



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**Análisis de un servicio de urgencias aplicando analítica de datos y
modelos de dinámicas de sistemas como herramienta para la
administración hospitalaria**

**Analysis of an emergency department using data analytics and
system dynamics modeling as a tool for hospital administration**

**Autor
Juan Felipe Cardona Arango**

**Universidad de Antioquia
Facultad Nacional de Salud Pública
Medellín, Colombia
2022**



Análisis de un servicio de urgencias aplicando analítica de datos y modelos de dinámica de sistemas como herramienta para la administración hospitalaria

Analysis of an emergency department using data analytics and system dynamics modeling as a tool for hospital administration

**Autor
Juan Felipe Cardona Arango**

**Trabajo de grado para optar al título de
Especialista en Administración de Servicios de Salud**

**Asesor:
William David Montoya Grajales
Msc en Gestión de Ciencia Tecnológica e Innovación, Gestión Tecnológica y del Conocimiento**

**Universidad de Antioquia
Facultad Nacional de Salud Pública
"Héctor Abad Gómez"
Medellín, Colombia
2022**

***“La belleza de la vida no hace referencia a los átomos que la componen,
sino a la forma en que estos átomos se juntan”***

Carl Sagan

Astrónomo y Astrobiólogo.

Tabla de contenido

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
3.	JUSTIFICACIÓN	5
4.	OBJETIVOS	8
4.1	OBJETIVOS GENERAL.....	8
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
5.	MARCO DE REFERENCIA	9
5.1	MARCO CONCEPTUAL	9
5.1.1	<i>¿Qué es la Ciencia de los datos?</i>	9
5.1.2	<i>¿Qué es la Big-Data?</i>	9
5.1.3	<i>Dimensiones de la Big Data</i>	10
5.1.4	<i>La Naturaleza de los datos</i>	11
5.1.5	<i>Fuentes de datos e información en la salud</i>	12
5.1.6	<i>Aplicaciones de la Big Data</i>	15
5.1.7	<i>Ciclo del análisis de datos</i>	20
5.1.8	<i>Retos de la Big Data y el Análisis de datos</i>	25
5.2	LA TOMA DE DECISIONES PARA UNA GERENCIA EFECTIVA	25
5.3	DINÁMICA DE SISTEMAS COMO METODOLOGÍA DE ANÁLISIS EMPRESARIAL.....	29
5.3.1	<i>Antecedentes</i>	29
5.3.2	<i>Fundamentos de la dinámica de sistemas</i>	30
5.3.3	<i>Concepto de Simulación y Modelación</i>	32
5.3.4	<i>Construcción de un modelo de dinámica de sistemas</i>	33
5.4	FACTORES ASOCIADOS A LA SATURACIÓN DE SERVICIOS MÉDICOS	35
5.4.1	<i>Escalas de medición como instrumento para cuantificar la congestión del servicio de urgencias</i>	39
5.5	DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA	42
5.6	CONSIDERACIÓN ÉTICAS Y LEGALES.....	43
6.	METODOLOGÍA	44
7.	RESULTADOS Y ANÁLISIS	47
7.1	ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LAS FUENTES DE INFORMACIÓN	47
7.1.1	<i>Análisis del sexo de pacientes que consultan el servicio de urgencias</i>	47
7.1.2	<i>Análisis de la edad de la población</i>	48
7.1.3	<i>Análisis por régimen de afiliación al sistema general de seguridad social</i>	49
7.1.4	<i>Análisis de los principales motivos de consulta al servicio de urgencias</i>	49
7.1.5	<i>Análisis de la demanda por diagnósticos y EPS</i>	50
7.1.6	<i>Análisis de la duración de la estancia en el servicio de urgencias-Observación</i>	51
7.1.7	<i>Análisis de la atención al Triage</i>	52
7.1.8	<i>Análisis de la oportunidad de atención a consulta de urgencias según clasificación del Triage</i>	55
7.1.9	<i>Análisis de consulta de urgencias</i>	55
7.1.10	<i>Análisis del Índice de Rotación del Recurso Humano</i>	56
7.1.11	<i>Análisis del Recurso Humano para la atención en Salud</i>	58
7.1.12	<i>Análisis de la Medición de Saturación del servicio de urgencias</i>	58

7.2	ANÁLISIS DESDE LA DINÁMICA DEL SISTEMA	60
7.2.1	<i>Comportamiento simulado</i>	64
8.	DISCUSIÓN	65
9.	PROPUESTA Y RECOMENDACIONES	66
10.	CONCLUSIONES	71
11.	BIBLIOGRAFÍA	74
12.	CONFLICTOS DE INTERESES	82

Lista de Figuras

Figura 1: Tendencia de Tiempo Promedio de Atención para Triage II en Colombia 2009-2014:	6
Figura 2: Naturaleza de los datos según su organización.....	12
Figura 3: Proceso de análisis de datos.	20
Figura 4: Método de análisis empresarial de las 5W+2H propuesto por Taiichi Ohno	21
Figura 5: Teoría Clásica de la Toma de Decisiones	28
Figura 6: Factores asociados a la saturación del servicio de urgencias	37
Figura 7: Modelo de análisis de un servicio de urgencias médicas(SU)	38
Figura 8: Calculadora NEDOCS*	40
Figura 9: Flujo de atención de un servicio de urgencias de un hospital público de primer nivel	42
Figura 10: Problemática de la gestión Hospitalaria	43
Figura 11: Diagrama de Flujo Propuesto en la Metodología	44
Figura 12: Proporción de atenciones según valoración de TRIAGE 2019-2021	53
Figura 13: Promedio de Registros por día a la semana	54
Figura 14: Promedio anual de registros en el servicio de urgencias por Hora	54
Figura 15 : Diagrama de Causa y Efecto para el dimensionamiento de saturación del servicio de urgencias en una institución de salud de baja complejidad utilizando una metodología de dinámica de sistemas.	61
Figura 16 : Diagrama de Forrester (simplificado) para el dimensionamiento de saturación del servicio de urgencias en una institución de salud de baja complejidad utilizando una metodología de dinámica de sistemas.	62
Figura 17: Escenario de simulación 1 del servicios de urgencias don TU y TE como constantes.....	64
Figura 18: Escenario 2 de simulación del servicio de urgencias con TU y TC como constantes.....	65

Lista de tablas

Tabla 1 Problemas comunes y dimensiones de impacto en el servicio de Urgencias(33)	35
Tabla 2: Distribución por sexo	48
Tabla 3: Distribucion por grupo etario en la atención del servicio de urgencias	48
Tabla 4: Estadísticas de edad de la población que ingresa al servicio de urgencias	49
Tabla 5: Distribucion por régimen de afiliación	49
Tabla 6: Principales Diagnósticos de consulta en el servicio de Urgencias	49
Tabla 7: Demanda de atenciones por Diagnósticos y EPS	50
Tabla 8 Revisión de la literatura de factores que prologan la instancia Hospitalaria**	52
Tabla 9: Estadísticas de atención a Triage 2019-2021.....	53
Tabla 10 :Oportunidad de definición de atención en consulta de urgencias 2019-2021 (Promedio Minutos).....	55
Tabla 11: Produccion mensual de consulta de urgencias	56
Tabla 12 Estadísticos anuales de consulta de urgencia	56
Tabla 13: Descripcion del Recurso Humano del servicio de urgencias.....	58
Tabla 14: Distribución mensual de escala NEDOCS del servicio de Urgencias 2019-2021	59
Tabla 15: Estadísticas de Índice de Saturación del Servicios de Urgencias	59
Tabla 16: Categorías de medición NEDOCS	59

Glosario

Algoritmo: Secuencia de instrucciones finitas definidas para solucionar un problema.

Análisis de sentimiento: Se refiere a los diferentes métodos de lingüística computacional que ayudan a identificar y extraer información subjetiva del contenido existente en el mundo digital.

Análisis Predictivo (AP): La AP proceso que permite determinar la probabilidad asociada de eventos futuros a partir del análisis de la información disponible (presente y pasada).

Analítica: Marco estructural para capturar información procesarla y analizarlas para que se conviertan en conocimiento útil y de valor para las organizaciones.

Big Data: Expresión utilizada para designar un conjunto de datos tan grande que es difícil trabajar con los medios habituales (bases de datos).

Business Intelligence (Inteligencia de Negocio): Conjunto de estrategias que se centra en el uso de los datos de una empresa para facilitar la toma de decisiones y anticipar acciones empresariales.

Data Mining o minería de datos: Data Mining (minería de datos) es el proceso para descubrir patrones útiles o conocimientos a partir de fuentes de datos tales como Bases de Datos, textos, imágenes, la web, etc. mediante el uso de lenguajes y sistemas de programación que inicialmente no pudieron ser identificados por el analista mediante métodos convencionales.

Data Science (Ciencia de datos): área multidisciplinaria en el cual convergen la matemáticas, ciencias computacionales y estadística para analizar y extraer información de interés.

Data Scientist: Experto en la Ciencia de Datos (Data Science). El cual centra sus esfuerzos en extraer conocimiento a partir de grandes volúmenes de datos (Big Data) extraídos de diversas fuentes y múltiples formatos para dar respuesta a las cuestiones o problemas que se planteen.

Insight: Entendimiento, percepción o conocimiento, o en otras palabras es la interpretación práctica de los análisis de los datos.

Inteligencia Artificial: En computación se trata de programas o bots diseñados para realizar determinadas operaciones que se consideran propias de la inteligencia humana. Se trata de hacer que éstos sean tan inteligentes como un humano. La idea es que perciban su entorno y actúen en base a ello, centrado en el autoaprendizaje, sean capaces de reaccionar ante nuevas situaciones.

Machine Learning (Aprendizaje automático): Este término hace referencia a la creación de sistemas a través de la Inteligencia Artificial, donde lo que realmente aprende es un algoritmo, el cual supervisa los datos con la intención de poder predecir comportamientos futuros.

Modelo: Es una representación formalizada de un concepto.

Modelo de atención en Salud: Corresponde a la forma en que los componentes del sistema (capacidad de infraestructura física, dotación, recurso humano, tecnológico y suficiencia económica) son organizados con el objeto de contribuir a su función colectiva.

El objetivo del modelo es hacer coincidir y coordinar la oferta de servicios con las necesidades de atención del paciente, que permita planificar el alta, el seguimiento, obtener mejores resultados en la atención al paciente y un uso más eficiente de los recursos disponibles, facilitando la interacción entre la normatividad que reglamenta la operación de los regímenes (pobre no asegurados, régimen subsidiado, régimen contributivo, medicina Prepagada y planes excepcionales), el usuario y la institución.

Modelo entidad relación: es un tipo de diagrama de flujo que ilustra como las entidades, como personas objetivos o conceptos se relacionan entre sí en un sistema.

Sistema :conjunto de elementos relacionados entre sí que tiene una finalidad.

La información presente en la definición del glosario comprende la adaptación de conceptos expuestos en el trabajo de Gandomi A. Haider M(1) .

Resumen

Los administradores de servicios de salud son cada vez más conscientes de la necesidad de administrar de manera más eficiente los sistemas hospitalarios, una opción para ello es el uso de metodologías cuantitativas y esquemas de operación de la ingeniería. Este trabajo analiza un servicio de urgencias de un hospital público de primer nivel aplicando los conceptos de la analítica de datos y dinámica de sistemas .

A partir de los resultados planteados a través de la simulación y análisis descriptivo se permitió obtener herramientas de planeación para el servicio de urgencias . la implementación de técnicas de derivación a consulta externa y la priorización por medio de pasillos de corta instancia dirigidos a usuarios de EPS por modalidad de evento sugieren una perspectiva alentadora para disminuir la instancia en el servicio y aumentar la facturación sin requerir el aumento de costos .El análisis por dinámica de sistemas permite generar una abstracción de la situación de estudio con el fin de entender la relaciones entre los actores que lo componen para a si proponer planes de acción que mitiguen sus causas.

Este trabajo es de utilidad para los administradores de salud, médicos ,ingenieros y en general para los profesionales que poseen funciones de toma de decisiones en las Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud.

Palabras clave: Analytics; Big data; Inteligencia empresarial; Decision-making; Healthcare Organizations; Administración Hospitalaria, Ciencias de los datos, Salud, Servicio de Urgencias

Abstract

Health services administrators are increasingly aware of the need to manage hospital systems more efficiently, and one option for this is the use of quantitative methodologies and engineering operation schemes. This work analyzes an emergency department of a first level public hospital applying the concepts of data analytics and system dynamics, from the results obtained through simulation and descriptive analysis it was possible to obtain planning tools for the emergency department.

The implementation of outpatient referral techniques and the prioritization by means of short corridors directed to EPS users by event modality suggest an encouraging perspective to reduce the instance in the service and increase billing without requiring an increase in costs. The analysis by system dynamics allows to generate an abstraction of the study situation in order to understand the relationships between the actors that compose it to propose action plans to mitigate its causes.

This work is useful for health administrators, physicians, engineers and in general for professionals who have decision-making functions in health care institutions.

Keywords: Analytics; Big data; Business intelligence; Decision-making; Healthcare organizations; hospital administration, Data science, Health, Emergency Department

1. Introducción

El presente trabajo comprende la aplicación de la analítica de datos y análisis de la dinámica de sistemas en una unidad de servicio de urgencias de primer nivel expuesta a un problema frecuente a nivel nacional y en general de la dinámica hospitalaria, la saturación de los servicios de urgencias.

La saturación de un servicio de urgencia se define como una situación insatisfactoria cuando la demanda sobrepasa la capacidad y recursos disponibles para brindar la atención, esta situación genera un conjunto de repercusiones indeseables como pérdida de oportunidad terapéutica, disminución de los indicadores de calidad, seguridad y perjuicios a la satisfacción de los usuarios.

Los factores asociados a la saturación de los servicios de urgencias son variables y dinámicos; lo cual dificulta generalizar la situación y esta se debe analizar según la dinámica de cada institución; este trabajo surge como una herramienta que ejemplifica como a nivel de la administración hospitalaria la ciencia de los datos puede dar uso a uno de los activos más invaluable para la organización (la información) y como esta cuando esta correctamente organizada puede orientar la toma de decisiones racionalizadas para la prestación de servicios de salud.

Este trabajo pretende impactar a nivel social; en la población asignada a la Institución Prestadora de Servicios de Salud (IPS) que acude en búsqueda de atención, en los profesionales que poseen cargos que deben tomar decisiones destinadas a gestionar de manera razonable y eficiente los recursos y el académico de con el fin de exponer la versatilidad de las nuevas tecnologías de la información y la integración de esquemas de manejo de la ingeniería en la administración hospitalaria ; con ello se consolida la integración de un nuevo

tipo de profesional sanitario que actúe como intermediario entre la parte médica y tecnología, el científico de datos.

La metodología de naturaleza descriptiva ,se basó primero en generar una contextualización del hospital y ciudad , además de identificar las fuentes de información, luego se procedió a exportar las fuentes de información a Rstudio como entorno integrado de desarrollo para el lenguaje de programación Python dedicado a la estadística , en dicho entorno se integró las fases de limpieza, transformación y depuración de datos de los cuales se implementó un algoritmo de reglas de asociación que genero modelos que describieron la situación que ocurre en el servicio de urgencias en búsqueda de correlación o asociaciones.

Los modelos resultantes fueron validados en búsquedas de coherencias entre variables por medio de Vensim PLE software usado como herramienta visual de modelaje que permite conceptualizar, documentar, simular, analizar y optimizar modelos de dinámica de sistemas ,los resultados fueron expuestos a través de herramientas como Tableau Public para la visualización de reportes, a partir de los modelos resultantes se propuso un conjunto de recomendaciones que mejorara la prestación del servicio que impactaran en los determinantes susceptibles de control del hospital.

Las limitaciones de este trabajo comprenden del análisis de las fuentes de información de los años 2019,2020 y 2021 siendo estos dos últimos periodos de anormalidad producto de la alternación de la demanda de servicios de salud en ocasión a la emergencia sanitaria por COVID 19.

2. Planteamiento del Problema

La administración de servicios de salud es la ciencia social y técnica relacionada con la planificación , control y organización de la empresas públicas y privadas del sector salud mediante la optimización de los recursos financieros , tecnológicos y humanos.

En ese sentido uno de los mayores retos que enfrenta los administradores de este tipo de empresas es gestionar la escases, la eficiencia y la equidad entorno a la prestación de servicios de salud ,en este ámbito la economía tiene como objeto reconocer la brecha existente entre las necesidades y los recursos que siempre son escasos, es frente a este escenario que la racionalización y la costó-efectividad aparecen como instrumentos de gran valor para la asignación de los recursos, especialmente en los sistemas públicos como el Colombia(2-5).

En este sentido para racionalizar el gasto, haciendo referencia a la búsqueda de los mejores resultados a lo cual implica distribuir estos para alcanzar el mayor impacto ,los administradores deben utilizar herramientas que les permitan analizar, programar , priorizar y en general les facilite decidir sobre la mejor manera de organizar los recursos disponibles. Un caso susceptible de analizar es el presente en los servicios de urgencias médicas, en ese sentido y en el ámbito del sistema de salud los servicios de urgencias tienen unas peculiaridades y especificaciones de interés particular frente a las cuestiones relativas del aumento de la demanda y la utilización del primer nivel de atención, esto evidencia problemas relacionados en la infraestructura , planeación y especificidad con sus consecuencias sociales dada por los determinantes de salud de la población.

Es en esta perspectiva que fue desarrollado este trabajo que pretende responder como optimizar la prestación de servicio en un hospital de primer nivel en la unidad de urgencias médicas ubicado en el área metropolitana del Valle de Aburra, departamento de Antioquia-Colombia donde los administradores percibieron un aumento de demanda del servicio, el cual se ha manifestado en el incremento de los tiempos de espera de atención ,fuga de pacientes , ocurrencia de eventos adversos prevenibles y perdida de satisfacción del usuarios mediante la implementación de esquemas de ingeniería(analítica de datos y modelos de sistemas) que permitan racionalizar la toma de decisiones operativas y del gasto.

En ese sentido se pretende dar uso a uno de los activos más importantes que cualquier organización posee , los datos y es en la medida en que estos puedan ser transformados en información de interés, utilizando técnicas y modelos que puede dar un valor agregado a la organización.

Dado este contexto se hace pertinente la pregunta ¿Cómo es la información usada en las organizaciones para tomar decisiones en la prestación de servicio de salud? y ¿Que metodología se pueden implementar para proporcionar información relevante y objetiva?

