

**MEJORA EN LOS SISTEMAS DE VISUALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN PARA EPS
COMPENSAR SALUD ORAL HACIENDO USO DE HERRAMIENTAS DE MACHINE
LEARNING.**

Informe final de investigación

Riaño Pascagaza, Jeysson Alexander
Bareño Gutierrez, Raul
Ibáñez, Luis Eduardo



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](#).

**DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y TRANSFERENCIA
GRUPO DE INVESTIGACIÓN GIIS
FACULTAD INGENIERÍA
2023**

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN
2022

INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO			
Título:	Mejora en los sistemas de visualización de la información para EPS Compensar salud oral haciendo uso de herramientas de machine learning.	Convocatoria:	Interna 2023
Grupos de investigación:	GIIS	Entidad Proponente de la Convocatoria:	Fundación Universitaria Compensar
Líneas de investigación:	Sistemas de información	Duración en Meses:	10
Presupuesto total:			20.000.000
Fecha Inicio:	1/02/2023	Fecha Fin:	24 de Noviembre 2023
Objetivo estratégico institucional:	Maximizar la excelencia académica		
Palabras clave:	Machine Learning, técnica de minería de datos, datos sobre salud oral, EPS Compensar.		
PERSONAL INVOLUCRADO			
Nombre	Función / Rol en el Proyecto	Institución	Horas Semanales
Jeysson Alexander Riaño P.	Investigador principal	Fundación Universitaria Compensar	15
Raúl Bareño Gutiérrez	Co-investigador	Fundación Universitaria Compensar	7
Luis Eduardo Ibáñez	Co-investigador	Fundación Universitaria Compensar	10
Jhon Fredy Barrero	Coinvestigador	Fundación Universitaria Compensar	5
ALIADOS EFECTIVOS DEL PROYECTO			
Institución	Sector	Contacto (E-mail y Teléfono)	Possible monto financiero a aportar
EPS Compensar	Salud	marozot@compensarsalud.com	No especificado

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN
2022

RESUMEN EJECUTIVO

Un modelo de Machine Learning se diseñará para la automatización de ciertos procesos en los cuales se requiere hacer análisis descriptivos y predictivos de los datos, en particular de los datos de servicio y atención médica en salud oral –datos privados EPS Compensar. La extracción, transformación y carga de datos será hecho por medio de técnicas de minería de datos con el fin de realizar la descripción estadística de los datos. Modelos de Machine Learning se utilizarán para realizar predicciones partiendo del comportamiento de los datos. La visualización y validación de los algoritmos se realizarán por medio del Dashboard más usado en la industria.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los registros de cita de odontológicas en la EPS Compensar son actualmente almacenados en el sistema SAP, este sistema de registro funciona bajo en el entorno de Microsoft Excel. Este sistema de registro permite almacenar información y resultados, tales como:

- Datos básicos
- Planificación de horarios
- Servicio médico: Gestionar y almacenar datos, gestionar el historial clínico del empleado
- Análisis de la información: actividades que supongan un riesgo para la salud
- Gestionar reconocimientos médicos

A pesar de que este sistema cuenta con una amplia estructura en el proceso de almacenamiento de datos, no genera un análisis descriptivo más detallado y un análisis predictivo de los datos que a diario se generan. Este proceso se puede automatizar por medio de técnicas de minerías de datos y modelos de Machine Learning.

Por lo tanto, el propósito de este proyecto es migrar este proceso a un entorno de programación más robusto y libre como lo es *Python* o *R*, esta migración permitiría procesar un gran volumen de datos. Se planea además mostrar la validación de los algoritmos en el Dashboard empleando PowerBI que es una de las herramientas de visualización de datos más usadas en la industria. Ya se cuenta con un primer prototipo de dashboard y en este proyecto se busca una optimización de la información presentada en el mismo para que de esta manera este pueda generar alertas automáticas a procesos y una de las implementaciones más importantes es la integración con SAP.

JUSTIFICACIÓN

Los datos almacenados en los entornos de Microsoft Excel son bastante útiles cuando se desean conocer datos básicos de los pacientes y adicionalmente los servicios prestados a cada uno de ellos, sin embargo al carecer de un proceso de automatización, los datos tienen que ser descargados de la plataforma SAP de manera manual y posteriormente analizados, proceso que toma algún tiempo y por lo tanto se están tomando algunas de las decisiones importantes, tales como la asignación de personal para suplir las necesidades de los afiliados, en ocasiones a ciegas, ya que la demora el procesamiento de la información no permite que las decisiones se

tomen en tiempo real, lo cual es el objetivo fundamental de la EPS compensar, ya que estas decisiones mejorarían significativamente la atención percibida por los usuarios, al tener una idea clara de cuantos profesionales se deben asignar para atender la demanda de consultas médicas que se generan.

