



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**APROXIMACIÓN METODOLÓGICA AL
PROCESO DE ENTREGA DE PRODUCTOS, EN
UN SERVICIO FARMACÉUTICO DE BAJA
COMPLEJIDAD, EN LA CEJA, PARA DISMINUIR
LA SATURACIÓN DEL SERVICIO DEBIDO AL
COVID-19**

Autor

José Mauricio Rendón Osorio

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería
Industrial
Medellín, Colombia
2021



Aproximación metodológica al proceso de entrega de productos, en un servicio farmacéutico de baja complejidad, en La Ceja, para disminuir la saturación del servicio debido al Covid-19

José Mauricio Rendón Osorio

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título de:
Ingeniero Industrial

Asesor:
Yony Fernando Ceballos
Ph.D. Ingeniería

Línea de Investigación:
Trabajo de grado
Grupo de Investigación:
Ingeniería y sociedad

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Industrial.
Medellín, Colombia
2021.

AGRADECIMIENTOS

Para el presente trabajo, quiero agradecer primero que todo a Dios, por permitirme culminar este logro y brindarme la sabiduría y paciencia para la consecución del presente trabajo.

A mi esposa Viviana Osorio e hija Maria Antonia, por ser los motores de mi vida y de mi carrera, dándome cada día parte de su tiempo, amor y consejos para llegar a la meta. Sin su ayuda, amor y paciencia no hubiera sido posible lograrlo.

A mis padres, hermanos y suegros por el apoyo moral y económico que me brindaron cuando lo necesite.

A mi asesor, por la paciencia, dedicación y ayuda constante durante este tiempo de asesorías, dándome las herramientas y los consejos necesarios para lograrlo.

A mi alma mater Universidad de Antioquia por permitirme ser parte nuevamente de esta gran institución y ser parte de mi formación como ingeniero industrial.

Por último, a mis profesores, compañeros y amigos de carrera que hicieron parte de todo este proceso llamado ingeniería industrial y aportaron con sus conocimientos y experiencias a lo logrado en este trabajo.

DEDICATORIA

Este trabajo quiero dedicarlo con mucho amor y agradecimiento a mi esposa e hija, por estar ahí dándome ánimo, consejos y alegría cuando lo necesite. Este logro no solo es mío, también es de ustedes que estuvieron conmigo a mi lado para ver la consecución de tanto esfuerzo y sacrificio dedicado a mi carrera.

Gracias Viviana Osorio Y Maria Antonia Rendón.



Tabla de contenido

1. OBJETIVOS.....	16
1.1 Objetivo general.	16
1.2 Objetivos específicos.....	16
2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	17
3. MARCO TEÓRICO	19
3.1 Situación actual	19
3.1.1 Salud pública	19
3.1.2 COVID-19.....	20
3.1.3 Población con mayor riesgo de contagio.....	21
3.1.4 COVID-19: Salud pública y economía.....	21
3.1.5 COVID-19 y servicios farmacéuticos.....	22
3.1.6 Simulación de la problemática.....	23
4. ESTADO DEL ARTE	24
4.1 COVID-19 y su impacto en la economía.....	27
4.2 Servicio farmacéutico frente al COVID-19.....	28
4.3 Dinámica de sistemas.....	30
4.4 Dinámica de sistemas y su aplicación en servicios farmacéuticos.....	31
5. DESARROLLO DEL MODELO	33
5.1 Realizar hipótesis dinámica o diagrama causal del problema.....	33
5.2 Definición de variables.....	33
5.3 Definición políticas.....	38
5.4 Paso de tiempo y fronteras del sistemas.....	39
5.5 Ciclos del sistema.....	41
5.5.1 Ciclo Ingreso usuarios EPS.....	42
5.5.2 Ciclo aglomeración de personas sobre el riesgo contagio COVID-19.....	43
5.5.3 Ciclo ingreso clientes particulares.....	44
5.5.4 Ciclo stock de productos sobre la reposición.....	45
5.5.5 Ciclo carga laboral.....	46
5.5.6 Ciclo elaboración de protocolo de bioseguridad sobre riesgo de COVID-19.....	47
5.6 Variables con retardo.....	48
5.7 Diagrama de flujos y niveles.....	48

5.7.1	Variables de nivel.....	55
5.7.2	Variables auxiliares.....	57
6.	VALIDACIÓN Y RESULTADOS	61
6.1	Validación del modelo	61
6.2	Resultados	62
6.2.1	Análisis escenario tendencial 1. hipótesis aglomeración de personas, contagiados covid-19 y carga laboral sin política de mejora. 62	
6.2.2	Análisis escenario tendencial 2. hipótesis aglomeración de personas, contagios covid-19 y carga laboral con política de mejora.	66
7.	CONCLUSIONES	72
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	74
9.	ANEXOS.....	79



Índice de figuras

Figura 1. Diagrama de flujo búsqueda de información	26
Figura 2. Diagrama causal.	40
Figura 3. Ciclo ingreso usuarios EPS.	42
Figura 4. Ciclo aglomeración de personas sobre el riesgo contagio COVID-19.....	43
Figura 5. Ciclo ingreso de clientes particulares.....	44
Figura 6. Ciclo stock de productos sobre la reposición.	45
Figura 7. Ciclo carga laboral	46
Figura 8. Ciclo elaboración de protocolo de bioseguridad sobre riesgo de COVID-19.	47
Figura 9. Diagrama de flujos y niveles	54
Figura 10. Graph Lookup- Capacidad de atención.....	60
Figura 11. Relación personas en facturación y usuarios en sala.....	63
Figura 12. Aglomeración de personas y carga laboral	64
Figura 13. Contagiados COVID-19.....	65
Figura 14. Personas enfermas	66
Figura 15. Carga laboral escenario1 vs escenario2	67
Figura 16. Aglomeración de personas escenario1 vs escenario2	68
Figura 17. Contagiados COVID-19 escenario1 vs escenario2.....	68
Figura 18. Clientes por domicilio	69
Figura 19. Inventario.....	70
Figura 20. Presupuesto de inversión	71

Índice de tablas

Tabla 1. Ciclos del sistema	41
Tabla 2. Descripción de variables de nivel	49
Tabla 3. Descripción de variables de flujo	50
Tabla 4. Descripción de variables auxiliares.....	51
Tabla 5. Descripción de tasas y constantes	52



Índice de anexos

Anexo 1. Ecuaciones de búsqueda.....	79
Anexo 2. Influencia de cada variable del diagrama causal	80
Anexo 3. Entrevista director responsable servicio farmacéutico de baja complejidad en La Ceja.	81



Resumen

La salud pública en Colombia sufrió un duro golpe durante el año 2020, debido a la crisis mundial generada por la pandemia del covid-19. La aparición de este virus generó un caos mundial, y varias empresas se vieron obligadas a cerrar sus negocios y cesar la prestación de los servicios o productos que ofrecían hasta entonces. Otras, por el contrario, vieron movimiento irregular de clientes con respecto al ingreso normal que presentaban meses atrás, pues éstos, aumentaron de forma considerable. Es el caso de los servicios farmacéuticos, los cuales por estar involucrados en el sector salud, vieron como las personas acudían de manera progresiva a sus negocios, con el interés de adquirir productos para desinfección o prevención de alguna otra enfermedad.

Frente a la anterior situación los servicios farmacéuticos vieron como sus procesos establecidos con anterioridad, debían transformarse y adecuarse para hacer frente a la pandemia y ser parte de la solución frente a ésta, siendo cada vez más importante seguir las políticas públicas establecidas por entes nacionales e internacionales del sector salud y así prepararse para mitigar o disminuir los aforos de personas en espacios cerrados y por ende el riesgo de contagio provocado por el virus. La mayoría de los establecimientos no estaban preparados para esto y de no hacer una adecuación a sus procesos, podrían generar un deterioro en la salud pública de los usuarios y trabajadores.

Por esto, el presente trabajo tiene como finalidad crear políticas de mejora que, además, de las normas establecidas por los entes en salud, creará alternativas para la prestación del servicio, valiéndose de herramientas tecnológicas y cambios en sus procesos, con el fin de ayudar a la conservación de la salud de las personas que ingresan al establecimiento constantemente.

Mediante el uso de la herramienta o software Vensim, permitió simular estrategias que ayudaron a observar el comportamiento de políticas de mejora como facturación electrónica y servicio a domicilio, las cuales fueron comparadas en su actuar con variables como aglomeración de personas, carga laboral y contagios por COVID-19, mostrando durante las horas simuladas efectividad en la consecución de los objetivos, ayudando a disminuir el aforo de personas en el lugar y por ende, el riesgo de contagio que pudiera provocar este.

Palabras claves: virus, covid-19, salud pública, pandemia, servicio farmacéutico, políticas de mejora, aforo, contagio.



Abstract

Public health in Colombia suffered a hard blow during the year 2020, due to the world crisis generated by the covid-19 pandemic. The appearance of this virus generated a worldwide chaos, and several companies were forced to close their businesses and stop providing the services or products they had been offering until then. Others, on the contrary, saw an irregular movement of customers with respect to the normal income they had had months before, as these increased considerably. This is the case of pharmaceutical services, which, being involved in the health sector, saw how people progressively came to their businesses, with the interest of acquiring products for disinfection or prevention of any other disease.

Faced with this situation, pharmaceutical services saw how their previously established processes had to be transformed and adapted to cope with the pandemic and be part of the solution to it, being increasingly important to follow the public policies established by national and international health sector entities and thus prepare to mitigate or reduce the number of people in closed spaces and therefore the risk of infection caused by the virus. Most of the establishments were not prepared for this and if they did not make an adaptation to their processes, they could generate a deterioration in the public health of users and workers.

For this reason, the purpose of this work is to create improvement policies that, in addition to the standards established by the health authorities, will create alternatives for the provision of the service, using technological tools and changes in their processes, in order to help preserve the health of the people who constantly enter the establishment.

Through the use of the Vensim tool or software, it was possible to simulate strategies that helped to observe the behavior of improvement policies such as electronic invoicing and home service, which were compared in their performance with variables such as agglomeration of people, workload and COVID-19 contagions, showing during the simulated hours effectiveness in

achieving the objectives, helping to reduce the number of people in the place and therefore, the risk of contagion that this could cause.

Key words: virus, covid-19, public health, pandemic, pharmaceutical service, improvement policies, capacity, contagion.



Introducción

El año 2020 ha sido uno de los tiempos con mayores retos a nivel de salud mundial, esto, debido a la pandemia generada por el virus COVID-19. Según la definición dada por MINSALUD, *el COVID-19 ha sido catalogado por la Organización Mundial de la Salud como una emergencia en salud pública de importancia internacional (ESPII). Se han identificado casos en todos los continentes y, el 6 de marzo se confirmó el primer caso en Colombia.* Teniendo en cuenta esto, el COVID-19 ha afectado a toda la población a nivel mundial y por ende a empresas, organizaciones, entes, etc. Esta crisis ha llegado incluso a generar discusiones y nuevos retos para todos los sectores, como es el caso del sector farmacéutico en Colombia, donde los servicios farmacéuticos han tenido que reinventarse con planes y políticas viables para afrontar esta pandemia, sin ver afectado el servicio (MINSALUD, Prevención de enfermedades transmisibles - CORONAVIRUS (COVID-19)).

En base a la definición dada por el INVIMA el servicio farmacéutico, *es el servicio de atención en salud responsable de las actividades, procedimientos e intervenciones de carácter técnico, científico y administrativo, relacionados con los medicamentos y los dispositivos médicos utilizados en la promoción de la salud y la prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación de la enfermedad, con el fin de contribuir en forma armónica e integral al mejoramiento de la calidad de vida individual y colectiva.* De acuerdo con esto, los servicios farmacéuticos deben propender por prevenir y mejorar la calidad de vida y salud de las personas, procurando no afectar negativamente el bienestar de los usuarios. Además, se debe tener en cuenta, que estos establecimientos son uno de los mayores vínculos con la sociedad a nivel mundial, pues la mayoría de las personas requieren adquirir algunos de los productos que allí se ofrecen en algún momento. También, son una de las empresas con una demanda constante y creciente, más aún, si la salud de las personas se ve afectada por alguna

alteración de su bienestar, lo que conlleva al aumento de flujo de individuos en estos negocios. (Decreto 2200 de 2005)

En este sentido, y dado el problema de salud mundial que se ha venido presentando en los últimos meses, debido a la propagación y contagio acelerado por el virus COVID-19, los servicios de salud y en especial el sector farmacéutico ha presentado un crecimiento en el volumen de usuarios, lo que ha generado un problema en la saturación del sistema, especialmente en uno de los servicios farmacéuticos baja complejidad del municipio de La Ceja. De acuerdo con el estudio de las tendencias del consumo en Colombia de 2020, hecho por Nielsen Colombia, muestra un aumento de 45% en el consumo de productos de droguería entre marzo y abril pasado. (elacontecer.com, Productos de droguerías, farmacias y boticas aumentan con la pandemia, 30 de julio de 2020).

