seguimiento y análisis de variables relacionadas con disponibilidad, estado y distribución de los recursos tecnológicos.

Visualización de Datos

La visualización de datos corresponde al proceso de representar información mediante elementos gráficos e interactivos que facilitan la comprensión, interpretación y análisis de los datos. Este proceso permite transformar grandes volúmenes de información en representaciones visuales claras y comprensibles, favoreciendo la identificación de patrones, tendencias y relaciones relevantes para los procesos organizacionales.

En el contexto de la inteligencia de negocios y analítica de datos, la visualización constituye una herramienta fundamental para apoyar la toma de decisiones basada en información, debido a que facilita el análisis dinámico de los datos mediante gráficos, tablas, mapas, indicadores y paneles interactivos.

De acuerdo con Barreto Baque (2024), el uso de Power BI en procesos de análisis y visualización de información permite organizar datos provenientes de diferentes fuentes y representarlos mediante dashboards interactivos que facilitan el monitoreo, seguimiento y análisis de variables de interés. Asimismo, la autora destaca que la visualización de datos contribuye a identificar patrones y tendencias, fortaleciendo los procesos de evaluación y toma de decisiones en entornos educativos.

De igual manera, estudios como el desarrollado por Gadekar y Sonali (2025) evidencian que las herramientas de visualización permiten simplificar el análisis de datos complejos, generar reportes dinámicos y fortalecer estrategias basadas en evidencia mediante el análisis interactivo de la información.

En este sentido, la visualización de datos se consolida como un componente fundamental dentro de proyectos de inteligencia de negocios, debido a que facilita la interpretación y comunicación de la información de manera clara, dinámica y accesible para los usuarios.

En el marco del presente estudio, la visualización de datos permitió representar de manera gráfica e interactiva la información asociada al inventario tecnológico de las instituciones educativas oficiales del departamento de Boyacá, facilitando el análisis, seguimiento y priorización de recursos tecnológicos mediante el tablero interactivo desarrollado en Power BI.

Metodología

El presente proyecto se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo de tipo descriptivo-aplicado, orientado al fortalecimiento de la gestión del inventario de dispositivos tecnológicos en las instituciones educativas oficiales del departamento de Boyacá mediante el uso de herramientas de inteligencia de negocios (Business Intelligence – BI).

El estudio tuvo un alcance descriptivo debido a que permitió identificar, consolidar, analizar y representar el estado actual del inventario tecnológico de las instituciones educativas, evidenciando condiciones asociadas a disponibilidad, funcionalidad, mantenimiento, obsolescencia y necesidades de dotación tecnológica.

Asimismo, el proyecto posee un carácter aplicado, dado que se enfocó en el diseño e implementación de una solución tecnológica funcional basada en Power BI, orientada a apoyar procesos institucionales de análisis y toma de decisiones a partir de datos estructurados y consolidados.

La metodología adoptada para el desarrollo del proyecto fue CRISP-DM (Cross Industry Standard Process for Data Mining), debido a su capacidad para estructurar de manera sistemática los procesos de recopilación, transformación, análisis, modelado y visualización de datos dentro de proyectos de analítica e inteligencia de negocios.

En la Figura 1 se presenta el esquema metodológico general del proyecto, basado en las fases implementadas durante el desarrollo de la solución.

Figura 1

Modelo Conceptual de la Solución Propuesta



Nota. La figura representa el esquema metodológico general del proyecto, basado en las fases implementadas durante el desarrollo de la solución. Elaboración con apoyo de *ChatGPT (OpenAI)*, 2026.

Metodología CRISP-DM Aplicada al Proyecto

Diagnóstico y Comprensión de Necesidades

En la etapa inicial del proyecto se realizó un análisis de las necesidades institucionales asociadas a la gestión del inventario tecnológico de las instituciones educativas oficiales del departamento de Boyacá.

Durante este proceso se identificó la necesidad de consolidar información confiable y actualizada sobre el estado de los dispositivos tecnológicos disponibles en las sedes educativas, debido a que las bases de datos existentes presentaban inconsistencias frente a la realidad operativa reportada por las instituciones.

A partir de este diagnóstico se definieron las variables estratégicas requeridas para el análisis y visualización de la información, priorizando aspectos relacionados con disponibilidad tecnológica, estado operativo de los equipos, necesidades de dotación y relación entre matrícula estudiantil y capacidad tecnológica instalada.

Diseño del Instrumento y Recopilación de Información

Con base en las necesidades identificadas, se diseñó una matriz estructurada para la recopilación y consolidación de la información del inventario tecnológico.

La matriz incluyó variables de identificación territorial e institucional, entre ellas:

- Provincia
- Municipio
- Nombre de la institución educativa
- Nombre de la sede educativa
- Matrícula estudiantil
- Código DANE

Asimismo, se incorporaron variables asociadas al estado de los dispositivos tecnológicos, clasificadas por tipo de equipo y condición operativa:

- Computadores funcionales
- Computadores en mantenimiento
- Computadores fuera de servicio
- Computadores solicitados
- Portátiles funcionales
- Portátiles en mantenimiento
- Portátiles fuera de servicio
- Portátiles solicitados
- Tabletas funcionales
- Tabletas en mantenimiento
- Tabletas fuera de servicio
- Tabletas solicitadas

La recopilación de la información fue coordinada por la Dirección de Apropiación TIC de la Secretaría TIC y Gobierno Abierto de la Gobernación de Boyacá, entidad que asignó dos profesionales de apoyo encargados de establecer comunicación directa con rectores y docentes de informática de las instituciones educativas oficiales.

El proceso de levantamiento y validación de información tuvo una duración aproximada de tres meses y permitió consolidar información correspondiente a 1.980 sedes educativas pertenecientes a 120 municipios no certificados del departamento de Boyacá.

Validación y Preparación de los Datos

Durante el proceso de recopilación se identificó que parte de la información histórica disponible en las bases de datos de la Secretaría TIC y de la Secretaría de Educación presentaba inconsistencias frente al estado real de los dispositivos tecnológicos reportados por las instituciones educativas.

En múltiples casos, los registros institucionales indicaban una cantidad considerable de equipos disponibles; sin embargo, la validación realizada mediante comunicación directa con rectores y docentes permitió evidenciar que una proporción importante de dichos dispositivos se encontraba fuera de servicio, obsoleta o con limitaciones operativas.

Debido a esta situación, se implementó un proceso de validación directa de la información, orientado a mejorar la calidad, actualización y confiabilidad de los datos consolidados.

Posteriormente, se desarrollaron procesos de preparación y transformación de la información, incluyendo:

- Estandarización de registros
- Organización y homologación de categorías
- Consolidación de información territorial e institucional
- Validación de consistencia entre variables
- Construcción de relaciones entre tablas
- Generación de columnas calculadas
- Aplicación de filtros y segmentaciones

Transformación, Modelado y Flujo ETL

Una vez consolidada y validada la información, se implementó un proceso ETL (Extract, Transform and Load) orientado a estructurar el modelo analítico utilizado en Power BI.

La matriz consolidada fue integrada dentro del entorno institucional SharePoint, debido a que la infraestructura tecnológica y las licencias de Power BI utilizadas por la Gobernación de Boyacá operaban bajo este ecosistema de administración y almacenamiento de información.

