



Prototipo de Business Intelligence para Consulta Externa del Hospital Humanitario

Business Intelligence prototype for Hospital Humanitario's outpatient clinic

Karina Orellana^{1*}, Oscar Alvear²

1. Departamento de Posgrados - Universidad de Cuenca
2. Departamento interdisciplinario de espacio y población - Universidad de Cuenca

*akaryob@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.26907/2528-8024.2022.02.01>

Resumen

En este artículo se explica la implementación de un sistema de Business Intelligence para gestionar el indicador de productividad del área de consulta externa del Hospital Humanitario Pablo Jaramillo, que forma parte de un grupo corporativo de empresas. El indicador de productividad hace referencia a la cantidad de pacientes atendidos

en consulta en un período de tiempo, por especialidad y médico. Actualmente el indicador se genera de forma manual y únicamente cuando el mes finaliza y para esto se solicita un reporte plano que tiene que ser tabulado en hojas de cálculo. Para resolver esta problemática se creó un sistema de Business Intelligence que actualice, diaria y automáticamente la información requerida para alimentar este indicador, y para presentarla en una herramienta especializada para BI con corte de información al día anterior. La implementación se realizó sobre una metodología propia y se usaron las herramientas oficiales del grupo. Luego de la implementación se validaron los resultados y los beneficios que representan para el hospital tanto en tiempo de entrega como en recursos usados previo y posterior a ella. Los principales beneficios son: la eliminación del tiempo requerido para obtener los resultados del indicador, el rápido análisis de los indicadores y la gran variedad de información que se obtiene de un solo tablero.

Palabras clave: *Business Intelligence, Consulta Externa, Hospital, Salud*

Abstract

This article explains the implementation of a Business Intelligence system to manage the productivity indicator of the outpatient area of the Pablo Jaramillo Humanitarian Hospital, which is part of a corporate group of companies. The productivity indicator refers to the number of patients seen in consultation in a period of time, by specialty and doctor. Currently the indicator is generated manually and only when the month ends and for this a flat report is requested that has to be tabulated in spreadsheets. To solve this problem, a Business Intelligence system was created that daily and automatically updates the information required to feed this indicator and is presented in a specialized tool for BI with information cut off the previous day. The implementation was carried out using its own methodology and the official tools of the group were used. After implementation, the results and benefits they represent for the hospital are validated, both in terms of delivery time and in resources used prior to and after implementation. The main benefits are: the elimination of the time required to obtain the indicator results, the rapid analysis of the indicators and the great variety of information obtained from a single dashboard.

Keywords: *Business Intelligence, Outpatient Clinic, Hospital, Health*

I. Introducción

El Hospital Humanitario Pablo Jaramillo está ubicado al sur de la ciudad de Cuenca – Ecuador; es una fundación sin fines de lucro dedicada a brindar servicios de salud a personas de bajos recursos con costos de atención bastante accesibles y excelente calidad, dando prioridad al área materno infantil, potenciando la investigación y la docencia con un genuino compromiso con la sociedad.

El hospital forma parte de un conocido e importante grupo empresarial de la ciudad, del que también son parte empresas de renombre en diversos tipos de negocio, y cuya visión es alcanzar su excelencia empresarial. Cuentan con una de las fábricas de electrodomésticos de línea blanca más grandes del país, cuyos productos son distribuidos en Colombia, Perú y varios países de Centro América y son propietarios de una de las más reconocidas cadenas de retail, enfocada en la venta de electrodomésticos.

El hospital cuenta con diferentes áreas para su óptimo funcionamiento, administrativas (financiera, talento humano y otras), y operativas (consulta externa, hospitalización y otras). Cada área maneja sus propios indicadores para gestionar su desempeño.

En este documento se hace referencia al indicador de *productividad* del área de consulta externa, cuyo principal problema es la dificultad para obtener los resultados, ya que el proceso no está automatizado, y al no contar con un sistema de visualización que se actualice regularmente, se elabora al final de cada mes, de forma manual. Para esto se requiere solicitar los datos directamente al área de sistemas del hospital, que son entregados en archivos planos y sirven de entrada para la elaboración del indicador.

El Grupo, actualmente, cuenta con un área de sistemas o Tecnología de la Información (TI) corporativa que provee los servicios de bases de datos, redes y telecomunicaciones, desarrollo de nuevas soluciones de software y Business Intelligence, y que brinda servicio a todas las empresas del Grupo. Pese a esto, el hospital mantiene su área de desarrollo fuera de este esquema y maneja un sistema transaccional propio que funciona con Oracle como su base de datos, y con la herramienta Oracle Reports como su principal fuente de reportería básica.