3. Justificación

El motivo que impulso realizar este trabajo es la importancia que se le ha dado a los servicios de urgencias médicas como principal puerta de acceso a los de servicios de salud dada su condición de cero barreras y atención inmediata, la realidad es que cada vez los pacientes consultan más, con el aumento de la expectativa de vida es de esperar mayor prevalencia de enfermedades y morbilidades asociadas, con ello los servicios de urgencias se exponen a condiciones más demandantes (6)

De hecho, se ha demostrado que la saturación de los servicios de urgencias influencia la disposición de clasificación de Triage, prologando los tiempos de actuación, además la saturación de los servicios de urgencias se correlaciono con un aumento de eventos cardiovasculares en sala de espera, inclusive con la mortalidad, dado que se asoció este factor con un atraso en el inicio de maniobras de reanimación, actuación médica, inicio de tratamiento y nivel de satisfacción de los usuarios (7)

Es difícil encontrar datos exactos pero según el Informe Nacional de Salud de Colombia del año 2015 la oportunidad de atención de consulta de urgencia en el periodo 2009- 2014 aumento de 28.71 al 32.61 minutos como resultado del consolidado nacional de todos los pacientes que ingresaron por urgencias por Triage independiente de su clasificación , inclusive se reporta que en 2014 el servicio de urgencias fue el peor calificado por los usuarios 65% respecto a su percepción de calidad y oportunidad (8,9)

Adicionalmente según el Informe Nacional de salud INCAS del año 2017 el Tiempo promedio de espera para la atención del paciente clasificado como

Triage 2 en el servicio de urgencias, expone el departamento de Antioquia con tiempo promedio de atención 48.69 min (10).

Este tiempo transita en oposición con la disposición nacional de la resolución 5596 de 2015 donde se definen los criterios técnicos para el Sistema de Selección y clasificación de pacientes en los servicios de urgencias "Triage" por el cual el tiempo de atención de Triage 2 es de hasta 30 min.

Figura 1: Tendencia de Tiempo Promedio de Atención para Triage II en Colombia 2009-2014:



Nota*: Tiempo promedio de espera de atención según Informe Nacional de Salud 2017 en los servicios de urgencias del departamento de Antioquia tomado de Informe nacional de la calidad de 2015 Autor: MINSALUD*

La situación refleja una problemática puesto que se está afectado la atención de los pacientes que posee una condición emergente que puede poner en riesgo su vida, además los tiempos prolongados más allá de lo necesario puede generar el abandono de las salas de espera. Este problema no solo involucra la prestación del servicio por parte de los hospitales, sino también de las aseguradoras y el gobierno, puesto que puede generar el aumento de costos a veces insostenibles que pudieron haberse atendido de manera inicial.

Ante la persistente desproporción entre la oferta y demanda de los servicios de salud, la eficiencia operacional es una condición importante ya que los recursos son limitados, por eso entre las medidas de seguimiento global de la eficiencia hospitalaria están aquellas que se relacionan con el uso que se da de estos recursos. Instrumentó que finalmente es usado por los tomadores de decisiones en la organización para gestionar y coordinar actividades.

En este escenario los administradores de servicios de salud necesitan establecer medios y herramientas que ayuden a comprender este problema con el fin de plantear soluciones acordes a la realidad de cada institución considerando la mayor cantidad de variables y cómo estas se interrelacionan, la literatura expone varias posibilidades según el énfasis de acción como métodos cuantitativos o cualitativos.

Es en esta perspectiva y considerando que varios de los problemas de carácter estratégico y operacionales que enfrentan las instituciones prestadoras de servicios de salud son análogos a los problemas de la industria y pueden ser analizados bajo enfoques de la ingeniería se pretende dar uso a varias de las técnicas de análisis de este sector adaptadas al entorno de la prestación de servicios de salud como medio para focalizar la toma de decisiones orientadas.

Finalmente las demás contribuciones que motivaron la realización del trabajo son :

- Se trata de un análisis realizado en un servicio de urgencias público de los cuales la bibliografía no es abundante
- No existen antecedentes sobre estudios similares con un enfoque en la administración hospitalaria.
- Ilustra la aplicación de métodos cuantitativos para apoyar la toma de decisiones de los administradores de servicios de salud.

4. Objetivos

4.1 *Objetivos General*

Exponer la forma en que los esquemas adoptados de la ingeniería como la analítica de datos y la dinámica de sistemas puede aplicarse en el sector de la administración hospitalaria, para tomar de decisiones racionalizadas y costo efectivas en un hospital de primer nivel en el servicio de urgencias médicas.

4.2 *Objetivos Específicos.*

- Identificar los factores locales asociados a la saturación del servicio urgencias de primer nivel objeto de estudio a partir de la revisión de la literatura y las fuentes de información locales.
- Establecer un modelo de la dinámica hospitalaria que permita aumentar el conocimiento sobre el papel de cada elemento en el sistema.
- Mostrar como diferentes acciones efectuadas sobre el modelo acentúan o atenúan las tendencias implícitas del mismo.
- Sugerir recomendaciones y sugerencias racionalizadas para la prestación del servicio de urgencias soportadas en evidencia de la literatura.

5. Marco de Referencia

5.1 Marco Conceptual

5.1.1 ¿Qué es la Ciencia de los datos?

En términos generales, la ciencia de los datos es una disciplina multidisciplinaria que convierte los datos en conocimiento útil, para ello hace uso de áreas como:

- Programación: habilidad para reducir un problema en una sintaxis capaz de ser interpretada por una máquina.
- Estadística/ matemáticas: habilidad para trabajar con incertidumbres y análisis sistemático de variables.
- Conocimiento especializado: habilidad de aplicar la información obtenida para discernir el sentido común y comunicar con el dominio de un área en concepto para facilitar la toma de decisiones

Con ello se puede decir que la ciencia de los datos surge frente a una necesidad de comprender la creciente producción de datos; derivados del auge de la integración de los sistemas de información a las cadenas de producción con ello se busca comprender los problemas y utilizar la tecnología que se dispone para resolverlos basados en la orientación de toma de decisiones informadas (11).

5.1.2 ¿Qué es la Big-Data?

Es un concepto que se puede definir como una subespecialidad de la ciencia de los datos que se centra en el procesamiento y análisis de enormes

cantidades de información ,muy grandes que puede resultar difíciles de analizar mediante formas convencionales como bases de datos relacionales (Microsoft Excel o Google Sheet)(12)

5.1.3 Dimensiones de la Big Data

Cuando se habla de Big Data se suele asociar a grandes volúmenes de información y datos, sin embargo, para algunos autores la Big data posee 4 características básicas (aunque según la fuente y autores pueden atribuirles otras dimensiones llegando hasta poseer 10) que lo diferencia del análisis tradicional de datos, estas dimensiones son denominados las 4V las cuales hacen referencia a (13).

- **Volumen:** Las fuentes de generación de datos se incrementan día a día y esto causa diversidad de datos como texto, video, audio e imágenes DICOM de gran tamaño. El elevando volumen de datos precisa de nuevas técnicas de almacenamiento y enfoques para su recuperación que sistemas tradicionales se ven obsoletos para su trabajo.
- **Velocidad:** Necesidad de transmisión para generar, obtener y procesar los datos; hace referencia al sistema para procesar los datos y ejecutar las instrucciones que dispone el analista.
- **Variedad:** Se refiere a las diversas formas en que pueden ser representados los datos por ejemplo del origen, fuente y formato de los datos como medio para representar un problema o situación en concreto.

Por ejemplo, la mayoría de las organizaciones usan formatos de datos, como base de datos, Excel, CSV, JSON, XML, HL7.

- Veracidad: Se refiere a la Fiabilidad de los datos que complementa y mejora los anteriores atributos al demandar un filtrado que elimine los datos brutos, dudosos o de escasa o nula calidad.

La veracidad representa la comprensibilidad de los datos; no representa la calidad de los datos.

5.1.4 La Naturaleza de los datos

Según Zhu Y, Xiong Y un dato es una representación abstracta de un fenómeno que a través de una simbología (numérica, alfabética, algorítmica, espacial, etc.) de un atributo o variable de interés cualitativa o cuantitativa. Los datos describen hechos, escenarios o identidades (14) .

A nivel general como entidad aislada un dato puede no contener información relevante para su interpretación por él ser humano, solo es cuando se agrupan y se examinan conjuntamente que generan una hipótesis o teoría (14).

En su estructura, los datos pueden clasificarse según su naturaleza, tipo, formato, fuente, etc. no obstante, a manera general para entender el objeto de estudio (registros derivados de la prestación de servicios de salud) estos se pueden clasificar en:

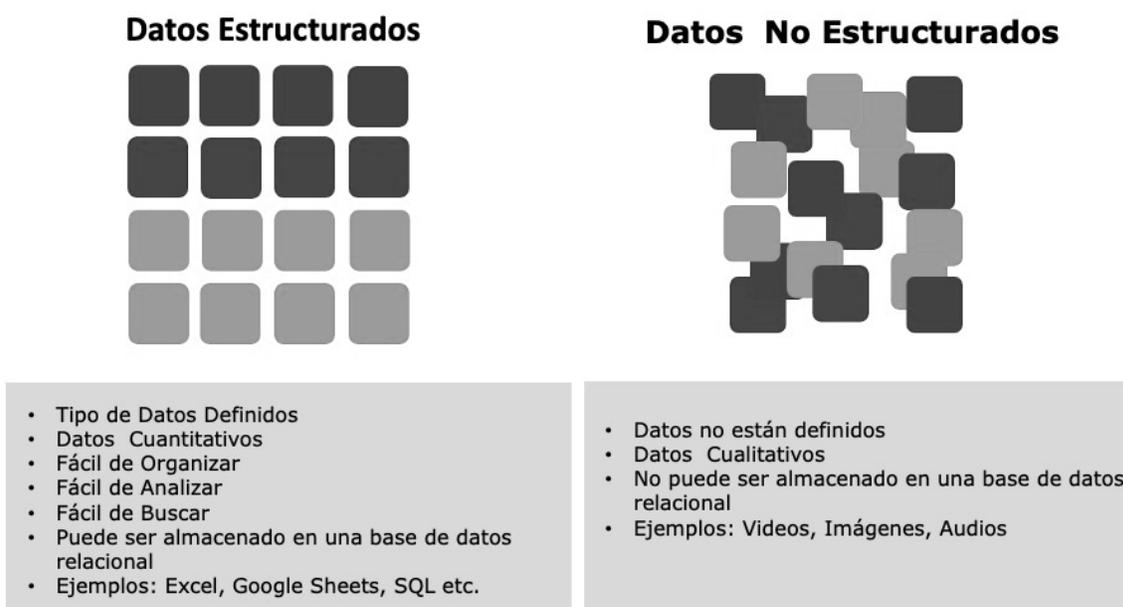
8.1.4.1 Datos estructurados

Son datos que han sido estandarizados para permitir su almacenamiento, uso y generación de información por ejemplo en el sector salud se puede referir la fecha de nacimiento, el diagnóstico a través del CIE10, Sexo, edad, peso, Frecuencia cardíaca ETC; estos son datos que se pueden clasificar como homogéneos y permiten ser clasificados fácilmente en bases de datos relacionales (Microsoft Excel o Google Sheet).

8.1.4.2 Datos no Estructurados

Son aquellos que dada su naturaleza de contenido no pueden categorizarse de forma definida generando heterogeneidad de la información y requiere un análisis específico como ejemplos en el sector salud se encuentran las notas médicas y de enfermería, las imágenes diagnosticas, monitoreos cardiacos, encuestas de satisfacción etc. estos no pueden agruparse fácilmente en una tabla base de datos relacional.

Figura 2: Naturaleza de los datos según su organización



Free for commercial use WITH ATTRIBUTION license* - dryviq: <https://dryviq.com/unstructured-vs-structured-data-4-key-management-differences/>

5.1.5 Fuentes de datos e información en la salud

Las fuentes de información más común en el entorno hospitalario comprenden la Historia clínica electrónica, los datos de las imágenes médicas, las notas clínicas no estructurados y los datos genéricos .

A continuación se caracteriza las principales fuentes de información en el entorno hospitalario y salud:

8.1.5.1 Facturación

Una factura es un documento comercial que registra la información relativa de la compra o venta de un bien o servicio, en el contexto de la prestación de servicio de salud se utiliza la clasificación internacional de enfermedades (CIE) y la terminología de procedimientos médicos (CPT) como estándar para documentar los datos de facturación registrando síntomas, registros clínicos, y resultados de laboratorio.

CIE10 (Clasificación Internacional de Enfermedades)

Facilidad	Alta
Formato	Estructurado
Ventajas	Sencillo de trabajar
Desventajas	Códigos de enfermedades de uso frecuente para todos los casos

CPT (Terminología de Procedimientos Médicos)

Facilidad	Alta
Formato	Estructurado
Ventajas	Sencillo de trabajar
Desventajas	No hay precisión

8.1.5.2 Datos de Laboratorio Clínico

Comprende los datos emitidos por el laboratorio (Química clínica, Hematología, Uroanálisis, Parasitología etc.) sus resultados están principalmente estructurados y siguen una codificación defina.

Datos de Laboratorio Clínico

Facilidad	Alta
Formato	Estructurado
Ventajas	Validez de los Datos
Desventajas	Requiere calcular

8.1.5.3 Registro de Medicamentos

Comprende el historial de sustancias o productos farmacéuticos para prevenir, curar o paliar el tratamiento de un paciente o para modificar el sistema fisiológico en beneficio de este.

Registro de Medicamentos

Facilidad	Media
Formato	Estructurado y no estructurado
Ventajas	Validez de los Datos
Desventajas	Requiere calcular

8.1.5.4 Datos de imágenes médicas

Comprende los resultados de imágenes de estructuras anatómicas como la tomografía computarizada (TC), rayos X, imágenes moleculares, imágenes de resonancia magnética (IRM), ultrasonido, imágenes foto acústicas, fluoroscopia y mamografía.

Sus datos poseen una alta heterogeneidad y están sujetas a interpretación de especialistas para la obtención de información, aunque la IA(Inteligencia Artificial) ha permitido optimizar el análisis.

Datos de Imágenes Diagnosticas

Facilidad	Media
Formato	No estructurados
Ventajas	Mayor cantidad de detalle de la información
Desventajas	Mayor complejidad de análisis de datos e información

8.1.5.5 Notas clínicas no estructurada

Comprende la información de notas médicas, de evolución y cualquier información no estandarizada relevante de la atención el paciente, comprende generalmente lenguaje natural (lengua o idioma hablado o escrito por humanos para propósitos generales de comunicación).

Notas Clínicas

Facilidad	Media
Formato	No estructurado
Ventajas	Mayor cantidad de detalle de la información
Desventajas	Requiere mayor cantidad de procesamiento a veces manual, difícil de procesar de forma automática

8.1.5.6 Datos del Sistema de Información Hospitalario.

Comprende el conjunto de programas integrados que permiten la gestión de todos los factores que indican en el sistema de atención del usuario y hospitalario, en él se puede encontrar % de ocupación hospitalario, tiempo de atención, remisiones por servicio, proporción de PQRS, tasa de calidad en el servicio, proporción de eventos adversos etc.

SIHO

Facilidad	Media
Formato	Estructurado
Ventajas	Mayor cantidad de detalle de la información
Desventajas	Requiere mayor cantidad de procesamiento a veces manual, difícil de procesar de forma automática

5.1.6 Aplicaciones de la Big Data

El Big data y las ciencias de los datos ha abierto una nueva era para mejorar la prestación de servicios en el ámbito sanitario, este campo ofrece nuevas

posibilidades en la elaboración de modelos predictivos, describir patrones de comportamiento, descubrir nuevas necesidades, reducir riesgos, así como proveer servicios más personalizados teniendo información relevante.

El cuidado de la salud impulsado por el análisis sistemático de los datos se plantea desde tres enfoques: el individual, el de comunidad y el de la sociedad.

Individualmente se resalta en el área de dispositivos médicos y de cuidados domiciliarios, la aplicación de ciencia de los datos en la monitorización remota como de marcapasos y desfibriladores implantados aplicados ha logrado avances en la prevención y disminución de pacientes hospitalizados, estas experiencias están encaminadas a ayudar a la vida independiente de los pacientes, con un potencial de facilitar el cuidado para paciente crónicos y adultos mayores.

Esto lo logra a través de generar modelos predictivos a partir de la información recolectada para avisar al personal sanitario y el paciente de una posible situación inminente que amerite asistencia médica.

Por ejemplo ,la Clínica Mayo entidad sin ánimo de lucro dedicada a la práctica clínica, educación y la investigación en Rochester Minnesota ya usa el Big data para identificar pacientes con más de una afección crónica con el fin de iniciar intervenciones tempranas reduciendo visitas urgentes(15).

Otro ejemplo pero a nivel de comunidad es el estudio de Global Burden of Disease (GBD) a través del Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME) de la universidad de Washington, este ejemplifica un proyecto en curso sobre manejo de datos en epidemiología descriptiva a través del uso del Big data, los estudios de la GBD generan estimaciones y tendencias métricas

epidemiológicas, como tasas de mortalidad, morbilidad, factores de riesgo, por edad sexo, año y geografía (16)

El GBD tiene tres objetivos específico

- Incorporar sistemáticamente información sobre resultados no mortales en la evaluación del estado de salud (utilizando una medida basada en el tiempo de los años de vida saludables perdidos debido a la mortalidad prematura o a los años vividos con una discapacidad, ponderados por la gravedad de dicha discapacidad).
- Garantizar que todas las estimaciones y proyecciones se deriven sobre la base de métodos epidemiológicos y demográficos objetivos.
- Medir la carga de la enfermedad mediante una métrica que también pudiera utilizarse para evaluar la rentabilidad de las intervenciones.

Estas estimaciones están siendo usadas como medio de orientación para las tomas de decisiones en el sector sanitario ya de algunos países.

Finalmente, una de las funcionalidades más útiles de la Big Data es el análisis en tiempo real, para el sector salud en el ámbito clínico, pues permite tener una gestión personalizada. Por ejemplo, el programa de prevención de cáncer MOONSHOT iniciativa realizada por el National Cancer Institute (NIH) (17).

A través de este programa el personal sanitario usa la información de pacientes terminales de todo Estados Unidos sobre los planes de tratamiento y las tasas de recuperación de los pacientes con cáncer para encontrar tendencias y los tratamientos que tienen las mayores tasas de éxito en el mundo real.

A partir de estos datos, los investigadores pueden ver, por ejemplo, cómo interactúan determinadas mutaciones y proteínas que tiene potencial de

causar Cáncer (oncogén) con los distintos tratamientos y encontrar tendencias que conduzcan a mejores resultados según el perfil del paciente.