Frente a lo anterior, el problema de aglomeración adquiere mayor relevancia y preocupación, pues son focos visibles de propagación y contagio del virus debido al alto flujo de personas en espacios cerrados y abiertos. Esta problemática ha evidenciado la necesidad de crear alternativas y métodos de trabajo que ayuden a mitigar y prevenir la propagación del virus en los pacientes o usuarios y del personal que labora y los cuales acuden constantemente a estos.

En sentido de lo anterior, frente a la coyuntura que enfrenta el país debido al COVID-19 MINSALUD considera que *la pandemia nos ha llevado a innovar de una manera acelerada, hemos tenido que realizar cambios en la política farmacéutica implementando nuevos desarrollos tecnológicos en la búsqueda de respuestas frente a la pandemia.* (MINSALUD, Boletín de Prensa No 234 de 2020). Es por esto, que se hace necesario crear e implementar planes o mejoras que ayuden a disminuir el flujo de personas en estos establecimientos y así mitigar la propagación del virus.

1. OBJETIVOS

1.1 Objetivo general.

Modelar el proceso de entrega de productos en un servicio farmacéutico de baja complejidad en La Ceja Antioquia, con el fin de evaluar políticas orientadas a la disminución del flujo de personas y contagios por COVID-19.

1.2 Objetivos específicos.

- Delimitar el problema caso de estudio en servicios farmacéuticos de baja complejidad en La Ceja.
- Construir una representación conceptual del problema.
- Modelar el problema generado por el alto flujo de usuarios en un servicio farmacéutico de baja complejidad en La Ceja Antioquia, de tal manera que permita visualizar resultados de acuerdo con el comportamiento desarrollado.
- Analizar el comportamiento que presenta la aglomeración de personas y el contagio por COVID-19 en un período de tiempo determinado.
- Validar el modelo de acuerdo con las políticas propuestas y analizar los resultados.

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Hacia marzo del año 2020 se generó una crisis mundial a causa de la declaratoria de pandemia por el virus COVID-19 por parte de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2020), que exigió en el caso concreto de Colombia, la declaración de emergencia sanitaria en a través de la Resolución 385 del 12 de marzo de 2020 y ampliada por medio de la Resolución 844 del 26 de mayo de 2020 para que fuese emergencia económica, social y ecológica (Decreto 417 del 17 de marzo de 2020 y 637 del 7 de mayo de 2020).

Según estimaciones de diversas empresas de calificación, se tiene proyectada en el mundo una contracción económica cercana al 2.4% (Alcaldía de Medellín, 2020), con un decrecimiento en América Latina cercano al -1.6% de su PIB y para Colombia la cifra se ubica en el -2% (Banco Mundial, 2020). Estas proyecciones auguran un debilitamiento de la base empresarial, sobre todo en las micro, pequeñas, medianas empresas que en el caso de los países emergentes como Colombia representan más del 70% en generación de empleo y aporte al PIB de las ciudades y países. En este orden de ideas, las declaratorias de emergencias sanitarias, las cuarentenas de las ciudades y el cierre de los establecimientos comerciales, fábricas y sectores de la economía terminan golpeando las finanzas, el empleo e ingreso de las familias, de las cuales no escapan los servicios farmacéuticos, aunque la norma desde el comienzo de la cuarentena obligatoria hacia el mes de marzo no impidió su funcionamiento, sí realizó exigencias que disminuyeron la exigencia de productos o forzaron la adaptación para la continuación de la prestación del servicio desde otros modelos de atención a los usuarios.

Esto obligó a todas las organizaciones a una adaptación para continuar con la prestación del servicio y aquellos que continuaron, como en el caso de los lugares de abastecimientos (tiendas, supermercados y grandes

superficies) y los servicios farmacéuticos dentro de muchos otros, debieron buscar la manera de mejorar sus procesos. Interesa especialmente este último, puesto que el proyecto se centra en una aproximación metodológica del proceso de entrega de los productos y que busca la disminución de la saturación de usuarios que a causa de la emergencia sanitaria con el COVID-19 y con base en las premisas de la ingeniería industrial el mejoramiento de los procesos.

Se logra evidenciar dificultades de estas entidades farmacéuticas para poder continuar con la prestación del servicio, concretamente en el municipio de La Ceja, ya que muchas organizaciones no lograron adecuar sus procesos internos de manera eficiente, sino que más bien, sobre la propia dinámica, de manera concreta, en el proceso de entrega o dispensación de productos frente a esta coyuntura, presentan algunas deficiencias, como:

- Sistemas de calidad que no están diseñados para evitar esta saturación.
- Falta de personal.
- Falta de tecnologías que permitan mayor agilidad en el servicio.

El trabajo tiene como finalidad mejorar la prestación del servicio fortaleciendo y adecuando los Sistemas de Gestión de Calidad (SGC), aplicando tecnologías e instrumentos tecnológicos que permitan mayor agilidad en el servicio y como consecuencia disminución de personas en los establecimientos, lo cual beneficiaría a los usuarios, pacientes, clientes y sociedad, permitiendo ayudar a mitigar y disminuir el riesgo de contagio del virus COVID-19 en la población. En razón a lo expuesto, se pretende realizar una propuesta que ayude o permita mitigar o disminuir el flujo de personas en estos establecimientos, sin afectar el servicio, y así reducir el riesgo de contagio y propagación del virus en un servicio farmacéutico de baja complejidad en La Ceja.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Situación actual

3.1.1 Salud pública

La salud pública de acuerdo con la Ley 1122 de 2007 capítulo VI, *está constituida por un conjunto de políticas que busca garantizar de manera integrada, la salud de la población por medio de acciones dirigidas tanto de manera individual como colectiva ya que sus resultados se transforman en indicadores de las condiciones de vida, bienestar y desarrollo. Dichas acciones se realizarán bajo la rectoría del Estado y deberán promover la participación responsable de todos los sectores de la comunidad.*

La anterior está directamente relacionada tanto a nivel mundial como nacional con entes u organizaciones que la rigen. A nivel mundial con la Organización Mundial de la Salud (OMS), la cual es la autoridad directiva y coordinadora en asuntos de sanidad internacional en el sistema de las Naciones Unidas. Es la organización responsable de desempeñar una función de liderazgo en los asuntos sanitarios mundiales, configurar la agenda de las investigaciones en salud, establecer normas, articular opciones de política basadas en la evidencia, prestar apoyo técnico a los países y vigilar las tendencias sanitarias mundiales. (OMS 2015) y a nivel local, con el Ministerio de Salud y Protección Social (MINSALUD) el cual es la entidad pública del nivel central del Gobierno Nacional y cabeza del sector salud, encargada de conocer, dirigir, evaluar y orientar el sistema de seguridad social en salud, mediante la formulación de políticas, planes y programas. (MINSALUD, Institucional) y el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA) quien es la agencia regulatoria nacional, una entidad de vigilancia y control de carácter técnico científico, que trabaja para la protección de la salud individual y colectiva de los

colombianos, mediante la aplicación de las normas sanitarias asociadas al consumo y uso de alimentos, medicamentos, dispositivos médicos y otros productos objeto de vigilancia sanitaria. (INVIMA, Quienes somos, 2020).

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente y partiendo de la importancia que representa la salud pública a nivel mundial, vemos que en la actualidad esta se ha visto afectada de manera significativa por la llegada del virus COVID-19 a todos los países del mundo. La pandemia, como se ha llamado este brote, ha hecho que los entes antes mencionados y todas las personas en general se vean afectados de alguna forma. Ahora bien, para entrar un poco en contexto y entender mejor la problemática se tienen algunas definiciones de la enfermedad y parte de sus consecuencias en la sociedad.

3.1.2 COVID-19.

De acuerdo con la OMS *la COVID-19 es la enfermedad infecciosa causada por el coronavirus que se ha descubierto más recientemente. Tanto este nuevo virus como la enfermedad que provoca eran desconocidos antes de que estallara el brote en Wuhan (China) en diciembre de 2019. Actualmente la COVID-19 es una pandemia que afecta a muchos países de todo el mundo.* (OMS, 2020)

Otra definición es la dada por la clínica VID. En diciembre del año 2019 en la República de China se notificó un brote de casos de una neumonía no conocida, la cual para enero de 2020 se logró identificar como nuevo coronavirus (COVID-19) (Protocolo COVID institucional, clínica vid), que posterior a esto fue declarado por la OMS como pandemia internacional.

La identificación y posterior aislamiento de pacientes detectados con COVID-19 ha sido de gran relevancia, pues esta medida junto con otros controles ha permitido que la enfermedad disminuya su velocidad de

propagación, reduciendo así la transmisión y conteniendo eficazmente los brotes.

3.1.3 Población con mayor riesgo de contagio.

Si bien es claro que cualquier persona puede contagiarse, existe dentro de la población o región de cada país un porcentaje de esta, que tiene un mayor riesgo de contagio y como consecuencia un mayor riesgo de deceso. Como lo explica el DANE en comunicado de prensa del 15 de abril de 2020, la población vulnerable se clasifica en mayores de 60 años, población con patologías con factores de riesgo como hipertensión, diabetes, enfermedades pulmonares, cáncer, y otras preexistencias en conjunto con la densidad poblacional en algunos hogares. Gran parte de esta población por su vulnerabilidad debido a sus condiciones médicas, son las personas que más deben acudir a centros hospitalarios, IPS, servicios farmacéuticos, entre otros. (DANE, 2020).

3.1.4 COVID-19: Salud pública y economía.

La salud pública y los procesos y políticas dadas por los entes reguladores a nivel mundial y nacional se han visto afectados en los últimos meses por la propagación del virus COVID-19. Además, la economía ha tenido un impacto relevante debido a la pandemia pues para cualquier gobierno y sociedad es más relevante velar por la salud pública que la economía. Esto ha hecho que ante la aparición del virus los países como Colombia tuvieran que tomar medidas extremas como la cuarentena extendida, esto debido al alto índice de propagación y la poca preparación de la red hospitalaria de nuestro país. Estas medidas han permitido disminuir en la aparición de casos positivos para no sobrepasar la capacidad hospitalaria, pero de la misma manera han afectado la economía nacional. Esta economía se ha visto afectada debido a los cierres de algunas empresas y de personas que viven del diario por ventas en lugares públicos. Contrario a esto, sectores como la salud han tenido un gran afluente de personas y las droguerías o

servicios farmacéuticos han visto crecimiento en ventas debido a esta pandemia. (Minsalud, boletín 153, 2020)

3.1.5 COVID-19 y servicios farmacéuticos.

El virus ha afectado tanto la salud como la economía mundial, pues sectores como los servicios farmacéuticos, los cuales según MINSALUD son: “el servicio de atención en salud responsable de las actividades, procedimientos e intervenciones de carácter técnico, científico y administrativo, relacionados con los medicamentos y los dispositivos médicos utilizados en la promoción de la salud y la prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación de la enfermedad” (Decreto 2200 DE 2005, Capítulo 2, artículo 4), se han visto afectados por esta pandemia. Al interior de estos negocios, la dispensación que es la entrega de uno o más medicamentos y dispositivos médicos a un paciente y la información sobre su uso adecuado (Decreto 2200 de 2005, Capítulo 1, artículo 3) ha aumentado debido al alto flujo de usuarios que concurren constantemente.