El Grupo con su área de TI cuenta con un sistema de business intelligence (BI) o inteligencia de negocios, que usa una base de datos analítica para el manejo oportuno de la información y también una herramienta de visualización donde se encuentran gráficamente representados los principales indicadores de sus empresas más grandes. El hospital, al no trabajar dentro del manejo centralizado del área de sistemas, tampoco está incluido dentro del sistema de BI del Grupo, de allí la importancia de representar dos de sus principales indicadores dentro de este BI, como etapa inicial para continuar a futuro con la implementación de otros módulos.

Las herramientas que se usan en el BI corporativo son Exasol como base de datos, por su potencia en procesamiento de consultas analíticas y excelentes tiempos de respuesta con grandes cantidades de información; y Tableau como herramienta de visualización, por su alto desempeño y variedad de opciones en la generación de tableros.

El principal objetivo es desarrollar un prototipo de business intelligence para el área de consulta externa del hospital, a partir de su indicador de productividad, el cual ha de actualizarse automáticamente en la base de datos del sistema BI del Grupo y ha

de visualizarse en la herramienta oficial. Además, debe permitir contar con la información con corte al día anterior, y que esta se pueda validar por especialidades y con diferentes cortes de tiempo y con diferentes niveles de granularidad.

Con esta implementación se pretende ahorrar el tiempo de obtención de los indicadores a todo el personal involucrado, además de tener los indicadores disponibles todo el tiempo.

Este tipo de estudios que relacionan el área de la salud con la inteligencia de negocios basados en una implementación real tiene muy poca documentación, en general, y ninguna a nivel local.

Este documento se organiza de la siguiente manera: la sección 2 es el marco teórico que detalla algunos conceptos e investigación sobre BI, en el tema de salud; en la sección 3 se presenta la metodología utilizada para la implementación; en la sección 4 se explica la implementación utilizando la metodología antes expuesta y se presentan los resultados de dicha implementación; y finalmente, la sección 5 presenta las conclusiones y recomendaciones.

II. Marco teórico

Existen muchos conceptos de BI, pero al final, todos concuerdan en que es el conjunto de herramientas y procesos enfocados en el análisis de los datos de una empresa para facilitar la toma de decisiones [1].

Dedić and Stanier amplían el concepto de BI, desde su dimensión instrumental hasta la funcional, y consideran que abarca las “estrategias, procesos, aplicaciones, datos, productos, tecnologías y arquitecturas técnicas empleadas para sustentar

la recolecta, análisis, presentación y difusión de la información del negocio” [2].

Una de las definiciones más claras es la de Hatch: “Business Intelligence (BI) es la combinación de prácticas, capacidades y tecnologías usadas por las compañías para recopilar e integrar la información, aplicar reglas del negocio y asegurar la visibilidad de la información en función de una mejor comprensión del mismo y, en última instancia, para mejorar el desempeño” [3].

Con base en Montejo y Sousa que dicen “los datos constituyen partículas aisladas con mínimos sentidos semántico, los cuales al ser captados, agrupados, decodificados, e interpretados por un receptor se convierten en información. El receptor puede establecer mentalmente puntos conexos entre esa información y sus experiencias acumuladas, contextualizarla a través de asociaciones, y es solo entonces que se puede afirmar que la información fue entendida y comprendida, es decir que se volvió conocimiento” [4], se propone que los sistemas BI se encarguen de esta transformación de datos simples hasta ser conocimiento de importancia para la empresa, encontrándose los datos en nivel operativo y el conocimiento como objetivo de BI como se muestra en la figura 1.



Figura 1. Pirámide del conocimiento [5].

Las herramientas de business intelligence ayudan a mejorar la interpretación de la información generada en las empresas y cada una de sus áreas, así

como también, mejoran la medición de indicadores manejados en estas y, a su vez, su desempeño.

Para la implementación de un sistema completo de BI es importante tener en cuenta la creación del Datawarehouse (DWH) o almacén de datos, cuyo objetivo es servir como repositorio de los datos de importancia de la empresa, provenientes de diferentes fuentes de almacenamiento. Según Kimball un DWH es “una copia de los datos de la transacción estructurados específicamente para consulta y el análisis” [6].

