

Título: Propuesta de un dashboard basado en inteligencia de negocios para la toma de decisiones en la Unidad de Salud de la Universidad del Cauca

Autores: Carlos Andrés Dorado Bastidas¹, Eduar Yecit Córdoba Campos², Gabriel Elías Chanchí Golondrino³.

Correos: cadoradob@dane.gov.co, eduaryc@unicauca.edu.co, gchanchig@unicartagena.edu.co

Resumen: En la actualidad, para las empresas prestadoras de salud es fundamental obtener información de valor agregado a partir de los datos de sus pacientes y sus datos administrativos, de cara a la generación de planes de promoción y prevención dirigidos a sus afiliados. Del mismo modo, es de interés, recopilar y analizar estos datos para obtener la información asociada a los costos que genera la atención de una de una enfermedad particular, de tal modo que dicha información contribuya a la toma de decisiones de parte de los gerentes y el personal de salud con respecto a la formulación de planes administrativos y de contingencia. Lo anterior también es una problemática que se evidencia en el contexto particular de la Unidad de Salud de la Universidad del Cauca, en donde los datos administrativos y de los pacientes se encuentran disgregados y se hace necesario contar con herramientas de visualización que permitan integrar los datos y obtener información de valor agregado. A partir de lo anterior, este artículo tiene como objetivo presentar el diseño e implementación de un sistema de inteligencia de negocio (BI) a través de un dashboard, el cual permite apoyar la toma de decisiones a los profesionales de la salud con respecto a la morbilidad de los pacientes, los costos que genera esta atención y los profesionales que serán necesarios para mitigar dicha problemática. Teniendo en cuenta que el desarrollo del proyecto presentado en este artículo está sustentado en la inteligencia de negocios (BI), la cual combina el análisis de negocio y minería de datos, en este trabajo se hizo uso de la metodología CRIPS-DM, de tal modo que se desarrollaron 6 fases a saber: entendimiento del negocio,

¹ Especialista en Data Analytics para Marketing Digital e Ingeniero de Sistemas de la Fundación Universitaria de Popayán. Instructor del SENA - Centro de Teleinformática y Producción Industrial - CTPI de Popayán-Colombia. cadorado61@misena.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7798-6101>

² Especialista en Data Analytics para Marketing Digital e Ingeniero de Sistemas de la Fundación Universitaria de Popayán. eduaryc@unicauca.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9542-3505>

³ Doctor en Ingeniería Telemática, Magister en Ingeniería Telemática e Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad del Cauca. Profesor de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cartagena-Colombia. gchanchig@unicartagena.edu.co. Miembro del Grupo de Investigación LOGICIEL de la Fundación Universitaria de Popayán. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0257-1988>

entendimiento de los datos, preparación o pre-procesamiento de los datos, modelamiento y finalmente evaluación e implementación. A partir del desarrollo de las diferentes fases de la metodología considerada, se obtuvo como resultado un dashboard basado en inteligencia de negocios, el cual permite a los profesionales de la salud la obtención de los resultados asociados a la morbilidad de los pacientes, filtrados por rangos de edades, especialidad y año. Así mismo, el dashboard permite consultar los costos asociados a las morbilidades, posibilitando también la aplicación de filtros por rango de edades, especialidad y año. De este modo, el dashboard desarrollado pretende servir de apoyo al personal administrativo de la Unidad de Salud de la Universidad del Cauca y a los trabajadores de la salud en cuanto a la toma de decisiones y a la generación de planes de contingencia, promoción y prevención.

Palabras clave: Dashboard, inteligencia de negocios, morbilidad, promoción y prevención, salud.

Abstract: Nowadays, it is essential for health care providers to obtain value-added information from their patients' data and their administrative data, in order to generate promotion and prevention plans for their affiliates. Likewise, it is of interest to collect and analyze this data to obtain information associated with the costs generated by the care of a particular disease, so that this information contributes to decision-making by managers and health personnel with respect to the formulation of administrative and contingency plans. The above is also a problem that is evident in the particular context of the Health Unit of the Universidad del Cauca, where administrative and patient data are disintegrated and it is necessary to have visualization tools to integrate the data and obtain value-added information. Based on the above, this article aims to present the design and implementation of a business intelligence (BI) system through a dashboard, which aims to support decision making by health professionals with respect to patient morbidity, the costs generated by this care and the professionals who will be needed to mitigate this problem. Considering that the development of the project presented in this article is based on business intelligence (BI), which combines business analysis and data mining, this work made use of the CRIPS-DM methodology, so that 6 phases were developed: understanding the business, understanding the data, data preparation or pre-processing, modeling and finally evaluation and implementation. From the development of the different phases of the

methodology considered, the result was a dashboard based on business intelligence, which allows health professionals to obtain the results associated with patient morbidity, filtered by age range, specialty and year. Likewise, the dashboard allows to consult the costs associated with morbidities, also enabling the application of filters by age range, specialty and year. In this way, the dashboard developed is intended to support the administrative staff of the Health Unit of the Universidad del Cauca and health workers in terms of decision making and the generation of contingency, promotion and prevention plans.