Con relación a lo anterior, la salud pública y por ende los procesos en los servicios farmacéuticos de baja complejidad (Resolución 1403, capítulo II, artículo 7, 2007) se han visto afectados y planes o políticas anteriores a la pandemia y definidas por los gobiernos se han hecho obsoletas o poco efectivas frente a esta. Por ejemplo, políticas dictadas por MINSALUD, como la Política Farmacéutica Nacional, la cual según la misma OMS: Es un compromiso con un objetivo y una guía de acción. Expresa y prioriza las metas a medio y largo plazo establecidas por el gobierno para el sector farmacéutico, e identifica las estrategias principales para alcanzarlas, se han quedado en el pasado, pues si bien se pueden tomar algunas de las acciones o guías allí enmarcadas se debe tomar otras acciones frente a la problemática de salud que se vive actualmente.

3.1.6 Simulación de la problemática

Para modelar la problemática de aglomeración o alto flujo de usuarios en estos establecimientos se utilizarán herramientas basadas en dinámica de sistemas la cual es una metodología ideada para resolver problemas concretos. Según, "Fundamentos de la dinámica de sistemas y Modelos de dinámica de sistemas en epidemiología" esta metodología inicialmente se concibió para estudiar los problemas que se presentan en determinadas empresas en las que los retrasos en la transmisión de información, unido a la existencia de estructuras de realimentación, dan lugar a modos de comportamiento no deseables, o normalmente de tipo oscilatorio. (Donado, Dormido y Morilla, 2015).

La herramienta antes mencionada y que nos servirá para representar o armar el modelo son el diagrama causal, el cual es un instrumento útil en dinámica de sistemas. Este diagrama muestra la estructura de realimentación del sistema. Además, sirven para observar e ilustrar mapas mentales, elaborar y evaluar modelos para posteriormente tener una mejor comprensión de este. Al diagrama causal también se le suele llamar hipótesis dinámica (Aracil, 1995). Posterior al diagrama causal se suele utilizar el diagrama de Forrester (Diagrama de flujos y niveles). Este, muestra las relaciones entre las variables de un sistema, estas variables suelen clasificarse en de nivel, de flujo y auxiliares. Constituye una reelaboración del diagrama de influencias. Recibe también las denominaciones de diagrama de flujos y niveles, de flujos-niveles, o diagrama dynamo. (Aracil, 1995).

La aplicación de dinámica de sistemas y la elaboración de los diagramas antes mencionados nos permitirán modelar y evaluar alternativas de mejora aplicables a la problemática a trabajar para valorar las posibles soluciones de esta.

4. ESTADO DEL ARTE

El desarrollo de esta investigación corresponde a un trabajo de tipo exploratorio, el cual según Frank Morales "Es aquella que se efectúa sobre un tema u objeto desconocido o poco estudiado, por lo que sus resultados constituyen una visión aproximada de dicho objeto" (Morales, 2012). De acuerdo con lo anterior, la búsqueda se basó en una revisión sistemática de literatura, en la cual se buscó artículos de diferentes autores, proporcionados en bases de datos como SCOPUS, LILACS Y SCHOLAR GOOGLE, en cuanto a temas como dinámica de sistemas, servicios farmacéuticos y COVID-19.

Partiendo de la búsqueda específica que se realizó, según la problemática a investigar "**saturación de servicio farmacéutico de baja complejidad debido al COVID-19**", se analizaron diferentes artículos, trabajos y publicaciones, de los cuales no se encontró un documento que fuera acertado (relevante) o abarcara la problemática o tema a investigar de manera amplia o concreta, debido a lo reciente de la pandemia.

Posterior, se clasificaron los artículos que tuvieran alguna relación o esclarecieran en parte el tema propuesto, organizando los análisis de cada artículo leído.

La búsqueda se realizó inicialmente en la librería digital SCOPUS, referenciando la cadena de búsqueda: "*system dynamics*" COVID-19, encontrando 26 artículos, por lo que se optó por filtrar la búsqueda en rango de año, área temática y palabra clave para dar seguimiento a la investigación relacionando las palabras OR, AND & NOT limitando así las referencias que se investigaron, lo que conllevó a una reducción de artículos para la revisión, el análisis y la discusión. La nueva búsqueda se redujo a 13 artículos y posteriormente se continuó con la selección de los documentos relevantes posibles dentro de la temática ingresada.

Siguiendo con la investigación, en el mismo buscador se ingresaron las palabras claves "*pharmacy AND Covid-19*" y "*pharmaceutical strategies*" *COVID-19*, encontrando 1 y 3 artículos respectivamente. Para ambas búsquedas se limitó el rango de año, área temática y palabra clave. Luego se procedió a la evaluación de estos.

También, se realizó una búsqueda en la librería LILACS, ingresando las palabras claves "*system dynamics*" *COVID-19* y *COVID-19 and mercado laboral*, encontrando 31 y 62 artículos respectivamente. Para la segunda búsqueda se limitó el rango de año, asunto principal y tipo de estudio. Se logró reducir la búsqueda a 55 artículos, luego se procedió a la selección de estos.

Las ecuaciones de búsqueda de acuerdo con la información obtenida se encuentran en el anexo 1. Ecuaciones de búsqueda (Ver ANEXO 1). A continuación (Ver Figura 1), se presenta un modelo de diagrama de flujo basado en la búsqueda de información.

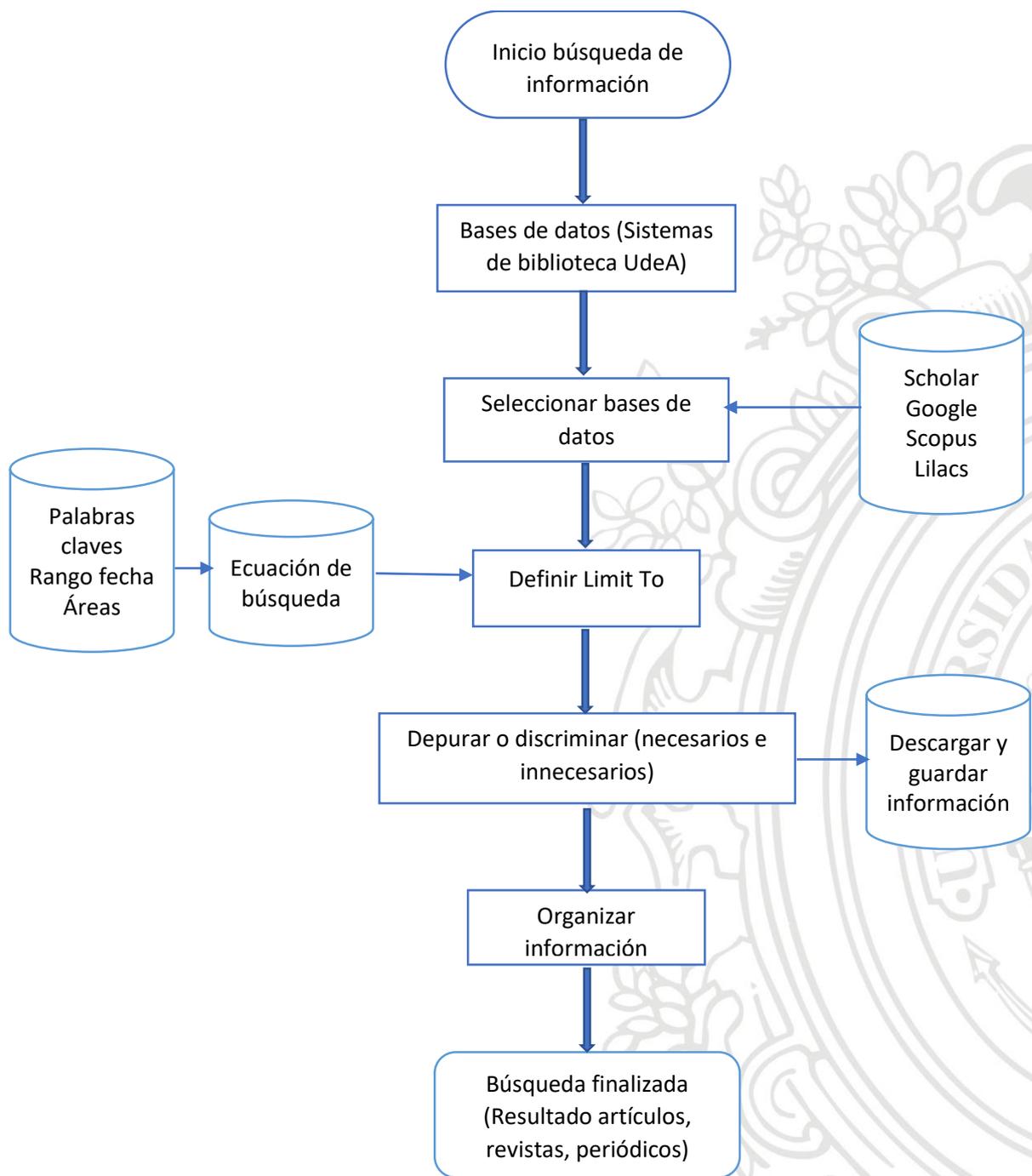


Figura 1. Diagrama de flujo búsqueda de información

Inicialmente, para entender mejor la relación entre dinámica de sistemas, servicio farmacéutico y COVID-19, debemos ahondar y buscar en las primeras definiciones del virus y su impacto en la cotidianidad a nivel mundial.

4.1 COVID-19 y su impacto en la economía.

Esta epidemia causada por el brote del virus COVID-19 creó un caos a nivel mundial y un cambio en la manera de actuar de la sociedad. Sectores como el mercado de consumo tuvieron que hacer cambios en la manera como venían proporcionando sus productos al consumidor, y acatar medidas determinadas por cada gobierno para evitar la propagación masiva del virus. Algunas de las actividades económicas tuvieron que cerrar debido al aislamiento social decretado, pero otras actividades vieron un aumento significativo en sus ventas directas y por ende en el flujo de personas, como es el caso de medicinas, canasta básica, productos de limpieza y tecnología. (Murillo, 2020)

La población mundial ha sido altamente golpeada por este virus, pues la mayoría de las personas (por no decir todas) son altamente vulnerable a este. El personal del sector salud es uno de los más susceptibles a contagiarse, pues la exposición diaria y continua frente a posibles transmisores del COVID-19 hace que este sea un riesgo latente en su labor diaria. (Cortés, 2020)

Es preciso tener en cuenta que aparte del alto riesgo de contagio al que está expuesto el personal del sector salud, ha tenido que enfrentar otros tipos de inconvenientes, como por ejemplo, el aumento en el flujo de pacientes tanto de contagiados con COVID-19 como de no contagiados, la falta de preparación frente a esta pandemia, pues no habían unos protocolos y políticas claras para hacer frente, por ende, no había una adaptación inmediata, la falta de elementos de protección personal y por

último, la falta de suministros y medicamentos. (Collins, West y Sudekum, 2020).

4.2 Servicio farmacéutico frente al COVID-19.

Habría que señalar que muchas empresas durante el tiempo de aislamiento continuaron con la prestación de sus servicios, pero con la salvedad de realizar adecuaciones físicas e internas en sus procesos para garantizar la seguridad de sus usuarios y el mantenimiento de su oferta.

La pandemia ocasionada por el COVID-19 ha sido un gran reto para toda la población a nivel mundial. A pesar de haber llegado de imprevisto, de su desconocimiento y de no estar completamente preparados para afrontarla se ha generado políticas y métodos de trabajo para lograr mantener en parte las situaciones cotidianas de la mayoría de las personas. La distribución de medicamentos tanto a nivel hospitalario como público en general ha tenido que adoptar un papel relevante en la lucha contra la pandemia, si bien no se estaba preparados y el abordaje de la situación ha sido compleja, se ha evidenciado una importante disposición por parte del personal farmacéutico para continuar con la atención habitual y el incremento de usuarios tanto en centros hospitalarios como en servicios farmacéuticos. La exigencia ha sido la constante en estos últimos meses pues el aumento de consumo de productos de limpieza y desinfección, medicamentos e insumos médicos incremento las ventas y por ende el flujo de compradores. (Salar, 2020)

Dentro de la búsqueda en bases de datos, repositorios y publicaciones se encontró una primera guía de la Sociedad Española de Farmacia Familiar y Comunitaria (SEFAC, 2020), en la cual, se generó una propuesta para la dispensación de los medicamentos, el acondicionamiento de las instalaciones, la formulación de protocolos tendientes al mantenimiento de los servicios y la seguridad de los usuarios. Esta guía aporta elementos

importantes en cuanto a la estructura de los procesos de entrega de productos, la terminología, diseño de las etapas y la caracterización del servicio.