A. Arquitectura de un sistema de BI

La figura 2 muestra de forma gráfica la estructura general de un sistema BI, donde constan las fuentes que alimentan los sistemas, pasan por procesos de extracción, transformación y carga (ETL) o extracción, carga y transformación (ELT), para ser almacenados en la bodega de datos o DWH que está conformada por datamarts, y se agregan en los cubos de datos donde se preparan para su visualización ya sea en reportes o dashboards.



Figura 2. Arquitectura de un sistema BI [7].

Existen algunas metodologías para la implementación de un sistema de BI, Hernández realiza un comparativo de las principales: Hefesto, Kimball, CRISP-DM (Cross -Industry Standard Process for Data Mining), y expone las fases que intervienen en cada una como se muestra en la tabla 1 [8].

TABLA 1

Comparativa de metodologías para el desarrollo de un DWH [8]

| Metodología | Nivel de implementación | Documentación | Uso en el mercado | Costos | Nivel de detalle |
|---------------|-------------------------|---------------|-------------------|--------|------------------|
| Ralph Kimball | Medio | Alta | Alto | Medio | Alto |
| CRISP-DM | Bajo | Medio | Medio | Medio | Alto |
| Hefesto | Alto | Bajo | Bajo | Medio | Alto |

Los sistemas de inteligencia de negocios son de gran utilidad en la toma de decisiones de las empresas para mejorar su competitividad y su desempeño, lo que al final se expresa en mejores réditos económicos; por esta razón, han sido más usados para la gestión, principalmente en áreas financieras y comerciales, lo que ha provocado que en áreas tales como la salud no tengan la misma importancia, y que se ignoren de esta forma los beneficios que se pueden obtener.

Según Mettler y Vimarlund, “nuestra comprensión de BI en salud es que debe ayudar a la gestión (tanto clínica como administrativa) en la comprensión de las capacidades disponibles en la empresa (o la red de salud) y facilitar la toma de decisiones tanto clínicas como administrativas integrando todo tipo de métricas duras y blandas sobre una variedad de actores internos y externos que resultan de un amplio espectro de procesos” [9].

En la figura 3 se muestra un marco de proceso que muestra cómo se pueden integrar los procesos de una entidad de salud con un sistema de BI. Aquí se identifican los procesos responsables de ingreso de información como médicos, administrativos y soporte, así como el tipo de información que se genera en estos, los actores internos y externos que de alguna forma generan esta información, la cual se encuentra en distintos medios de almacenamiento, pasa a un DWH, donde se procesa y se puede visualizar.

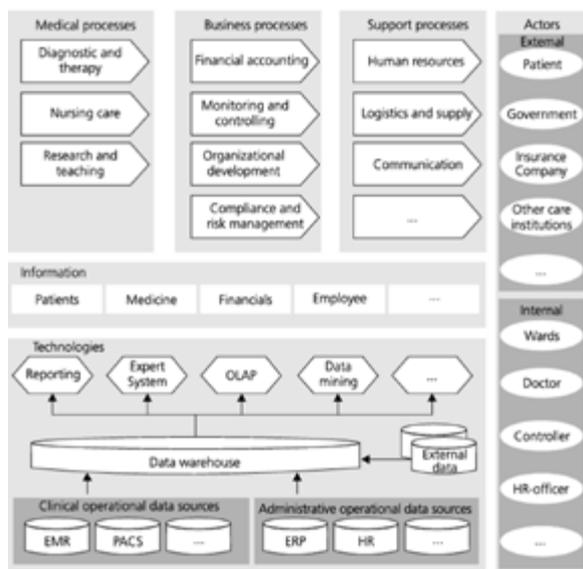


Figura 3. Framework para BI en cuidado de salud [9].

Arnaudo, Lago y Bandoni realizan un análisis y amplia explicación de la Economía de la salud y la Ingeniería de sistemas, por separado, como base para entender cómo las dos pueden conjugar en soluciones destinadas a ofrecer claras mejoras en el manejo de los servicios de salud, que a su vez se traducen en optimizar el sistema de salud haciendo un uso adecuado de los recursos disponibles. Entre las áreas de aplicación destacan Optimización terapéutica, Gestión y logística del cuidado de la salud, Planeamiento del sistema de salud [10].