Keywords: Business intelligence, dashboard, health, morbidity, promotion and prevention.

1. Introducción

Toda entidad de salud tiene como objetivo principal la atención de sus afiliados, pero se tienen casos en los que las enfermedades crónicas o de alto costo juegan un papel importante en este sector, considerándolas como un desafío para la salud no solamente en el área atención primaria (AP) sino en el área financiera de la entidad. Debido a que un paciente con morbilidad o multimorbilidad exige una asistencia continua, cuidados especiales y por consiguiente lo que traduciría esto en alto costo no solamente para el paciente sino para la entidad y por ende una calidad de vida deficiente para el afiliado por su estado de multimorbilidad (Barrio-Cortes et al., 2020) (Barrio-Cortes et al., 2020). Cifras indican que una especie para que sea llevada a la extinción es cuando sus tasas de fecundidad están por debajo del 2%(Lopez-Jimenez, 2008) y según cifras de la OMS hoy en día el envejecimiento de la población es un fenómeno social que esta transformado las economías y sociedades a nivel mundial debido a la notables diferencias de natalidad (Ordoñez-Erazo et al., 2022) y sumado a esto se da la multimorbilidad en pacientes. Por consiguiente, están naciendo pocas personas y muchas de las que viven actualmente de diferentes edades padecen morbilidades.

Teniendo en cuenta lo anterior, se hace necesario aplicar las ventajas de la Inteligencia de Negocios (*business intelligence- BI*) en las organizaciones prestadoras de salud, con el fin de analizar la morbilidad o multimorbilidad de los pacientes y sobrecostos que estos implican. En este sentido, dentro de la Unidad de Salud de la Universidad del Cauca, se requiere contar con sistemas

o componentes informáticos que permitan la toma de decisiones con respecto a la morbilidad. De este modo, para lograr que la Unidad de Salud de la Universidad del Cauca tome decisiones frente a los múltiples casos, la BI permite combinar análisis de negocios, minería, visualización, herramientas e infraestructura de datos (tableau, n.d.)(Ahumada Tello & Perusquia Velasco, 2016). Por lo anterior, es posible afirmar que la *business intelligence* permite desarrollar la competitividad de una empresa a partir de la gestión del conocimiento(Ahumada Tello & Perusquia Velasco, 2016).

Para lograr el objetivo trazado es necesario para el caso de la Unidad de Salud de la Universidad del Cauca, pensar en una herramienta que logre mostrar por medio de un *data set* las morbilidades de los pacientes y los costos que estos representan en la unidad de salud y para ello es necesario implementar un dashboard los cuales tienen la capacidad de mostrar métricas de forma gráfica y concisa, información relevante de data sets con grandes cantidades de datos (Kenigsberg et al., 2022) siendo así una de las herramientas más completas y fácil de utilizar para el usuario final. Cabe destacar que un dashboard tiene grandes ventajas como versatilidad, comprensión de información por medio de gráficas y estadísticas, filtros y fácil manejo para el desarrollador.

El dashboard propuesto en este artículo, pretende servir de referencia para ser extrapolado en otras organizaciones prestadoras de salud, así como en otras organizaciones de diferentes contextos de aplicación. El resto del artículo está organizado de la siguiente forma: en la sección 2 se presenta la metodología empleada para el desarrollo del presente trabajo. En la sección 3 se describen los resultados obtenidos a partir del desarrollo de esta investigación. Finalmente, en la sección 4 se presentan las conclusiones y los trabajos futuros derivados de la presente investigación.

2. Metodología

De acuerdo al estudio realizado y considerando el alcance de la problemática se debe implementar la investigación bajo una metodología que posibilite el diseño y la implementación del dashboard, de tal modo que se escogió para este caso CRISP-DM (Cross-Industry Standard Process for Data Mining), la cual es entendida como un estándar de facto y un modelo de proceso independiente de la industria para aplicar proyectos de minería de datos (Schröer et al., 2021).

El ciclo vital del modelo propuesto por CRIPS-DM contiene seis fases con flechas que indican las dependencias más importantes (ver Figura 1). La secuencia no necesariamente se debe de realizar en ese orden, puesto que muchos proyectos avanzan y retroceden según la necesidad (Fernández, n.d.).