Un segundo trabajo se ubica respecto a los comportamientos de los consumidores frente a los servicios farmacéuticos, que aporta elementos importantes en cuanto al incremento de la demanda, que con una muestra de 384 personas determinó un aumento cercano al 71% en elementos de protección, mayor número de domicilios y que es necesario analizar cuatro factores (culturales, sociales, personales y psicológicos) a la hora de hacer el consumo.

Un tercer antecedente se halla en los lineamientos expedidos por parte del Ministerio de Salud y Protección Social (2020) para la recepción, dispensación y entrega de los medicamentos, en los cuales se insiste en la adaptación de las instalaciones, la implementación de protocolos de bioseguridad, la asignación de medidas para mitigar la aglomeración de personas, la señalización y la oportunidad que se tiene para la transformación de la relación entre estos establecimientos y los usuarios. Ante esto, se resalta la visión gubernamental para la reforma del sector, la ejecución de actividades que conlleven a la atención de las personas desde sus domicilios, el acceso a plataformas digitales, el rol de terceras personas para reclamar los medicamentos entre otros aspectos.

Del recorrido anterior se pueden extraer algunos datos importantes para la formulación del proyecto. El primero de ellos, se relaciona con la adaptabilidad de los servicios farmacéuticos sobre todo en el proceso de entrega que tuvieron que realizar y el acceso a las plataformas y mercado telefónico, por mensajería instantánea y en línea para la atención de los usuarios. El segundo, la elaboración de guías, protocolos y demás medidas que se dieron durante la pandemia en todos los sectores que continuaron con su apertura por tratarse de servicios básicos e indispensables que si

bien, pudieron seguir abriendo sus puertas, tuvieron que sortear las dificultades con mayor celeridad y buscando cumplir con las normas y brindando sus servicios en el marco de la seguridad. El tercer aspecto, la capacidad de aprender de esta experiencia para mejorar los canales de comunicación entre las entidades del sector, la articulación y la asignación de una importante experiencia para mejorar en los servicios, desde una perspectiva que se proyecte en el futuro. Por último, el comportamiento del consumidor y los factores inmersos en esta actitud, como ítem para ser analizado al momento de mejorar los procesos internos de las farmacias y las relaciones con sus usuarios.

La metodología empleada para modelar la problemática expuesta en el presente trabajo fue la dinámica de sistemas. Esta, se ha utilizado durante décadas en múltiples áreas con el fin de aprovechar su utilidad, pues a través del modelado de sistemas se hace más fácil realizar un análisis y síntesis de estos y brinda una perspectiva más amplia del problema a abordar.

La información mencionada anteriormente sobre el COVID-19 y servicios farmacéuticos es de gran relevancia, pero no es la suficiente para tener mayor claridad sobre los términos que conllevan a la problemática inicial, por ende, se habla también del tema Dinámica de Sistemas como herramienta para la construcción de modelos de simulación.

4.3 Dinámica de sistemas.

La dinámica de sistemas es una técnica o herramienta que ha sido utilizada por años a nivel mundial. Su aplicación a casi cualquier proceso o método hace de esta una gran ayuda a la hora de modelar o simular sistemas de cualquier ámbito (ecológico, económico, industrial, medicina, etc.). Esta permite ver las relaciones, interacciones y variables que componen un sistema, además de su comportamiento.

Generalmente, para la modelación o simulación de los sistemas a analizar se emplean gráficos llamados diagramas que sirven para hacer una representación de la situación y de esta manera examinar y sacar conclusiones sobre el objeto a estudiar. Los diagramas más conocidos y empleados son el diagrama causal y de Forrester. El primero se enfoca en observar la causa y efecto que tiene cada variable entre sí, es decir, muestra la relación que tienen las variables que interactúan en el sistema. El segundo es la representación del primero, pero aborda el modelo de una manera diferente, ya que permite el ingreso de ecuaciones, tales que muestran la validación del sistema y un análisis de este. (De Leo, Aranda y Addati, 2020).

4.4 Dinámica de sistemas y su aplicación en servicios farmacéuticos.

Como se mencionó anteriormente, hoy en día la dinámica de sistemas ha sido de gran importancia y ayuda para visualizar el comportamiento del virus COVID-19, pues mediante esta técnica se ha podido realizar proyecciones de la propagación mediante modelos que permiten analizar cada una de las situaciones, es decir, observar cómo se manifiesta el virus de acuerdo a la aplicación de medidas o políticas de salud establecidas por cada gobierno. (Gel, Jehn y Lant, 2020).

Además, dentro de esta situación la dinámica de sistemas bien podría ser aplicada a la problemática que se pretende abordar, pues existen antecedentes donde la aplicación de la dinámica de sistemas a diferentes problemáticas en servicios farmacéuticos ha ayudado a el modelado y solución de estas.

Como primer antecedente tenemos el de la revista EIA, donde el trabajo se realizó en la red de suministro de medicamentos oncológicos mediante

dinámica de sistemas y en el cual abordaron la problemática de abastecimiento en diferentes IPS en Colombia. (EIA, 2016)

Como segunda guía tenemos el trabajo de grado de la Universidad de la Salle "Propuesta para el mejoramiento de la calidad en los procesos de almacenamiento y suministro de medicamentos de una IPS de la ciudad de Bogotá". Donde también, mediante dinámica de sistemas abordaron la problemática de la calidad de almacenamiento de medicamentos en IPS en Bogotá. (Unisalle, 2018).

De lo anterior, se puede observar que la aplicación de la dinámica de sistemas tiene un enfoque casi universal y, por ende, las problemáticas que se puedan encontrar en servicios farmacéuticos pueden ser abordadas desde esta metodología para modelar la misma problemática y el impacto que presentan los escenarios con sus posibles soluciones.

Es de aclarar que, si bien todo lo mencionado dentro el estado del arte no tiene una relación directa o estrecha con la hipótesis planteada al inicio del presente trabajo, sirve para poner en contexto y brindar mayor claridad frente a la relación que se tiene en cuanto a los temas abordados en la investigación: COVID-19, Dinámica de Sistemas y Servicios Farmacéuticos.

5. DESARROLLO DEL MODELO

5.1 Realizar hipótesis dinámica o diagrama causal del problema.

Se procedió a la elaboración del diagrama causal modelando la problemática a trabajar. Primero se determinaron las variables que intervienen de forma directa e indirecta en la saturación del servicio farmacéutico. Segundo se procedió a la definición de estas, realizando una descripción de cada una. Por último, se realizó la respectiva polarización y definieron los ciclos dentro del sistema.

5.2 Definición de variables.

Ingreso Usuario/Cliente EPS y particular: persona que llega al servicio farmacéutico requiriendo el servicio, bien sea compra o suministro por EPS de productos. Estos pasan a ser usuarios en sala de espera, y por ende ambos aumentan el flujo de individuos en el lugar, causando aglomeración.

Usuario en sala de espera: persona que viene del ingreso de usuarios y espera ser atendido de acuerdo con su turno de llegada, por lo tanto, debe esperar al momento de su atención, generando aglomeración en el lugar.

Salida usuarios: persona que culmina su proceso de entrega o compra de productos y sale del sistema. Este al salir disminuye la saturación del sistema, pero se debe tener en cuenta que, si la salida es menor a la entrada, la aglomeración de usuarios será mayor dentro del establecimiento.

Aglomeración de personas: cantidad de personas que se encuentran en el servicio. Puede ser alto o bajo dependiendo de la cantidad de ingreso, salida y de la capacidad del lugar. Es decir, a mayor ingreso y menor salida mayor será la concentración y viceversa.

Dispensación EPS: entrega de uno o más productos farmacéuticos a uno o varios usuarios de EPS que acuden al servicio farmacéutico y han pasado todo el proceso de ingreso. La dispensación aumenta la salida de productos y este a su vez disminuye el inventario.

Facturación y salida de productos: proceso de facturar en el sistema los productos requeridos por el cliente para su posterior cobro y entrega. Esto disminuye el inventario y por ende el stock de productos.

Inventario: cantidad de productos o mercancía que se encuentran en el servicio farmacéutico y que va a ser afectada por la salida de estos. La afectación de salida del inventario afectará posteriormente el stock de productos.

Stock: Tope de productos que se requieren para suplir la demanda y los pronósticos de salida. Si el inventario disminuye este se afecta de igual forma y por ende disminuyen los productos para suplir la demanda generando los llamados pendientes de productos. Es decir, a menor a stock mayor será la generación de pendientes o faltantes.

Pendiente de productos: Faltante de uno o más productos del total requerido por el cliente o usuario al momento de la entrega. La generación de un pendiente aumenta el ingreso de usuarios ya que este volverá nuevamente al servicio farmacéutico y además incrementará el flujo de personas en el establecimiento, generando así, incremento en la aglomeración de personas en el lugar.

Carga laboral: Exceso de trabajo, requerimientos, situaciones o tiempo a los que está sometido el empleado durante su jornada laboral. El aumento de carga laboral viene del aumento del flujo de personas ya que se genera un esfuerzo más de lo normal para atender la creciente demanda.

Capacidad de atención: cantidad de personas que pueden ser atendidas en una jornada laboral de acuerdo con el número de servidores. El aumento del flujo de usuarios aumenta la fatiga y esta genera la disminución de capacidad de atención ya que es mayor las personas a atender que los que atienden. La disminución de esta aumenta el tiempo de atención por persona.

Tiempo de atención: Cantidad de tiempo requerida para atender una persona y culminar con el servicio prestado. Esta variable depende de la capacidad de atención, es decir, si la capacidad disminuye se incrementa el tiempo en la atención. Además, afecta de forma directa la salida de usuarios, por ende, entre más tiempo tome atender un usuario o cliente será más el tiempo que demora en salir y debido a esto disminuye la salida.

Expuestos a contagio: personas que están más propensas a contagiarse por el COVID-19 debido al aumento del flujo y aglomeración de personas. Entre mayor sea la exposición se aumentará el riesgo de contagio.

Riesgo contagio COVID-19: probabilidad de que una persona al estar más expuesta a un agente patógeno se contagie, en este caso por el virus COVID-19, es decir que, si el riesgo es alto se es más propenso al aumento de infectados.

Infectados: personas que contraen un agente patógeno, en este caso contagio por COVID-19. Este ingresa a su organismo, debido al alto riesgo de contagio que hay en el lugar, al aumentar estos hay una creciente en los usuarios enfermos.

Enfermos: persona con alteración de su estado de salud (física, social o mental) debido a una patología. En este caso, debido al aumento de infectados por COVID-19, lo cual genera incremento personas enfermas y su vez sube el ingreso de usuarios ya que son personas que deben acudir

al servicio para compra o suministro de productos farmacéuticos para mejorar su salud.

Elaboración de protocolo: construcción de documento que especifica los pasos a seguir para cumplimiento de labores de prevención y acción, en este caso el contagio por COVID-19. Si la preparación de estas medidas aumenta, se deben adecuar los procesos, por ende, incrementan estos cambios.

Adecuación del proceso: es la adaptación de este, de tal manera que se realice una mejora, con el fin de que el resultado final sea mejor que el anterior. El aumento de protocolos de bioseguridad incrementa la adecuación del proceso normal de entrega y venta de productos, este a su vez acrecienta la capacitación del nuevo proceso.

Capacitación del personal: es la actividad realizada por una organización con el fin de mejorar las actividades, respondiendo a las necesidades del medio. La adecuación de un proceso me aumenta la capacitación del personal para informar acerca del cambio realizado, por ende, se obtendrá empleados calificados, lo que incrementa la aplicación de los cambios realizados. Es decir, la aplicación de protocolos se acrecienta debido a lo anterior.

Aplicación de protocolos de bioseguridad: medidas preventivas emitidas y adoptadas por entes y empresas para disminuir el riesgo de contagio del COVID-19. Si este aumenta este, el riesgo de contagio es menor, por ende, disminuye, así el ingreso de personas sea alto, un adecuado protocolo disminuye el riesgo.