A nivel local, está la publicación de Palacios, Medina, Ochoa y Torres, quienes proponen una investigación descriptiva basada en la encuesta a 690 profesionales de la salud de la ciudad de Cuenca - Ecuador, entre doctores y odontólogos, tanto del sector público como privado. En dicho estudio, se destaca la importancia de la implementación de un sistema de BI en el sector de la salud, que concentre toda la información de pacientes y sus patologías en una sola base de datos, dejando de usar registros manuales. Dicha implementación permitirá obtener los datos que serán el pilar de

una solución final donde la información recopilada pueda ser tabulada de forma organizada y precisa para fortalecer la toma de decisiones en el área de salud, al contar con indicadores que permitan analizar la evolución de pacientes, destacando entre sus principales beneficios la posibilidad de detectar enfermedades en etapas tempranas [11].

Cabe destacar que la documentación respecto al área de salud, relacionada con avances tecnológicos en el manejo de la información, es poca y se basa, sobre todo, en investigaciones de los posibles beneficios, y no en implementaciones realizadas; y en lo que respecta a BI, se encuentra aún menos información documentada.

III. Metodología

Para realizar la implementación del sistema de BI para consulta externa se utiliza una metodología propia del Grupo, que ha sido usada en varias implementaciones de BI en las demás empresas y que, en gran parte, se basa en la metodología Hefesto [12]. Esta, principalmente, se basa en el análisis de los indicadores a monitorizar y en entregar avances preliminares antes que un producto final.



Figura 4. Metodología de implementación propia del grupo. Elaboración propia.

A. Identificar la información

Es necesario entender las necesidades de los usuarios, conocer el módulo y la información que genera para poder entregar un trato adecuado.

- *Elección de módulos:* entre los diversos módulos que tiene toda empresa se deben elegir los que se van a implementar, tomando en cuenta las particularidades de cada uno.
- *Definir indicadores:* de igual forma, cada módulo tiene muchos indicadores para su correcta gestión y se deben definir los que se van a implementar.
- *Niveles de los indicadores:* se elige el nivel de presentación ya que cada indicador puede medirse en uno o más de los siguientes niveles: estratégico, táctico, operativo.
- *Identificar la información que alimenta cada indicador:* es indispensable ubicar y entender cuáles son los datos que se necesitan para cada uno de los indicadores y cómo se relacionan entre ellos. Implica conocer el desempeño del área.
- *Verificar el origen de los datos:* es necesario conocer las tablas transaccionales que contienen la información antes identificada.

B. Creación del cubo de información

Una vez que se entiende la información es necesario que esta forme parte del DWH con su propio datamart.

- *Elección de la base de datos destino:* hay muchas bases de datos que sirven como repositorio de un DWH, por su capacidad y su respuesta analítica.

- *Procesamiento de datos:* se determina el tipo de proceso que se usará para el trato de la información ETL (extracción, transformación y carga), o ELT (extracción, carga y transformación).
- *Elaboración del modelo lógico:* se diseñan las estructuras que tendrá el datamart (módulo del DWH).
- *Creación del modelo físico:* creación de la estructura física dentro de la base de datos seleccionada.
- *Procesos de transformación / carga:* una vez que se tiene elegido el tipo de proceso de carga de información en el DWH y, además, creadas las estructuras físicas, se deben crear los procesos que replicarán la información desde la base de datos transaccional y que poblarán las nuevas estructuras del datamart. Finalmente, se debe definir la periodicidad de actualización de esta información.

C. Creación de tableros

Cuando la información está en el DWH se crea la fuente que servirá para la elaboración de los tableros y, a partir de esta, se implementan los tableros necesarios.

- *Elección de herramienta de visualización:* de igual forma que la base de datos, existe una gran variedad de herramientas de visualización de tableros de BI. Se debe elegir la que más se adapte a las necesidades de visualización y presupuesto.
- *Publicación de fuentes:* con la información cargada en el datamart se genera la fuente final con todos los campos y granularidad necesaria para crear los tableros.

- *Elaboración de tableros:* se elaboran según los indicadores que se definieron inicialmente, usando los parámetros que permitan navegar en los niveles establecidos anteriormente.
- *Validación y corrección de tableros:* los tableros se presentan a su respectiva área propietaria y a quienes se encargan de validar la información, en todos los niveles elegidos. Luego, se podrá detectar correcciones o definir cambios y volver al punto anterior.

IV. Implementación y resultados

Una vez identificados todos los pasos de la metodología propia del Grupo tenemos que proceder con su implementación, aplicando cada punto con la información y datos del hospital.