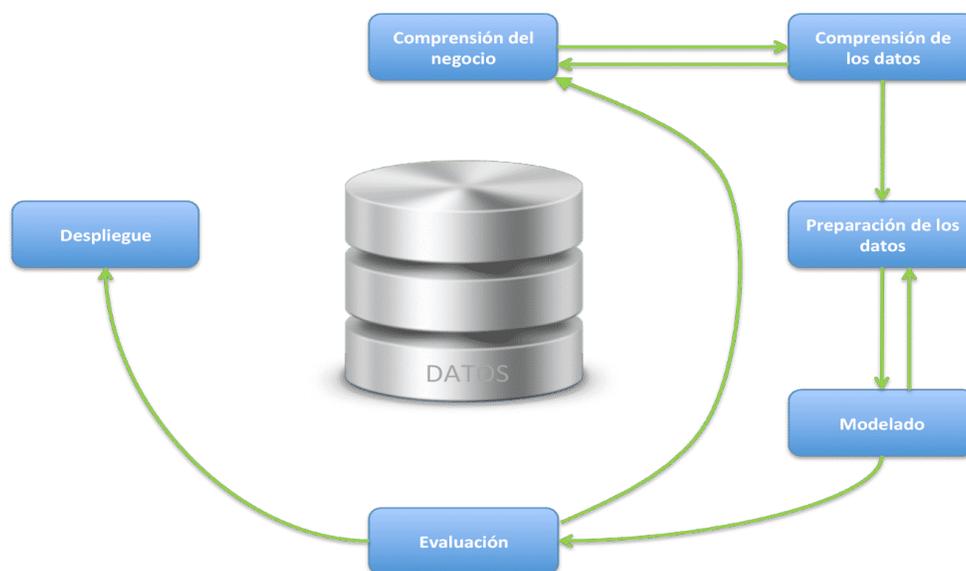


Figura 1. Ciclo de vida de minería de datos – Fuente: tomada de Adictos al trabajo.com (Álvarez Gil, 2021)

Fase 1 Comprensión del negocio:

En esta fase se debe de asentar la idea del objetivo del proyecto de minería de datos con los objetivos que tiene el negocio, evaluar la situación actual se permita fijar claramente los objetivos del proyecto y obtener un plan de proyecto.(Vallalta Rueda, 2022). En este sentido, dentro de la presente investigación el primer reto es conocer y entender el objetivo de la unidad de salud de la Universidad del Cauca, encontrando así una empresa bastante compleja por el volumen de información que se maneja y el número de personas que laboran, por ende los tiempos de atención para los analistas del proyecto es bastante limitado teniendo en cuenta que es necesario evaluar la situación actual del negocio y evaluar la problemática, también es importante que desde este punto se trazara el objetivo de la data mining.

Fase 2 Comprensión de los datos:

En esta fase se deben de conocer los datos, estructura, distribución y calidad de estos, teniendo en cuenta que se deben de ejecutar procesos de captura de

datos, exploración de los mismos y gestionar la calidad identificando los problemas y proporcionando soluciones (Vallalta Rueda, 2022). A modo específico, dentro de la presente investigación, en este punto se pudieron analizar los datos y la respectiva recolección, obteniendo como resultado que la información está contenida en 1274 tablas, las cuales fueron analizadas y previamente seleccionadas para poder extraer la información necesaria, encontrando así algunas novedades en cuantos a datos nulos y datos mal ingresados por parte de los usuarios.

Fase 3 Preparación de los datos:

En esta fase se pretende obtener datos finales con los cuales se debe de ser capaz de establecer el total de datos a trabajar, obtener una limpieza de datos y construir un data set que permita ejecutar un modelo de minería de datos. (Vallalta Rueda, 2022). Puntualmente para la presente investigación, se realizó la selección de los datos, la cual conllevó a inversión de mucho tiempo por la cantidad de tablas de la base de datos. Así mismo en esta fase se obtuvo una data limpia y sin errores, con datos estructurados e íntegros para lograr el objetivo del proyecto, apoyándose de herramientas básicas de la ofimática las cuales permitieran generar filtros y depuraciones.

Fase 4 Modelado:

Esta fase se enfoca en construir un modelo que permita alcanzar los objetivos por consiguiente se debe de seleccionar la técnica de modelado, estrategias de verificación de la calidad del modelo, construir un modelo y ajustar previamente ese modelo (Vallalta Rueda, 2022). De manera específica, en esta fase es donde toda la información del dataset se debe mostrar al usuario final de tal forma que se pueda interpretar fácilmente, sea interactiva y fácil de utilizar, por lo tanto haciendo uso de herramientas como Power BI se implementa un dashboard con la herramienta Google DataStudio y de esta forma ya se podría pasar a evaluar tal resultado

Fase 5 Evaluación:

En esta fase se debe de evaluar el grado de afinidad que tiene el obtuvo del proyecto con el respectivo modelado, revisar todo el proceso de minería de datos y determinar si es necesario hacer un retroceso para realizar ajustes o en su defecto avanzar (Vallalta Rueda, 2022). La evaluación del producto fue realizada por medio pruebas de escritorio y con testeos de usuarios finales, los

cuales podrán permitir verificar los errores y por consiguiente mejoras o ajustes al dashboard.