Ventas: es el acto de entregar un producto a cambio de un incentivo, en este caso monetario. Es decir, al cliente se le entrega productos farmacéuticos a cambio de un pago monetario. Al aumentar el ingreso de

usuarios particulares incrementa la posibilidad de vender y como consecuencia hay un crecimiento del consumo o demanda.

Ingresos: Es una unidad de medida de la cual se percibe un valor por la entrega de un bien o servicio y de cual se percibe ese valor debido al beneficio que este genera. Al aumentar el consumo de productos se incrementan los ingresos y por ende las utilidades del negocio.

Utilidades: es el resultado del ingreso recibido descontando los gastos. Al aumentarme los ingresos por la venta de productos incrementa la utilidad y por ende la capacidad de inversión en mejorar la atención para hacer más ágil el proceso. Además, si los gastos de establecimiento aumentan las utilidades disminuyen, lo que resta capacidad para suplir el stock óptimo, disminuyendo este.

Inversión en mejorar la atención: cantidad de valor que se agrega para mejorar un proceso, puede ser en capacitación, tecnología, servidores, entre otros. Es decir, se mejora los procesos y por ende el servicio, satisfaciendo las necesidades del cliente sin desmejorar. A mayor utilidad, se obtendrá la manera de aumentar la inversión en estos recursos, por ende, aumentará la capacidad de atención, mejorando el servicio.

Satisfacción cliente: indicador para medir que tan satisfechos están los clientes con la atención que reciben del personal o servicio. Una ágil capacidad de atención incrementará el servicio al cliente y al aumentar esta, crece el ingreso tanto de usuarios EPS como particulares.

Reposición: es la acción de restituir un producto faltante con el fin de suplir el stock y satisfacer la demanda pendiente. Si aumentan los pendientes, crece la reposición y a su vez incrementará las compras.

Compras: acción de adquirir un producto o servicio a cambio de una contraprestación monetaria. Es decir, que en esta se realiza un intercambio. Al aumentar la reposición crece la compra de productos y por ende acrecientan los gastos.

Gastos: es la acción de invertir en la compra de un producto o servicio. El acto de aumentar las compras genera incremento en los gastos y entre más sumen los gastos se disminuye las utilidades o beneficios que tiene la empresa.

5.3 Definición políticas.

Telefarmacia: esta variable va de la mano con la facturación digital ya que la receta o formula médica puede llegar directamente al servidor y ser cargada por el sistema de facturación sin necesidad de presentar documento físico o asistir al lugar. El aumento de esta política permita disminuir el ingreso tanto de usuarios como clientes y por ende el contagio por COVID-19.

Servicio a domicilio: acción de entregar directamente un producto al cliente en su lugar de preferencia. La aplicación y aumento de este, repercute en la disminución del ingreso clientes al servicio farmacéutico ya que estos pueden solicitar el servicio sin necesidad de asistir al sitio. Además, afecta de manera creciente la satisfacción del cliente y también los gastos ya que se debe hacer contratación del personal y equipos necesarios para esta labor, es decir, si aumenta el servicio a domicilio también crecen los gastos generados por este concepto.

Facturación digital: es un tipo de factura electrónica que se hace a través de un sistema informático, el cual permite validar los datos del requerimiento y realizar el proceso sin necesidad de presentar un

documento en físico o asistir al sitio. La facturación electrónica permitirá realizar el envío de la fórmula médica desde el médico tratante hasta el servicio farmacéutico sin tener ningún contacto físico y con la ayuda de la telefarmacia y servicio a domicilio realizar posteriormente el envío de los productos al consumidor. El aumento de esta facturación permitirá disminuir el tiempo de atención además del ingreso de usuarios de EPS.

5.4 Paso de tiempo y fronteras del sistemas.

Paso de Tiempo: para el presente modelo será de 1 (uno) y la unidad de medida será hora. La evaluación del modelo de esta forma permitirá observar el comportamiento de los usuarios dentro del sistema, el movimiento de productos y el riesgo de contagio por COVID-19. Además, las políticas de mejora permitirán observar la mejoría en caso dado en este período de tiempo.

Fronteras del sistema: dentro de los límites de sistema se consideran, los usuarios que están dentro, es decir, clientes o consumidores, el servicio farmacéutico, empleados o servidores de este e índices económicos del lugar que están relacionados con la prestación del servicio.

De acuerdo con lo anterior se realizó un modelo causal donde se muestra la relación que existe entre las variables mencionadas. Con este, se elabora el diagrama causal (Ver Figura 2. Diagrama causal) y se establece la relación de estas y los ciclos conformados, mostrando la dinámica presente. El esquema se elabora en el programa Vensim.

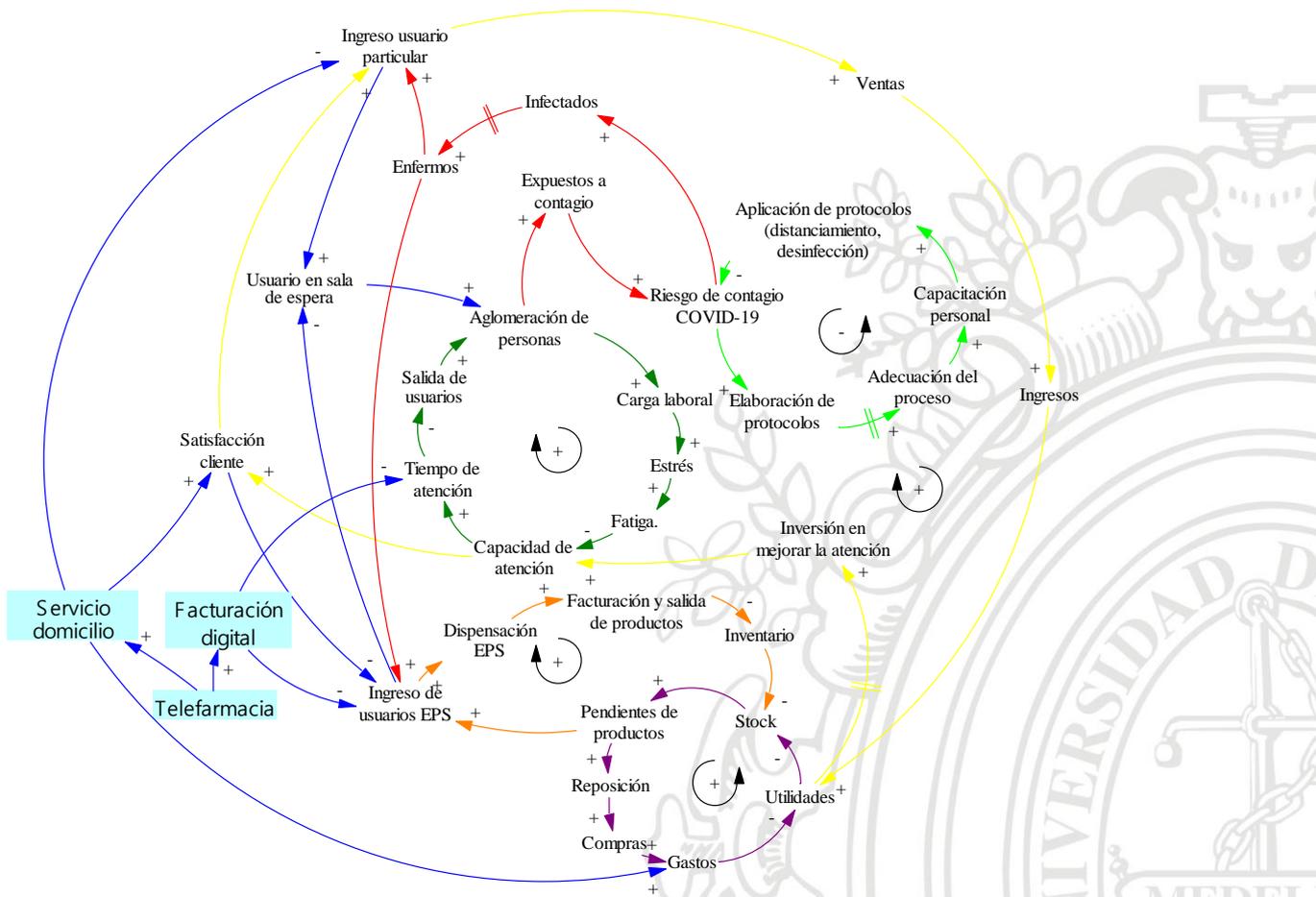


Figura 2. Diagrama causal.

5.5 Ciclos del sistema.

A continuación, se presentarán los diferentes ciclos considerados más importantes dentro del sistema (Ver Tabla 1. Ciclos del sistema), con las variables que intervienen dentro de ellos y una breve descripción de lo que acontece.

Tabla 1. Ciclos del sistema

CICLOS DEL SISTEMA	
1	Ciclo ingreso usuarios EPS
2	Ciclo aglomeración de personas sobre el riesgo de contagio COVID-19
3	Ciclo ingreso clientes particulares
4	Ciclo stock de productos sobre la reposición
5	Ciclo carga laboral
6	Ciclo elaboración de protocolo de bioseguridad sobre riesgo de COVID-19

5.5.1 Ciclo Ingreso usuarios EPS.

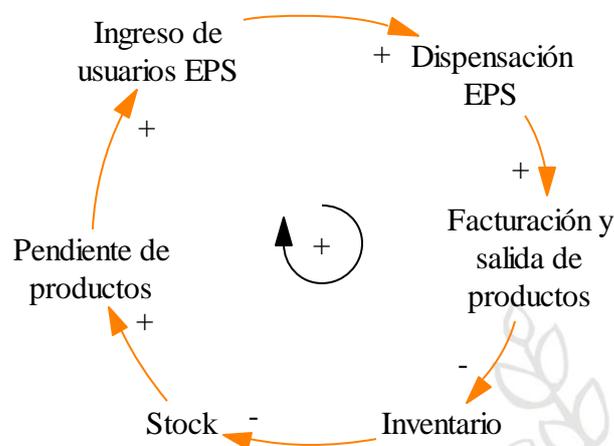


Figura 3. Ciclo ingreso usuarios EPS.

Explicación.

El ciclo de la figura 3 muestra como el ingreso de usuarios EPS y dispensación de productos afecta considerablemente el inventario. Esto se debe a que los pacientes que salen de consulta médica y los de productos pendientes llegan al servicio aumentando el ingreso de personas, todos ellos pasan a su respectiva dispensación, lo que conlleva al incremento de esta. Durante la dispensación se realiza la facturación y salida del sistema de estos productos, afectando negativamente el inventario y como consecuencia de esto se disminuye el stock. Al rebajar el stock no hay disponibilidad de alguno(s) producto(s) para una nueva dispensación lo que conlleva a generar los pendientes, es decir, a menor stock, mayor número de pendientes. Al final, entre mayor sea la cantidad de individuos con pendientes, mayor es el ingreso de estos ya que es un usuario que debe volver al servicio y sumar a la entrada normal de personas.

5.5.2 Ciclo aglomeración de personas sobre el riesgo contagio COVID-19.

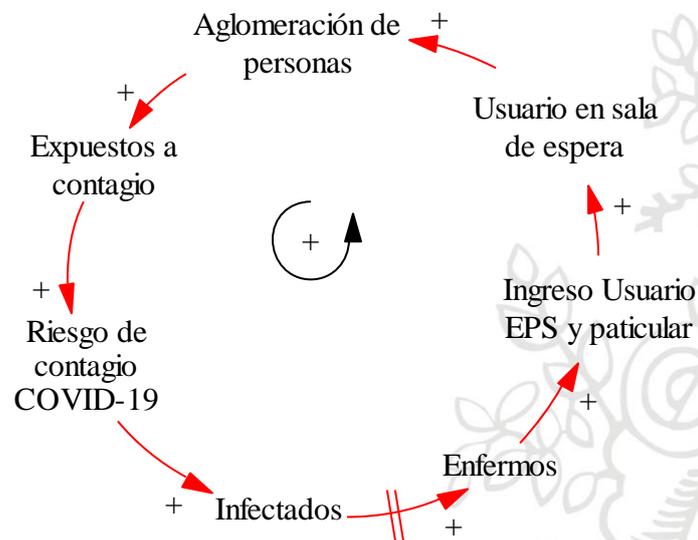


Figura 4. Ciclo aglomeración de personas sobre el riesgo contagio COVID-19

Explicación.