Estos datos también pueden conducir a beneficios inesperados, por ejemplo, a través de esta integración de datos se descubrió que la Desipramina, que es un antidepresivo, tiene la capacidad potencial de ocasionar mutagénesis y por consiguiente carcinogénesis algo que en los estudios clínicos no se había evidenciado (18).

Otras aplicaciones integradas en las que ya se está usando el análisis de datos y Big data en el sector son:

- Análisis predictivo que permite el diagnóstico precoz y una mayor personalización en los tratamientos: el equipo terapéutico al disponer mayor cantidad de información obtiene una mejor capacidad de tomar decisiones que se consolida a través de los resultados que mejoran cuando el volumen de información que se consigue reunir sobre cada paciente es mayor y se puede analizar (19)
- Reducción del fraude, prevención del abuso y minimización del desecho: el coste del fraude, el despilfarro y el abuso en la industria de la salud es un factor clave en la expansión de los costes de atención médica, en muchos países los pacientes demandantes, hiperfrecuentadores y abusadores del sistema no son una novedad en el sector. Es así como a través del histórico de reclamaciones y algoritmos de aprendizaje automático se puede establecer un modelo de detección de anomalías y patrones, basadas en factores que pueden parecer improbables, desde la detección de idénticas prescripciones para un mismo paciente a la sobreutilización de servicios en períodos cortos de tiempo o la percepción de servicios de salud de diferentes hospitales en distintas ubicaciones

generando alertas destinadas a minimizar el abuso por parte de los pacientes (20).

- Monitorización de pacientes en tiempo real: Uno de los mayores éxitos de Big Data actualmente es el que servir para enviar alertas a los proveedores de atención para que conozcan de inmediato los cambios en la condición de un paciente en tiempo real. También en cuestiones de salud puede proporcionar a el equipo sanitario información que les ayude a tomar decisiones que les permitan salvar vidas y planear intervenciones más eficaces (21).
- Gestión inteligente de recursos humanos y de los suministros: El Big Data permite hacer modelos predictivos fundamentados en la afluencia de pacientes y de evolución de la presión asistencial en los centros médicos según la estacionalidad. Con ello se puede ajustar la política de Recursos Humanos, la gestión de turnos del personal o la compra de materiales a una necesidad real fundamentada (22).
- Seguridad farmacológica: El Big data permite realizar a partir del seguimiento de pacientes que toman determinados medicamentos detectar con rapidez efectos secundarios significativos que no se habían previsto antes de la comercialización (23)

Como se expone el Big data y la ciencia de los datos en el sector salud representa una oportunidad para el sector no solo con el fin de favorecer la reducción de costes, si no de generar la posibilidad de obtener información más efectiva, que conduzca a generar menores tasas de mortalidad y mejor atención en salud.

5.1.7 Ciclo del análisis de datos

Como cualquier proceso y disciplina el análisis sistemático de datos requiere un conjunto de pasos destinados a recolección, transporte limpieza y modelado de datos para descubrir la información útil de interés para las organizaciones, que se transforme en conclusiones para generar futuras a toma de decisiones.

Para llevar a cabo este proceso de análisis de datos existen varias metodologías a seguir como la KDD(Knowledge Discover Database) ,SEMMA (Sample, Explore, Modify, Model and Acces) y CRISP-DM(Cross Industry Standard Process for Data Mining) aunque la planteada a continuación hará referencia a la propuesta por GOOGLE .

Figura 3: Proceso de análisis de datos.



Nota* Procesos de análisis de datos el cual se compone de la etapa de recolección transformación limpieza y modelado de datos para descubrir información útil.

En este punto se expone los puntos centrales del proceso y ciclo de vida del análisis de datos propuesto por GOOGLE LLC compañía principal subsidiaria de la estadounidense Alphabet cuya especialización son los productos y servicios

relacionados con internet, software, dispositivos electrónicos y otras tecnologías.

- **Preguntar(ASK):** En esta parte del proceso un analista realiza las preguntas correctas con el fin de orientar las acciones futuras a dar respuesta el problema, para ello se considera una visión total del escenario, el objetivo de esta etapa es plantear las hipótesis a partir de interrogantes ;una metodología muy usada es la formulación de preguntas mediante la técnica de 5W+2H ;este método incita al análisis del problema a través de plantear un origen a partir de preguntas basados en el Como , Por que, Cuanto, Donde , Quien, Que de la situación.

Figura 4:Método de análisis empresarial de las 5W+2H propuesto por Taiichi Ohno



Nota* Método de análisis empresarial establecido por Taiichi Ohno durante su estancia en Toyota Motor Corporation , expuesto como un método simple en iteraciones que tratan de llegar de forma objetiva a la problemática de un hecho a estudiar.

- **Preparar (PREPARE):** Una vez determinado el objetivo o problema central, el siguiente paso pretende crear la estrategia para coleccionar y agregar los datos apropiados relevantes para el problema de estudio, localizar las fuentes de los datos y su naturaleza siendo necesario evaluar la calidad de estos como su integridad, seguridad y viabilidad.

Adicionalmente se considera como un valor agregado como punto de inspección al conjunto de criterios calidad que se van a establecer, generalmente se toma como criterio de calidad del dato que estos sean:

- Intrínsecos: incluye la precisión, objetividad, credibilidad y reputación de las fuentes de información
 - Accesibles: hace referencia seguridad del acceso de los datos y que estos puedan ser consultados
 - Contextuales: hace referencia a la relevancia, cantidad de datos, oportunidad e integridad
 - Representativos: Interpretable, consistentes
- **Procesar (PROCESS):** Una vez coleccionados los datos se debe garantizar que los datos son de calidad para generar resultados creíbles; para ello se ejecuta la limpieza de datos que busca detectar desviaciones y generar datos consistentes; en esta etapa se busca detectar errores con el fin de generar un conjunto de datos coherentes que no afecten la credibilidad del análisis.

La limpieza de datos se puede definir como un acto destinado a identificar datos incompletos, incorrectos, inexactos, no pertinentes y luego sustituirlos, modificarlos o eliminarlos con el fin de generar análisis que respondan verdaderamente la pregunta de investigación

Según la taxonomía, los errores en los datos se pueden clasificar en:

- Datos faltantes: vacíos y faltantes de información
- Datos correctos pero inútiles: ambigüedades con abreviaturas o la presencia de disconformidad en la estandarización de los datos
- Datos incompletos: cuándo no se almacenan la información adecuadamente.
- Datos incorrectos: Fallos tipográficos o sin seguir el patrón establecido
- Datos Incomprensibles: Valores de atributos diferentes, por ejemplo, un texto en una variable que es numérica
- Datos inconsistentes:

En esta etapa se suelen usar formulas y funciones, si el tamaño de la información es pequeño de orden de hasta los megabytes se suele utilizar hojas de cálculos como Microsoft Excel o Google Sheets, por el contrario, al trabajar con grandes volúmenes de información se suele usar plataformas como BigQuery o RStudio quienes a través de lenguajes de programación como SQL, R o Python permiten depurar, sistematizar y replicar todo el proceso.

- **Analizar (ANALYZE):** Se sintetiza en determinar relaciones y que historia cuenta los datos; en esta etapa del proceso se centra en encontrar relaciones, tendencias o patrones con el fin de generar soluciones, en esta etapa se genera el marco aplicado del área y por ello requiere un conocimiento profundo del objeto de estudio, para ello dependiendo del tipo de interrogante planteado se pueden usar 4 tipos de técnicas de análisis:

- Análisis descriptivo: consiste en describir las tendencias claves en los datos existentes y observar las situaciones que conduzcan a nuevos hechos. Este método se basa en una o varias preguntas de investigación y no tiene una hipótesis
 - Análisis de diagnóstico: describe las razones y circunstancia de una situación ocurrida.
 - Análisis predictivo: busca identificar escenarios futuros basados en histórico de datos
 - Análisis prescriptivo: hace recomendaciones basado en escenario futuros
-
- **Compartir (SHARE)**: Comunicar los hallazgos de forma efectiva, para tomar decisiones orientadas, en este paso se usan herramientas de visualización como las extensiones de generación de gráficos de Microsoft Excel, Google Sheet, o mediante el uso de software como Tableau, Looker , o Google Data Studio con el fin de generar paneles informativos personalizables para ayudar entender a los demás interesados los análisis de manera fácil.

 - **Actuar (ACT)**: emitir recomendaciones, en esta última etapa se emiten las orientaciones a los interesados para guiarlos a tomar una decisión efectiva

El análisis de datos comprende todo un proceso procedente de un marco lógico, el cual a su disposición presenta en la actualidad un abanico de herramientas tanto pagadas como gratuitas, con ello la tendencia garantizar la accesibilidad a toda la población frente al área del análisis sistema de datos.

5.1.8 Retos de la Big Data y el Análisis de datos

La aplicación de las técnicas de las ciencias de los datos y la Big Data en el sector sanitario todavía debe afrontar algunos retos derivados de los avances del mecanismo de la gestión y almacenamiento de la información, lo cual es necesarios para adquirir, almacenar y procesar datos.

Solo por menciona algunos retos se destacan (24)

- La necesidad de documentar de manera digital procesos y procedimientos sin que generar un esfuerzo extra a los profesionales de la salud.
- Análisis de datos no estructurados como imágenes y notas clínicas que requieren generar anotaciones semánticas estandarizadas.
- Medios legales que aseguren la integración y compartición e integración de datos frente a un sistema de absoluto hermetismo.
- Medios para garantizar la despersonalización de los datos sensibles de paciente.
- El desafío de manejar un gran conjunto de datos agregados, en primera instancia los datos financieros y de pacientes a menudo se distribuyen entre muchos pagadores, hospitales, oficinas administrativas, agencias gubernamentales, servidores y archivadores. consolidarlos y realizar ajustes para que la información sea integral entre cada entidad a requiere mucha planificación. Sin mencionar las cuestiones relacionadas con el formato en el que se almacenan

5.2 La Toma de Decisiones para una gerencia Efectiva

La toma de decisiones es un reto y proceso que pone a prueba las habilidades gerencias de los lideres de la organización. Exige inteligencia, racionalidad,

responsabilidad, credibilidad y prospección; en resumen, todo un abanico de habilidades blandas y duras (25)

No obstante; existe un consenso la clave principal para tomar una decisión orientada es la objetividad, refiriéndose en la capacidad de separar las valoraciones personales de las generales, lo cual es un verdadero reto como factor inherente al ser humano; existiendo una línea tenue y delgada entre lo racional y lo emocional.

En el ámbito empresarial; tomar decisiones comprende un proceso mediante el cual se elige una alternativa ente varias opciones con el fin de llevar un propósito deseado conociendo las limitaciones, recursos disponibles, riesgo y beneficios.

Para ello; las bases para tomar una buena decisión comprenden tener un conjunto de insumos como:

- ◇ **Información:** conjunto de datos organizados que representan un mensaje de una situación o del entorno.
- ◇ **Conocimientos:** Puede definirse como la combinación de la información, datos y experiencia, este puede clasificarse en dos tipos el conocimiento tácito y el explícito su diferencia está basado en las fuentes que lo generan

El conocimiento explícito, es aquel que puede ser estructurado, almacenado y distribuido, se habla por ejemplo de las normas gramaticales, de procedimientos médicos, guías de prácticas clínicas, y de diagnósticos son algunos ejemplos de conocimiento explícito

En contraste, el conocimiento tácito hace parte del modelo mental de individuo, fruto de la experiencia personal e involucra factores intangibles, valores y creencias, este conocimiento es difícil de recopilar, formatear y distribuir

- ◇ **Analítica:** Proceso ordenado y lógico a través del cual se desintegra una realidad en partes, se comprende su estructura y se expande entendimiento.

Es así que la toma de decisiones es esencial en el funcionamiento de una organización; en especial para la alta gerencia pues estas acciones, definirán el camino que va a tomar la organización en los próximos años ,hasta inclusive las que se presentan en el día a día(26).

Básicamente tomar buenas decisiones supone un ahorro de tiempo, recursos y energía, por el contrario, una mala decisión comprende perdidas, e inclusive la viabilidad de la misma organización.

Todo esto expone la laboral critica a nivel general de un cargo directivo o coordinador de servicio en cuanto a la trascendencia de las acciones que ha plantear.

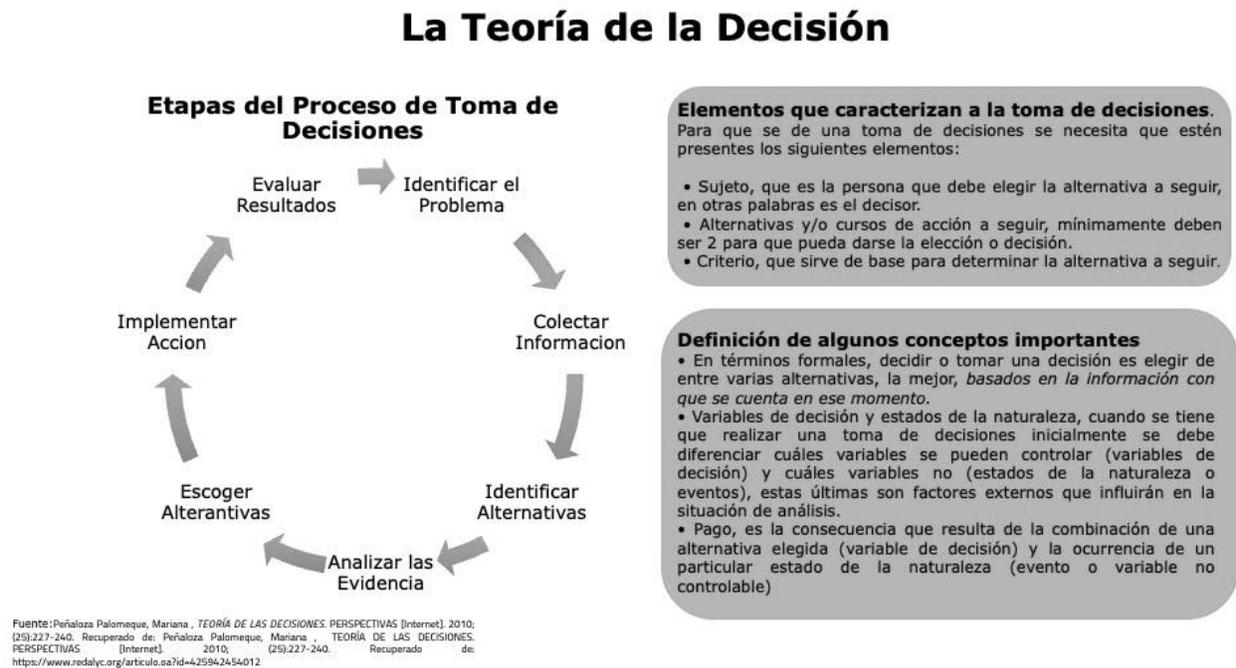
El problema surge en que esta capacidad de análisis crítico pocas veces es enseñada, y en caso de serlo, el directivo se expone a sesgos basados en torno a los insumos necesarios para tomar las decisiones que decida el rumbo de la organización.

Por ejemplo, se encuentra el sesgo de la información, no es de extrañar el escenario en que el directivo como ordenador es al final, quien decide disponer

los recursos de un servicio, en el cual pocas veces por la dinámica puede entender todo el conjunto de variables y como estas se interaccionan y menos en el cual hace presencia.

Es así que el proceso de toma de decisiones es una de las mayores responsabilidades, que pueden marcar el éxito o fracaso de una organización, sobre la cual generalmente recae en los cargos directivos, en el momento de toma una decisión es importante que se pueda estudiar el problema considerando el todo, esto está sujeto en parte de la información con la que se cuenta y la integralidad exenta de subjetividades(25).

Figura 5: Teoría Clásica de la Toma de Decisiones



5.3 Dinámica de sistemas como metodología de análisis empresarial

5.3.1 Antecedentes

La dinámica de sistemas surge bajo el nombre de "dinámica industrial" en la década de los 50s como necesidad frente al análisis de un caso corporativo encargado al Massachusetts Institute of Technology dirigido por Jay W Forrester ingeniero informático profesor del instituto. En el caso de estudio una empresa preocupada por la evolución de sus pedidos y sus consecuentes efectos negativos decidieron en principio buscar orientaciones basadas en la investigación operativa en el cual el Forrester se encontraba trabajando en el momento (27)

No obstante, en el desarrollo de la investigación Jay W Forrester llegó a la conclusión que el enfoque de investigación operativa con el cual inició la aproximación del caso conducía a resultados no satisfactorios y coherentes frente a los problemas de negocio planteado. Con ello se centró en la existencia de las estructuras de retroalimentación de la cadena de producción, en concreto halló como los retardos en la transmisión de información y las estructuras de retroalimentación eran la causa y origen de los efectos negativos en el problema de negocio de la empresa (27,28)

Esta idea de la existencia de demora en la cadena de producción que puede originar oscilaciones en los resultados fue tomado para solucionar el problema. La adopción del concepto en que las interacciones entre los componentes de un sistema pueden ser más relevantes que los componentes mismo en sí mismo permitió un nuevo tipo de comprensión del objeto de análisis del problema de partida para la obtención de una visión global del mismo facilitando el planteamiento de alternativas que permitieran la consecución del equilibrio. (27).

A partir de sus primeros trabajos Jay Forrester en su libro *Industrial Dynamics* (considerado punto de partida de la dinámica de sistemas) propuso la aplicación de esta metodología de análisis de problemas originalmente pensada en el entorno industrial a entornos urbanos, como medio en el cual pretendía aportar como elemento para la planificación urbana y social representando y analizando las magnitudes socioeconómicas y demográficas para a partir de ello planificar las necesidades de infraestructura, salud y educación.

No fue sino hasta a finales de los 60s, que el Club de Roma (Organización internacional no gubernamental y Laboratorio de ideas fundado en 1968 conformado por científicos, economistas, políticos y empresarios donde se reúnen para discutir temas de cambios producto de la acción del ser humano) emitió su primer informe planteando los límites del crecimiento demográfico y su impacto en la evolución basado en la disponibilidad de recursos dónde se proyectaba un colapso de la sociedad, que se puso en evidencia como la dinámica industrial era más que solo de aplicación al campo empresarial y paso a denominarse a dinámica de sistemas con el fin que la metodología plasmará su amplio campo de aplicación(29).

5.3.2 Fundamentos de la dinámica de sistemas

- ¿Qué es un Sistema?