Fase 6 Despliegue:

La última fase permite desplegar los resultados a los usuarios finales teniendo en cuenta que se debe de hacer seguimiento y mantenimiento de la parte operativa (Vallalta Rueda, 2022). Fue aquí donde se implementó y ejecuto el proyecto, teniendo en cuenta los resultados obtenidos de las anteriores fases y sin dejar a un lado la infraestructura que llegaron a tener los usuarios finales para su ejecución, la cual no necesitan más que un computador básico o dispositivo móvil que cuente con señal y un navegador de internet, para ejecutar la aplicación

3. Resultados

Teniendo en cuenta el propósito del proyecto, se hace un análisis en base a la inteligencia de negocios (BI) el cual combina análisis de negocios, minería, visualización, herramientas e infraestructura de datos, además de prácticas recomendadas para ayudar a las empresas a tomar decisiones basadas en los datos.

En la práctica, implementar la inteligencia de negocios moderna implica contar con una vista integral de todos los datos de la organización. Además, consiste en usar estos datos para impulsar el cambio, eliminar las ineficiencias y adaptarse rápidamente a los cambios del mercado o la demanda (IBM, 2021). De acuerdo con el análisis y desarrollo para dar solución al problema se generó los siguientes resultados:

La unidad de salud de la Universidad del Cauca cuenta con una base de datos con más 1274 tablas y una cantidad bastante considerable de registros, por consiguiente, fue necesario realizar la selección de datos en las diferentes tablas para previamente realizar y su respectiva limpieza. Lo anterior fue realizado a través del uso de herramientas como DataStudio, la cual permite implementar diferentes reportes.

Como resultado del proceso ETL, el DataWarehouse fue cargado con 68.047 registros, de los cuales las atenciones fueron de 2.818 registros de pacientes,

10 especialidades, 2.322 diagnósticos comprendidos entre los años 2018 a 2022. Los datos residentes en el Data Warehouse fueron analizados haciendo uso de las ventajas que proporciona la herramienta de explotación Power BI, y se implementó el Dashboard de los reportes con la herramienta Google DataStudio la cual permite como filtrado de datos, cambio dinámico de ejes, el desglose de la información (drill down - roll up), segmentadas por las dimensiones disponibles como diagnóstico del paciente, rango etario, especialidades más demandadas, cantidad de atenciones de acuerdo al día de la semana o el del año, etc. Se realizaron 3 gráficos que fueron solicitados para realizar su implementación y muestra la información más representativa para la entidad y son de análisis para el presente artículo, los gráficos obteniendo son los siguientes:

A continuación, en la figura 2, se detalla el primero de los análisis realizados para la Morbilidad de pacientes según la cantidad de atenciones médicas a través del tiempo.