El ciclo de la figura 4 muestra el impacto que tienen los altos flujos o volumen de personas en un mismo sitio, sobre el riesgo de contagio por COVID-19. Este se debe a que, si es mayor la aglomeración de personas dentro del establecimiento, mayor van a ser los usuarios expuestos al virus, el alto grado de esta exposición se verá reflejado en un mayor riesgo de contagio y frente a un alto riesgo, la probabilidad de infectados es más alta, por ende al aumentar los infectados crecen los enfermos, lo que como resultado genera más ingreso al establecimiento debido a que los pacientes o personas enfermas son los que acuden normalmente a este sitio, repitiendo el ciclo y reforzándolo.

5.5.3 Ciclo ingreso clientes particulares.

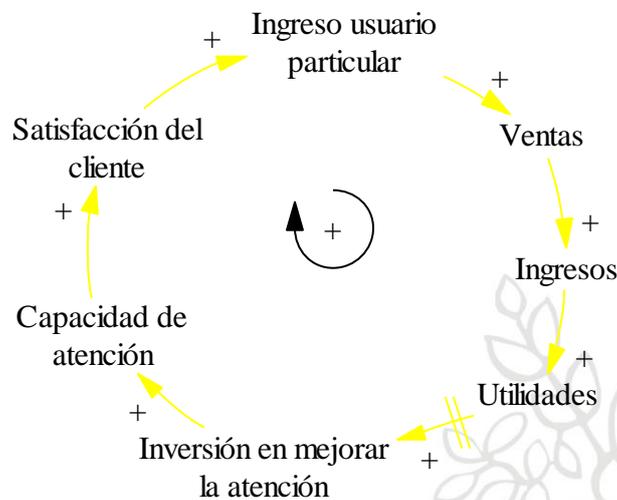


Figura 5. Ciclo ingreso de clientes particulares

Explicación.

El ciclo de la figura 5 muestra el impacto que tiene el ingreso de usuarios particulares sobre las utilidades debido al aumento de ventas. Al incrementar el ingreso de usuarios para compras particulares hay un crecimiento en ventas, el aumento de estas produce un impacto positivo, ya que entre mayor sean las ventas, mejor serán las utilidades. Con el crecimiento de estas se pueden realizar inversión en mejoras para la atención, estas pueden ser desde contrataciones, locativas, equipos, software, mejoras de procesos, etc. El aumento en las mejoras permite perfeccionar la capacidad de atención, es decir, se prestará un servicio más ágil, por ende, se obtendrá un cliente satisfecho con la prestación y de esta manera será un comprador que regrese al lugar y atraerá nuevos consumidores, incrementando el ingreso de estos últimos, lo que al final terminará reforzando el ciclo.

5.5.4 Ciclo stock de productos sobre la reposición.

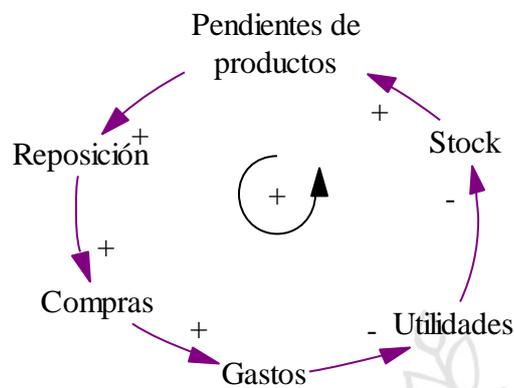


Figura 6. Ciclo stock de productos sobre la reposición.

Explicación.

El ciclo de la figura 6 muestra la injerencia que tiene el aumento de pendientes de productos sobre los gastos generados por estos retrasos en las entregas, a su vez sobre las utilidades percibidas y, por ende, sobre el stock óptimo del servicio farmacéutico. El aumento de pendientes genera un incremento en la reposición de los productos, pues se debe generar un nuevo pedido para suplir esta necesidad. Al subir las reposiciones se deben crear nuevas compras, si bien van a suplir las necesidades requeridas, también aumentarán el gasto generado, lo que a posterior disminuirá la utilidad por la prestación de este servicio. Al disminuir la utilidad se disminuye el flujo de dinero lo que conlleva a demoras en completar el stock y por ende este reduce, como resultado de esto hay crecimiento de pendientes lo que refuerza el ciclo.

5.5.5 Ciclo carga laboral.

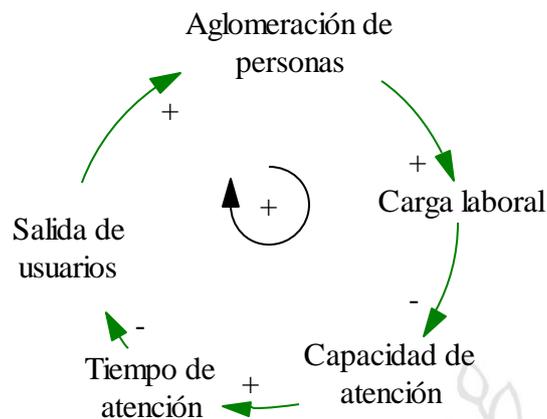


Figura 7. Ciclo carga laboral

Explicación.

El ciclo de la figura 7 muestra la injerencia que tiene el aumento en la carga laboral sobre la capacidad de atención y a su vez el incremento del flujo de personas por la baja salida de usuarios del servicio farmacéutico. El aumento de la carga laboral hace que disminuya la capacidad de atención debido al sobreesfuerzo y cansancio en los empleados. Lo anterior genera aumento en el tiempo de atención lo que como consecuencia crea demoras en la salida de los usuarios, acentuando mayor aglomeración de personas en el sitio y por ende mayor carga laboral, reforzando así el ciclo.

5.5.6 Ciclo elaboración de protocolo de bioseguridad sobre riesgo de COVID-19.

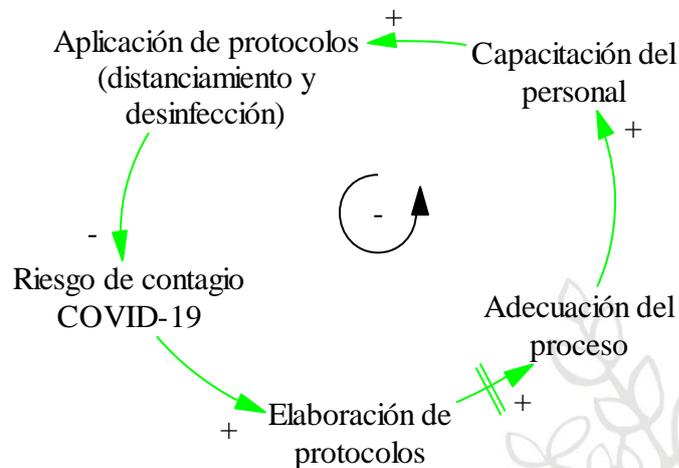


Figura 8. Ciclo elaboración de protocolo de bioseguridad sobre riesgo de COVID-19.

Explicación

El ciclo de la figura 8 muestra cómo se afecta el riesgo de contagio por COVID-19 cuando se elaboran y se aplican medidas como protocolos de bioseguridad. Al elaborar protocolos se deben adecuar los procesos, por ende, ambos aumentan, la adecuación del proceso genera crecimiento en la capacitación al personal para su respectivo entendimiento y puesta en marcha, al tener un mayor número de personal capacitado se acrecienta la aplicación del protocolo. Al aplicar las medidas enmarcadas dentro del protocolo disminuirá el espacio locativo y por ende las personas dentro del establecimiento lo que conlleva a disminuir el riesgo de contagio, debido a esto se reforzará la implementación del protocolo para no permitir subir de nivel el riesgo, lo que balanceará el ciclo.

5.6 Variables con retardo.

Inversión en mejorar la atención. Esta variable requiere de días para poder implementarse pues como se muestra en el ciclo de la Figura 5. Ciclo ingreso de clientes particulares, depende de las utilidades generadas, es decir, a mayor utilidad mayor es la probabilidad de inversión. Por ende, las utilidades percibidas no se evidencian en un día, sino que se tomarán algunos días para que sean las adecuadas para realizar esta inversión.

Adecuación del proceso: La adecuación del proceso va a requerir de días para ser implementado, pues, primero se debe evaluar el proceso actual como funciona para luego realizar los cambios pertinentes y posterior a esto, entrar a la práctica el proceso nuevo. Para entrar a aplicar este, se debe primero comprometer a los colaboradores y que entiendan la importancia del cambio ya que ellos son los directamente implicados en el accionar del mismo. Por ende, esta adecuación se vería reflejada en días.

Enfermos: esta variable depende de los infectados, los días que se demora para aparecer los síntomas son de tres a cinco días después de estar expuesto o infectado. Por esta razón, esta variable tiene un retardo, dado que su aparición no depende de un día, sino de varios días para presentarse. (OMS, preguntas y respuestas sobre COVID-19).

5.7 Diagrama de flujos y niveles

En las tablas 2, 3, 4 y 5 se realizó una descripción de cada una de las variables que intervienen en el diagrama de flujos y niveles, en estas, se efectuó una clasificación del tipo de variables, su ecuación o valor numérico y las unidades de medida.

Tabla 2. Descripción de variables de nivel

Descripción de variables de nivel				
#	Nombre de la variable	Tipo de variable	Definición (valor numerico/ecuación)	Unidades de medida
1	Usuarios en sala de espera	Nivel	Ingreso clientes EPS+Ingreso clientes particular-Dispensación y ventas	Personas
2	Personas en facturación	Nivel	Dispensación y ventas-Salida de usuarios	Personas
3	Personal capacitado	Nivel	Personal en capacitación	Personas
4	Personas Enfermas	Nivel	"Contagiados COVID-19"-Fallecidos-Personas recuperadas	Personas
5	Inventario	Nivel	Reposición-Productos vendidos	Productos
6	Presupuesto de inversión	Nivel	Cobro x cuota moderadora+Ventas-Costo domiciliario-Mejoras en la atención-Valor compra producto	Pesos

Tabla 3. Descripción de variables de flujo

Descripción de variables de flujo				
#	Nombre de la variable	Tipo de variable	Definición (valor numérico/ecuación)	Unidades de medida
1	Ingreso clientes EPS	Flujo	Tasa ingreso EPS*(Satisfacción del cliente+1)/2	Personas/horas
2	Ingreso clientes particulares	Flujo	Tasa ingreso particular*(Satisfacción del cliente+1)/2	Personas/horas
3	Salida de usuarios	Flujo	IF THEN ELSE((Personas en facturación)-(Servidores*Tasa de atención)>0,(Servidores*Tasa de atención),Personas en facturación)	Personas/horas
4	Dispensación y ventas	Flujo	IF THEN ELSE(Usuarios en sala de espera-Clientes atendidos x hora>0, Clientes atendidos x hora , Usuarios en sala de espera)	Personas/horas
5	Contagiados COVID-19	Flujo	Aglomeración de personas*(Tasa de contagio+1)/2*Tasa de expuestos	Personas/hora
6	Personas recuperadas	Flujo	DELAY FIXED(Personas enfermas*Tasa de recuperados,Tiempo de recuperación,0)	Personas/hora
7	Fallecidos	Flujo	DELAY FIXED(Personas enfermas*Tasa de fallecidos,Tiempo de recuperación,0)	Personas/hora
8	Personal en capacitación	Flujo	(Servidores-Personal capacitado)/Tiempo de capacitación	Personas/hora
9	Productos vendidos	Flujo	IF THEN ELSE(Inventario-((Clientes x domicilio+Ingreso clientes particular)*Tasa de productos vendidos)>0,(Clientes x domicilio+Ingreso clientes	Productos/hora

			particular)*Tasa de productos vendidos,Inventario)	
10	Reposición	Flujo	Pedido proveedor	Productos/hora
11	Ventas	Flujo	Productos vendidos*Promedio valor x producto	Pesos/hora
12	Valor compra producto	Flujo	Pedido proveedor*Promedio valor compra productos	Pesos/hora
13	Mejoras en la atención	Flujo	Costo de inversión*"Se invierte?"	Pesos/hora
14	Cobro x cuota moderadora	Flujo	Ingreso clientes EPS*Promedio valor cobro cuota	Pesos/hora
15	Costo domiciliario	Flujo	Salario domiciliario	Pesos/hora