El flujo de datos se estructuró tomando como eje principal la matrícula asociada a cada sede educativa, permitiendo establecer relaciones entre la información institucional, territorial y las variables asociadas al inventario tecnológico.

Para el desarrollo del proceso ETL se utilizó Power Query, herramienta integrada en el ecosistema Microsoft, mediante la cual se construyeron los flujos de extracción, transformación y carga de la información.

Durante esta etapa se desarrollaron procesos de:

- Relación entre tablas
- Construcción de medidas e indicadores
- Limpieza y transformación de datos
- Modelado dimensional
- Consolidación de métricas
- Configuración de filtros dinámicos
- Organización jerárquica de variables territoriales e institucionales

Asimismo, se implementaron cálculos y medidas analíticas mediante lenguaje DAX, orientados a identificar variables estratégicas para la toma de decisiones.

Entre los principales indicadores desarrollados se encuentran:

- Total de dispositivos funcionales
- Total de dispositivos fuera de servicio
- Total de dispositivos requeridos
- Relación estudiantes/dispositivo funcional
- Relación estudiantes/computador funcional
- Estado operativo del inventario tecnológico
- Indicadores de suficiencia tecnológica

Durante el desarrollo del modelo analítico se incorporó el indicador “Número de estudiantes por computador”, tomando como referencia los lineamientos utilizados por el Ministerio de Educación Nacional para el seguimiento de cobertura tecnológica educativa.

El tablero fue configurado utilizando como valor de referencia la relación de cinco estudiantes por computador, criterio de referencia utilizado por el Ministerio de Educación Nacional para evaluar condiciones de acceso y disponibilidad tecnológica en las instituciones educativas oficiales.

A partir de este indicador se desarrollaron medidores comparativos orientados a identificar niveles de suficiencia tecnológica y brechas de disponibilidad de dispositivos frente a la matrícula estudiantil registrada en cada sede educativa.

A continuación, se presenta un ejemplo de medida desarrollada en lenguaje DAX para el cálculo de la relación entre estudiantes y dispositivos funcionales:

$$\textit{Estudiantes por Dispositivo Funcional} = \frac{[Total Estudiantes]}{[Dispositivos Funcionales]}$$

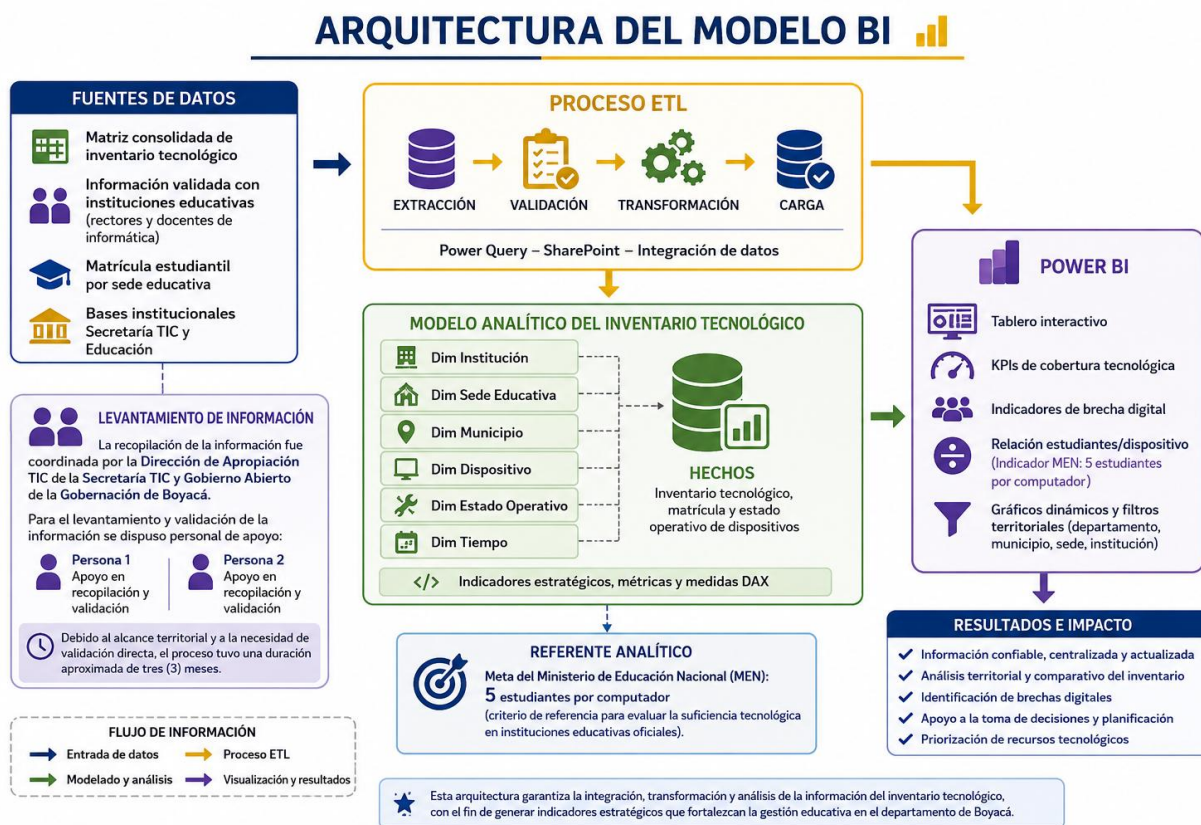
Esta medida permitió identificar la disponibilidad promedio de dispositivos funcionales frente a la matrícula estudiantil registrada en cada sede educativa.

El desarrollo de este modelo analítico permitió transformar información operativa dispersa en indicadores estratégicos orientados al análisis de cobertura tecnológica, identificación de brechas digitales y apoyo a la toma de decisiones dentro del sector educativo del departamento de Boyacá.

En la Figura 2 se presenta la arquitectura general del modelo de inteligencia de negocios implementado en el proyecto.

Figura 2

Arquitectura del Modelo de Inteligencia de Negocios para la Gestión del Inventario Tecnológico



Nota. La figura presenta la arquitectura general del modelo de inteligencia de negocios implementado en el proyecto. Elaboración con apoyo de ChatGPT (OpenAI), 2026.

Diseño Visual y Construcción del Tablero Interactivo

Posteriormente, se desarrolló el entorno gráfico del tablero interactivo en Power BI, priorizando criterios de claridad visual, interpretación analítica y facilidad de consulta para los usuarios institucionales.

Durante esta etapa se evaluaron diferentes alternativas de visualización con el propósito de identificar los gráficos y elementos más adecuados para representar la información consolidada del inventario tecnológico.

El diseño del tablero incluyó:

- Indicadores KPI
- Gráficos de distribución porcentual
- Segmentaciones territoriales
- Filtros dinámicos
- Indicadores comparativos
- Medidores de relación estudiantes/dispositivo
- Visualizaciones orientadas al análisis del estado operativo de los equipos

La selección de cada visualización respondió a criterios de interpretación, pertinencia y capacidad de representar de manera clara las tendencias y necesidades identificadas dentro de las instituciones educativas del departamento.

Validación Funcional y Despliegue

Finalmente, se realizó la validación funcional del tablero interactivo con el fin de verificar la coherencia de los indicadores, la consistencia de la información visualizada y la utilidad de la herramienta frente a las necesidades institucionales identificadas durante el diagnóstico inicial.