Figura 5. Implementación sobre metodología propia. Elaboración propia.

A. Identificar la información

Luego de una reunión con la jefa del área de consulta externa, se identificaron las necesidades y se acudió al área de sistemas para identificar el origen de la información.

- *Elección de módulos:* el hospital tiene varios módulos, para su adecuado funcionamiento. Para esta implementación se tomará únicamente el módulo de consulta externa o especialidades, ya que es donde se recopila la información de las atenciones médicas realizadas.
- *Definir indicadores:* dentro del módulo de consulta externa se tomará en cuenta su principal indicador:
 - *Productividad:* cantidad de pacientes atendidos en un período de tiempo.
- *Niveles de los indicadores:* para esta implementación se tomarán en cuenta los tres niveles posibles:
 - *Estratégico:* se presenta la información a más alto nivel, consolidada, orientada hacia directivos de la organización.
 - *Táctico:* servirá a quienes dirigen el departamento de consulta externa para validar su movimiento y detectar problemas de forma oportuna con el propósito de mejorar los valores de estos indicadores.
 - *Operativo:* sirve para que quienes están en el área operativa puedan ver cómo está su propio desempeño.

- *Identificar la información que alimenta cada indicador:* para generar el indicador de productividad, es necesaria la información sobre: pacientes y sus historias clínicas, citas médicas solicitadas (turnos), citas médicas atendidas, especialidades y médicos, áreas y departamentos.

C. Creación de tableros

- *Elección de herramienta de visualización:* el Grupo maneja Tableau como herramienta de visualización de la información y esta nueva implementación se realizará en la misma herramienta.
- *Publicación de fuentes:* se genera una sola fuente que contiene un consolidado de la información recopilada para consulta externa.
- *Elaboración de tableros:* en base a la fuente generada, se elabora un solo tablero que contiene todos los filtros para navegar entre los niveles y distintos puntos del tiempo. Los filtros son: año, mes, análisis (mensual y acumulado), departamento (son las especialidades y sus divisiones) y personal (médicos).

Cuando se elige un filtro se actualiza toda la información en el tablero, en base a ese filtro. En el tablero se muestra:

- Total de consultas atendidas y la variación respecto al año pasado
- Promedio diario de consultas atendidas y variación con respecto al año pasado
- Gráfico de evolución mensual del indicador
- Gráfico de barras por departamentos con el total de personal atendido y su variación
- Gráfico de barras de los médicos y las atenciones realizadas



Figura 8. Tablero de indicador de productividad de Consulta externa. Elaboración propia.

- *Validación y corrección de tableros:* el tablero es expuesto a la jefa de consulta externa, quien está de acuerdo con la información que se está mostrando y no solicita modificaciones, así que, se da por aprobado el tablero y se finaliza la implementación.

V. Resultados

Hay que destacar que, actualmente, la elaboración de informes sin dinamismo, limitados y sin opciones de filtros, tarda entre 6 a 8 días en todo el proceso que inicia con la solicitud verbal o vía correo electrónico, de la información al área de TI. Posteriormente, una sola persona debe dedicarse varios días, a tiempo completo, a realizar tabulación manual de la información en hojas de cálculo.

La implementación del tablero reduce este tiempo completamente, ya que el tablero estará disponible y visible de forma permanente en la herramienta de visualización del Grupo. La información se mantendrá actualizada de manera automática y se podrán aplicar los diferentes filtros, de modo que, con el mismo tablero, será posible realizar diferentes análisis.

En la figura 9, se calcula el tiempo (en minutos) de la generación actual, tomando un promedio de 7 días, dedicando 8 horas laborales versus la revisión de los gráficos que se tiene en el tablero, que puede llegar a tardar 1 hora.



Figura 9. Tiempo en minutos para obtener el indicador. Elaboración propia.

Al incluir la comparación de la información actual respecto al mismo período del año pasado y tener calculada la variación, se puede validar cómo ha evolucionado cada especialidad o médico, durante ese lapso de tiempo. Esto no se puede realizar actualmente ya que no siempre se cuenta con los archivos históricos de la información y se debería volver a procesar de una manera diferente en caso que se requiera este análisis.

Con el gráfico, es posible tener una visión más clara de la evolución de atención de consultas atendidas en todo el hospital, por especialidad o por médico, ya que muestra los totales por meses, en todo año elegido en el filtro.