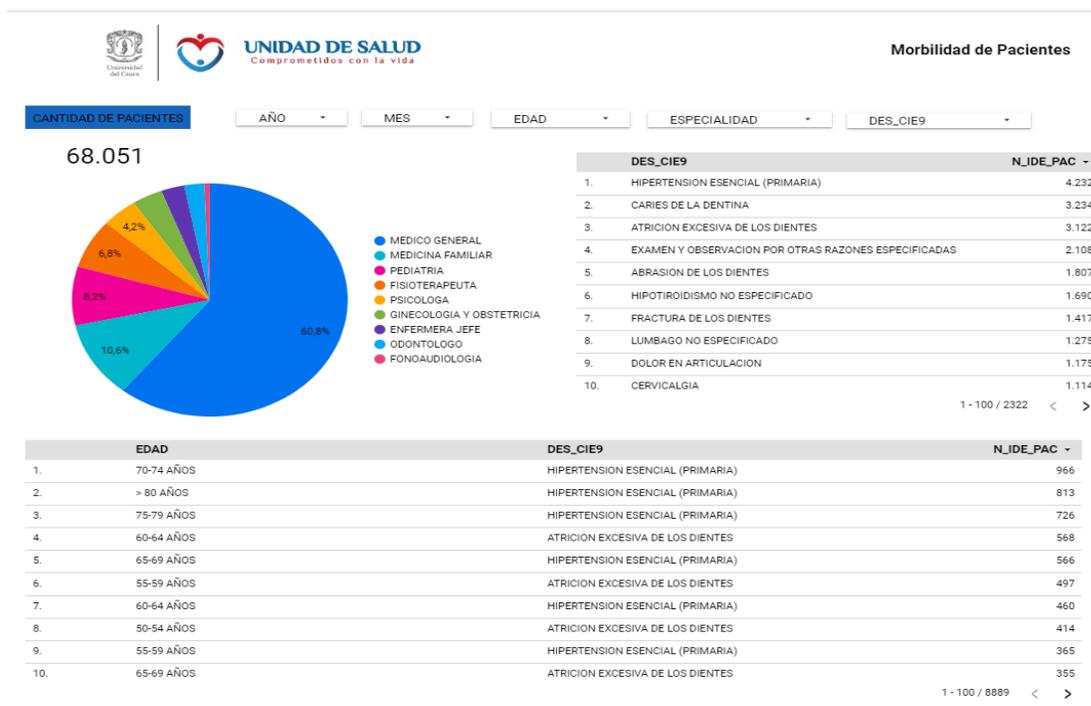


Figura 2: Dashboard morbilidad de pacientes - Tomada dashboard

En la Figura 2 se muestra el dashboard con las opciones requeridas para el análisis de los datos de la Unidad de salud de la Universidad del Cauca, donde se muestra una gráfica y varias tablas de los diagnósticos principales que han sido clasificados por los médicos según criterio facultativo que tienen a los

pacientes afiliados a dicha entidad, teniendo la posibilidad de utilizar los filtros por año, mes, edad, especialidad y diagnóstico, y muestra un porcentaje de los pacientes atendidos con su diagnóstico más representativo para cada especialidad.

Se tiene la opción de seleccionar por edad, donde se puede realizar un análisis de la caracterización demográfica por distribución de la población atendida, por grupos etarios agrupados en quinquenios (ver Figura 3).

	EDAD	DES_CIE9	N_IDE_PAC
1.	70-74 AÑOS	HIPERTENSION ESENCIAL (PRIMARIA)	966
2.	> 80 AÑOS	HIPERTENSION ESENCIAL (PRIMARIA)	813
3.	75-79 AÑOS	HIPERTENSION ESENCIAL (PRIMARIA)	726
4.	60-64 AÑOS	ATRACION EXCESIVA DE LOS DIENTES	568
5.	65-69 AÑOS	HIPERTENSION ESENCIAL (PRIMARIA)	566
6.	55-59 AÑOS	ATRACION EXCESIVA DE LOS DIENTES	497
7.	60-64 AÑOS	HIPERTENSION ESENCIAL (PRIMARIA)	460
8.	50-54 AÑOS	ATRACION EXCESIVA DE LOS DIENTES	414
9.	55-59 AÑOS	HIPERTENSION ESENCIAL (PRIMARIA)	365
10.	65-69 AÑOS	ATRACION EXCESIVA DE LOS DIENTES	355

1 - 100 / 8889 < >

Figura 3: Filtros por edad - Tomada dashboard

Adicionalmente, se cuenta con otro filtro, en el cual se puede escoger la especialidad del médico permitiendo realizar una agrupación de diagnósticos y poder saber desde qué especialidad fue que se clasificó el paciente con su cantidad de pacientes atendidos.

✓ ESPECIALIDAD	COD_CIE9	✓ DES_CIE9
Es ESPECIALIDAD de búsqueda		Escriba el término DES_CIE9 búsqueda
✓ PSICOLOGA	142	✓ XEROSIS DEL CUTIS
✓ PEDIATRIA	273	✓ VULVITIS SUBAGUDA Y CRONICA
✓ ODONTOLOGO	78	✓ VULVITIS AGUDA
✓ MEDICO GENERAL	2 mil	✓ VOMITOS ASOCIADOS CON OTRAS ...
✓ MEDICINA FAMILIAR	355	✓ VITILIGO
✓ GINECOLOGIA Y OBSTET...	120	✓ VISCOSIDAD PLASMATICA ANORM...
✓ FONOAUDIOLOGIA	22	✓ VIRUS SINICIAL RESPIRATORIO CO...
✓ FISIOTERAPEUTA	228	✓ VIOLENCIA FISICA
✓ ENFERMERA JEFE	92	✓ VERTIGO PAROXISTICO BENIGNO
		✓ VERTIGO EPIDEMICO
		✓ VERTIGO DE ORIGEN CENTRAL

Figura 4: Filtros por especialidad - Tomada dashboard

Analizando el dashboard, es posible determinar que para la especialidad de medicina general, se observa que el diagnóstico que encabeza y es más

frecuente en la población es la hipertensión, y ha sido consultado por medicina general. Del mismo modo en la Figura 5, se presenta el dashboard que involucra el costo de morbilidad por paciente en la Unidad de Salud de la Universidad del Cauca.