La validación incluyó la revisión de filtros, segmentaciones, relaciones entre variables, comportamiento de indicadores y capacidad de análisis territorial e institucional del tablero.

Posteriormente, se realizó el despliegue de la solución dentro del entorno Power BI institucional, permitiendo el acceso a información consolidada, actualizada y estructurada para apoyar procesos de seguimiento, diagnóstico y toma de decisiones relacionadas con la gestión del inventario tecnológico en las instituciones educativas oficiales del departamento de Boyacá.

Resultados

El desarrollo del presente proyecto permitió fortalecer la gestión del inventario de dispositivos tecnológicos en las instituciones educativas oficiales del departamento de Boyacá, mediante la integración, depuración, estructuración y análisis de la información, en coherencia con el objetivo general planteado.

A partir de un contexto inicial caracterizado por la dispersión de datos, inconsistencias en los registros y ausencia de herramientas analíticas para el seguimiento del inventario tecnológico, se logró transformar la información en un recurso estratégico para apoyar procesos de planificación, seguimiento y toma de decisiones dentro del sector educativo.

El proyecto permitió consolidar información correspondiente a 1.980 sedes educativas pertenecientes a 120 municipios no certificados del departamento de Boyacá, integrando variables territoriales, institucionales y operativas relacionadas con el estado de los dispositivos tecnológicos disponibles en las instituciones educativas oficiales.

Como resultado, se obtuvo un sistema de información estructurada y centralizada que facilita el análisis comparativo y territorial del inventario tecnológico, permitiendo identificar necesidades de dotación, niveles de cobertura tecnológica y brechas digitales asociadas a la disponibilidad de dispositivos frente a la matrícula estudiantil.

Consolidación y Estructuración de la Información

Uno de los principales resultados obtenidos fue la consolidación de la información del inventario tecnológico proveniente de diferentes fuentes institucionales en una estructura unificada y organizada.

Inicialmente, la información disponible se encontraba dispersa en diferentes registros y bases de datos, dificultando su consulta, análisis y actualización. Para superar esta problemática,

se diseñó una matriz estructurada asociada al código DANE de cada sede educativa, permitiendo integrar variables relacionadas con:

- Computadores funcionales
- Computadores en mantenimiento
- Computadores fuera de servicio
- Computadores requeridos
- Portátiles funcionales
- Portátiles en mantenimiento
- Portátiles fuera de servicio
- Portátiles requeridos
- Tabletas funcionales
- Tabletas en mantenimiento
- Tabletas fuera de servicio
- Tabletas requeridas

Asimismo, se integró información institucional y territorial correspondiente a provincia, municipio, institución educativa, sede educativa y matrícula estudiantil.

La consolidación de esta información permitió estructurar una base de datos centralizada y dinámica, posteriormente integrada al entorno SharePoint institucional, facilitando la actualización y administración de los datos dentro del ecosistema Power BI.

Como resultado, se logró disponer de un dataset estructurado, homogéneo y preparado para procesos de análisis y visualización estratégica.

Calidad y Confiabilidad de los Datos

Durante el proceso de consolidación de la información se identificaron inconsistencias entre los registros institucionales existentes y el estado real del inventario tecnológico reportado por las instituciones educativas.

En múltiples casos, las bases históricas registraban una cantidad considerable de dispositivos disponibles; sin embargo, mediante la validación realizada con rectores y docentes de informática se evidenció que una proporción significativa de los equipos se encontraba fuera de servicio, obsoleta o con limitaciones operativas.

Con el propósito de mejorar la confiabilidad de la información, se desarrollaron procesos de validación, limpieza y estandarización de datos, incluyendo:

- Tratamiento de valores nulos
- Corrección de inconsistencias
- Homologación de categorías
- Normalización de variables territoriales e institucionales
- Eliminación de duplicidades
- Organización jerárquica de la información

Asimismo, se implementó un proceso ETL (Extract, Transform and Load) mediante Power Query, permitiendo integrar, transformar y organizar la información dentro del modelo analítico utilizado en Power BI.

Estas acciones permitieron mejorar significativamente la calidad y consistencia del conjunto de datos, garantizando la confiabilidad de la información utilizada para el análisis del inventario tecnológico y la generación de indicadores estratégicos.

Implementación del Modelo Analítico

Como resultado del proceso de estructuración de la información, se diseñó e implementó un modelo de datos tipo estrella, permitiendo organizar la información bajo un enfoque analítico orientado a la generación de indicadores estratégicos y análisis multidimensional.

El modelo fue construido a partir de la integración entre la base de inventario tecnológico y la matrícula estudiantil, asociadas mediante el código DANE de cada sede educativa.

La estructura analítica incluyó:

- Tabla de hechos central
- Dimensión institución educativa
- Dimensión sede educativa
- Dimensión municipio
- Dimensión dispositivo
- Dimensión estado operativo
- Dimensión tiempo

La implementación del modelo permitió analizar variables relacionadas con:

- Disponibilidad tecnológica
- Estado operativo de los dispositivos
- Distribución territorial del inventario
- Cobertura tecnológica frente a la matrícula estudiantil
- Brecha digital asociada al acceso a dispositivos tecnológicos

Asimismo, se desarrollaron medidas e indicadores mediante lenguaje DAX, permitiendo generar métricas estratégicas orientadas al análisis institucional y territorial del inventario tecnológico.

Entre los principales indicadores implementados se destacan:

- Total de dispositivos funcionales
- Total de dispositivos fuera de servicio
- Total de dispositivos requeridos
- Relación estudiantes/dispositivo funcional
- Relación estudiantes/computador funcional
- Indicadores de suficiencia tecnológica

Durante el desarrollo del modelo analítico se incorporó el indicador “Número de estudiantes por computador”, tomando como referencia los lineamientos utilizados por el Ministerio de Educación Nacional para el seguimiento de cobertura tecnológica educativa.

El tablero fue configurado utilizando como valor de referencia la relación de cinco estudiantes por computador, criterio utilizado por el Ministerio de Educación Nacional para evaluar condiciones de acceso y disponibilidad tecnológica en las instituciones educativas oficiales.

La incorporación de este indicador permitió identificar niveles de suficiencia tecnológica y brechas de cobertura digital dentro de las instituciones educativas analizadas, fortaleciendo los procesos de priorización y toma de decisiones basadas en datos.

Desarrollo del Tablero Interactivo

Como resultado del proceso de integración, depuración y modelado de la información, se diseñó e implementó un tablero interactivo en Power BI orientado al análisis y seguimiento del inventario tecnológico de las instituciones educativas oficiales del departamento de Boyacá.

El tablero fue desarrollado bajo principios de claridad visual, jerarquización de la información y usabilidad (UI/UX), permitiendo presentar los datos de manera dinámica,

centralizada y fácilmente interpretable para usuarios institucionales y responsables de la toma de decisiones.

La estructura visual del tablero fue organizada en tres niveles principales:

1. Filtros y segmentación de información
2. Indicadores generales de cobertura e inventario
3. Análisis detallado por tipo de dispositivo y estado operativo

Para facilitar el análisis territorial e institucional, se implementaron filtros dinámicos asociados a:

- Provincia
- Municipio
- Institución educativa
- Sede educativa

Estos elementos permiten realizar consultas específicas y segmentar la información de manera granular según las necesidades de análisis.