Tabla 4. Descripción de variables auxiliares

Descripción de variables auxiliares				
#	Nombre de la variable	Tipo de variable	Definición (valor numerico/ecuación)	Unidades de medida
1	Aglomeración de personas	Variable	Usuarios en sala de espera+Personas en facturación	Personas/horas
2	Carga laboral	Variable	Aglomeración de personas/(Servidores*Tasa de atención)	Dmnl
3	Satisfacción del cliente	Variable	Capacidad de atención(Carga laboral)	Dmnl
4	Clientes x domicilio	Variable	Tasa disminución entrada usuarios x domicilios*((Satisfacción del cliente+1)/2)Tasa ingreso particular	Personas/hora
5	Pedido proveedor	Variable	(Nivel de inventario deseado-Inventario)/Tiempo de reposición	Productos/hora

Tabla 5. Descripción de tasas y constantes

Descripción de tasas y constantes				
#	Nombre de la variable	Tipo de variable	Definición (valor numerico/ecuación)	Unidades de medida
1	Tasa ingreso EPS	Tasa	20	Personas/horas
2	Tasa ingreso particular	Tasa	10	Personas/horas
3	Tasa de atención	Tasa	Facturas electrónicas x hora	Personas/horas
4	Clientes atendidos x hora	Tasa	12	Personas/horas
5	Facturas electrónicas x hora	Tasa	100	Facturas/hora
6	Servidores	Constante	6	Dmnl
7	Capacidad de atención	Graph	[(0,0)-(1,1)],(0,0),(0.250765,0.0219298),(0.455657,0.280702),(0.498471,0.504386),(0.519878,0.798246),(0.605505,0.973684),(1,1)	
8	Tasa de contagio	Tasa	(Servidores-Personal capacitado)/Servidores	Dmnl
9	Tasa de expuestos	Tasa	0.08	Dmnl
10	Tasa de fallecidos	Tasa	0.05	Dmnl
11	Tiempo de recuperación	Tasa	180	Horas
12	Tasa de recuperados	Tasa	0.95	Dmnl
13	Tiempo de capacitación	Constante	1	Horas
14	Tasa disminución entrada clientes x domicilio	Tasa	1	Dmnl
15	Tasa de productos vendidos	Tasa	8	Productos/persona

16	Tiempo de reposición	Constante	12	Horas
17	Nivel de inventario deseado	Constante	10000	Productos/hora
18	Promedio valor x producto	Tasa	15000	Pesos/producto
19	Promedio valor compra productos	Tasa	10000	Pesos/producto
20	Salario domiciliario	Constante	10000	Pesos
21	Se invierte	Constante	0-1	Dmnl
22	Costo de inversión	Constante	20000	Pesos /hora
23	Promedio valor cuota	Constante	3500	Pesos

Luego de consignar la información descrita en las tablas anteriores y analizado las relaciones existentes entre las diferentes variables que conforman el modelo, se procedió a realizar el diagrama de flujos y niveles (Ver figura 9. Diagrama de flujos y niveles), el cual fue realizado conforme a la información anterior en el programa Vensim y que puede apreciarse a continuación:

Posterior al diagrama de flujos y niveles realizado se describieron las siguientes variables de nivel y auxiliares más relevantes, con el fin dar mayor claridad y alcance del modelo presentado.

5.7.1 Variables de nivel

De acuerdo con lo anterior, para el presente trabajo se definieron 6 variables de nivel, las cuales representan un proceso de acumulación dentro del sistema y son significativas para el estudio. De esta forma se tienen:

- **Usuarios en sala de espera**

Los usuarios en sala de espera, muestra la cantidad de personas que se encuentran en sala esperando ser atendidos en la dispensación o venta y que se ve influenciada con el ingreso de personas al lugar sea por EPS o venta particular. Así mismo, esta variable se indica la capacidad máxima de personas en el lugar (30 personas). Esta variable de nivel esta alimentada por el ingreso de clientes particular o EPS y su salida depende de la cantidad de personas que pasen a dispensación o venta de los productos, es decir, que entre menor sea el paso mayor va a ser la concentración de personas y entre mayor sea el paso disminuye la concentración de estas en la sala. Esta variable está definida por la siguiente ecuación:

$$\text{Ingreso clientes EPS} + \text{Ingreso clientes particular} - \text{Dispensación y ventas}$$

- **Personas en facturación**

Personas en facturación muestra la cantidad de personas que se encuentran recibiendo sus productos y que esperan terminar con la entrega para proceder a la salida del establecimiento, sea por entrega EPS o compra de lo adquirido. Así mismo, se indica la capacidad máxima de atención la cual es de 6 personas en cada instante, esto con relación a la cantidad de servidores (6 personas) que atienden en el lugar, es decir, si la cantidad de servidores disminuye, disminuye la salida y por ende será menor las personas en facturación, caso contrario sucede cuando los servidores

aumentan o están al máximo. Esta variable está definida por la siguiente ecuación:

Dispensación y ventas-Salida de usuarios

- **Personal capacitado**

El personal capacitado muestra la cantidad de personas que se tienen disponibles para atender en el sistema y que han cumplido con el proceso de formación establecido por la empresa para aplicación de protocolos contra el COVID-19. Así mismo, si todo el personal está capacitado la tasa de contagio será menor y entre menor sea el personal capacitado la tasa de contagio será mayor por no tener claridad en la aplicación de protocolos. Esta variable se encuentra definida por la siguiente ecuación:

Personal en capacitación (Initial value=0)

- **Personas enfermas**

Personas enfermas muestra la cantidad de personas que ya han sido contagiadas por COVID-19 y que esperan que pase el tiempo de aislamiento para recuperarse (10 a 14 días). Esta variable, esta alimentada por los contagios y su salida depende de los recuperados o fallecidos, es decir, a mayores personas contagiadas, aumentan las enfermas y caso contrario si menor son los contagios. Esta variable se encuentra definida por la siguiente ecuación:

"Contagiados COVID-19"-Fallecidos-Personas recuperadas

- **Inventario**

Inventario muestra la cantidad total de productos disponibles en el establecimiento para suplir la demanda. Esta variable esta alimentada por la reposición de productos y su salida depende de los productos vendidos. Así, entre mayor sea la reposición mayor será el inventario y viceversa, por

el contrario, entre mayor sea la salida menor será el inventario y viceversa. Esta variable se encuentra definida por la siguiente ecuación:

Reposición-Productos vendidos

- **Presupuesto de inversión**

Esta variable muestra la cantidad de dinero que se tiene disponible para invertir en mejoras que ayuden a fortalecer la atención a los clientes. El presupuesto esta alimentado principalmente por las ventas y en parte por el valor cobrado por cuotas moderadoras. Su salida está condicionada por el valor de compra de productos, las mismas mejoras que se realicen el costo de conseguir un domiciliario. Así, entre mayores sean las salidas, menor será el presupuesto, caso contrario sucede si las entradas son mayores, pues tienen un efecto de aumento sobre esta. Esta variable se encuentra definida por la siguiente ecuación:

$$\text{Cobro } x \text{ cuota moderadora } + \text{Ventas} - \text{Costo domiciliario} - \text{Mejoras en la atención} - \text{Valor compra producto}$$

5.7.2 Variables auxiliares.

Dentro del modelo realizado existen una gran cantidad de variables auxiliares, algunas con un mayor impacto o relación con la problemática abordada en el presente trabajo. Es por esto, para la explicación de este se hizo necesario centrarse en aquellas que fueran relevantes y tuvieran gran injerencia en la explicación de la problemática planteada. De acuerdo con esto se tiene:

- **Aglomeración de personas**

Esta variable es tal vez la más importante dentro del sistema, pues del comportamiento de esta, dependen de variables como contagiados y carga laboral. Esta, se compone por el ingreso de los niveles usuarios en sala de

espera y personas en facturación, y la salida, por el flujo de contagiados COVID-19 y la variable carga laboral. La ecuación que define esta variable es la siguiente:

$$\text{Usuarios en sala de espera} + \text{Personas en facturación}$$

- **Contagiados COVID-19**

Esta variable de flujo se compone por el producto entre la aglomeración de personas, tasa de contagio y tasa de expuestos. La aglomeración de personas genera un gran impacto en esta, pues entre mayor sea la aglomeración, mayor son los contagios. La tasa de expuestos es un valor supuesto de 0.05 y la tasa de contagio se mueve entre 0 y 1, lo cual, si esta es cercana a uno la acumulación de personas aumenta por la tasa de expuestos y si es cercana a cero, quiere decir, que hay un descenso de esta, por ende, disminuye tanto la aglomeración como el contagio. La necesidad de sumar 1 y dividir sobre 2 la tasa de contagio es por la razón de que si esta es igual a cero toda la ecuación es cero, por ende, el resultado de contagios sería nulo y lo cual no es coherente, pues la variable aglomeración siempre va a tener personas de modo que el contagio puede ocurrir. La salida de esta variable de flujo está dada por el nivel de personas enfermas, así, si el contagio aumenta, crece el nivel y viceversa. La ecuación que define esta variable es la siguiente:

$$\text{Aglomeración de personas} * (\text{Tasa de contagio} + 1) / 2 * \text{Tasa de expuestos}$$

- **Carga laboral**

Esta variable se compone de la división entre la aglomeración de personas sobre los servidores por la tasa de atención, esta última está asociada a una de las políticas de mejora que es la facturación electrónica. Los servidores es una constante y la tasa de atención depende de cuantas facturas electrónicas se generen, es decir, entre mayor sea la tasa de atención partiendo de la facturación electrónica, menor es la carga laboral

y, por el contrario, entre menor sea mayor es la carga. Por ende, si la carga laboral es mayor a 1 hay sobre trabajo en el personal, lo que conlleva a disminuir la satisfacción del cliente que es la salida de esta variable. La ecuación que define esta variable es la siguiente:

$$\text{Aglomeración de personas}/(\text{Servidores}*\text{Tasa de atención})$$

- **Satisfacción del cliente**

Esta variable está definida por las entradas de carga laboral y capacidad de atención. Es una variable adimensional cuyo resultado está enmarcado entre cero y uno, lo que indica que entre más cercano a 1 más clientes satisfechos y más cercano a cero menos clientes satisfechos. Lo que se busca es lograr la meta de satisfacción, la cual sería cercana al 100%. Esta tiene relación con la variable capacidad de atención la cual es una variable tipo LOOK UP. La ecuación que define esta variable es la siguiente:

$$\text{Capacidad de atención (Carga laboral)}$$

- **Capacidad de atención**

Esta variable está definida como tipo LOOK UP (Ver figura x. Graph Lookup- Capacidad de atención) y tiene injerencia en la variable satisfacción del cliente, la cual busca obtener una meta próxima al 100% de satisfacción, es decir, si la capacidad de atención es cercana a 1, la satisfacción se acrecienta y si es cercana a cero la otra decrece. El gráfico (Ver Figura 10. Graph Lookup – Capacidad de atención) definido es la función sigmoide la cual en el período de tiempo dado permite observar el comportamiento de la variable influenciada. Los valores que definen esta variable son:

$$[(0,0)-(1,1)], (0,0), (0.250765,0.0219298), (0.455657,0.280702), (0.498471,0.504386),(0.519878,0.798246),(0.605505,0.973684),(1,1)$$

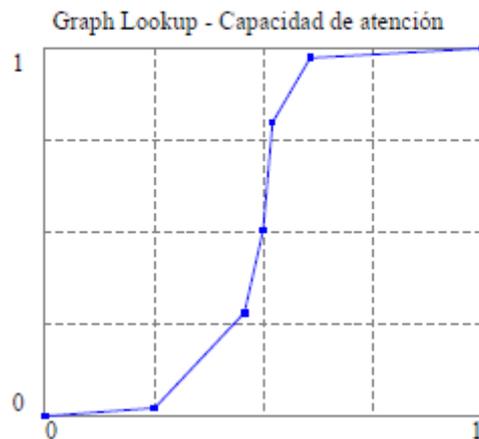


Figura 10. Graph Lookup- Capacidad de atención

- **Cientes por domicilio**

Esta variable hace parte de las políticas de mejora implementadas y esta alimentada por el producto de la tasa de disminución entrada usuarios por domicilio y satisfacción del cliente y a su vez restado de la tasa ingreso EPS y particular. El aumento de esta variable permite disminuir el ingreso al establecimiento. Bien sea por EPS o particular, disminuyendo así la aglomeración de personas, y por ende el contagio por COVID-19. La ecuación que define esta variable es la siguiente:

$$Tasa\ disminuci3n\ entrada\ usuarios\ x\ domicilios * ((Satisfacci3n\ del\ cliente + 1) / 2) - Tasa\ ingreso\ EPS - Tasa\ ingreso\ particular$$

6. VALIDACIÓN Y RESULTADOS

6.1 Validación del modelo

Algunos de los datos ingresados para la validación del modelo proceden de la entrevista realizada al director responsable de uno de los servicios farmacéuticos de baja complejidad en el municipio de La Ceja Antioquia (Ver anexo 3), donde se realiza entrega tanto para EPS como venta particular de productos farmacéuticos. Los demás datos son supuestos utilizados en el desarrollo del modelo, los cuales deben mostrar resultados cercanos a los observados en el sistema real.