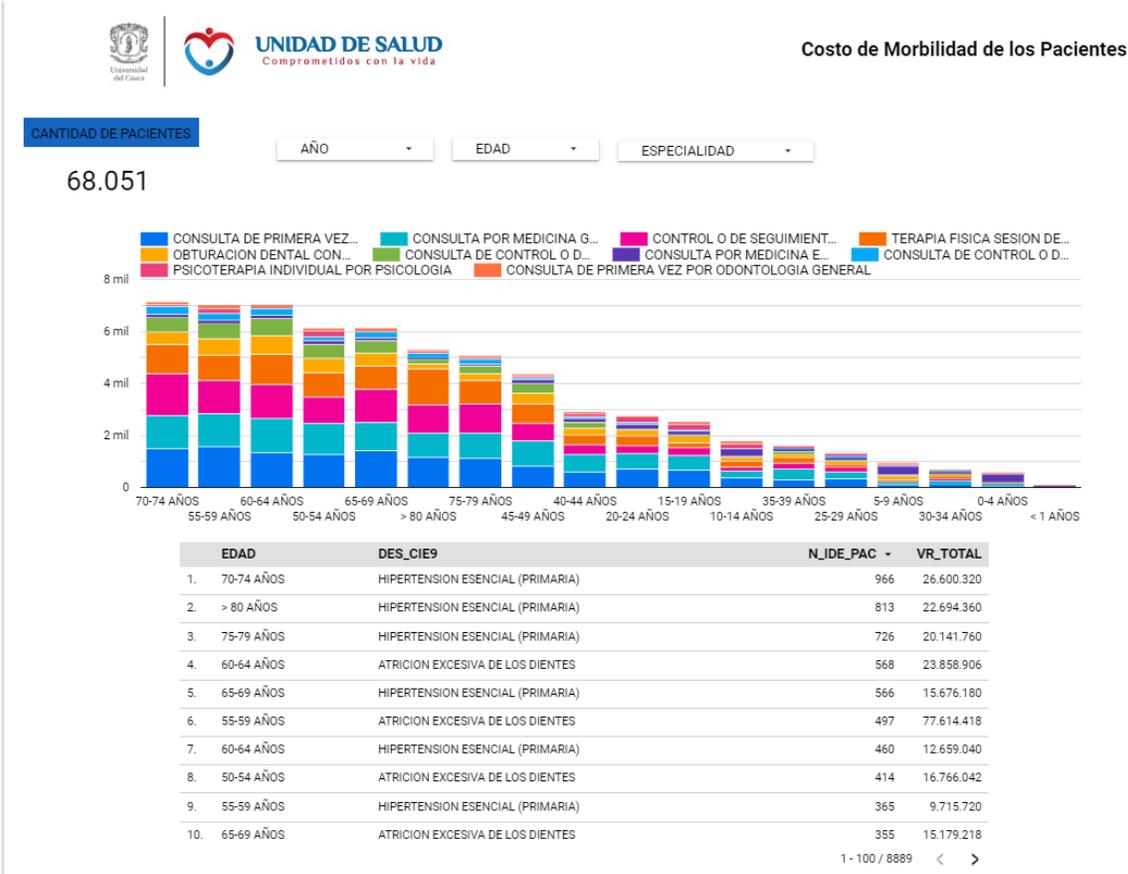


Figura 5: Dashboard Costo de morbilidad de los pacientes - Tomada dashboard

El reporte mostrado en la Figura 5, cubre la información para obtener la sumatoria de costos y porcentajes por diagnóstico de las enfermedades que padecen los pacientes. Esto es importante al momento de analizar ya que hay diagnósticos que se pueden prevenir y pueden ser atendidos por el programa de promoción y mantenimiento de la salud para prevenir que se conviertan en pacientes más costosos y para la Ips son gastos de enfermedades que se deben de cubrir con los aportes que dan los demás afiliados. Prosiguiendo con un análisis en mayor profundidad de este grupo, es posible observar cómo la patología de hipertensión corresponde a la más costosa de las patologías. Del mismo modo, en la Figura 6 se presenta el dashboard con el costo de atención a pacientes por especialidad.