Entre los principales componentes visuales implementados se destacan:

- Indicadores KPI de inventario tecnológico
- Medidores de cobertura tecnológica
- Gráficos circulares de estado operativo
- Indicadores de brecha digital
- Visualizaciones comparativas
- Segmentaciones territoriales e institucionales

Asimismo, el tablero incorpora indicadores orientados al análisis de suficiencia tecnológica, especialmente la relación entre estudiantes y dispositivos funcionales, utilizando

como referencia el estándar de cinco estudiantes por computador establecido por el Ministerio de Educación Nacional.

La organización visual del tablero permite identificar de manera rápida:

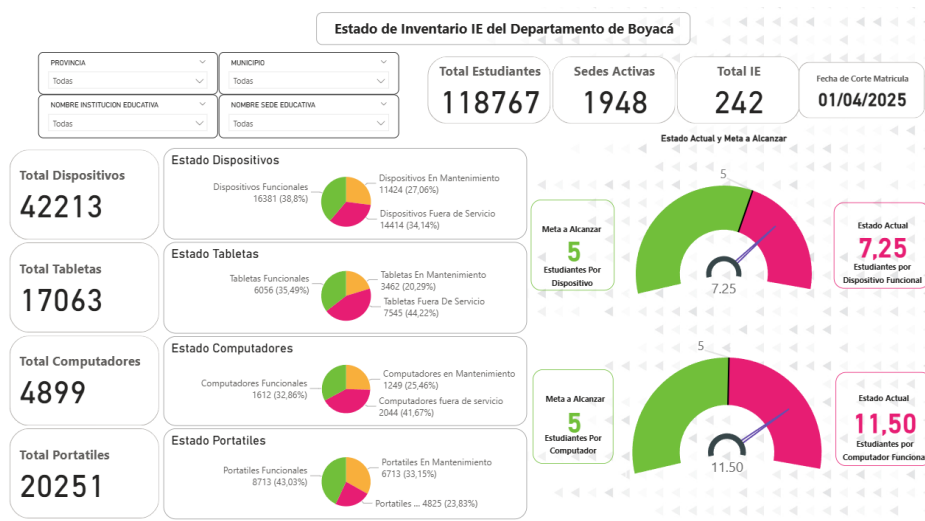
- Disponibilidad de dispositivos funcionales
- Equipos en mantenimiento o fuera de servicio
- Necesidades de dotación tecnológica
- Brechas de cobertura tecnológica
- Diferencias territoriales en disponibilidad de recursos tecnológicos

La implementación de esta herramienta permitió transformar información operativa dispersa en un entorno analítico dinámico y centralizado, facilitando procesos de seguimiento, planificación y priorización de recursos tecnológicos dentro del sector educativo.

Figura 3

Interfaz General del Tablero Interactivo para la Gestión del Inventario Tecnológico en Power BI

BI



Nota. La figura muestra la interfaz implementada del tablero interactivo de inventario tecnológico, diseñado en Power BI.

Casos de Análisis Obtenidos Mediante el Tablero

La implementación del tablero interactivo permitió desarrollar análisis territoriales e institucionales sobre el estado del inventario tecnológico en las instituciones educativas oficiales del departamento de Boyacá.

A partir de la segmentación dinámica de la información y de los indicadores implementados, fue posible identificar diferencias en cobertura tecnológica, disponibilidad de dispositivos funcionales y niveles de brecha digital entre municipios, instituciones y sedes educativas.

A continuación, se presentan algunos casos de análisis obtenidos mediante el uso del tablero interactivo.

Análisis Departamental de Cobertura Tecnológica

El análisis consolidado a nivel departamental evidenció una diferencia significativa entre la disponibilidad tecnológica existente y el referente de suficiencia utilizado por el Ministerio de Educación Nacional.

Los resultados obtenidos muestran una relación aproximada de:

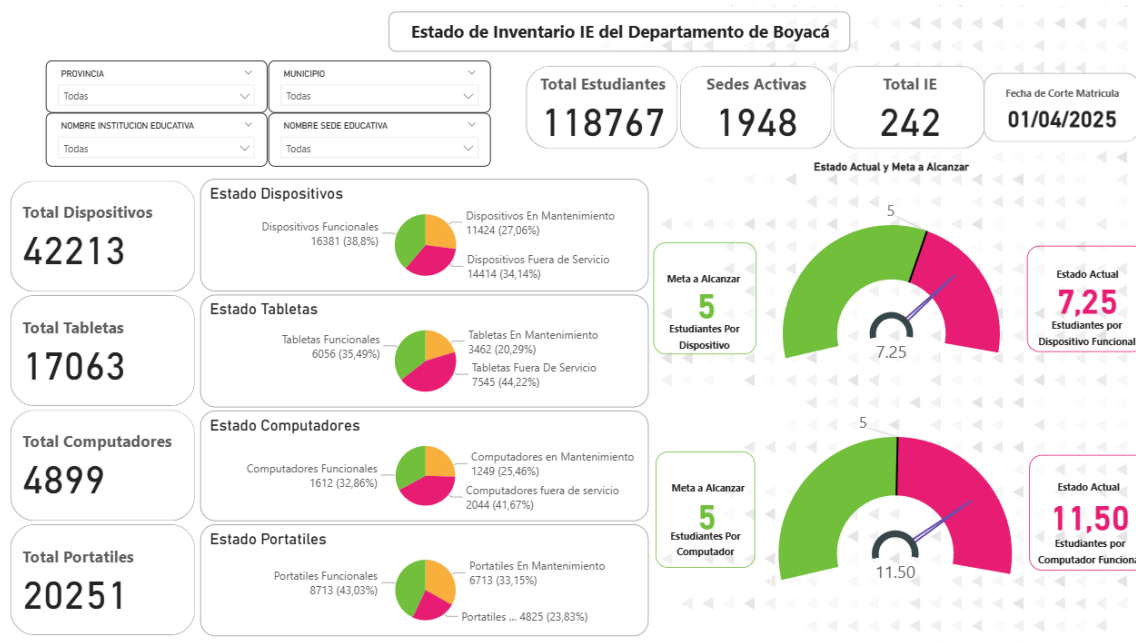
7,23 estudiantes por dispositivo funcional

11,47 estudiantes por computador funcional

Estos valores superan el referente de cinco estudiantes por computador utilizado como criterio de cobertura tecnológica, evidenciando la existencia de brechas de disponibilidad tecnológica en las instituciones educativas oficiales analizadas.

Asimismo, el tablero permitió identificar que, aunque existe una cantidad considerable de dispositivos registrados, una proporción importante corresponde a equipos fuera de servicio o en mantenimiento, afectando la disponibilidad real de recursos tecnológicos para los estudiantes.

Figura 4

Análisis Departamental de Cobertura Tecnológica y Brecha Digital

Nota. La figura muestra el análisis departamental del estado del inventario tecnológico de la IE. Del departamento de Boyacá.