OBJETIVOS

Objetivo General

Implementar mejoras en los sistemas de visualización de la información referentes a las citas médicas en EPS Compensar Salud Oral.

Objetivos Específicos

- Implementar mejoras en el sistema de visualización de la información en PowerBI
- Generar una integración del Dashboard en PowerBI y los sistemas de adquisición de la información en SAP.

MARCOS DE REFERENCIA

IMPORTANCIA DE LA DATA EN LA TOMA DE DECISIONES EN SALUD

Unos de los grandes desafíos con el cual nos encontramos hoy en día es tener la capacidad de analizar grandes volúmenes de datos, uno de los campos que requiere con urgencia un análisis descriptivo y predictivo de los datos es el área de la salud. Específicamente, se analizarán datos de salud oral. A continuación, se presenta las políticas de salud oral en Colombia. Por otro lado, el análisis predictivo se realizará por medio de algoritmos de Machine Learning, la técnica de red neuronal es descrita abajo.

POLÍTICAS DE SALUD ORAL PÚBLICA EN COLOMBIA

La Organización Mundial de la Salud (OMS) habla de la salud bucal como un elemento esencial de la salud general y del bienestar, que impacta significativamente en la calidad de vida.

La salud bucal es uno de los aspectos que afectan las percepciones sobre calidad de vida. La Asociación Dental Canadiense señala que la salud bucal “es un estado de los tejidos de la boca y de las estructuras relacionadas que contribuye positivamente al bienestar físico, mental y social, al bienestar y disfrute de las posibilidades de la vida, permitiendo al individuo hablar, comer y socializar sin obstáculos por el dolor, incomodidad o vergüenza”. Y Sheiham lo comparte al afirmar que la salud bucal afecta a las personas de manera física y psicológica, influenciando su crecimiento, el goce de la vida, el mirar, hablar, masticar, saborear la comida y disfrutar de la vida social, así como los propios sentimientos sobre su bienestar social.

TIPOS DE ALGORÍTMOS DE MACHINE LEARNING

Conceptos como inteligencia artificial (IA) o machine learning (aprendizaje automático) son ineludibles en el contexto actual. El aprendizaje automático es esa rama de la informática que otorga a la IA la capacidad de aprender tareas. Para lograrlo, los programadores se basan en los **algoritmos del machine learning**.

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN
2022

El término aprendizaje automático se confunde a menudo con el de Inteligencia Artificial, cuando en realidad es un subcampo. Se define como la capacidad del ordenador para aprender sin ser programado explícitamente.

En su forma más básica, el aprendizaje automático utiliza algoritmos programados que **reciben y analizan** datos de entrada para predecir los valores de salida dentro de un rango aceptable.

A medida que se **introducen nuevos datos** en estos algoritmos, aprenden y optimizan sus operaciones para mejorar el rendimiento, desarrollando "inteligencia" con el tiempo.

Algoritmos de redes neuronales

Una **red neuronal artificial (RNA)** comprende unidades dispuestas en una serie de capas, cada una de las cuales se conecta a las capas anexas. Las RNA se inspiran en los sistemas biológicos, como el cerebro, y en cómo procesan la información.

Por lo tanto, son esencialmente un gran número de elementos de procesamiento interconectados, que trabajan al unísono para resolver problemas específicos.

También aprenden con el ejemplo y la experiencia, y son extremadamente útiles para modelar relaciones no lineales en datos de alta dimensión, o donde la relación entre las variables de entrada es difícil de entender.

METODOLOGÍA

En una primera etapa se revisará el dashboard generado y se ajustará a los requerimientos que la EPS Compensar está solicitando, por lo que se enfocarán los esfuerzos en la mejora de los algoritmos y la implementación de las visualizaciones que más impacten la operación de la compañía. En la segunda etapa, se implementará un sistema de alertas automáticas enlazado bien sea vía correo electrónico o mensaje de texto para que se pueda responder con una mayor eficiencia a la hora de presentarse las novedades que impacten el negocio. Y finalmente se implementará de manera automática la integración de PowerBI con el sistema de información SAP que ayudará a agilizar los procesos de toma de decisiones.