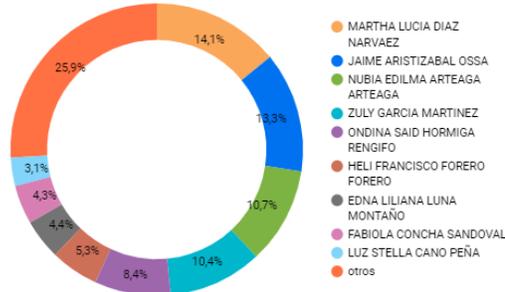


CANTIDAD DE PACIENTES

68.051

AÑO

ESPECIALIDAD



PROFESIONA...	MEDICO GEN...	ODONTOLO...	FISIOTERAP...	MEDICINA F...	GINECOLOGI...	PEDIATRIA	PSICOLOGA	ENFERMERA...	FONOAUDIO...	ESPECIALIDAD / VR_TOTAL	Total
MARTHA LUC...	-	293.059.690	-	-	-	-	-	-	-	-	293.059.690
JAIME ARISTI...	276.674.180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	276.674.180
NUBIA EDILM...	222.431.540	-	-	-	-	-	-	-	-	-	222.431.540
ZULY GARCIA...	216.321.760	-	-	-	-	-	-	-	-	-	216.321.760
ONDINA SAID...	175.430.420	-	-	-	-	-	-	-	-	-	175.430.420
HELI FRANCI...	-	110.543.358	-	-	-	-	-	-	-	-	110.543.358
EDNA LILIAN...	92.489.200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	92.489.200
FABIOLA CON...	-	89.874.806	-	-	-	-	-	-	-	-	89.874.806
LUZ STELLA ...	-	-	65.182.100	-	-	-	-	-	-	-	65.182.100
Total	1.102.923.520	583.426.056	147.472.720	66.858.000	61.318.020	49.126.640	30.123.768	26.926.967	12.293.200		2.080.468.891

Figura 6: Dashboard Costo de atención a pacientes por especialidad - Tomada dashboard

De acuerdo a la Figura 6, es posible observar los 10 primeros médicos que más han atendido consultas y por ende se verá reflejado en los reportes financieros para la entidad de salud, de tal modo que se aprecia claramente se ve que la especialidad de odontología es la que más factura. Este y otros patrones pueden resultar sumamente útiles para que la unidad de salud tome acciones preventivas y correctivas en el ámbito de la salud

Una vez presentados los resultados obtenidos mediante el desarrollo de la presente investigación, es posible concluir que a través de los reportes generados en el dashboard se pueden visualizar datos o información que permitirán generar sus propias conclusiones a los profesionales de la salud con respecto a enfermedades consultadas por los pacientes y los costos que estas atenciones implican.

4. Conclusiones

En el presente artículo se ha expuesto cómo las técnicas de Inteligencia de negocios y explotación de datos pueden colaborar a la toma de decisiones en el ámbito de la salud, basándose en un gran volumen de datos reales. Así, los resultados presentados en este artículo pretenden servir de referencia para ser extrapolados en el contexto de la salud o contextos afines.

Estas mismas herramientas pueden ser utilizadas por profesionales de la salud para abordar temáticas o estudios más complejos obteniendo así un máximo aprovechamiento de los datos y colaborando en mayor medida a la toma de decisiones. Podrán acceder de forma sencilla a información depurada, integrada y consistente, generando nuevo conocimiento y ofreciendo una visión más precisa en todas las áreas de la Salud

Los resultados de esta investigación constituyen los primeros pasos en el análisis de la información disponible y está a la disposición de la Unidad de Salud de la Universidad del Cauca. En este sentido, se espera que a partir de las ventajas del dashboard implementado, la propuesta presentada en este artículo pueda ser extrapolada en las diferentes dependencias de la Universidad.

Referencias

- Ahumada Tello, E., & Perusquia Velasco, J. M. A. (2016). Inteligencia de negocios: estrategia para el desarrollo de competitividad en empresas de base tecnológica. *Contaduría y Administración*, 61(1), 127–158. <https://doi.org/10.1016/J.CYA.2015.09.006>
- Álvarez Gil, D. (2021). *Metodología CRISP-DM - Adictos al trabajo Tutoriales*. 14 Enero 2021. <https://www.adictosaltrabajo.com/2021/01/14/metodologia-crisp-dm/>
- Barrio-Cortes, J., del Cura-González, I., Martínez-Martín, M., López-Rodríguez, C., Jaime-Sisó, M. Á., & Suárez-Fernández, C. (2020). Adjusted morbidity groups: Characteristics and comorbidities in patients with chronic conditions according to their risk level in Primary Care. *Atencion Primaria*, 52(2), 86–95. <https://doi.org/10.1016/j.aprim.2018.12.007>
- Fernández, E. (n.d.). *METODOLOGÍA DE EXPLOTACIÓN DE INFORMACIÓN GESTOR DE DOCUMENTOS*. Retrieved June 15, 2022,

from <http://www.itba.edu.ar/capis/rtis>

IBM. (2021). *Conceptos básicos de ayuda de CRISP-DM - Documentación de IBM*. Conceptos Básicos de Ayuda de CRISP-DM. <https://www.ibm.com/docs/es/spss-modeler/SaaS?topic=dm-crisp-help-overview>