Caso de Cumplimiento del Indicador de Cobertura Tecnológica: Municipio de Betétiva

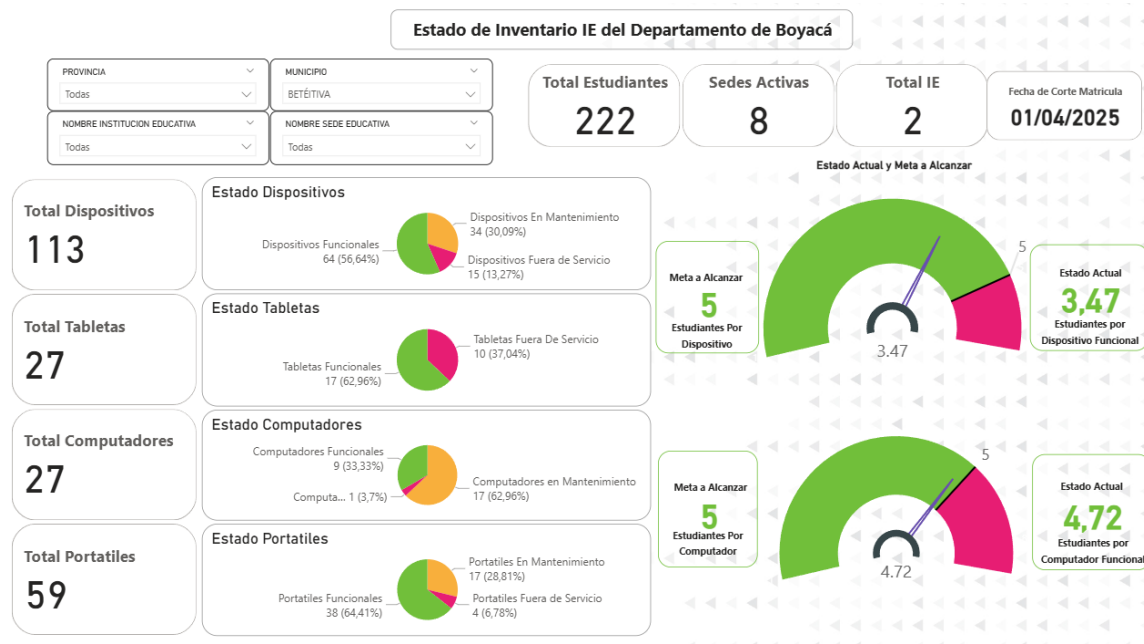
Mediante el análisis territorial realizado en el tablero, se identificaron municipios con condiciones favorables de cobertura tecnológica frente al indicador estudiantes/computador funcional.

El caso del municipio de Betétiva evidencia un comportamiento positivo respecto al estándar de referencia, mostrando indicadores dentro del rango esperado y permitiendo visualizar condiciones de suficiencia tecnológica en comparación con otros territorios del departamento.

Este tipo de análisis facilita la identificación de territorios que presentan mejores condiciones de acceso tecnológico y permite establecer comparaciones territoriales para procesos de planificación y priorización institucional.

Figura 5

Caso de Cumplimiento del Indicador de Cobertura Tecnológica: Municipio de Betéitiva



Nota. En la figura se representa uno de los resultados obtenidos en el tablero implementado, correspondiente a el estado de cumplimiento del indicador de cobertura tecnológica de municipio de Beteitiva.

Análisis Territorial: Provincia de Tundama

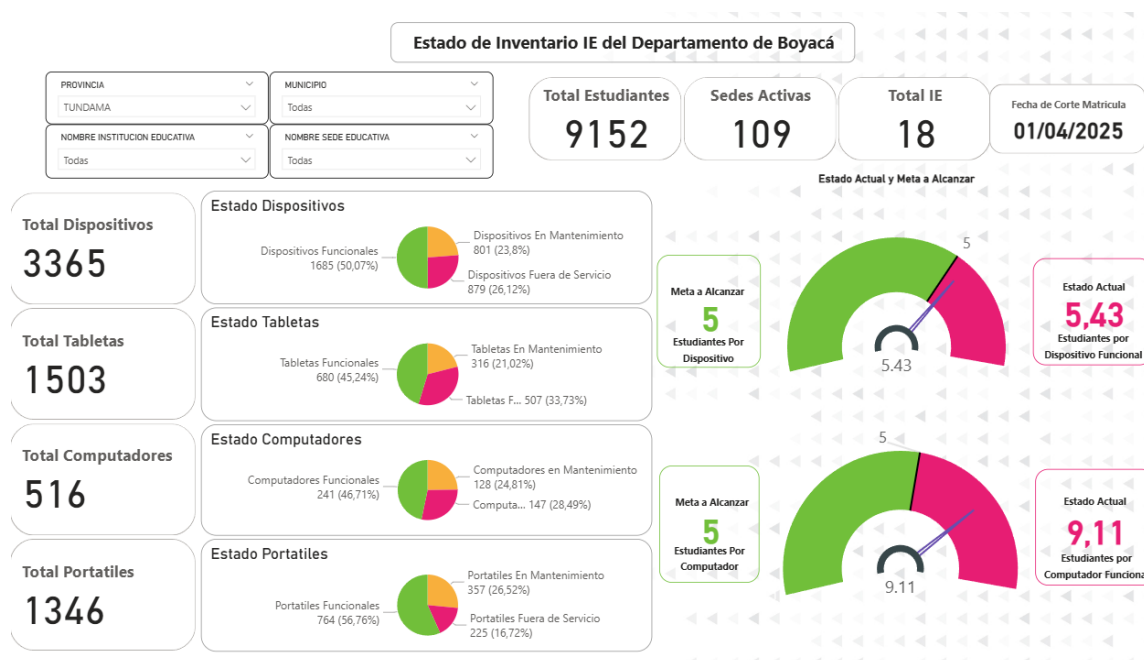
La segmentación territorial implementada en el tablero permitió analizar el comportamiento del inventario tecnológico a escala provincial.

En el caso de la provincia de Tundama, fue posible identificar diferencias entre municipios e instituciones educativas respecto a disponibilidad de dispositivos, estado operativo del inventario y niveles de cobertura tecnológica.

El análisis territorial facilitó la identificación de sectores con mayores necesidades de fortalecimiento tecnológico, permitiendo visualizar patrones de distribución y disponibilidad de recursos en el territorio.

Figura 6

Análisis Territorial del Inventario Tecnológico: Provincia de Tundama



Nota. La figura muestra el análisis territorial del inventario tecnológico de la provincia Tundama.