Un sistema se entiende como un conjunto de elementos en un universo definido que interactúan entre sí que se afectan los unos a los otros de modo que operan hacia un fin común, se puede decir que en lo cotidiano todo lo que nos rodea está presente o hace parte de un sistema, el sistema solar, el sistema cardiovascular, el sistema socioeconómico entre otros ejemplos.

- ¿Qué es la dinámica?

En alusión al otro termino que define el presente tema de estudio, la dinámica es un término en oposición a la estática con el cual se pretende expresar el carácter cambiante. Al hablar de dinámica de sistema se refiere a la naturaleza cambiante de cada uno de los elementos que forman parte del sistema al largo del tiempo como consonancia de sus interacciones positivas o negativas y como estos afectan el resultado de la operación en común.

- Fundamento de la dinámica de sistemas

La dinámica de sistema fue factible gracias al desarrollo de tres fundamentos desarrollados durante los años anteriores de la intervención de Jay Forrester.

- En primer lugar, la teoría del control de la retroalimentación la idea del concepto subyace en que las integraciones entre los componentes de un sistema pueden ser más relevantes que los componentes mismo en sí mismo .la utilidad de este concepto se desprende en que es la posibilidad de comprender en qué modo las interacciones y las demoras generan un efecto entre la acción y sus componentes interconectados(27,30).
- El segundo fundamento de la dinámica de sistemas subyace en la toma de decisiones. En la década de los 40 se consiguió un mejor entendimiento de la toma de decisiones ligado a la automatización de las operaciones militares. la experiencia en el campo militar de este enfoque se puso a disposición de estudio en los sistemas gerenciales (27,30)
- Finalmente, el tercer fundamento corresponde la aparición de las computadoras siendo el hecho que el coste de su utilización para la generación de cálculos se redujera favoreció su expansión.

5.3.3 Concepto de Simulación y Modelación

El concepto de simulación según Shannon en la década de 70s corresponder a *“el proceso de diseñar un modelo de un sistema real y llevar a cabo experiencias con él con el fin de aprender el comportamiento de un sistema y evaluar estrategias para el funcionamiento de este”*(31).

En síntesis, una simulación es una técnica de compresión y predicción de comportamiento de un sistema(imaginario) pudiendo adoptar la forma de un experimento mental jamás llevado en la práctica.

Por último, es necesario señalar las ventajas y inconvenientes de una simulación frente a un método de experimentación tradicional son las siguientes(27,30):

Ventajas:

- Bajo coste, puesto que solo se requiere invertir en su elaboración mientras que cualquier adopción en el sistema real implica inversión.
- Disminución de riesgo de implementar políticas inadecuadas, la adopción de una política inadecuada afectara a todo el sistema y sus efectos perduran en el tiempo mientras que su impacto en la simulación solo afectara esta sin impactar en el sistema real.
- La simulación mediante un modelo supone un ahorro de tiempo puesto que una vez elaborado, la adopción de una política u orientación se efectúa en un momento mientras que la misma en un sistema real requiere inversiones tiempo para su discusión, puesta y marcha y sus efectos se pueden manifestar en un horizonte temporal largo.

Inconvenientes:

- Se corre el riesgo de no incluir en el modelo una variable o elemento necesario para que los resultados sean fiables
- La complejidad, coste e inversión del tiempo que recoja adecuadamente el comportamiento completo de un sistema dinámico puede ser grande.

5.3.4 Construcción de un modelo de dinámica de sistemas

Varios autores han centrado su atención en establecer un orden en la hora de elaborar modelos según varios enfoques de preferencia, el mismo Jay Forrester en 1961, Hannon Ruth 1994 y Richardson 1981 establecieron una serie de pasos para conseguir tal fin (27,31,32).

A manera de síntesis se puede resumir la existencia de los siguientes pasos respecto a los elementos técnicos que componen el proceso de elaboración de un modelo de dinámica de sistemas.

- 1) Definir un problema y los objetivos.
- 2) Designar las variables que indican el estado del sistema.
- 3) Seleccionar variable de control de flujo y entrada.
- 4) Seleccionar parámetros.
- 5) Examinar el modelo en búsqueda de violaciones, así como de consistencia.
- 6) Establecer un horizonte temporal sobre el cual se va a estudiar
- 7) Simular el modelo con varias alternativas.
- 8) Modificar parámetros hasta sus extremos razonables y analizar los resultados.
- 9) Reparar errores y anomalías.
- 10) Comparar los resultados con los datos empíricos obtenidos de información previas

- 11) Revisar el modelo con el fin de mejorar y reflejar mayor complejidad

Según establecen los autores el proceso inicia y finaliza con la comprensión del sistema y de los problemas formando un bucle y no una progresión lineal por tanto el modelo de construcción es un proceso de naturaleza iterativa(27,31,32)

Finalmente es imperativo mencionar que a la vista de la construcción de un modelo de sistemas que represente el comportamiento del problema objeto de análisis, se observa la necesidad de obtener información cuantitativa y cualitativa.

Respecto a los datos cuantitativos estos son necesarios para la detección de patrones de referencia de modo que en la fase de validación del modelo se pasa a comprobar si la simulación refleja el mismo patrón.

Si bien la confrontación de la información a partir de datos reales es un aspecto fundamental para la consistencia del mismo, más lo es la información cualitativa, esto se basa en que la mayor parte de la información existente en una organización reside en los modelos mentales de sus miembros y este conocimiento es el que ha de ser usado para la presentación de un modelo, la toma de decisiones consiste al final en la transformación de la información en acción, por lo que el éxito de esta depende de que la información empleada sea la adecuada y como se ha efectuado dicha conversión(27,30).

5.4 Factores asociados a la saturación de servicios médicos

La saturación de un servicio de urgencias hace referencia a cuando la demanda supera la capacidad de atención en un periodo de tiempo determinado del servicio, existen muchas formas para definir la sobreocupación de un servicio de urgencias como la disponibilidad de camas en el servicio , el número de ingresos, numero de Triages no atendidos, Total de pacientes en urgencias, total de admisiones en urgencias, número de ventiladores en urgencias, tiempo de admisión más prolongado, tiempo de espera en sala del último paciente acostado en una camilla etc. La tabla 1 expone dichas consecuencias y el factor que impacta.

Tabla 1 Problemas comunes y dimensiones de impacto en el servicio de Urgencias(33)

Problema	Factor
Saturación	Oportunidad-Calidad
Ineficiencia del Flujo de Pacientes	Oportunidad-Continuidad-Calidad
Tiempos de espera	Oportunidad-Calidad
Tiempo de estancia Hospitalaria	Costos
Capacidad del servicios vs demanda	Costos
Capacidad y programación del personal asistencial	Costos

Nota. Consecuencias y factor en el cual impacta la saturación del servicio de urgencias tomado de Aibar OBM; R. Saturación en los Servicios de Urgencias hospitalarios: análisis causal y búsqueda de soluciones. 2016

No obstante, no existe un conceso universal que dicte como estándar esta definición y varía según el autor, esto basado en percepciones subjetivas del personal asistencial o métodos sistematizados, todo esto refleja la limitación en la medición y contextualización de la palabra sobreocupación o saturación y da a entender la subjetividad misma de su definición y como esta depende

de factores de la institución, geografía, demografía y disponibilidad de los recursos (34).

Ahora bien según la literatura, en el Modelo propuesto por Asplin colaboradores proponen que un servicio de urgencias puede analizarse como un sistema de entrada y salida(Figura 7) de manera que el paciente que ingresa al servicio es la entrada(input) , el proceso(Throughput) es el conjunto de atenciones que se le brindan y el egreso con su definición de conductas diagnóstico y tratamiento la salida (output); desde este sistema el servicio de urgencias y su saturación puede explicarse por tres motivos bajo ese modelo de Asplin y colaboradores describen(35).

- **Sobrecarga de la capacidad(input):** Se refiere a las causas o motivantes que llevaron al paciente a acudir al servicio se refiere a:
 - El paciente acude el servicio de urgencias basado en una urgencia subjetiva que pudo ser atendida de manera ambulatoria.
 - Paciente acude dado que encontró barreras de atención en los servicios ambulatorios.
 - Paciente descompensado por no adherencia a los planes de tratamiento.
 - Factores estacionales
 - Aumento de la carga de enfermedad poblacional por la edad.

- **Ineficiencia en el proceso(throurgtput)** hace referencia a los procesos internos, recursos y cuidados que se presta al paciente durante su estancia en el servicio, en ello se plantea como en la institución si el paciente ingresado realmente si cumplía con los criterios para el servicio de urgencias o si se está extendiendo su estancia intrahospitalaria sin justificación.

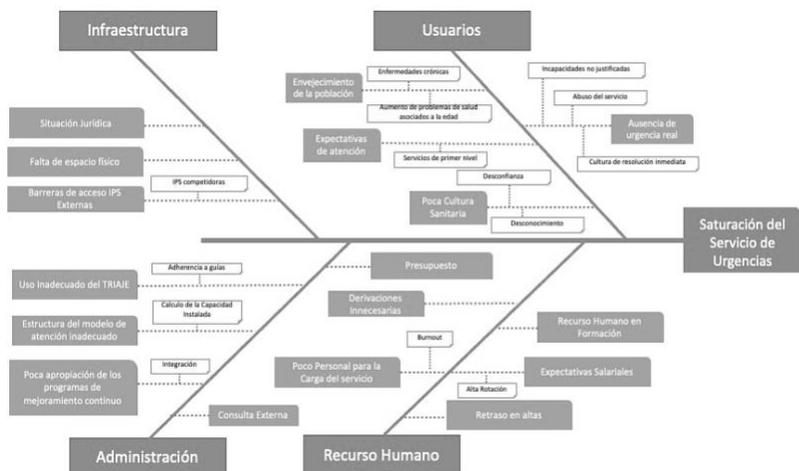
- **Output:** se refiere a la movilización del paciente del servicio de urgencias a otras dependencias o institución incluye hospitalización, remisiones e inclusive el domicilio.

Cualquier sea el enfoque, es claro que independiente del tipo de evento, el retraso en el flujo de trabajo y operación puede conducir a generar saturación en el servicio de urgencias , llegando a comprometer la calidad de la atención, seguridad, actuación médica y percepción institucional.

Realizando revisiones bibliográficas sobre el tema de la saturación de los servicio de urgencias, algunos factores que pueden favorecer el evento es el de los recursos económicos de la población, la edad(los pacientes mayores de 60 generalmente son hiperconsultantes), barreras de acceso a los servicios ambulatorios, inclusive algunas veces los usuarios magnifican los síntomas, es decir creen que tiene un enfermedad grave con el fin de buscar una incapacidad medica congestionando el servicio de urgencias pese a no tener una afectación que ponga en riesgo su vida(36–38).

La Figura 6 expone algunos de los factores asociados en la instrucción de estudio basados en la literatura.

Figura 6:Factores asociados a la saturación del servicio de urgencias



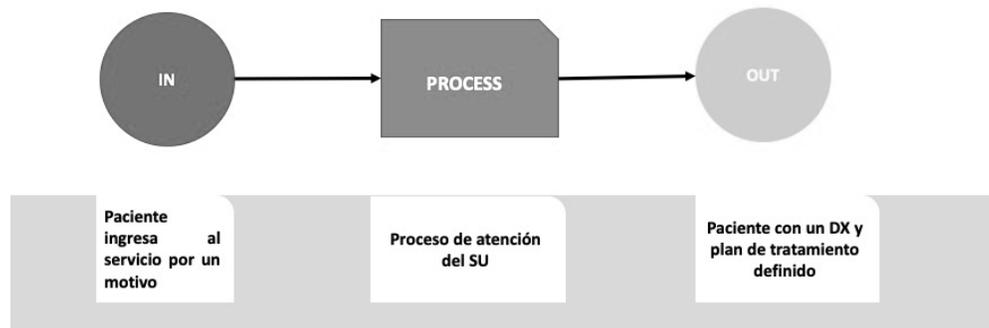
Como estrategia se ha propuesto la implementación de programas de educación y fortalecer el servicio ambulatorio acorde a las necesidades de la población, también se plantean ajustes en el proceso de atención, como la implementación de áreas de atención rápida Fast-Track, asignación de citas prioritarias para la atención de condiciones no urgentes, así como la implementación de políticas institucionales para mitigar la consolidación de incapacidades no justificadas por parte de los usuarios.

Sin embargo, la solución no puede generalizarse solamente ampliar la capacidad del servicio de urgencias, puesto que ocasiona un aumento de costos y no se estaría reconociendo el impacto a las verdaderas causas.

Si bien hay muchas medidas, las soluciones deben ser integrales dentro de la concepción de una red de servicios de salud de manera que se mantenga una oferta de urgencias verdaderamente destinada a atender emergencias y permitir el flujo adecuado conforme de los a los tiempos de atención esperados.

Figura 7: Modelo de análisis de un servicio de urgencias médicas (SU)

MODELO DE ANALISIS DEL SU



Nota*Modelo de análisis de una unidad de servicio de urgencias en el cual se plantea la unidad como un sistema que posee entradas, proceso y salidas propuesto por Ansah JP, Anmad S, Lee LH, Shen Y ,Ong MEH Matchar DB et al(2021).

5.4.1 Escalas de medición como instrumento para cuantificar la congestión del servicio de urgencias

En la revisión de la literatura se han encontrado varios instrumentos para medir la congestión de los servicios de urgencias ,entre las propuestas por varios autores se encuentran:

- Escala **EDCS** (Emergency Department Crowding Scale) busca medir la congestión del servicio a partir de pocos factores entre los cuales están número de pacientes críticos, número de médicos , número total de camas en el servicios , número de pacientes y la tasa de ocupación hospitalaria , esta escala se considera predictiva para factores como el número de pacientes que dejan el hospital sin ser vistos(39,40).
- Escala **EDWIN** (Emergency Department Works Index) cuantifica el servicio a partir de determinar en tiempo real el número de pacientes en el servicio agrupados por categoría de Triage, número de médicos de urgencias, número de camas en el servicio y número de pacientes

ingresados en espera de atención (tratamiento o exámenes complementarios) que aún permanecen en el servicio(41).

- Escala **NEDOCS** (National Emergency Department Overcrowding Study score) instrumento de medición desde el análisis de la carga asistencial del personal médico y enfermería, la escala se determina a partir de 5 dimensiones : número de pacientes registrados en el servicio dividido por el número de cama en el servicio, número de pacientes hospitalizados en el servicio dividido el número de camas, número de pacientes en urgencias usando ventilación mecánica, el mayor tiempo de espera para los pacientes en el servicio y tiempo en sala de espera del último paciente acostado en cama (42,43)

Es importante mencionar que el uso de escalas para medir la saturación del servicios puede resultar ser inexacto según revisiones de validación de las mismas, sugiriendo que es inadecuado considerar estas escalas y medidas únicamente en los puntajes, , si bien son factibles , sencillos y fáciles de usar como una herramienta para el análisis e la gestión hospitalaria

Figura 8:Calculadora NEDOCS*

NEDOCS Score for Emergency Department Overcrowding ☆

Estimates severity of overcrowding in emergency departments.

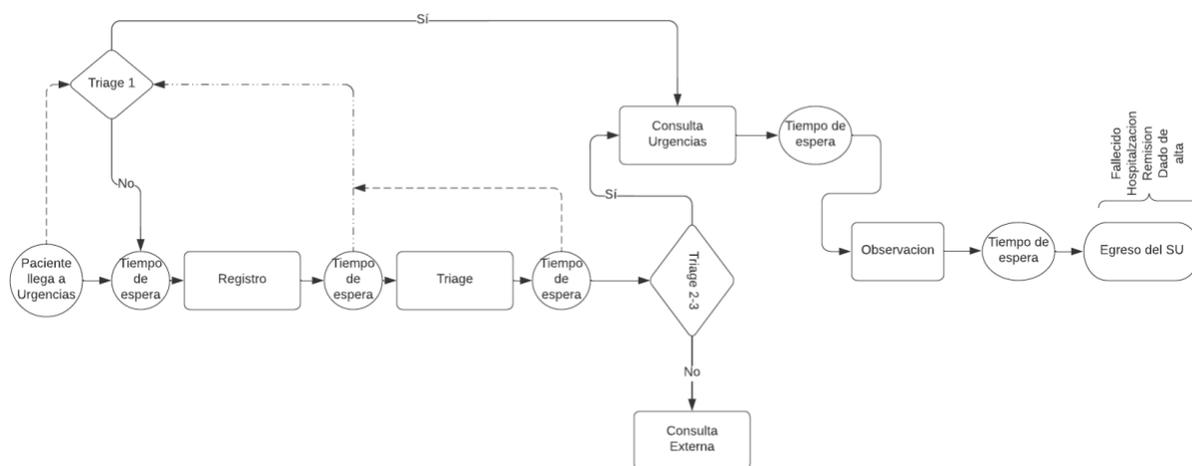
When to Use ▾	Pearls/Pitfalls ▾	Why Use ▾
Number of ED beds Total licensed number of beds	<input type="text"/>	beds
Number of hospital beds	<input type="text"/>	beds
Total patients in the ED Include patients doubled up in rooms and hallway beds	<input type="text"/>	patients
Patients on ventilators in the ED	<input type="text"/>	patients
Number of admits in the ED	<input type="text"/>	patients
Waiting time of longest admitted patient	<input type="text"/>	hours
Waiting time of longest waiting room patient Technically "Last roomed patient's prior wait time"	<input type="text"/>	hours

Nota* Tomado de <https://www.mdcalc.com/calc/3143/nedocs-score-emergency-department-overcrowding> distribución gratuita

5.5 Descripción de la Problemática

Se analizó el flujo de atención de un servicio de urgencias médicas de un hospital público Empresa Social del Estado ubicado en el valle de aburra departamento de Antioquia , Colombia. Actualmente la zona de influencia del hospital posee un incremento en la población debido al crecimiento inmobiliario de la zona , lo cual se manifiesta en aumento de pacientes que acuden al servicio buscando atención generando en ocasiones saturación del servicio, la Figura 9 expone de flujo de atención del servicio de urgencias de análisis.

Figura 9: Flujo de atención de un servicio de urgencias de un hospital público de primer nivel



El problema de flujo de paciente consiste es establecer que acciones deben tomar el prestador de servicios de salud para favorecer la circulación la usuarios a través de la unidad funcional del servicio de urgencias de manera que se incentive la eficiencia del uso de los recursos y se preste el servicio con la oportunidad de los mismos.

La Figura 10 representa los tópicos que dan soporte a la formulación de los interrogantes de investigación.