ESTUDIANTES FORMADOS EN EL PROYECTO

Nombre del estudiante	Programa del estudiante	Proyecto desarrollado por el estudiante	Modalidad	Estado
Karen Daniela León	Ingeniería Sistemas.	Modelo de analítica de datos para la asignación de los laboratorios y citas médicas en el sistema de salud oral compensa.	Pasantía	Terminado
Hernan Dario Lozano Castillo	Ingeniería Sistemas.	Modelo De machine learning para la asignación de los laboratorios y citas médicas en el sistema de salud oral Compensar	Trabajo de Grado	Terminado
Brayan Andres Bastidas Gonzalez	Ingeniería Sistemas.	Modelo De machine learning para la asignación de los laboratorios y citas médicas en el sistema de salud oral Compensar	Trabajo de Grado	Terminado

**INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN
2022**

Harold David Perez Ortega	Ingeniería Sistemas.	Modelo De machine learning para la asignación de los laboratorios y citas médicas en el sistema de salud oral Compensar	Trabajo de Grado	Terminado
Natalia Katherinne Paez Buitrago	Ingeniería Sistemas.	Modelo De machine learning para la asignación de los laboratorios y citas médicas en el sistema de salud oral Compensar	Trabajo de Grado	Terminado
Alfredo Leonardo Mijares Colmenares	Maestría en actuaria	Modelo De machine learning para la asignación de los laboratorios y citas médicas en el sistema de salud oral Compensar	Pasantía de posgrado	Terminado

PRODUCTOS GENERADOS POR ESTUDIANTES

Nombre del producto	Estudiantes autores	Tipo de producto	Indicador de existencia	Nombre de la publicación – Entidad que certifica

PRODUCCIÓN ACADÉMICA GENERADA CON EL PROYECTO

Productos propuestos	Productos generados	% Cumplimiento de resultados
Software	https://ucompensardatasaludora.l.com.co/	100% (registro pendiente)
Artículo		0%
Pasantía	Karen Daniela León (Estudiante pregrado)	100%
	Alfredo Leonardo Mijarés (Pasantía Maestría)	100%
Trabajos de grado	4 Estudiantes formados con trabajo de grado	100%

IMPACTOS GENERADOS

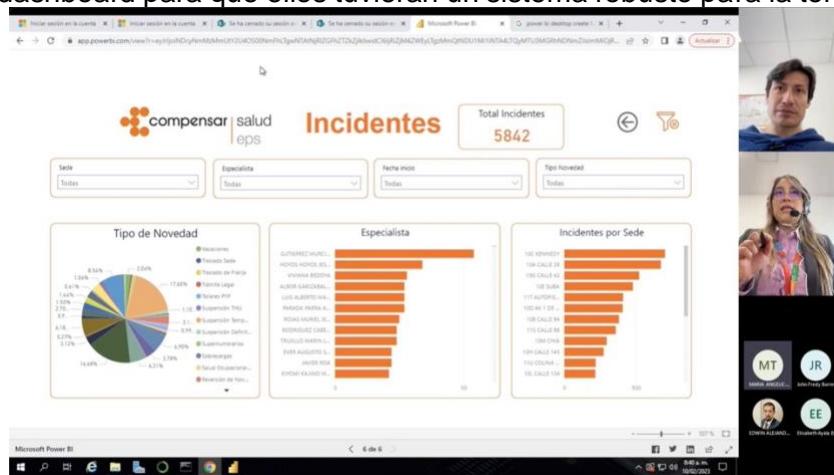
Tipo	Detalle	Descripción del impacto generado
Generación de Conocimiento y desarrollo tecnológico	software	Disminución de los tiempos de análisis de la información.
Formación Investigativa	Proyectos de grado, pasantes de investigación	Proyectos de grado y pasantías de investigación por parte de la Universidad

RESULTADOS OBTENIDOS

En el año 2022 se firmó un acuerdo de confidencialidad entre la IPS Compensar y la Fundación Universitaria Compensar con la finalidad de poder emplear los datos concernientes a citas médicas y asignación e personal para colaborar en la construcción de un sistema de información que les permita a ellos resolver el problema de la asignación de personal dando respuesta oportuna a las necesidades de la organización permitiendo mejorar los tiempos de atención y optimizando los recursos.

A finales del mismo año se les presentó una primera versión de dashboard donde se podían visualizar parte de los datos que ellos tenían a disposición sin embargo, este presentaba algunos inconvenientes que se debían corregir para una versión final.