Caso Institucional: Institución Educativa Diego de Torres

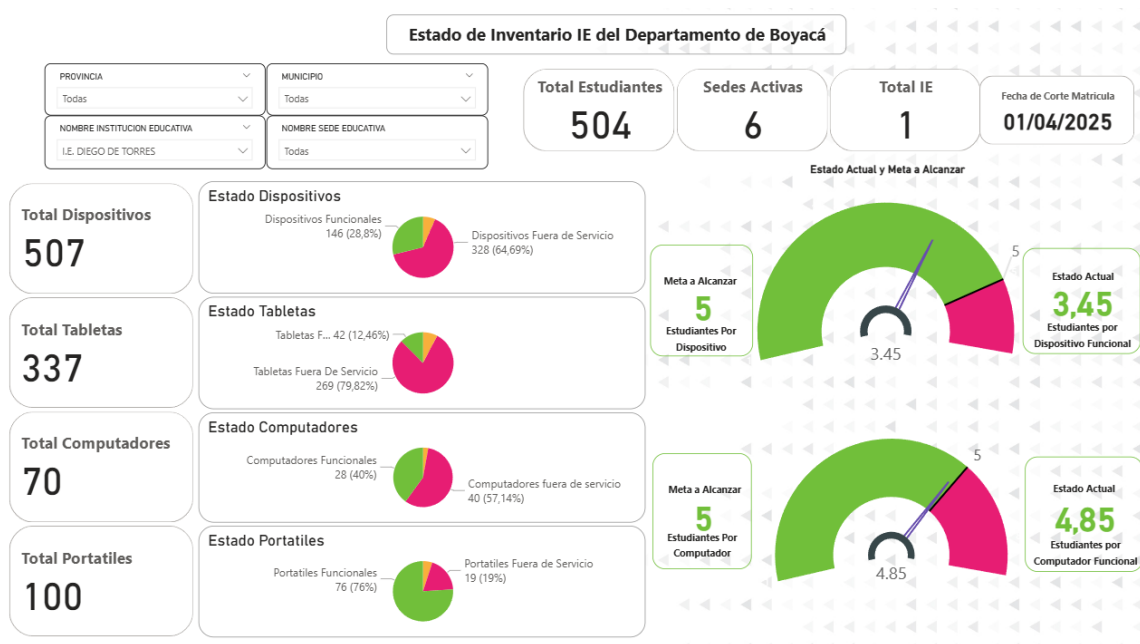
El análisis realizado sobre la Institución Educativa Diego de Torres permitió evidenciar la importancia de diferenciar entre cantidad total de dispositivos y disponibilidad real de computadores funcionales.

Los resultados mostraron que, aunque la institución presentaba indicadores favorables en relación con dispositivos funcionales, el análisis específico de computadores funcionales evidenció diferencias frente al estándar de cobertura tecnológica.

Este caso demuestra la utilidad del tablero para desarrollar análisis más precisos sobre la suficiencia tecnológica institucional, evitando interpretaciones limitadas basadas únicamente en el número total de dispositivos registrados.

Figura 7

Análisis Institucional: Institución Educativa Diego de Torres



Nota. La figura muestra el análisis institucional del inventario tecnológico de la IE Diego de Torres.

Análisis Detallado de Sede Educativa: Sede Pozo Negro

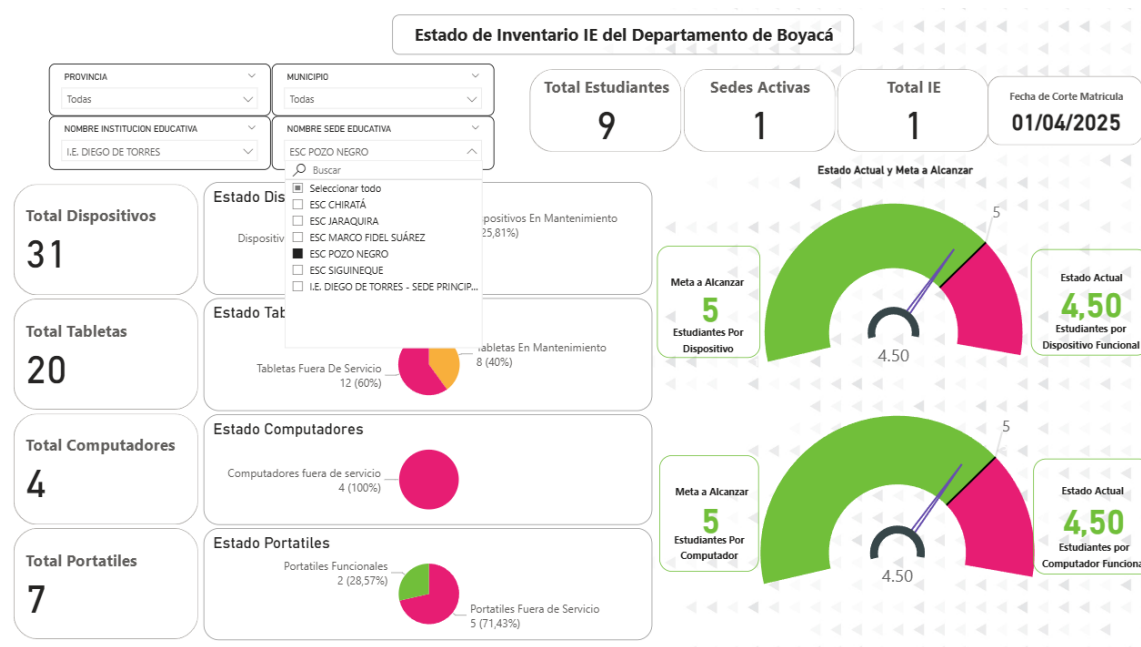
El tablero permitió realizar análisis detallados a nivel de sede educativa, facilitando la identificación de necesidades específicas dentro de una misma institución.

En el caso de la sede Pozo Negro, perteneciente a la Institución Educativa Diego de Torres, fue posible analizar de manera puntual la relación entre matrícula estudiantil, disponibilidad de dispositivos funcionales y necesidades de dotación tecnológica.

La capacidad de segmentación granular implementada en el tablero constituye uno de los principales aportes de la solución desarrollada, debido a que permite focalizar procesos de mantenimiento, redistribución y priorización de recursos tecnológicos de acuerdo con las necesidades particulares de cada sede educativa.

Figura 8

Análisis Detallado de Sede Educativa: Sede Pozo Negro



Nota. La figura representa el análisis detallado del inventario tecnológico de la sede educativa Pozo Negro.

Impacto de la Solución Desarrollada

Los resultados obtenidos evidencian que la implementación del modelo analítico y del tablero interactivo permitió transformar información operativa dispersa en un entorno estructurado de análisis orientado a la toma de decisiones.

La centralización y validación de la información mejoró significativamente la calidad y confiabilidad de los datos relacionados con el inventario tecnológico, permitiendo disponer de indicadores comparables y actualizados para el análisis institucional y territorial.

Asimismo, la incorporación de métricas asociadas a cobertura tecnológica y brecha digital permitió identificar necesidades prioritarias de dotación tecnológica y fortalecer procesos de planificación y asignación de recursos dentro del sector educativo.

En este sentido, el proyecto no solo facilitó la organización y visualización de la información existente, sino que también consolidó una herramienta estratégica para apoyar procesos de seguimiento, diagnóstico y toma de decisiones basadas en datos dentro de las instituciones educativas oficiales del departamento de Boyacá.

Discusión

Los resultados obtenidos en el presente proyecto evidencian que la implementación de herramientas de inteligencia de negocios constituye una estrategia efectiva para fortalecer la gestión del inventario tecnológico en contextos institucionales caracterizados por dispersión de información, inconsistencias en los registros y ausencia de herramientas analíticas para la toma de decisiones.

En comparación con el escenario inicial, donde predominaban registros manuales, información fragmentada y dificultades para realizar análisis comparativos, el proyecto permitió consolidar un modelo de información estructurado y confiable, facilitando la comprensión integral del inventario tecnológico de las instituciones educativas oficiales del departamento de Boyacá.

Uno de los principales aportes del proyecto radica en la transición de un enfoque operativo hacia un enfoque analítico de gestión de información. Mientras que inicialmente los datos se encontraban limitados a registros aislados sin capacidad de análisis estratégico, el modelo implementado permitió generar indicadores relacionados con disponibilidad tecnológica, estado operativo de los dispositivos, cobertura estudiantil y brecha digital, fortaleciendo los procesos de seguimiento y planificación institucional.