Kenigsberg, T. A., Hause, A. M., McNeil, M. M., Nelson, J. C., Ann Shoup, J., Goddard, K., Lou, Y., Hanson, K. E., Glenn, S. C., & Weintraub, E. S. (2022). Dashboard development for near real-time visualization of COVID-19 vaccine safety surveillance data in the Vaccine Safety Datalink. *Vaccine*, *40*(22), 3064–3071. <https://doi.org/10.1016/J.VACCINE.2022.04.010>

Lopez-Jimenez, D. fernando. (2008). *CONTROL DE NATALIDAD EN COLOMBIA: DE LA POLÍTICA MULTULATERAL, A LA POLÍTICA DE ESTADO*. <http://dspace.uhemisferios.edu.ec:8080/xmlui/handle/123456789/378>

Ordoñez-Erazo, H.-A., Ordóñez, C., & Bucheli-Guerrero, V.-A. (2022). Predicción de factores clave en el aumento de la demografía en Colombia a través del ensamble de modelos de Machine Learning. *Revista Científica*, *44*(2), 282–295. <https://doi.org/10.14483/23448350.19205>

Schröer, C., Kruse, F., & Gómez, J. M. (2021). A Systematic Literature Review on Applying CRISP-DM Process Model. *Procedia Computer Science*, *181*, 526–534. <https://doi.org/10.1016/J.PROCS.2021.01.199>

tableau. (n.d.). *Inteligencia de negocios: qué es y por qué es importante*. Retrieved June 8, 2022, from <https://www.tableau.com/es-es/learn/articles/business-intelligence>

Vallalta Rueda, J. F. (2022). *CRISP-DM: una metodología para minería de datos en salud - healthdataminer.com*. Health Data Miner. <https://healthdataminer.com/data-mining/crisp-dm-una-metodologia-para-mineria-de-datos-en-salud/>

Business Intelligence: un balance para su implementación | InnovaG. (n.d.). Retrieved June 8, 2022, from <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/innovag/article/view/19742>

Diseño de un modelo de sistema inteligente como soporte de decisión para la gestión empresarial en las Pymes - Archivo Digital UPM. (n.d.). Retrieved June 8, 2022, from <https://oa.upm.es/23260/>

- García-Jiménez, A. D.-J., Aguilar-Morales, N., Hernández-Triano, L., & Lancaster-Díaz, E. (2021). la inteligencia de negocios: herramienta clave para el uso de la información y la toma de decisiones empresariales. *Revista de Investigaciones Universidad Del Quindío*, 33(1). <https://doi.org/10.33975/riuuq.vol33n1.514>
- Journal, I., & Conscience, G. (2009). El impacto de las herramientas de inteligencia de negocios en la toma de decisiones de los ejecutivos. *Daena: International Journal of Good Conscience.*, 4(2).
- Lago, E. V., & Guerra Cantero, L. M. (n.d.). *Sistema de inteligencia de negocios para el apoyo al proceso de toma de decisiones Business intelligence system to support the decision making process.*
- Negocio, I. de, & SA, S. (n.d.). Inteligencia de Negocio. 190.0.230.32. Retrieved June 9, 2022, from <http://190.0.230.32/cfm/plantillas/info/presentaciones/BI.pdf>
- Porras Medrano, J. A., Florencia Juárez, R., Rivera Zárate, G., & García Jiménez, V. (2018). Interfaz de lenguaje natural para consultar cubos multidimensionales utilizando procesamiento analítico en línea. *Research in Computing Science*, 147(6). <https://doi.org/10.13053/rcs-147-6-12>
- Silva Peñafiel, G. E., Zapata Yáñez, V. M., Morales Guamán, K. P., & Toaquiza Padilla, L. M. (2019). Análisis de metodologías para desarrollar Data Warehouse aplicado a la toma de decisiones. *Ciencia Digital*, 3(3.4.). <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i3.4..922>
- Toscano, M., Recalde, T., Avilés, J., & Bravo, L. (2018). Importancia de la estrategia de marketing dentro del sistema de información gerencial en las organizaciones. *Espiraes Revista Multidisciplinaria de Investigación.*
- Viafara, J. (n.d.). *BUSINESS INTELLIGENCE: COMPETIR CON INFORMACIÓN.*
- Viteri-Cevallos, C. J., & Murillo-Párraga, D. Y. (2021). Inteligencia de Negocios para las Organizaciones. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 6(12). <https://doi.org/10.35381/r.k.v6i12.1291>
- Yang, J., Li, Y., Liu, Q., Li, L., Feng, A., Wang, T., Zheng, S., Xu, A., & Lyu, J. (2020). Brief introduction of medical database and data mining

technology in big data era. In *Journal of Evidence-Based Medicine* (Vol. 13, Issue 1). <https://doi.org/10.1111/jebm.12373>