Figura 10: Problemática de la gestión Hospitalaria

5.6 Consideración Éticas y Legales

Este estudio es legal en cuanto contempla la autorización del paciente o titular para el acceso a la información de reserva contenida en la historia clínica y acceso al sistema de información de la entidad con fines de investigación garantizando su confidencialidad ,intimidad y reserva. Al tratarse de la recolección de datos de historia clínica y sensible la presente entidad prefirió ser reservada por el carácter estratégico de la información divulgada.

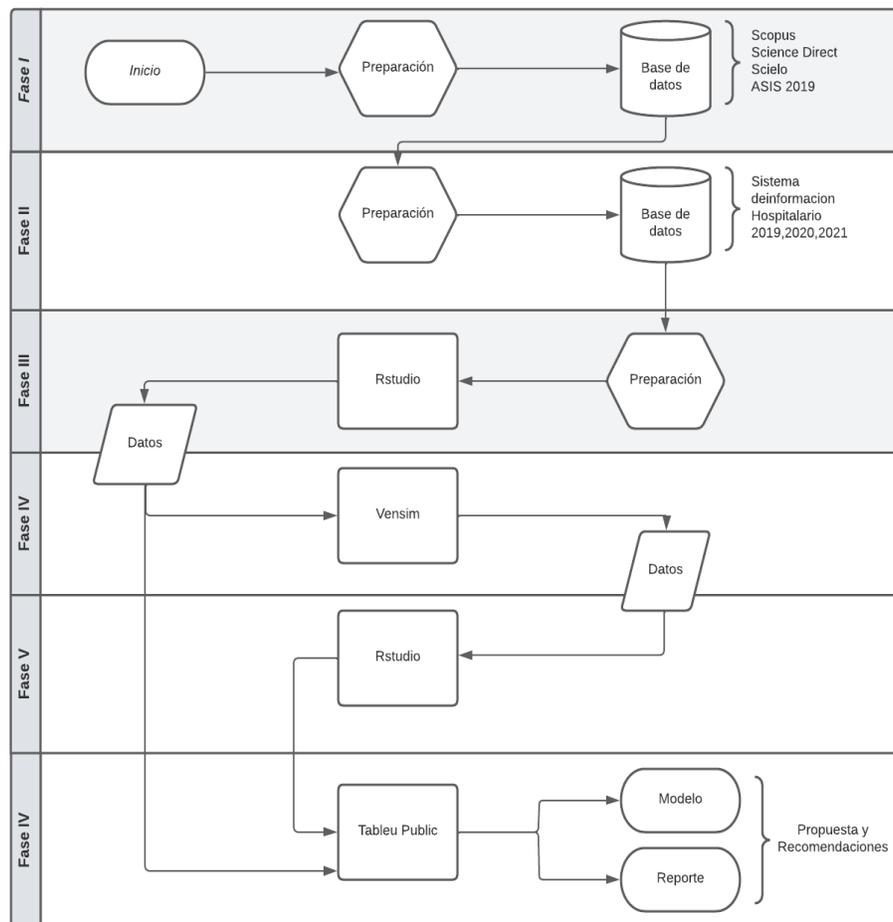
Como garantía complementaria de la intimidad de los pacientes se proclama que el acceso a los datos de la historia clínica estuvo limitado estrictamente a los fines específicos de cada caso (motivo de consulta, Triage, diagnósticos , asegurador etc.) lo que no es otra cosa que la aplicación del principio de proporcionalidad (el menoscabo de la intimidad se justifica en tanto y cuanto sea necesario para atender otro fin legítimo, como aquí es la investigación de caras a mejorar la prestación del servicio de urgencias).

Finalmente en sujeción a la resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud y Protección Social se ha considerado este trabajo como una investigación sin riesgo al no realizar ninguna intervención en los pacientes.

6. Metodología

A continuación se presentan los pasos desarrollados para la aplicación de la metodología en el objeto de estudio, el resumen de este se expone en la Figura 11.

Figura 11: Diagrama de Flujo Propuesto en la Metodología



- Fase I Contextualización: En esta fase se profundizó sobre la institución, y los marcos teóricos de referencia apoyado en artículos de investigación sobre las Saturación de los servicios de urgencias médicas; este aporte contexto y enfoque de la analítica de datos en la prestación de servicio

de salud, dentro de la revisión documental se tomaron artículos de revistas indexadas presentes en las siguientes bases de datos SCOPUS, Science Direct, Scielo y NCBI las principales delimitadores de búsqueda fueron "Demand for health services; Saturation of services; Overcrowding; Emergency service "

- Fase II Preparación: En esta fase se recopilaron las bases de datos de información genéricas de los años 2019,2020 y 2021 del hospital objeto de estudio. La información fue recolectada a partir de los informes de gestión y entrevistas del personal específicamente en el hospital se analizó el flujo de pacientes en el servicio de urgencias hasta su egreso, frente a la diversidad de información se realizó sin diferenciar cohortes por sexo patología, edad, nivel de aseguramiento y otras condiciones.

A partir de ello se elaboró el modelo entidad-relación de los registros de interés (Anexo 1) como medio para exponer la relación entre los datos y restricciones de consistencia.

- Fase III Transformación: Las bases de datos se cargaron al software de gestión Rstudio®, en el cual se integró las fases de limpieza y transformación de los datos sobre el cual se llevó a cabo el proceso de minería de datos.

Rstudio® es un software de código abierto de entorno de desarrollo integrado (IDE) para el lenguaje de programación R que es dedicado a la computación y estadística.

En esta fase se desnaturalizo la información sensible de los usuarios y se validó la integridad de los registros ,para ello se usó el conjunto de librerías de código abierto para ciencia de datos Tidyverse.

En esta fase se construyó el diagrama causal que permitiera comprender las relaciones entre las variables que componen el sistema y su alcance.

- Fase IV Análisis: Se usó un modelo aprendizaje automático; el cual por medio de un conjunto de reglas de asociación permitió describir los hechos que ocurrieron dentro del conjunto de datos generando modelos de asociación y correlación que representaran el modelo de dinámica de sistema, se utilizó el software Vensim PLE® para la visualización del modelo.

Vensim PLE ® es un software gratuito usado como herramienta visual de modelaje que permite conceptualiza documentar, simular, analizar y optimizar modelos de la dinámica de sistemas

- Fase V Validación: Seguido, se procedió a escoger, validar, evaluar y aplicar los modelos estadísticos que mejor se ajustan al objetivo (hallar tendencias o relaciones), para así poder generar conclusiones, reportes e informes del análisis realizado.

El modelo fue validado comparando el comportamiento de las medidas del índice de saturación del servicio de urgencias con sus respectivos datos históricos, los resultados fueron estudiados estadísticamente y a través del análisis de sus componente llegando a aquellos parámetros que mostraran mayor incidencia en el sistema.

Finalmente se introduce el diseño de políticas y evaluación de resultados

- Fase IV Presentación: Las conclusiones se exportaron a Tableau Public® como medio para generar un panel informativo para la presentación a la alta gerencia.

Tableau Public® es un software gratuito de visualización y análisis empresarial de datos el cual permite generar gráficos interactivos.

7. Resultados y análisis

En esta sección se presentan y describen los datos obtenidos después de todo el proceso antes mencionado en la metodología.

Las tablas, diagramas y resultados del procesamiento de datos se relacionan en el Anexo 3:Relacion de gráficos disponible en Tableau Public®.

7.1 Análisis descriptivo de las Fuentes de información

7.1.1 Análisis del sexo de pacientes que consultan el servicio de urgencias

En referencia la población de un total de 42.435 usuarios durante el periodo 2019-2021 las mujeres representaron el 52.64% mientras los hombres el 47.34% esta tendencia se observa en los 3 años, la Tabla 2 muestra la distribución por sexo.

Tabla 2: Distribución por sexo

	Masculino		Femenino	
	n	%	n	%
2019	6.269	47.94	6.809	52.06
2020	7.654	47.10	8.598	52.90
2021	6.278	47.91	6.827	52.09
TOTAL	20.201	47.34	22.234	52.64

7.1.2 *Análisis de la edad de la población*

En periodo 2019-2021 visitaron el servicio de urgencias 148.919 Usuarios, de las cuales en demanda de atención un 32% pertenecían a la población de adultos entre los 27-59 años, 22% adultos mayores de 60 años, 13% población adolescente entre los 12-18 años , infancia entre los 6 a 11 años y primera infancia entre los 0 a 5 años el 6% (Tabla 3).

Tabla 3: Distribucion por grupo etario en la atención del servicio de urgencias

Grupo etario	2019		2020		2021		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Adulto mayor (> 60 años)	11296	24%	10946	22%	10941	21%	33183	22%
Adulto (27-59)	14120	30%	15922	32%	17713	34%	47755	32%
Jóvenes (14-26)	7530	16%	8956	18%	8857	17%	25343	17%
Adolescencia (12-18)	6589	14%	5971	12%	6773	13%	19333	13%
Infancia (6-11)	4236	9%	4976	10%	4689	9%	13900	9%
Primera infancia (0-5)	3295	7%	2985	6%	3126	6%	9406	6%
Total	47065	100%	49756	100%	52098	100%	148919	100%

Se observan diferencias significativas respecto a la demanda de atención de la población adulta entre los 27-59 años con un crecimiento entre el 2019-2020

del 7 % y 2020-2021 del 6%, no se parecía variaciones significativas de crecimiento en las demás poblaciones por grupo etario.

Tabla 4: Estadísticas de edad de la población que ingresa al servicio de urgencias

	2019	2020	2021
Media	36	33	34
Moda	15	15	15
Mediana	34	37	35
Mínimo	0	0	0
Máximo	111	102	99

7.1.3 Análisis por régimen de afiliación al sistema general de seguridad social.

Al realizar el análisis del comportamiento de cada régimen, fue posible identificar que la población adulta del régimen contributivo (68.33%) presenta la mayor tasa frecuentación en el servicio de urgencias.

Tabla 5: Distribución por régimen de afiliación

Año	Régimen	n	%
2021	Contributivo	10.706	69.77
	Subsidiado	4.637	30.23
2020	Contributivo	10.092	66.16
	Subsidiado	5.161	33.84
2019	Contributivo	14.011	68.87
	Subsidiado	6.332	31.13
Total	Contributivo	34.809	68.33
	Subsidiado	16.130	31.67

7.1.4 Análisis de los principales motivos de consulta al servicio de urgencias.

Al realizar el análisis de los principales 5 diagnósticos en el servicio de urgencias se describe que el 35% de los casos se agruparon en el capítulo 18 de la CIE 10 Síntomas, signos y hallazgos anormales clínicos y de laboratorio.

Tabla 6: Principales Diagnósticos de consulta en el servicio de Urgencias

Año	Nombre de DX	n	%
2021	Otros dolores abomínales	6.143	14.6
	Cefalea	5.000	12.3
	Dolor abdominal localizado	1.846	7.8
	Lumbago no Especificado	1.354	7.5
	Hipertensión Esencial	1.000	5.6
2020	Otros dolores abdominales	5.279	16.7
	Cefalea	4.817	14.2
	Dolor abdominal localizado	2.671	13.3
	Hipertensión Esencial	634	7.8
2019	Otros dolores abdominales	5.941	15.8
	Hipertensión Esencial	5.156	15.2
	Cefalea	3.585	13.3
	Dolor Abdominal Localizado	3.331	10.2
	Lumbago No Especificado	2.330	9.8

7.1.5 Análisis de la demanda por diagnósticos y EPS

Al indagar la demanda por Entidad Promotora de Salud se encuentra que los usuarios de EPS sura modalidad evento son los principales demandados del Servicio Urgencias, le siguen la población de NUEVA EPS y SAVIA SALUD modalidad UPC (Unidad de pago por capitación).

Tabla 7: Demanda de atenciones por Diagnósticos y EPS

Nombre de la EPS	Nombre de enfermedad	2019	2020	2021	Total
EPS SURA	Otros dolores abdominales	3.023	2.687	3.158	8.868
	Cefalea	1.992	2.687	2.965	7.644
	Dolor abdominal localizado	1.910	1.248	1.021	4.179
	Lumbago no Especificado	1.271	815	709	2.795
	Hipertensión Esencial	2.510	213	353	3.076
NUEVA EPS UPC	Otros dolores abdominales	1.170	958	1.207	3.335
	Cefalea	666	866	884	2.416
	Dolor abdominal localizado	466	471	271	1.208
	Lumbago no Especificado	502	504	332	1.338
	Hipertensión Esencial	1.028	192	197	1.417
SAVIA SALUD UPC	Otros dolores abdominales	1.748	1.634	1.778	5.160
	Cefalea	927	1.425	1.151	3.503
	Dolor abdominal localizado	955	952	554	2.461
	Hipertensión Esencial	1.618	229	450	2.297
	Lumbago no Especificado	557	533	313	1.403

7.1.6 Análisis de la duración de la estancia en el servicio de urgencias-Observación

A partir de los datos obtenidos la media global de estancia en observación fue de 16 horas con una estancia máxima 26 a lo cual se decidirá si el paciente es dado de alta o debe ser derivado a hospitalización u otra entidad.

Considerando que el tiempo máximo estimado para el paciente estar en el área de observación es de 12 horas se encontró las siguientes causas por la cual se extiende la permanencia del paciente en el servicio de urgencias a partir de una muestra de n:656 pacientes recolectados en el periodo 2019-2021 cuya instancia en el área de observación fue superior a 12 horas.

- Dificultad en la remisión de pacientes a otro nivel de complejidad cuando así lo requiere. (25,6%)
- Demora en las autorizaciones. (21,4%)
- Situación socio familiar en el apoyo los cuidados, no se da de alta al paciente que quiere acompañante y este no hace presencia. (13,7%)
- Rechazo de la familiar a aceptar el alta debido a las condiciones inadecuadas de las viviendas o del entorno. (10,7%)
- Causas del Recurso Humano (Medico refiere priorizar pacientes en Triage). (10%)
- Abandono social por discapacidades en población vulnerable o situación de habitante de calle. (9,6%)
- Ocurrencia de eventos adversos principalmente por características del paciente. (9%)

La revisión en la literatura(Tabla 8) expone que la estancia prolongada a nivel hospitalario es una causa multifactorial derivado de todos los actores del

sistema de salud, paciente, relación entre entidades y profesionales de la salud.

Tabla 8 Revisión de la literatura de factores que prologan la instancia Hospitalaria**

Atribución	Factor
Personal de salud	No prestar la atención a la necesidad de dar de alta Falta de diagnóstico claro al ingreso Admisión prematura
Relación entre entidades de la red de atención	Necesidad de atención en otro nivel de complejidad Procedimiento que puede realizar de manera ambulatoria Demora en autorizaciones
Administración Hospitalaria	Demora en la realización de procedimientos quirúrgicos y Diagnósticos Día de la semana Transferencia a otras unidades de servicio de la entidad
Paciente	Edad Situación Socio Familiar Condición Clínica del Paciente Sexo
Otro	Evento Adverso

*Nota**:* Factores asociados a la prolongación de las instancia intrahospitalarias a partir de la revisión de literatura realizada por Tatiana María Ceballos-Acevedo Paula Andrea -Restrepo Et al (44)

7.1.7 Análisis de la atención al Triage

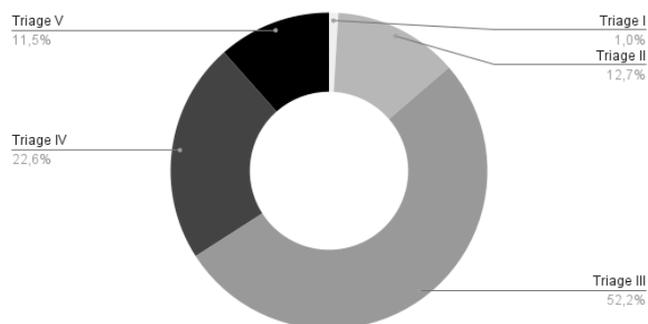
En relación a la valoración por Triage se encontró que el 52% de los las atenciones prestadas corresponde a Triage III , le sigue Triage IV 22.6% , Triage II CON 12.7%, Triage V con 11.5% y Triage I con 1%.

Tabla 9: Estadísticas de atención a Triage 2019-2021

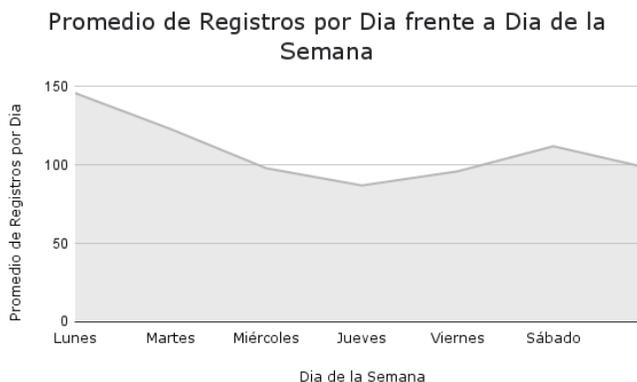
	2019		2020		2021		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Triage I	359	1.03	210	0.82	246	0.96	815	0.95
Triage II	5.518	15.83	3442	13.5	1.951	7.62	10.911	12.72
Triage III	18.046	51.79	14.605	57.58	12.165	47.56	44.816	52,24
Triage IV	9.141	26.23	4.978	19.62	5.225	20.43	19.344	22.55
Triage V	1.776	5.09	2.128	8.39	5.987	23.41	9.891	11.53
Total	34.840	100	25.363	100	25.574	100	85.777	100

Figura 12: Proporción de atenciones según valoración de TRIAGE 2019-2021

Proporción de Valoración según Clasificación Triage ESI



El día de la semana más frecuentado fue el lunes 19% y martes 16%. Los menos frecuentados, por tanto, fueron miércoles ,jueves , viernes y domingo.

Figura 13: Promedio de Registros por día a la semana

Considerando que hacen un uso inadecuado del servicio de urgencias a aquellos pacientes que acuden por petición propia y son clasificados con un nivel de triaje de IV y V, se obtiene un porcentaje del 34%(29.235) que pudieron ser atendidos de forma ambulatoria. El 65%(56.542) corresponde a aquellos pacientes que acuden por petición propia u orden facultativa y son clasificados con niveles de triaje de I, II o III.

Figura 14: Promedio anual de registros en el servicio de urgencias por Hora

En relación con el segmento del día y la distribución de la atención, la mañana concentró el 36% de los registros, la tarde el 34%, la noche el 23% y la madrugada el 7%. La mayor parte de los usuarios hicieron uso del servicio de urgencias entre las 7:00 hrs y las 20:00 hrs con un pico en cuanto a la frecuencia del uso entre las 9:00h hrs y 11:00 hrs de la mañana.