Asimismo, el tablero interactivo desarrollado no solo cumple una función de visualización de información, sino que se constituye en una herramienta de apoyo para la toma de decisiones, al permitir identificar territorios con déficit tecnológico, priorizar necesidades de dotación y analizar diferencias de cobertura entre municipios, instituciones y sedes educativas.

Los resultados obtenidos guardan coherencia con lo planteado en el estado del arte respecto al uso de herramientas de inteligencia de negocios para transformar datos operativos en

información estratégica orientada a la gestión institucional. Diversos estudios revisados destacan que los procesos de integración, depuración y visualización de datos permiten mejorar la capacidad de análisis y fortalecer los procesos de toma de decisiones basadas en evidencia.

En este sentido, el proyecto desarrollado evidencia cómo la implementación de un modelo analítico y un tablero interactivo puede contribuir significativamente a mejorar la organización, consulta y análisis del inventario tecnológico en el sector educativo, especialmente en escenarios donde la información se encuentra dispersa o presenta problemas de calidad.

De igual forma, los resultados obtenidos coinciden con lo expuesto en la literatura respecto a la importancia de la calidad y confiabilidad de los datos dentro de proyectos de inteligencia de negocios. Durante el desarrollo del proyecto se evidenció que gran parte del valor analítico dependía directamente de los procesos de validación, depuración y actualización de la información recopilada.

Uno de los hallazgos más relevantes del proyecto corresponde a la identificación de brechas de cobertura tecnológica mediante el indicador de estudiantes por dispositivo funcional, tomando como referencia el estándar de cinco estudiantes por computador utilizado por el Ministerio de Educación Nacional. Los resultados obtenidos permitieron evidenciar diferencias significativas entre territorios e instituciones educativas, mostrando que la disponibilidad registrada de dispositivos no siempre corresponde a disponibilidad funcional real.

En este contexto, el proyecto aporta una herramienta que permite no solo visualizar información, sino también identificar necesidades prioritarias de inversión tecnológica y apoyar procesos de planificación educativa basados en datos confiables y actualizados.

No obstante, es importante señalar que el modelo implementado presenta algunas limitaciones asociadas principalmente a la calidad y actualización de las fuentes de información

utilizadas. Aunque se realizaron procesos de validación con rectores y docentes de informática, parte de la información depende de reportes institucionales suministrados por las sedes educativas, lo que puede generar riesgos de subregistro, diferencias en criterios de reporte o variaciones en la periodicidad de actualización de los datos.

Asimismo, debido a la dinámica propia del inventario tecnológico, el estado operativo de los dispositivos puede modificarse constantemente, especialmente en aspectos relacionados con mantenimiento, obsolescencia o reposición de equipos. En consecuencia, la utilidad y precisión del tablero dependen de la continuidad de los procesos institucionales de actualización y validación de la información.

Otra limitación identificada corresponde a la interpretación de los indicadores de cobertura tecnológica, debido a que la disponibilidad cuantitativa de dispositivos no necesariamente garantiza condiciones óptimas de acceso, conectividad, uso pedagógico o apropiación tecnológica dentro de las instituciones educativas.

En este sentido, aunque el tablero constituye una herramienta robusta para el análisis y seguimiento del inventario tecnológico, sus resultados deben interpretarse como un apoyo para la toma de decisiones y no como una representación absoluta o permanente de la realidad tecnológica institucional.

Finalmente, el proyecto evidencia que la integración de herramientas de inteligencia de negocios en la gestión pública puede contribuir significativamente al fortalecimiento de los procesos de seguimiento, análisis y planificación institucional, generando entornos de información más organizados, confiables y orientados a la toma de decisiones basadas en datos dentro del sector educativo del departamento de Boyacá.

Conclusiones

El proyecto permitió consolidar información correspondiente a 1.980 sedes educativas de 120 municipios no certificados del departamento de Boyacá, integrando datos institucionales, territoriales y operativos en un sistema unificado y estructurado para su análisis.

Los procesos de depuración, validación y estandarización evidenciaron inconsistencias entre los registros institucionales históricos y el estado operativo real de los dispositivos tecnológicos, permitiendo mejorar significativamente la calidad y confiabilidad de la información utilizada para el análisis.

La implementación del modelo de datos tipo estrella y el desarrollo de medidas en DAX permitió transformar datos operativos dispersos en indicadores estratégicos relacionados con cobertura tecnológica, disponibilidad de dispositivos y brecha digital.

El indicador “Estudiantes por Computador Funcional” se consolidó como uno de los KPI más relevantes del proyecto, debido a que permitió identificar diferencias significativas entre la disponibilidad tecnológica existente y el estándar de cinco estudiantes por computador utilizado como referencia por el Ministerio de Educación Nacional.

El análisis realizado evidenció un promedio aproximado de 11,47 estudiantes por computador funcional y 7,23 estudiantes por dispositivo funcional a nivel departamental, resultados que reflejan la existencia de brechas de cobertura tecnológica en las instituciones educativas oficiales analizadas.

El tablero interactivo desarrollado en Power BI permitió realizar análisis territoriales e institucionales a diferentes escalas departamento, provincia, municipio, institución educativa y sede educativa, facilitando procesos de seguimiento, planificación y priorización de recursos tecnológicos.

La implementación de herramientas de inteligencia de negocios permitió transformar un proceso tradicionalmente operativo en un entorno analítico orientado a la toma de decisiones basadas en datos dentro del sector educativo del departamento de Boyacá.

El proyecto evidenció que la disponibilidad de información estructurada y visualizada de manera dinámica facilita la identificación de necesidades de dotación tecnológica y fortalece los procesos de gestión pública educativa.

Una de las principales limitaciones del proyecto corresponde a la dependencia de la calidad y actualización de los reportes institucionales suministrados por las instituciones educativas, lo que puede generar riesgos de subregistro, inconsistencias o variaciones en los criterios de reporte.

La utilidad y sostenibilidad del tablero dependen de la continuidad de los procesos institucionales de actualización y validación de la información, debido a que el estado operativo del inventario tecnológico puede modificarse constantemente por factores asociados a mantenimiento, obsolescencia o reposición de equipos.

Recomendaciones

A partir de los resultados obtenidos en el desarrollo del presente proyecto, se plantean las siguientes recomendaciones orientadas a fortalecer la gestión del inventario tecnológico en las instituciones educativas oficiales del departamento de Boyacá y garantizar la sostenibilidad del sistema implementado.

Recomendaciones de Corto Plazo

Se recomienda fortalecer los procesos de recolección, actualización y validación de la información del inventario tecnológico, con el fin de garantizar que los datos utilizados en el análisis sean oportunos, completos y confiables. La calidad de la información constituye un factor determinante para la efectividad de cualquier herramienta de inteligencia de negocios.

Se recomienda implementar protocolos estandarizados para el registro de la información en las instituciones educativas, evitando inconsistencias en la digitación, clasificación y actualización de los datos. La estandarización permitirá mantener la coherencia del sistema y facilitar futuras integraciones de información.

Se sugiere dar continuidad al uso y actualización periódica del tablero interactivo desarrollado en Power BI, garantizando que la información refleje las condiciones reales del inventario tecnológico y mantenga su utilidad para los procesos de seguimiento y toma de decisiones.