El día 10 de febrero del 2023, se tuvo una primera reunión con la IPS compensar, en donde se presentó la propuesta de trabajo para este año y se discutieron los ajustes requeridos en los elementos del dashboard para que ellos tuvieran un sistema robusto para la toma de decisiones.



- Se discutieron los ajustes requeridos en el dashboard tanto de forma como de fondo.
- Se determinó ajustar la terminología empleada por ellos en los documentos.
- Se presentó la propuesta de trabajo para este año.
- Se planteó crear una integración más directa de los sistemas de análisis de la información y SAP que es el sistema que ellos emplean para almacenar los datos.
- Se planteó la posibilidad de generar un sistema de alertas automáticas para las novedades que se presentan.

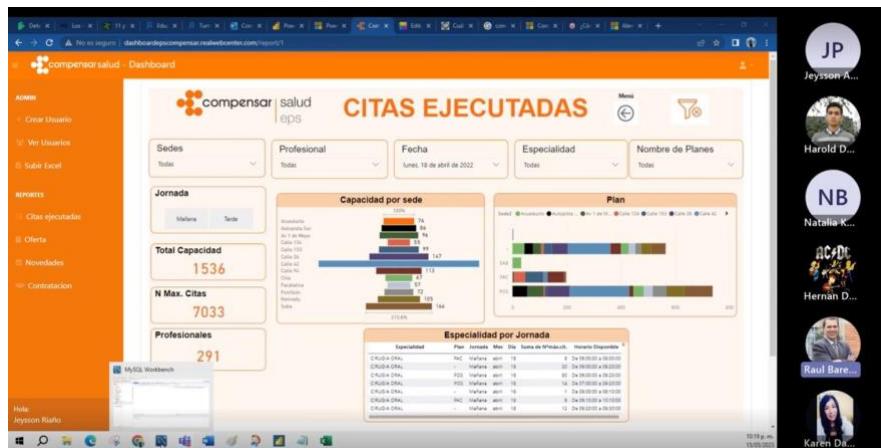
El día 28 de febrero se realizó, el aula 1305 de las instalaciones de la universidad, la primera reunión presencial en donde se discutieron los aspectos más fundamentales de la gestión y la operación al interior de la IPS Compensar, adicionalmente se obtuvieron datos más recientes los cuales a diferencia de los datos anteriores, no tuvieron una manipulación previa, fueron directamente descargados desde SAP. Esto permitió que la integración entre los instrumentos de análisis creados, los instrumentos de obtención de la información y los instrumentos de

**INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN
2022**

visualización se integren de una mejor manera disminuyendo la posibilidad de introducir errores durante la cadena de manipulación de los datos. Se obtuvieron los siguientes archivos:

1. Contratación y Oferta (Febrero y Marzo)
 - OFERTA FEBRERO, OFERTA MARZO
2. Citas Futuras (Disponibilidad Futura)
 - Citas futuras marzo
3. Ejecuciones (Atención)
 - Descarga cubo febrero 1 al 28

Un primer vistazo a estas bases de datos nos dio a entender que una representación en powerBi de los mismos no sería suficiente ya que requeríamos de hacer cruces en las bases de datos que eran muy robustos, se optó por desarrollar un sistema en una página web con el objetivo de realizar los cálculos requeridos y posteriormente realizar las visualizaciones incrustando el sistema en powerBi dentro de la aplicación web.



Otro aspecto fundamental fue que se discutió sobre la forma en la que ellos llevan la implementación de sus analíticas, ajuste de nombres y pasos adicionales a seguir en el proceso de estructuración de los sistemas de información.

Se realiza entrega del trabajo final de sistema completo de información en página web con dominio incluido, <https://ucompensardatasaludoral.com.co/> y se espera a la revisión por parte de las directivas de la EPS para últimos ajustes en el dashboard.

RESULTADOS GENERACIÓN DE VALOR CON EL SECTOR EXTERNO

Número de empresas 1	EPS Compensar
Acción 1: Reunión trabajo presencial	28 febrero – Total, participantes: 4 Listado de empresas / entidades participantes: EPS Compensar

	Principales resultados: Entrega de datos descarga de SAP Beneficios directos para el sector externo: Primera entrega en dashboard de análisis de información.
Oportunidades de trabajo futuro con empresas para dar continuidad al proyecto	Se puede replicar el proceso con las demás rapas dentro de la EPS, no sólo salud oral.

CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

- Se determinó que PowerBi es una herramienta muy robusta para visualización de datos, sin embargo, fue necesario desarrollar una aplicación más robusta que nos ayudara con el análisis de la información <https://ucompensardatasaludoral.com.co/index.php/login>
- La dificultad del negocio son las novedades que se presentan día a día, estas cambian la agenda previamente programada.
- Se pueden ajustar los algoritmos de análisis de la información para toda la organización dentro de la EPS Compensar, no solo de salud oral.

BIBLIOGRAFÍA

- Otalvaro Castro, G. J., Zuluaga Salazar, S. M., Jaramillo Delgado, G., Ternera Pulido, J. H., & Sandoval Valencia, S. (2019). *Políticas de salud bucal en Colombia. Tendencias y puntos críticos para la garantía del derecho a la salud*. Universitas Odontologica, 38(80). <https://doi.org/10.11144/javeriana.uo38-80.psbc>
abc salud bucal. (n.d.). <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/ENT/abc-salud-bucal.pdf>
- Oala, L., Murchison, A. G., Balachandran, P., Choudhary, S., Fehr, J., Leite, A. W., Goldschmidt, P. G., Johner, C., Schörverth, E. D. M., Nakasi, R., Meyer, M., Cabitz, F., Baird, P., Prabhu, C., Weicken, E., Liu, X., Wenzel, M., Vogler, S., Akogo, D., & Alsalamah, S. (2021). Machine Learning for Health: Algorithm Auditing & Quality Control. *Journal of Medical Systems*, 45(12). <https://doi.org/10.1007/s10916-021-01783-y>
- Wang, Y., Hays, R. D., Marcus, M., Maida, C. A., Shen, J., Xiong, D., Coulter, I. D., Lee, S. Y., Spolsky, V. W., Crall, J. J., & Liu, H. (2019). Developing Children's Oral Health Assessment Toolkits Using Machine Learning Algorithm. *JDR Clinical & Translational Research*, 5(3), 233–243. <https://doi.org/10.1177/2380084419885612>
- Machoy, M., Szyszka-Sommerfeld, L., Vegh, A., Gedrange, T., & Woźniak, K. (2020). The ways of using machine learning in dentistry. *Advances in Clinical and Experimental Medicine*, 29(3), 375–384. <https://doi.org/10.17219/acem/115083>
- Shan, T., Tay, F. R., & Gu, L. (2020). Application of Artificial Intelligence in Dentistry. *Journal of Dental Research*, 100(3), 232–244. <https://doi.org/10.1177/0022034520969115>
- AprendizajeProfundo. (2022). GitHub - AprendizajeProfundo/Curso-Basico-IA. GitHub. <https://github.com/AprendizajeProfundo/Curso-Basico-IA>
- <https://www.facebook.com/APDasociacion>. (2019, April 4). ¿Cuáles son los tipos de algoritmos del machine learning? APD España. <https://www.apd.es/algoritmos-del-machine-learning/>
- Parra, F. (2015). 6 Métodos de clasificación | Estadística y Machine Learning con R. Bookdown.org. <https://bookdown.org/content/2274/metodos-de-clasificacion.html>
- Parra, F. (2015). 6 Métodos de clasificación | Estadística y Machine Learning con R. Bookdown.org. <https://bookdown.org/content/2274/metodos-de-clasificacion.html>
- Gómez Diaz, L (2020). Metodología de Cloud Computin VPN con Graphical Network Simulator (GNS3), EXPOTECH 2020 Ciencia, Ingeniería y Sociedad “Tecnologías exponenciales para la consolidación de la industria 4.0”, Universidad Nacional y a Distancia UNAD.
- Gómez Diaz, L (2020). Herramienta para la supervisión y gestión del consumo de energía y agua en el hogar, aplicando la sostenibilidad inductiva, MODUM: Revista Divulgativa Multidisciplinaria de Ciencia, Tecnología e Innovación.

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN
2022

Moreno, J., & Valencia, F. (2018). Las organizaciones y el impacto de las tecnologías emergentes. In *Las organizaciones y el impacto de las tecnologías emergentes* (pp. 13–32).

Yandar, M., & Moreno, J. (2019). Propuesta de valor para las organizaciones: un estudio de casos. In Fondo Editorial Universitario Servando Garcés de la Universidad Politécnica Territorial de Falcón Alonso Gamero (UPTAG) (Ed.), *La Industria 4.0 desde la perspectiva organizacional*. (pp. 122–138). <https://doi.org/www.doi.org/10.47212/industria4.0-8>