Al preguntar la causa para preferir acudir al servicio de urgencias a una muestra de N=432 personas clasificados como Triage III,IV y V las respuestas que prevalecieron fueron que la atención era más rápida 198 (46%), el haberles negado la atención en su unidad ambulatoria correspondiente 96(22% %), que en urgencias se facilitaba la derivación a especialistas 91(21.15%) y que acudieron por recomendación de un familiar 47 (11%).

7.1.8 Análisis de la oportunidad de atención a consulta de urgencias según clasificación del Triage

En relación a la oportunidad de atención según la clasificación de Triage se encontró un aumento en la media de tiempo de espera de las atenciones prestadas correspondientes a Triage III en los últimos 3 años.

Tabla 10 :Oportunidad de definición de atención en consulta de urgencias 2019-2021 (Promedio Minutos)

	TRIAGE I	TRIAGE II	TRIAGE III
2019	0	26.45	145.23
2020	0	28.98	175.34
2021	0	29.32	195.67

7.1.9 Análisis de consulta de urgencias

De acuerdo con la información obtenida el promedio de consulta realizada es de 1.090 para 2019, 1.317 en 2020 y 1.065 en 2021 los meses que presentan

mayor demanda de consultas fueron Marzo y Enero tendencia que se refleja en los mismos tres años , no se observa tendencia similar en los demás años.

Tabla 11: Produccion mensual de consulta de urgencias

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago.	Sep.	Oct	Nov	Dic
2019	1.150	1.136	1.331	833	1.000	1.127	1.098	1.114	1.176	1.118	962	1.029
2020	2.002	1.915	1.528	945	1.210	988	1.020	1.048	1.263	1.352	1.277	1.257
2021	1.140	1.093	1.304	815	983	1.075	1.056	1.077	1.153	1.103	947	1.032

Tabla 12 Estadísticos anuales de consulta de urgencia

	2019	2020	2021
Desviación Estándar	123	343	119
Máximo	1.331	2.002	1.304
Mínimo	833	945	815
Mediana	1.116	1.260	1.076
Recuento	13.074	15.805	12.778
Promedio	1.090	1.317	1.065

7.1.10 Análisis del Índice de Rotación del Recuso Humano

El índice de rotación de personal describe la tasa a que un empleador debe remplazar sus empleados, una rotación alta puede generar consecuencias como un detrimento para la empresa asociados a costes directos de inducción y de productividad.

$$\%Indice\ de\ Rotacion\ de\ RH = S/((I + F)/2) \times 100.$$

- R = tasa de rotación
- S = personal que se separó de la empresa en el periodo
- I = personal que se tenía al inicio del periodo
- F = personal que se tenía al final del periodo

Así el IR anual en el servicio de urgencias correspondió al 27% el 2019, 46% el 2020 y el 42% el 2021, al analizar por perfil de cargos se encontró que el profesional de medicina corresponde al 43% en 2019, 75% en 2020 y 82% en 2021 respecto al personal de enfermería se encontró el 57% en 2019, 25% en 2020 y el 18% en 2021, al observar la permanencia media promedio por año por profesión se halló que el profesional de medicina tienen una rotación media de 4.3 meses en 2019, 3.9 meses en 2020 y 3.4 meses en 2021 mientras que el personal de enfermería 6.7 meses en 2019, 8.2 meses en 2021 y 7.9 meses en 2021.

Con relación a los datos generales del recurso humano en el servicio se encontró que 87% correspondió al género femenino, mientras que 13% al masculino; 14.5% tenía entre los 41 y 50 años de edad, 21.0% entre los 31 y 40 años; 14.1% entre los 51 años a más y 50.4% entre los 20 y 30 años de edad. Respecto al estado civil, 52.0% manifestaron ser casados, 41.0% solteros, 3.5% divorciados y 3.5% convivientes. Acerca del régimen laboral se encontró que 85.9% pertenecían a la condición de contrato a través de cooperativa de prestación de servicios, mientras que 14.1% bajo modalidad de vinculación directa con la entidad. En cuanto al tiempo de servicio en la institución correspondió que 4.2% labora de 21 años a más, 20.7% de 1 a 5 años, 20.7% de 6 a 10 años, 17.2% de 11 a 15 años y 17.2% de 16 a 20 años de servicio.

7.1.11 Análisis del Recurso Humano para la atención en Salud

Respecto al recurso humano de médicos generales, enfermeras y auxiliares de enfermería se permito concluir las siguientes constantes de asignaciones las cuales varían según el año y franja horaria.

Se observa en la tabla 13 como en el transcurso de los 3 años se ha reducido el personal en la prestación del servicio inicialmente en 2019 se contaba con la presencia de 5 médicos y ya en 2021 el servicio de urgencias operaba con 2 médicos generales.

Tabla 13: Descripción del Recurso Humano del servicio de urgencias

	2019		2020		2021	
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche
Médico general	5	4	3	2	2	2
Enfermera	1	0	1	0	1	0
Auxiliares de enfermería	4	2	4	2	4	2

7.1.12 Análisis de la Medición de Saturación del servicio de urgencias

Con el fin de analizar la medición de los niveles de saturación del servicio de urgencias se llevó mediante la aplicación de escala NEDOCS su correspondiente calculo permite conocer el valor cuantitativo mensual, la Tabla 13 y 14 representa el comportamiento de los años de estudio.

Tabla 14: Distribución mensual de escala NEDOCS del servicio de Urgencias 2019-2021

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Juli	Agos	Sep	Nov	Dic
2019	120	131	142	132	145	142	136	133	136	134	132
2020	172	156	148	151	140	145	139	150	162	169	156
2021	123	134	145	132	140	139	135	140	145	134	134

Tabla 15: Estadísticas de Índice de Saturación del Servicios de Urgencias

	2019	2020	2021
Desviación Estándar	6.8	10.8	6.3
Máximo	145	172	145
Mínimo	120	139	123
Mediana	134	151	135
Recuento	1.483	1.688	1.501
Promedio	134	153	136

Fue posible identificar que la categoría de escala entre 141-180 servicio "severo" predominó en todos en todos los años, en ningún caso se llegó a la categoría "desastre", lo anterior evidencia la existencia de la saturación del servicio de urgencias no obstante si se observan meses en los cuales se presentó una valoración de escala mayor.

Tabla 16: Categorías de medición NEDOCS

Categoría	Rango NEDOCS
NORMAL	0-50
OCUPADO	51-100
CONGESTIONADO	101-140
SEVERO	141-180
DESASTRE	>180

El análisis descriptivo de la información sobre el servicio de urgencias y como se presta el servicio, permitido identificar los factores y recursos que interviene

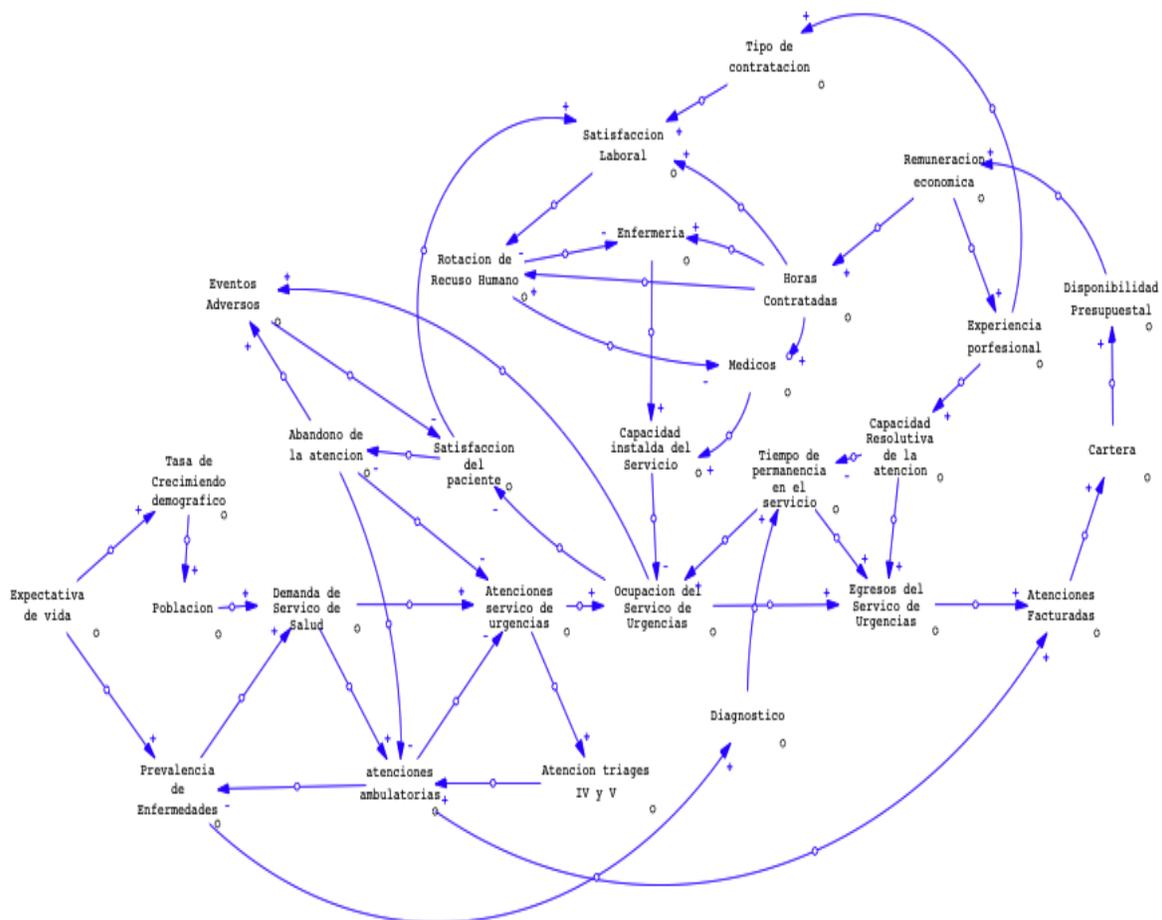
en el proceso y estas fueron el insumo para la realización del modelo, a partir de la información se describe que:

- Al analizar la demanda se identificó que la mayor frecuencia de atenciones se presenta los lunes y martes presentando picos de alta demanda entre las 7.00 am y 16:00 pm
- Del total de atenciones en los últimos 3 años el 52% son clasificados Triage III
- Que los principales motivos de consulta en el servicio con cefalea, otros dolores abdominales e hipertensión
- Que el recurso humano tiene una alta rotación con una media de 3.6 meses para médicos y 7.2 para enfermería
- Que el 85% del personal está por modalidad de contratación tercerizada
- Que los usuarios con mayor demanda pertenecen a EPS SURA, NUEVA EPS UPC Y SAVIA SALUD UPC.
- Que la oportunidad de atención de Triage III aumento los últimos 3 años

7.2 Análisis desde la dinámica del sistema

Para la construcción del modelo del ecosistema del servicio de urgencias se siguieron con los pasos presentes en el *Anexo 3: Etapas de diseño y construcción de modelos en dinámica de sistemas*, el primer paso consistió usando la información descriptiva del sistema de información plantear las interacciones del servicio mediante un diagrama causal con el fin de delimitar y determinar las interacciones entre varios de los componentes del sistema, el resultado se plantea en la Figura 15.

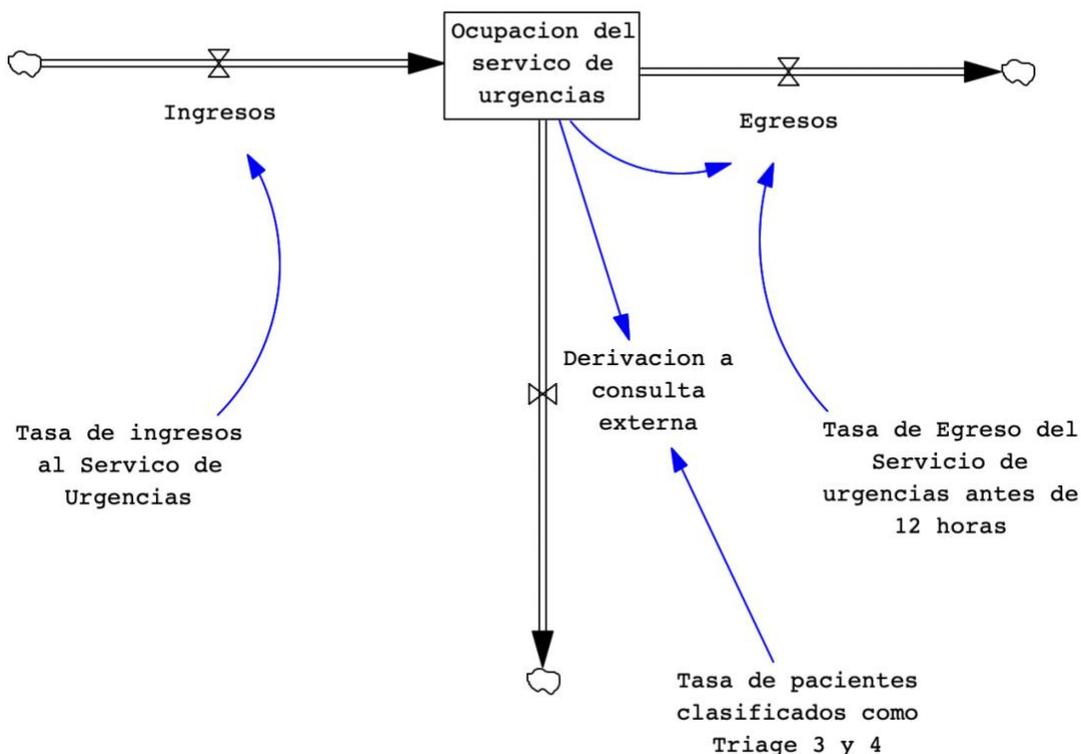
Figura 15 :Diagrama de Causa y Efecto para el dimensionamiento de saturación del servicio de urgencias en una institución de salud de baja complejidad utilizando una metodología de dinámica de sistemas.



Nota: La Figura 15 es una representación de diagrama causal del servicio de urgencias, el cual consiste en una representación gráfica de las interacciones de las diferentes variables que componen el sistema, estas se representan mediante flechas que denotan las influencias de una variable sobre las otras, cada relación tiene una polaridad asignada, positiva (+) o negativa (-) para expresar cómo la variable dependiente varía a medida que la independiente cambia. Un signo "+" quiere decir que un cambio en la variable origen de la flecha producirá un cambio del mismo sentido en la variable destino. El signo "-" simboliza que el efecto producido será en sentido contrario.

Teniendo claridad conceptual y su visualización en el diagrama causal se establece el diagrama de Forrester para el caso en la Figura 16

Figura 16 :Diagrama de Forrester (simplificado) para el dimensionamiento de saturación del servicio de urgencias en una institución de salud de baja complejidad utilizando una metodología de dinámica de sistemas.



Nota: Un diagrama de Forrester es una representación simbólica de las variables, de nivel, flujo y auxiliares de un diagrama causal una vez identificadas constituye un paso intermedio entre el diagrama causal y el sistema de ecuaciones diferencias que representa el sistema.

Las variables incluidas en el diagrama son seleccionadas de acuerdo con el alcance del análisis, se incluyeron aspectos como:

- Razón de ingreso al servicio de Urgencias (TU): dimensiona cuantos de los pacientes registrados al sistema reciben la valoración de Triage considerando el abandono por tiempo de espera cuando no es Triage I.

$$TU = \frac{\# \text{ Pacientes valorados por triage}}{\# \text{ Pacientes registrado en espera de atencin}}$$

- Razón de pacientes clasificados como Triage 3,4 y 5(TC): dimensiona cuantos de los usuarios ingresados en el servicio de urgencias dado por la clasificación de Triage 3,4 y 5 son derivados a la unidad de atención ambulatoria.

$$TC = \frac{\# \text{ Pacientes con triage 3,4, y 5 que fueron dirreccionados a atencion ambulatoria}}{\# \text{ Pacientes en espera de atencion valorados x triage}}$$

- Razón de Egreso (TE): Refiere cuantos de los pacientes en el servicio se les da de alta por cualquier motivo antes de las 12 horas.

$$TE = \frac{\text{Pacientes que egresan del servicio por cualquier motivo antes de 12 horas en el servicio de urgencias}}{\# \text{ pacientes en el servicio en observacion}}$$

Otros tipos de variables fueron excluidos ya que fueron poco relevantes en el planteamiento dado y requiere un mayor nivel de detalle.

Los valores de las variables se obtuvieron a partir del entendimiento del análisis descriptivo del sistema de información expuesto previamente como medio para construir las constantes que representan la situación actual del servicio(TE,TC y TU), el horizonte temporal del análisis comprende un periodo de 24 horas.

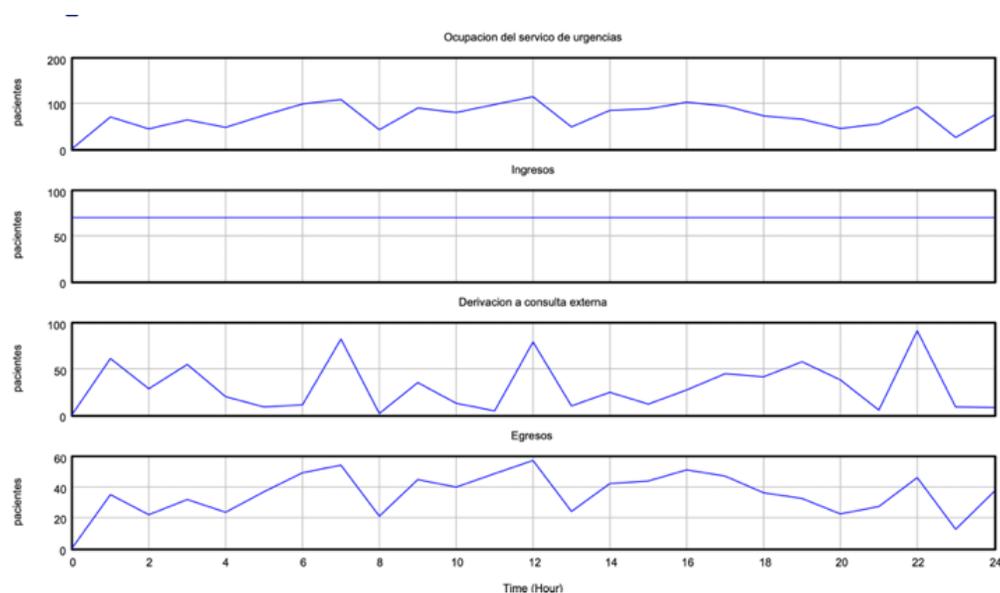
7.2.1 Comportamiento simulado

A partir del modelo sistémico propuesto de la Figura 16 se realiza una demanda potencial diaria para estimar las acciones a tomar en la tasa de ingreso al servicio de urgencias, derivación a consulta externa o egreso hospitalario necesario, esto se logra para dos propósitos fundamentales: 1) conocer las variaciones del sistema de los componentes que guarda relación con la capacidad de atención del servicio y 2) el desarrollo y planeación del servicio.