Con la elaboración del tablero, se podrá tener una visión más amplia sobre el estado actual y la evolución del área de consulta externa y se podrán detectar problemas importantes como:

- necesidad de redistribución de horarios
- necesidad de redistribución de infraestructura
- comparación entre especialidades en temas estructurales y humanos, ya que se puede

validar si se tiene una sobrecarga de pacientes o lo contrario

- análisis de nuevas especialidades para validar cómo evolucionan
- medición de especialidades y validación de su capacidad actual comparado con la demanda de pacientes
- medición de cada médico y su desempeño

Esta implementación cumple con el propósito de ayudar en la toma de decisiones importantes y oportunas en el área de consulta externa ya que permitirá visualizar los problemas que antes no se podían detectar.

VI. Conclusiones

La implementación del BI reduce visiblemente el tiempo de obtención del indicador y del análisis de la información del área.

La jefa de consulta externa puede detectar fácilmente posibles problemas actuales y pasados, para tomar decisiones oportunas y evitar que se repitan a futuro.

Con la implementación se optimizan recursos de tiempo y del personal que se dedica actualmente a la tabulación de la información.

Quedan muchas áreas e indicadores por implementar dentro de una solución de BI, para optimizar la gestión del hospital.

Luego de la investigación realizada, es evidente que las soluciones de BI, en el área de salud, están muy poco documentadas, lo que lleva a pensar que son pocas las implementaciones de este tipo.

VII. Referencias

- [1] G. Mora. (2018). “Siglo XXI economía de la información: gestión del conocimiento y Business Intelligence, el camino a seguir hacia la competitividad”. *SIGNOS - Investigación en sistemas de gestión*, 10(2), 161–174. <https://doi.org/10.15332/s2145-1389.2018.0002.09>.
- [2] N. Dedić, & C. Stanier. (2017). “Measuring the success of changes to Business Intelligence solutions to improve Business Intelligence reporting”. *Journal of Management Analytics*, 4(2), 130–144. <https://doi.org/10.1080/23270012.2017.1299048>.
- [3] J. M. R. Rodríguez. (2014). *Cómo hacer inteligente su negocio*. Grupo Editorial Patria.
- [4] Y. C. Montejo, & H. P. Sousa. (2021). “Gestión documental, Gestión de información y Gestión del conocimiento: nociones e interrelaciones. Bibliotecas”. *Anales de investigación*, 222-227.
- [5] *Datos, información, conocimiento*. (s. f.). Sinergia. Recuperado 6 de febrero de 2022, de https://www.sinnexus.com/business_intelligence/piramide_negocio.aspx
- [6] R. Kimball, & M. Ross. (2019). *El kit de herramientas del almacén de datos: la guía definitiva para el modelado dimensional*. Editorial Wiley.
- [7] A. Rodríguez, & E. Bernal. (2019). “Gestión de la información cuantitativa en las universidades, Pistas para su abordaje en la era de la sobreinformación”. Bogotá DC: Universidad Nacional de Colombia.
- [8] S. Hernández Mejía. (2019). *Comparativo de metodologías y herramientas para el desarrollo de un data warehouse*.
- [9] T. Mettler, & V. Vimarlund. (2009). “Understanding business intelligence in the context of healthcare”. *Health Informatics Journal*, 15(3), 254–264. <https://doi.org/10.1177/1460458209337446>.
- [10] M. F. Arnaudo, F. P. Lago, & J. A. Bandoni. (2020). “Toma de decisiones en el sistema de salud: aportes interdisciplinarios desde la Economía de la Salud y la Ingeniería de Sistemas de Procesos”. *Ensayos de Economía*, 30(56), 136–150. <https://doi.org/10.15446/ede.v30n56.78681>
- [11] J. A. Palacios Tapia, E. H. Medina, J. D. Ochoa Crespo, & M. M. Torres Palacios. (2020). “Business Intelligence aplicado al sector Salud”. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 5(3), 622. <https://doi.org/10.35381/r.k.v5i3.914>.
- [12] D. Bernabeu. (2008, 4 agosto). II HEFESTO: Metodología para la Construcción de un Data Warehouse | Dataprix TI. dataprix.com. Recuperado 6 de febrero de 2022, de <https://www.dataprix.com/es/data-warehouse-y-metodologia-hefesto/ti-hefesto-metodologia-construccion-un-data-warehouse>

Recibido: 21 de febrero de 2022

Aprobado: 5 de mayo de 2022