Se recomienda capacitar a los funcionarios y responsables de la gestión tecnológica en el uso e interpretación del tablero interactivo, con el propósito de fortalecer una cultura institucional basada en el análisis de datos y maximizar el aprovechamiento de la herramienta desarrollada.

Se recomienda utilizar los indicadores generados por el sistema, especialmente aquellos relacionados con cobertura tecnológica y brecha digital, como insumo para la formulación y priorización de proyectos de inversión orientados al fortalecimiento de la infraestructura tecnológica educativa.

Se sugiere implementar mecanismos de seguimiento y evaluación del uso del tablero interactivo, mediante indicadores asociados a tiempos de respuesta, calidad de los diagnósticos realizados, capacidad de focalización de recursos y eficiencia en los procesos de toma de decisiones institucionales.

Recomendaciones de Mediano Plazo

Se recomienda integrar el sistema desarrollado con otros sistemas de información institucionales relacionados con gestión educativa, conectividad, matrícula y dotación tecnológica, con el fin de consolidar una visión más integral para la planificación y seguimiento del sector educativo.

Se sugiere incorporar nuevas variables de análisis al tablero interactivo, tales como ciclos de vida de los dispositivos, historial de mantenimiento, conectividad institucional y procesos de reposición tecnológica, ampliando la capacidad analítica de la herramienta.

Se recomienda avanzar hacia procesos de automatización en la actualización y sincronización de los datos, reduciendo la dependencia de registros manuales y mejorando la oportunidad de la información utilizada en el análisis.

Finalmente, se sugiere explorar la incorporación de herramientas analíticas más avanzadas, incluyendo modelos predictivos y técnicas de analítica avanzada, que permitan anticipar necesidades de dotación tecnológica, identificar tendencias de obsolescencia y fortalecer la planificación estratégica basada en datos dentro del sector educativo.

Referencias

- Alvarado, A. (2023). BI / toma de decisiones / transformación de datos.
- Barreto Baque, M. B. (2024). *Análisis del impacto de las tecnologías digitales en el rendimiento académico mediante herramientas de visualización de datos*. Manabí, Ecuador: Universidad Estatal del Sur de Manabí.
- Camavilca-Vega, D. M. (2025). Inteligencia de negocios en la educación: Una revisión sistemática de literatura. *593 Digital Publisher CEIT*, 10(2), 335–348. Obtenido de <https://doi.org/10.33386/593dp.2025.2.2698>
- Carballo, J. (2021). *Metodología para implementar Inteligencia de Negocios con Power BI*.
- Caro, Angélica; Fuentes, Alejandra; Soto, Antonieta. (2013). Desarrollo de sistemas de información centrados en la calidad de datos. *Ingeniare. reevista chilena dde ingeniería*, 54-69.
- Chapman, P., Clinton, J., Kerber, R., Khabaza, T., Reinartz, T., Shearer, C., & Wirth, R. (2000). *CRISP-DM 1.0: Step-by-step data mining guide*. (SPSS, Ed.)
- Conexión ESAN. (2021). Toma de decisiones empresariales: tipos y niveles. Obtenido de ESAN Business: <https://www.esan.edu.pe/conexion-esan>
- Cruzado, Y. (2024). *Gestión organizacional*.
- García, S., Ramírez-Gallego, Luengo, J., & Herrera, F. (2016). Big Data: Preprocesamiento y calidad de datos. *Novática*, 17-23.
- García, S., Ramírez-Gallego, S., Luengo, J., & Herrera, F. (julio–octubre de 2016). Big Data: Preprocesamiento y calidad de datos. *Novática*(237), 17–23.

- Gobernación de Boyaca. (2025). *PETI - PLAN ESTRATÉGICO DE TECNOLOGÍAS Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN*. Gobernación de Boyaca, Boyacá. Tunja: Secretaría TIC y Gobierno Abierto.
- Gómez Carretero, A. I., & Piattini, M. (2018). Importancia de la calidad de los datos en la transformación digital. *RUIDER Ae: Revista de Unidades de Información*(13).
- Granados, O. (2023). Toma de decisiones en las organizaciones / gestión organizacional.
- Hoppe, A. P. (2023). Propuesta de dashboard *operativo para optimizar la gestión en el sector público*. Tucumán: Universidad Nacional de Tucumán.
- Huertas, M. B., & Valencia, B. L. (2025). Desarrollo de dashboard interactivo para la evaluación estratégica de proyectos de investigación e innovación financiados por MinCiencias Colombia. Bogotá: Universidad EAN.
- Koontz, H., & Weihrich, H. (2012). *Administración: Una perspectiva global y empresarial*. México: McGraw-Hill.
- Medina, B. A. (2023). Business intelligence *para la toma de decisiones con Power BI en la empresa Agricommer CIA. LTDA*. Riobamba - Ecuador: Universidad Nacional de Chimborazo.
- Montoya Suárez, E., & Yáñez Barbosa, D. Y. (s.f.). Analítica de datos: Una tendencia para la toma de *decisiones empresariales en las organizaciones*. Universidad Libre seccional *Cúcuta (o puedes dejar solo "Universidad Libre" si Word no te deja poner revista formal)*.
- Montuschi, L. (2000). *Datos, información y conocimiento: De la sociedad de la información a la sociedad del conocimiento*. Academia Nacional de Ciencias Económicas.

- Montuschi, Luisa. (2020). Datos, información y conocimiento. *De la sociedad de la información a la sociedad del conocimiento*.
- Navathe, S. B. (1992). Evolution of data modeling for databases. *Communications of the ACM*, 35(9).
- Reinschmidt, J., & Francoise, A. (2000). Business Intelligence Certification Guide. (I. I. Organization, Ed.) IBM International Technical Support Organization.
- Riquelme, J. C., Ruiz, R., & Gilbert, K. (2026). Minería de datos: Conceptos y tendencias. *Inteligencia Artificial. Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*, 10, 11–18. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92502902>
- Ruiz Díaz de Salvioni, V. V. (2023). La importancia de la minería de datos como una herramienta estratégica en las empresas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7, 9267–9276.
- Salvador Hidalgo, E. M. (2024). Power BI como herramienta digital de apoyo en la toma de decisiones en el *departamento de gestión y aseguramiento* de la calidad. *ULEAM 2024*. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.
- Salvador, H. E. (2024). *Power BI como herramienta digital de apoyo en la toma de decisiones en el departamento de Gestión y Aseguramiento de la Calidad*. . Manta - Ecuador: ULEAM.
- Sánchez Cárdenas, C. S., & Zambrano León, J. H. (2023). *Uso del Big Data y la analítica de datos como instrumentos facilitadores en la toma de decisiones para las empresas*. Universidad Santo Tomás.
- Sarmiento Aguilera, C. E. (2025). Diseño de un tablero interactivo en *Power BI para el análisis de datos meteorológicos y de calidad del aire en Colombia*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD).

Warschauer, M., & Matuchniak, T. (2010). *New technology and digital worlds: Analyzing evidence of equity in access, use, and outcomes. Review of Research in Education, 34*, 179–225.

Zerpa, H., García, R., & Izquierdo, H. (2020). *Datamart basado en el modelo estrella para la implementación de indicadores clave de desempeño como salida del Big Data. Universidad, Ciencia y Tecnología, 24*(102).