Escenario 1:

Considerando como parámetros Razón de ingreso al servicio de Urgencias (TU):0.70 y Razón de Egreso (TE):0.70 y variable Tasa de pacientes clasificados como Triage 3,4 y 5(TC) en un 0-100%

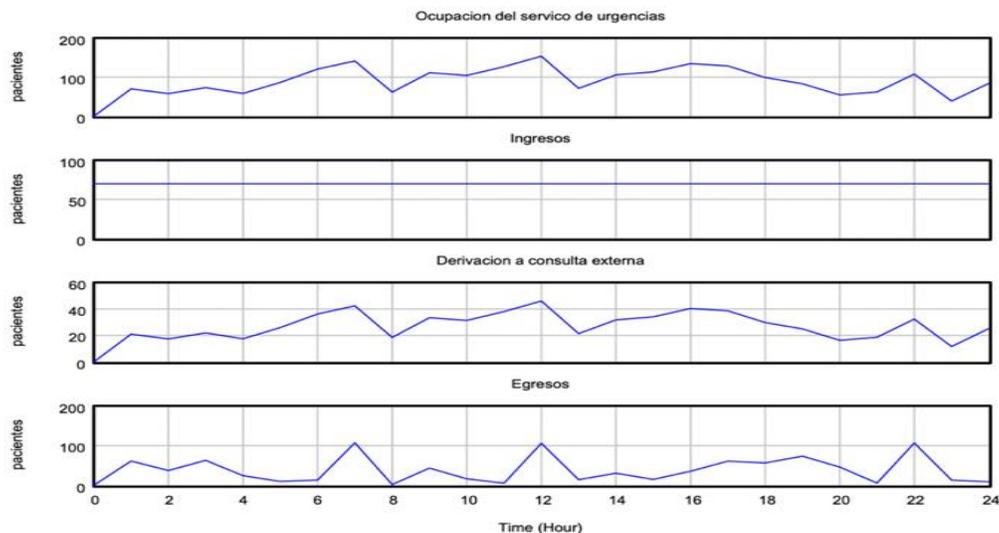
Figura 17: Escenario de simulación 1 del servicios de urgencias don TU y TE como constantes



Escenario 2:

Considerando como parámetros Razón de ingreso al servicio de Urgencias (TU) y Razón de pacientes clasificados como Triage 3,4 y 5(TC) y variable Razón de Egreso (TE) en un 0-100%.

Figura 18: Escenario 2 de simulación del servicio de urgencias con TU y TC como constantes.



Los resultados indican que para un horizonte temporal de 24 horas se debe ajustar la Razón de pacientes clasificados como Triage 3,4 y 5(TC) que son derivados a consulta externa y la Razón de Egreso (TE) para igualar la demanda de ingreso al servicio de urgencias de la institución.

8. Discusión

Para la comprensión de los factores asociados al servicio de urgencias de la entidad de estudio y como se integra los sistemas de información se realizó una revisión de la literatura como las causas de los diferentes actores del sistemas y sus relaciones en la frecuentación de uso del servicio .

Según la revisión descriptiva a partir de la fuentes de información se halló que el perfil de usuario más comúnmente demandante y frecuentador del servicio de urgencias de la entidad corresponde a la población laboralmente activa dentro los 32-45 años de la EPS SURA , frecuentación que ha aumentado los últimos 3 años, EAPB con el cual la IPS posee solo contratación por Evento, por el contrario la población asignada por modalidad de capitación a la entidad de NUEVA EPS y SAVIA SALUD corresponden al segundo y tercer puesto en demandas de atención.

A demás a partir los 5 principales motivos de consulta del servicio de urgencias se describe que el 35% de los casos se agruparon en el capítulo 18 de la CIE 10 Síntomas, signos y hallazgos anormales clínicos y de laboratorio siendo afecciones del campo ambulatorio encontrando cerca del 54% de la demanda segmentada en paciente con valoración Triage 3.

Finalmente partir del enfoque de análisis a través de la dinámica de sistema, se prestó un modelo cuyas variables de entrada es la razón de ingreso al servicio de urgencias y de salidas la tasa de derivación a consulta ambulatoria y el egreso del servicio, estas variables explican la tendencia de la saturación del servicio de urgencias en cuanto al grupo de pacientes que permanecen en este y sobrepasaran su capacidad . un ejemplo sobre la gestión hospitalaria indica que si se aumenta el número de pacientes que se derivan a consulta ambulatoria e igualmente la tasa de egreso del servicio antes de las 12 horas el número de paciente que permanecen en el servicio de urgencias disminuye.

9. Propuesta y Recomendaciones

La revisión en la literatura permite identificar varias metodologías en el marco de la gestión hospitalaria dirigidas a entender y abordar los factores que afectan la prestación de los servicios de salud y sus efectos derivados, la Tabla 17(ver anexos) recopilan las principales metodologías cuantitativas para la

optimización de los servicios hospitalarios que han sido adoptados de otros tipos de industrias.

Considerando las particularidades del hospital de estudio, se plantean las siguientes propuestas de optimización del servicio aplicando varias de las metodologías cuantitativas planteadas anteriormente.

Por parte de la administración

- Actualmente se presenta una alta rotación de recursos humano, si bien esta se puede plantear como una situación enriquecedora respecto al crecimiento personal del profesional, un índice de rotación alto genera un detrimento en la organización derivado de los costes de inducción y producción, se sugiere implementar incentivos para la retención del personal por una parte comprende la evaluación de restructuración de la planta de cargos asistenciales la tendencia de los últimos años en la entidad es suprimir cargos de carrera administrativa ,en la actualidad más del 90% de personal de planta se encuentra pre-pensionado(población mayor de 55 años que posee altas tasas de frecuentación de incapacidades asociadas a enfermedades de base por la edad) lo cual expone una situación de cercanía a la extinción del personal vinculado a la entidad y una Empresa Social del Estado 100% conformada por personal tercerizado(45,46).
- Retomar la creación del departamento de recursos humano, desde 2016 la entidad carece de departamento o profesional responsable de la gestiones de talento humano, si bien en la estructura organizacional de la entidad se observa la existencia de un proceso global de recursos humanos a cargo de la dirección administrativa no se ejecuta, las consecuencias de una inadecuada planificación y gestión del recursos humano como plantea Izmary k (47) son claras al traer consecuencias

en la estructura de la organización, coste económico y la producción final de la calidad de los servicios.

- Disponer una asignación óptima del personal según la carga del sistema asignando los horarios de enfermería y personal médico sin tener que contratar personal adicional, por ejemplo en los estudios realizados por Puente J (48) y Jinn Yi Yeh (49) haciendo uso de un algoritmo crean cuadros de turnos y calendarios de asignación de personal, buscando la programación óptima del recurso humano según la demanda y considerando los picos epidemiológicos estacionales, actualmente en la entidad esta programación se basa en criterio subjetivos sin una metodología y sin tener una medición constata de su impacto en la prestación del servicio.

Por parte del equipo de atención de consulta Externa

- Ampliar la oferta de atención de consulta externa y ambulatoria, actualmente el servicio opera en jornada lunes a viernes de 7am a 5pm lo cual se solapa con la jornada activa de la población que labora o estudia, en ausencia de oportunidad de acceso a la atención ambulatoria fuera de estos horarios los usuarios recurren al servicio de urgencias como medio de atención(50).
- Facilitar el acceso al agendamiento, reprogramación y cancelación de citas médicas se encontró que del total de citas asignadas se presenta entre un 18%- 34% de citas perdidas, en el cual la paciente una vez asignada la cita no acude, actualmente no se cuenta con un centro de atención telefónica y la recepción de llamadas es una función adicional de los facturadores quienes a su vez realizan atención al usuario.

- Facilitar la implementación de recordatorias y confirmaciones de cita por medio digitales, hoy en día se pueden enviar confirmatorio de manera automática mediante correo electrónica o mensajería.
- Generar sanciones pedagógicas y concientizar por inasistencia de cita medicas programadas en cuanto a este tema la ley 1438 de 2011 prohibió poner multas, pero si se pueden recurrir a sanciones tipo educativas.

Por parte del equipo de atención de Urgencias medicas

- Poner en marcha un área de visita rápida Fast Track, el cual la en la literatura de referencia ha demostrado ser una herramienta de incrementar el flujo de pacientes. Esta se trata de un espacio físico dentro del propio servicio de urgencias donde se atienden los pacientes de menor gravedad (TRIAGE 3), generalmente que pueden ser dados de alta rápidamente con mínimos recursos(51–55).
- Ampliar y potenciar las funciones y competencias asistenciales de la enfermería, actualmente el equipo de enfermería de la entidad comprende 25 auxiliares de enfermería y 1(una) enfermera jefa que solo realiza funciones administrativas.
- Implementar unidades de corta instancia enfocado a la población de EPS por evento dirigido a pacientes con patologías tanto agudas como crónicas ya diagnosticadas que requieren un ingreso inferior a 12 horas. Se incluyen enfermos crónicos con proceso descompensado conocido, y enfermos con procesos agudos en pacientes estables.

Los resultados evidencian que los mayores demandantes de servicios de la entidad son los pertenecientes al régimen contributivo de EPS SURA cuya modalidad de pago es por evento, la disposición de motivos de consulta , diagnósticos, horarios de frecuentación y PQRS sugieren una capacidad de atención limitada por parte de la IPS primaria de esta población de usuarios para atender su necesidades previas a la atención del servicio de urgencias; al observar la relación de consultas de urgencias incumplidas se encontró que un 37% de usuarios corresponde a EPS SURA lo cual plantea una oportunidad que al disponer procesos de captación de esta población y aumentar la facturación por evento en el servicio(56,57).

- Mejorar el Rendimiento de los procesos asistenciales, se encuentra valoración de Triage de 15 minutos sobrepasando el objetivo de la priorización de la atención(58).
- Incrementar el número de pacientes tratados en la misma unidad sin necesidad de recuso adicionales y sin aumentar la exigencia o sobrecargar el personal.
- Disminuir los tiempos de atención para que los pacientes sean atendidos, se encuentra como críticos atención a Triage y consulta de urgencias en la franja horario de mayor demanda (11am-3 pm) y puntos de embudo de botella (Noches 8pm-12 pm)(59).

10. Conclusiones

En este trabajo se revisó la literatura que expone los problemas de saturación de los servicios de urgencias médicas, las metodologías cuantitativas usadas para su abordaje, se analizaron diferentes problemas y contribuciones a partir de la información presente en la entidad en varios niveles, se realizó un modelo desde la perspectiva de la dinámica de sistemas para analizar el problema del servicio con el fin de entender la relaciones entre los actores que lo componen para a si proponer planes de acción que mitiguen sus causas, todo lo anterior permitió elaborar recomendaciones de mejora basadas en evidencia de la literatura.

El estudio aparte de plantear recomendaciones y sugerencias basadas en datos a la administración; revela que la administración hospitalaria cada vez más se encuentra presionada a prestar con calidad y eficiencia sus servicios, lo que ha llevado a la incursión de nuevos tipos de aproximaciones para el análisis de casos del sector.

En ese sentido , es necesario resaltar que gran parte de los problemas presentes en el sector hospitalario tanto a nivel estratégico como operacional son análogos a los problemas de la industria y que pueden ser analizados bajo varios enfoques, es así que la administración hospitalaria y la tendencia en el sector es el de adoptar esquemas de ingeniería dentro de sus procesos de planeación adaptándolos al contexto de la prestación de servicios de salud. se prevé que el análisis de datos, la programación y el análisis de sistemas pasara de ser una novedad a ser un insumo obligado en el diseño y administración de servicios de salud en especial a nivel hospitalario.

La dinámica de sistemas y el análisis de datos así como los métodos cuantitativos de abordaje aplicado a la administración hospitalaria permite

analizar la interacción de los servicios con las demás unidades hospitalarias y factores externos, con ello se plasma sus causas y evalúa el efecto de las propuestas sugeridas para buscar la mejora de la prestación del servicio. En este punto es importante señalar que estas herramientas combinadas con criterio y la experiencia de los administradores se traducen en un mayor entendimiento del sistema.

Otra característica importante del análisis de sistemas es su enfoque a largo plazo , entendido que por tal un periodo a largo plazo suficiente como para observar todos los aspectos significativos de la evolución , no hay que olvidar que a veces los resultados de políticas no son óptimas por que el horizonte temporal de la toma de acciones fue corto o porque no fue tenido en cuenta una perspectiva del sistema en el planteamiento, en estos casos es muy útil conocer las consecuencia a largo plazo lo cual puede conseguirse de manera más tangible con un modelo adecuado

Es importante resaltar que el presente trabajo no evaluó la integración y dinámica del servicio de urgencias como un todo, haciendo referencia las demás unidades hospitalarias, se prevé necesario realizar también esta aproximación dado que la atención en el servicio de urgencias es integral y durante este mismo interactuaran los demás departamentos del hospital. Tampoco evalúa el impacto de las políticas de salud en la demanda de los servicios ni influencias basadas en cohortes demográficas.

Lo observado en el presente modelo es que la eficiencia en el flujo de pacientes depende de procesos externos e internos, si este no es óptimo se alargan las estancias e induce la saturación del servicio de urgencias, el administrador de salud en su quehacer debe encaminar sus esfuerzo a gestionar las variables que si son sujetas a su control.

Como estudio futuros se plantea la necesidad de evaluar el problema con un enfoque sistémico, empezando por comprender las entradas: demanda creciente, capacidad de personal, tiempos de atención por procedimiento atención y diagnósticos, tiempos de observación, tiempos de ayudas terapéuticas , si bien se han tenido presentes en el análisis del trabajo se consideraron de manera independiente sin evaluar su interrelación.

Finalmente se puede plantear que los administradores obtuvieron los siguientes beneficios de los medios analíticos mostrados

- El modelo de dinámica de sistema del servicio permitirá apoyar el proceso de planificación en el cual los tomadores de decisiones podrán analizar el impacto de diferentes políticas sobre la saturación del servicio de urgencias
- Se obtuvo un modelo que permite considerar la dinámica temporal del proceso, además de las retroalimentaciones, no linealidades y retardos existentes.
- A nivel de impacto se espera que los resultados estimulen el desarrollo e integración de herramientas por parte de la institución prestadores de servicio de salud en sus modelos administrativos el uso de modelos por para realizar sus análisis y definir medidas y políticas más adecuadas.
- Como valor agregado es la oportunidad de identificar vacíos de información en la institución lo cual abre el panorama para nuevos enfoques , esto es porque la dinámica de sistemas es una alternativa metodológica exigente en dos campos 1) la pericia como elemento que fortalece el modelo mental eje clave para la formulación de hipótesis e indicador de la claridad de la representación del fenómeno y el segundo el de información que requiere cantidad y calidad para formalizar y validar el conclusiones para la toma de orientada de decisiones.

11. Bibliografía

1. Gandomi A, Haider M. Beyond the hype: Big data concepts, methods, and analytics. *Int J Inf Manage*. 2015 Apr 1;35(2):137–44.
2. Lopera-Medina M, Lopera-Medina M. Retos éticos para los administradores en salud en la época contemporánea. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública [Internet]*. 2022 Jan 1 [cited 2022 Oct 25];40(1). Available from: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-386X2022000100008&lng=en&nrm=iso&tlng=es
3. Idrovo AJ, Eslava JC, Ruiz-Rodríguez M, Rodríguez JM. Editorial - Administración en salud: Retos en el contexto postpandemia. *Revista CIES Escolme [Internet]*. 2021 Feb 4 [cited 2022 Oct 25];12(1):3–4. Available from: <http://revista.escolme.edu.co/index.php/cies/article/view/339>
4. Jorge L, Casulo C, Justo MA, Rodríguez C. Economía y Salud Conceptos, Retos y Estrategias . [cited 2022 Oct 25]; Available from: <https://www.paho.org/cub/dmdocuments/DOC-22.SDR%20%20Economia.pdf>
5. Peña PH, Arredondo A, Ortiz C, Rosenthal G. Avances y retos de la economía de la salud Advances and perspectives in health economics. 1995 [cited 2022 Oct 25]; Available from: <https://www.scielosp.org/pdf/rsp/v29n4/11.pdf>
6. Subhashis Basu; Hasan Qayyum; Suzanne Mason. (PDF) Occupational stress in the ED: A systematic literature review. *Emergency Medicine Journal [Internet]*. 2017 [cited 2022 Aug 20]; Available from: https://www.researchgate.net/publication/309029450_Occupational_stress_in_the_ED_A_systematic_literature_review
7. O'Connor E, Gatien M, Weir C, Calder L. Evaluating the effect of emergency department crowding on triage destination. *Int J Emerg Med [Internet]*. 2014 [cited 2022 Aug 20];7(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24860626/>
8. Ministerio de la Protección Social. 1er. Informe Nacional de Calidad de la Atención en Salud. "INCAS Colombia 2009". [Internet]. 2009 [cited 2022 Aug 20]. Available from: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/CA/informe-incas-calidad-atencion-salud.pdf>
9. Ministerio de Salud y Protección Social. Informe Nacional de Calidad de la Atención en Salud 2015 [Internet]. 2015 [cited 2022 Aug 20]. Available from: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/informe-nal-calidad-atencion-salud-2015.pdf>
10. Ministerio de Salud y Protección Social. Informe Nacional de Calidad en Salud INCAS 2017 [Internet]. 2017 [cited 2022 Aug 20]. Available from:

- <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/CA/informe-nacional-calidad-salud-incas-2017.pdf>
11. Liu A. Data Science and Data Scientist. In: Alex Liu, editor. IBM Analytics; 2015 [cited 2022 May 29]. p. 11. Available from: <https://www.slideshare.net/alexliu/an-ecosystem-approach-to-data-science>
 12. Dash S, Shakyawar SK, Sharma M, Kaushik S. Big data in healthcare: management, analysis and future prospects. J Big Data [Internet]. 2019 Dec 1 [cited 2022 May 13];6(1):1–25. Available from: <https://journalofbigdata.springeropen.com/articles/10.1186/s40537-019-0217-0>
 13. 3D Data Management: Controlling Data Volume, Velocity, and Variety [Internet]. [cited 2022 Jul 16]. Available from: <https://studylib.net/doc/8647594/3d-data-management--controlling-data-volume--velocity--an...>
 14. Zhu Y, Xiong Y. Defining Data Science. [cited 2022 Jul 16]; Available from: <https://arxiv.org/pdf/1501.05039.pdf>
 15. Data Analytics Service Line - Mayo Clinic Research Core Facilities - Mayo Clinic Research [Internet]. [cited 2022 Jul 23]. Available from: <https://www.mayo.edu/research/core-facilities/research-services/data-analytics>
 16. Mokdad AH, Mensah GA, Krish V, Glenn SD, Miller-Petrie MK, Lopez AD, et al. Global, Regional, National, and Subnational Big Data to Inform Health Equity Research: Perspectives from the Global Burden of Disease Study 2017. Ethn Dis [Internet]. 2019 Feb 1 [cited 2022 Jul 23];29(Suppl 1):159. Available from: [/pmc/articles/PMC6428171/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31111111/)
 17. Cancer MoonshotSM - NCI [Internet]. [cited 2022 Jul 23]. Available from: <https://www.cancer.gov/research/key-initiatives/moonshot-cancer-initiative>
 18. Los datos y la sanidad: os presento al Dr. Big Data. - Kabel [Internet]. [cited 2022 Aug 20]. Available from: <https://www.kabel.es/big-data-y-sanidad/>
 19. Big Data y Predictive Analytics para una sanidad más eficiente - IIC [Internet]. [cited 2022 Aug 20]. Available from: <https://www.iic.uam.es/lasalud/big-data-para-sanidad-eficiente/>
 20. Detección de fraudes y Análisis Big Data | Neuronet [Internet]. [cited 2022 Aug 20]. Available from: <https://neuronet.cl/data-science-2/deteccion-de-fraudes/>
 21. Sathitratanacheewin S, Sunanta P, Pongpirul K. Deep learning for automated classification of tuberculosis-related chest X-Ray: dataset distribution shift limits diagnostic performance generalizability. Heliyon [Internet]. 2020 Aug 1 [cited 2022 Aug 20];6(8). Available from: <http://www.foonkiemonkey.co.uk/es/big-data-and-healthcare-apps-the-future-of-disease-management/>

22. Big Data Analytics en la gestión de Recursos Humanos | LinkedIn [Internet]. [cited 2022 Aug 20]. Available from: https://www.linkedin.com/pulse/big-data-analytics-en-la-gestión-de-recursos-humanos-liliana-bao/?trk=public_profile_article_view
23. Big Data y farmacovigilancia: minería de datos para reacciones adversas a medicamentos e interacciones | Fundación Femeba [Internet]. [cited 2022 Aug 20]. Available from: <https://www.fundacionfemeba.org.ar/blog/farmacologia-7/post/big-data-y-farmacovigilancia-mineria-de-datos-para-reacciones-adversas-a-medicamentos-e-interacciones-45734>
24. El desafío del Big Data en los Sistemas de Salud | [Internet]. [cited 2022 Jul 16]. Available from: <https://institutoeuropeo.es/articulos/insights/el-desafio-del-big-data-en-los-sistemas-de-salud/>
25. Canós Darós L, Pons Morera C, Valero Herrera M, Maheut JP. Toma de decisiones en la empresa: proceso y clasificación [Internet]. Universidad Politécnica de Valencia. [cited 2022 Aug 20]. Available from: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/16502/TomaDecisiones.pdf>
26. Blanco-Mesa F. La ciencia de la decisión. Revista UIS Ingenierías. 2020 May 3;19(2).
27. Mugica BGB. La dinamica de sistemas como metodologia para la elaboracion de modelos de simulacion. 1998 [cited 2022 Oct 11]; Available from: https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/45726/d168_99.pdf?sequence=1
28. Orozco Bohorquez M. Dinamica de sistemas aplicada al servicio de urgencias de la clinica del Country [Internet]. Universidad de los Andes; 2009 [cited 2022 Oct 8]. Available from: <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/19109/u405172.pdf?sequence=1>
29. MEADOWS D, MEADOWS Dennis, RANDERS Jorgen. Más allá de los límites del crecimiento [Internet]. 1992 [cited 2022 Nov 4]. Available from: <https://servicioskoinonia.org/relat/392.htm>
30. Anaya CC, Guaita W. Dinamica de sistemas: Una Metodología para la Construcción de Modelos de Toma de Decisiones en Sectores Agroindustriales. [cited 2022 Oct 11]; Available from: <https://journal.poligran.edu.co/index.php/libros/article/download/2364/2237/5852>
31. Shannon RE. Systems simulation: the art and science [Internet]. Prentice-Hall; 1975 [cited 2022 Oct 11]. 387 p. Available from: https://books.google.com.co/books/about/Systems_Simulation.html?id=cWpRAAAAMAAJ&redir_esc=y
32. Ruth M, Hannon B. Modeling Dynamic Biological Systems. Modeling Dynamic Biological Systems [Internet]. 1997 [cited 2022 Oct 11];3–27.

- Available from: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4612-0651-4_1
33. Aibar OBM; R. Saturación en los Servicios de Urgencias hospitalarios: análisis causal y búsqueda de soluciones. 2016;
 34. Garcia-Romero M, Rita-Gáfaró CG, Quintero-Manzano J, Angarita AB, Garcia-Romero M, Rita-Gáfaró CG, et al. Escala NEDOCS vs valoración subjetiva, ¿El personal de salud en urgencias es consciente de su sobrecupo? *Colomb Med* [Internet]. 2017 [cited 2022 Aug 20];48(2):53–7. Available from: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1657-95342017000200053&lng=en&nrm=iso&tlng=es
 35. Asplin BR, Magid DJ, Rhodes K v., Solberg LI, Lurie N, Camargo CA. A conceptual model of emergency department crowding. *Ann Emerg Med* [Internet]. 2003 Aug 1 [cited 2022 May 14];42(2):173–80. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12883504/>
 36. Lucas R, Farley H, Twanmoh J, Urumov A, Olsen N, Evans B, et al. Emergency department patient flow: the influence of hospital census variables on emergency department length of stay. *Acad Emerg Med*. 2009 Jul;16(7):597–602.
 37. Andrews H, Kass L. Non-urgent use of emergency departments: populations most likely to overestimate illness severity. *Internal and Emergency Medicine* 2018 13:6 [Internet]. 2018 Jan 29 [cited 2022 Aug 20];13(6):893–900. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11739-018-1792-3>
 38. Miró O, Antonio MT, Jiménez S, de Dios A, Sánchez M, Borrás A, et al. Decreased health care quality associated with emergency department overcrowding. *Eur J Emerg Med*. 1999;6(2):105–7.
 39. Asplin, B.R. and Rhodes, K.V. and Flottemesch T. Is this emergency department crowded? A multicenter derivation and evaluation of an emergency department crowding scale (EDCS) | Request PDF [Internet]. *Acad Emerg Med*. 2004 [cited 2022 Oct 1]. Available from: https://www.researchgate.net/publication/283995862_Is_this_emergency_department_crowded_A_multicenter_derivation_and_evaluation_of_an_emergency_department_crowding_scale_EDCS
 40. Jones SS, Allen TL, Flottemesch TJ, Welch SJ. An independent evaluation of four quantitative emergency department crowding scales. *Acad Emerg Med* [Internet]. 2006 Nov [cited 2022 Oct 1];13(11):1204–11. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16902050/>
 41. Kulstad EB, Hart KM, Waghchoure S. Occupancy Rates and Emergency Department Work Index Scores Correlate with Leaving Without Being Seen. *Western Journal of Emergency Medicine* [Internet]. 2010 Sep [cited 2022 Oct 1];11(4):324. Available from: </pmc/articles/PMC2967682/>

42. Ilhan B, Kunt MM, Damarsoy FF, Demir MC, Aksu NM. NEDOCS: is it really useful for detecting emergency department overcrowding today? *Medicine* [Internet]. 2020 Jul 7 [cited 2022 Oct 1];99(28):e20478. Available from: /pmc/articles/PMC7360290/
43. Jenny A., Castro A, Eliecer C, Olivella C, Lineros Montañez A, Sánchez R, et al. Escala NEDOCS para medir congestión en urgencias: estudio de validación en Colombia. Universidad del Rosario facultad de medicina. UNIVERSIDAD DEL ROSARIO FACULTAD DE MEDICINA [Internet]. 2010 [cited 2022 Oct 1]; Available from: <https://repository.urosario.edu.co/handle/10336/2250>
44. María Ceballos-Acevedo T, Andrea Velásquez-Restrepo P, Sebastián Jaén-Posada J, Los Alpes B, Medellín C. Duración de la estancia hospitalaria. Metodologías para su intervención * Length of the Hospitalization. Methodologies for Intervention Duração da estancia hospitalar. Metodologias para sua intervenção. *Rev Gerenc Polit Salud* [Internet]. [cited 2022 Sep 29];13(27):274–95. Available from: <http://dx.doi>.
45. Chaparro Rintha DT, Guzmán Rodríguez AL, Naizaque Pérez LJ, Ortiz Figueroa SDP, Jiménez Barbosa WG. Factores que originan la rotación del personal auxiliar de odontología / Factors causing Dental Assistant Turnover. *Universitas Odontologica*. 2015;34(72):75.
46. MACARIO DE PAZ FREDY ISAAC. ROTACIÓN DE PERSONAL Y CLIMA ORGANIZACIONAL [Internet]. Universidad Rafael Landívar Facultad de Humanidades . 2018 [cited 2022 Sep 24]. Available from: <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjr/2018/05/43/Macario-Fredy.pdf>
47. Izamary K, Olvera V. Consecuencias de una mala planificación de los recursos humanos. In: IV Congreso Virtual Internacional Desarrollo Económico, Social y Empresarial en Iberoamérica [Internet]. Malaga; 2019 [cited 2022 Sep 24]. p. 5. Available from: <https://www.eumed.net/actas/19/desarrollo-empresarial/35-consecuencias-de-una-mala-planificacion-de-los-recursos-humanos.pdf>
48. Puente J, Gómez A, Fernández I, Priore P. Medical doctor rostering problem in a hospital emergency department by means of genetic algorithms. *Comput Ind Eng* [Internet]. 2009 May 1 [cited 2022 Sep 24];56(4):1232–42. Available from: https://www.researchgate.net/publication/222399018_Medical_doctor_rostering_problem_in_a_hospital_emergency_department_by_means_of_genetic_algorithms
49. Yeh JY, Lin WS. Using simulation technique and genetic algorithm to improve the quality care of a hospital emergency department. *Expert Syst Appl* [Internet]. 2007 May 1 [cited 2022 Sep 24];32(4):1073–83. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0957417406000832>

50. Duque Carlos Esteban, Velasco Nubia Milena, Amaya Ciro Alberto. Optimizacon del uso de los consultorio en el departamento de consulta externa en un hospital de Bogota [Internet]. [Bogota]: Universidad de los Andes; 2012 [cited 2022 Nov 5]. Available from: <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/15035/u622711.pdf?sequence=1>
51. Stewart D, Lang E, Wang D, Innes G. Are emergency medical services offload delay patients at increased risk of adverse outcomes? CJEM [Internet]. 2019 Jul 1 [cited 2022 Sep 24];21(4):505–12. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30841940/#:~:text=Conclusion%3A%20In%20this%20setting%2C%20high%2C%20patients%20who%20received%20timely%20access.>
52. Gasperini B, Pierrri F, Espinosa E, Fazi A, Maracchini G, Cherubini A. Is the fast-track process efficient and safe for older adults admitted to the emergency department? BMC Geriatr [Internet]. 2020 Apr 28 [cited 2022 Sep 24];20(1):1–6. Available from: <https://bmcgeriatr.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12877-020-01536-5>
53. Sanchez M, Smally AJ, Grant RJ, Jacobs LM. Effects of a fast-track area on emergency department performance. J Emerg Med [Internet]. 2006 Jul [cited 2022 Sep 24];31(1):117–20. Available from: https://www.researchgate.net/publication/6986673_Effects_of_a_fast-track_area_on_emergency_department_performance
54. Karpiel M, Williams M. Developing a FAST-TRACK program. J Ambul Care Mark [Internet]. 1988 May 25 [cited 2022 Sep 24];2(2):35–48. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10303682/>
55. Considine J, Kropman M, Kelly E, Winter C. Winter Effect of emergency department fast-track on emergency department length of stay: a case-control study. Emerg Med J [Internet]. 2008 Dec [cited 2022 Sep 24];25(12):815–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19033498/>
56. Juan Pastor A. Las unidades de corta estancia médicas. Revista de Calidad Asistencial [Internet]. 2013 Jul 1 [cited 2022 Nov 5];28(4):197–8. Available from: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-calidad-asistencial-256-articulo-las-unidades-corta-estancia-medicas-S1134282X13000651>
57. Alonso G, Escudero JM, Gilberto C, Fernández A. La unidad de corta estancia de urgencias y la hospitalización a domicilio como alternativas a la hospitalización convencional. An Sist Sanit Navar [Internet]. 2010 [cited 2022 Nov 5];33(1):97–106. Available from: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272010000200012&lng=es&nrm=iso&tlng=es
58. Carillo Atilo Moreno, Matiz Espinosa Raul Esteban, Rubiano Orjuela Erika Marcela, Tovar Gaitan Edna Milena, Velandia Gomez Laura Milena.

- Aplicacion de la teorica de colas en la optimizacion del proceso de atencion del area de procedimientos de enfermeria de urgencias en un hospital de alta complejidad [Internet]. [Bogota]: Pontificia Universidad Javeriana; 2019 [cited 2022 Nov 5]. Available from: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/46084/Tercer%20entregable%202022%20noviembre.pdf?sequence=2>
59. Martínez P, Martínez J, Nuño P, Cavazos J. Mejora en el Tiempo de Atención al Paciente en una Unidad de Urgencias Mediante la Aplicación de Manufactura Esbelta. Información tecnológica [Internet]. 2015 [cited 2022 Nov 5];26(6):187–98. Available from: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642015000600019&lng=es&nrm=iso&tIng=es
 60. Kolker Alexander. Queuing Analytic Theory and Discrete Events Simulation for Healthcare: Right Application for the Right Problem [Internet]. Children’s Hospital of Wisconsin. 2010 [cited 2022 Sep 29]. Available from: https://www.researchgate.net/publication/255601401_Queueing_Analytic_Theory_and_Discrete_Events_Simulation_for_Healthcare_Right_Application_for_the_Right_Problem
 61. Vanberkel PT, Blake JT. A comprehensive simulation for wait time reduction and capacity planning applied in general surgery. Health Care Manag Sci [Internet]. 2007 Dec [cited 2022 Sep 29];10(4):373–85. Available from: https://www.researchgate.net/publication/5147715_A_comprehensive_simulation_for_wait_time_reduction_and_capacity_planning_applied_in_general_surgery
 62. Vanegas YLL. Aplicacion de la teoria de restricciones en la gestion de la seguridad del paciente [Internet] [Trabajo de grado como requisito al titulo de Magister en administracion en Salud]. Universidad del Rosario; 2012 [cited 2022 Sep 29]. Available from: <https://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/4312/LeonVanegas-YuliLicet-2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Con la aplicación de la,estancia hospitalaria%2C sin necesidad de>
 63. Rubio González B, Rubio Cebrián S, Repullo Labrador JR. En busca de nuevas herramientas de análisis de la eficiencia en el sector público sanitario*. Revista de Administración Sanitaria Siglo XXI [Internet]. 2007 Oct 1 [cited 2022 Sep 29];5(4):659–72. Available from: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-administracion-sanitaria-siglo-xxi-261-articulo-en-busca-nuevas-herramientas-analisis-13114263>
 64. Albizu, Eneka and Simon-Elorz, Katrin and Olazaran M. (PDF) La reingeniería como programa de cambio organizativo: análisis de las claves del éxito desde la experiencia de Iberdrola [Internet]. [cited 2022 Sep 29]. Available from:

- https://www.researchgate.net/publication/28185686_La_reingenieria_como_programa_de_cambio_organizativo_analisis_de_las_claves_del_exito_desde_la_experiencia_de_Iberdrola
65. Osorio Acosta J, Paredes Alonso Elsa. Reingeniería de procesos en los hospitales públicos: ¿Reinventando la rueda? [Internet]. 2001 [cited 2022 Sep 29]. Available from: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272001000300004
 66. Nunes LGN, de Carvalho SV, Rodrigues R de CM. Markov decision process applied to the control of hospital elective admissions. *Artif Intell Med*. 2009 Oct 1;47(2):159–71.
 67. Albornoz V, Hinrichsen M, Miranda P, Peña P. Use of Markov chains in prediction of the dynamics of patient behavior in a cardiologic intensive care unit. 2006 [cited 2022 Sep 29];14(2):153–8. Available from: <https://www.scienceopen.com/document?vid=e5dfa5fd-4077-4772-acd4-2091f7ef7c6e>
 68. Guarín Penagos Yaneth, Palomino Baquero Felipe. Aplicación de los modelos de mejoramiento de procesos y de tiempos y movimientos en las áreas de urgencias y hospitalización de la clínica Belén de Fusagasugá para garantizar la prestación del servicio en salud con calidad [Internet]. Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Magister en Administración de Salud. 2012 [cited 2022 Sep 29]. Available from: <https://core.ac.uk/download/pdf/86440491.pdf>
 69. Andrea Velásquez-Restrepo P, Karina Rodríguez-Quintero A, Sebastián Jaén-Posada J. Metodologías cuantitativas para la optimización del servicio de urgencias: una revisión de la literatura. *Rev Gerenc Polit Salud*, [Internet]. 2011 [cited 2022 Sep 24]; Available from: <http://www.scielo.org.co/pdf/rgps/v10n21/v10n21a12.pdf>

12. Conflictos de intereses

Como autor, declaro:

- No presentar conflictos de interés con respecto a los objetivos planteados para este proyecto.
- No presentar ninguna influencia en la libre decisión de planificación, análisis o reporte de este estudio y sus resultados.
- Haber utilizado este trabajo para optar al título de Especialista en Administración de Servicios de Salud de la Universidad de Antioquia de, Cohorte del año 2022, aún pendiente veredicto de dicha evaluación.