De acuerdo con lo anterior, es posible medir el grado de efectividad de la aplicación de facturación electrónica y servicio a domicilio y, realizar una comparación sobre cómo es la conducta de la aglomeración de personas y contagio por COVID-19.

Se realizó una simulación sobre el comportamiento de entrada de usuarios y de acuerdo con esto, demostrar sobre hipótesis como aumenta la aglomeración de personas en el establecimiento y su impacto sobre el contagio y enfermos por COVID-19. Esta se realizó por un período de tiempo de 5 días o 60 horas laboradas, teniendo en cuenta que el horario de apertura es de 12 horas diarias, durante el cual se busca observar resultados gráficos según la información ingresada.

Para la explicación y análisis se tomaron los siguientes escenarios, enfocados en variables cuyo impacto fuera más relevante con relación a los resultados obtenidos según los objetivos planteados. Además, se acudió al empleo de gráficos elaborados en el programa Vensim como evidencias, y así, mostrar de manera más ilustrativa lo logrado. También, se mostrará como el programa simula la problemática actual de aglomeración de

personas y sus repercusiones en la salud de los usuarios y empleados, por ejemplo, se observaron variables como carga laboral, contagio COVID-19 y enfermos. Luego de esto, se expuso como es el comportamiento de algunas variables debido a la implementación de políticas como facturación electrónica y servicio a domicilio.

6.2 Resultados

6.2.1 Análisis escenario tendencial 1. hipótesis aglomeración de personas, contagiados covid-19 y carga laboral sin política de mejora.

Se inicio con la variable de aglomeración de personas, donde el número de clientes en el lugar es la suma de usuarios en sala de espera y personas en facturación. Partiendo de los datos suministrados por el entrevistado; 20 usuarios que ingresan por EPS y 10 por ingreso particular, se asumió que para el sistema sería de 30 usuarios y 6 servidores, es decir, 36 personas, lo cual es la capacidad máxima. Teniendo en cuenta que la variable personas en facturación es una constante durante el período simulado de 6 personas, se observa que la aglomeración depende en este sentido de los usuarios en sala de espera.

Como se observa en la Figura 11. Relación personas en facturación y usuarios en sala, vemos que personas en facturación permanece constante, mientras que usuarios en sala tiende a crecer durante todo el período simulado.

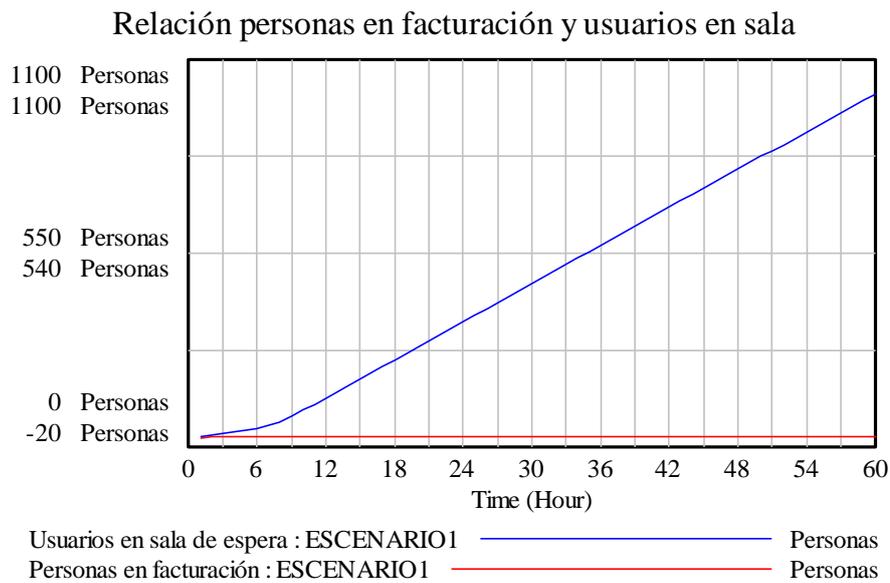


Figura 11. Relación personas en facturación y usuarios en sala

Ahora bien, si tomamos individualmente la gráfica de las variables aglomeración de personas y carga laboral, como se observa en la Figura 12. Aglomeración de personas y carga laboral, se puede ver un comportamiento ascendente de ambas variables, es decir, a más horas mayor es el incremento de estas.

La variable aglomeración muestra un incremento leve al inicio de la simulación, pero a partir de las veinticuatro horas se evidencia un aumento más pronunciado debido a la acumulación de usuarios que se van presentando en el lugar.

La variable carga laboral, asociada también a la aglomeración de personas tienen un crecimiento en su comportamiento, donde se observa que partir de las 36 horas simuladas está por encima del 1% y sigue en aumento durante el resto de la simulación, lo que indica que la labor que desempeñan los servidores está por encima de su capacidad normal, y esto es debido al aumento de flujo de personas en el lugar. Es decir, los mismos servidores

atienden a más personas, conllevando a un sobreesfuerzo dentro de sus labores.

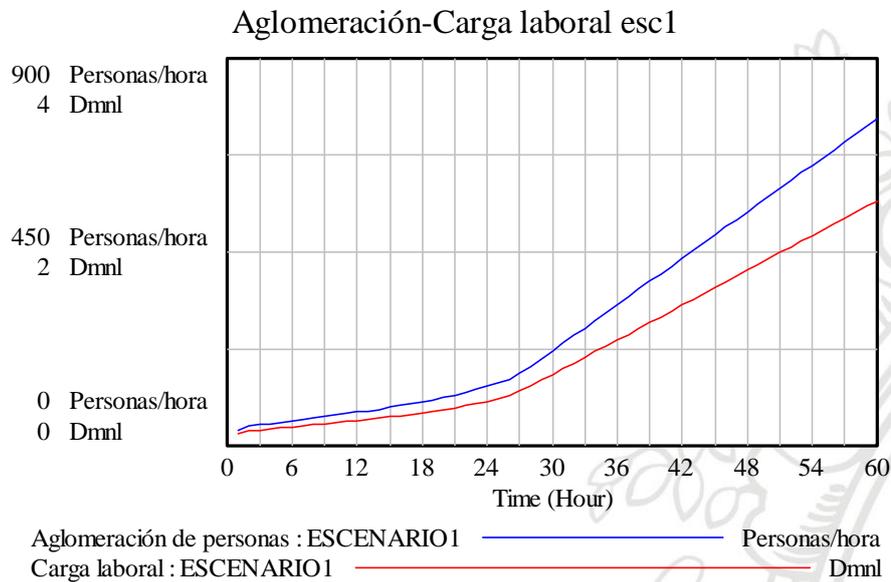


Figura 12. Aglomeración de personas y carga laboral

Como consecuencia de la variable anterior se tiene contagiados COVID-19. Esta variable es de gran importancia para la consecución de los objetivos, pues la solución problema radica en disminuir el número de contagios que puedan presentarse en el establecimiento por el alto flujo de personas en el lugar. El impacto de la aglomeración de personas sobre esta es directo, es decir, si la variable anterior aumenta esta crece y caso contrario si decrece.

Los contagios están asociados a una tasa de expuestos del 0.08%, cuyo valor es dispuesto hipotéticamente. Como se observa a continuación en la Figura 13. Contagiados COVID-19, podemos ver a lo largo de las 60 horas simuladas un leve decaimiento durante las primeras tres horas, después de esta hay un aumento en los contagios con una tendencia creciente durante el resto de la simulación.

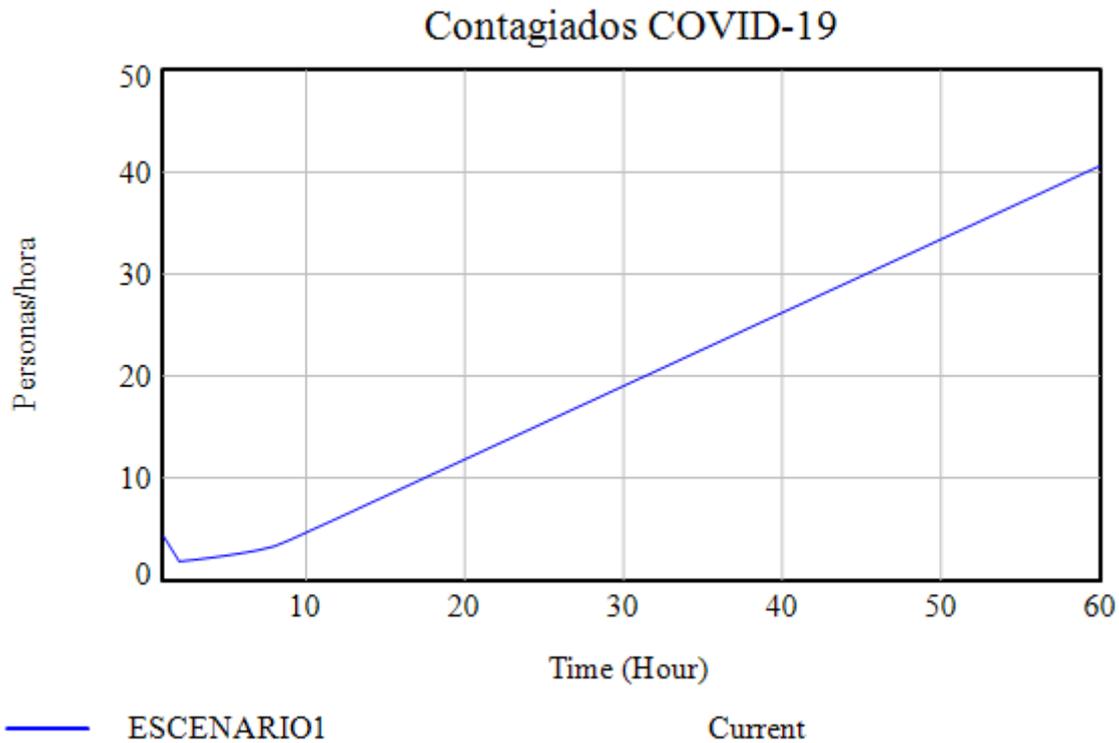


Figura 13. Contagiados COVID-19

Otra de las variables que son consecuencia por la aglomeración de usuarios, es la de personas enfermas. Como esta depende de los contagios se puede observar que su crecimiento es exponencial, este crecimiento se debe en gran parte, al período de recuperación, el cual es de 10 a 14 días, por ende, se debe simular más de 180 horas para observar un efecto de la variable recuperados o fallecido sobre esta. Como se observa en la Figura 14. Personas enfermas; siempre hay crecimiento en el período simulado, siendo mayor de las 20 horas en adelante, lo cual es coherente con la realidad, pues partiendo de la premisa que los síntomas o enfermos aparecen a partir del tercer o cuarto día de contagio, se ve que tiene concordancia con lo simulado.

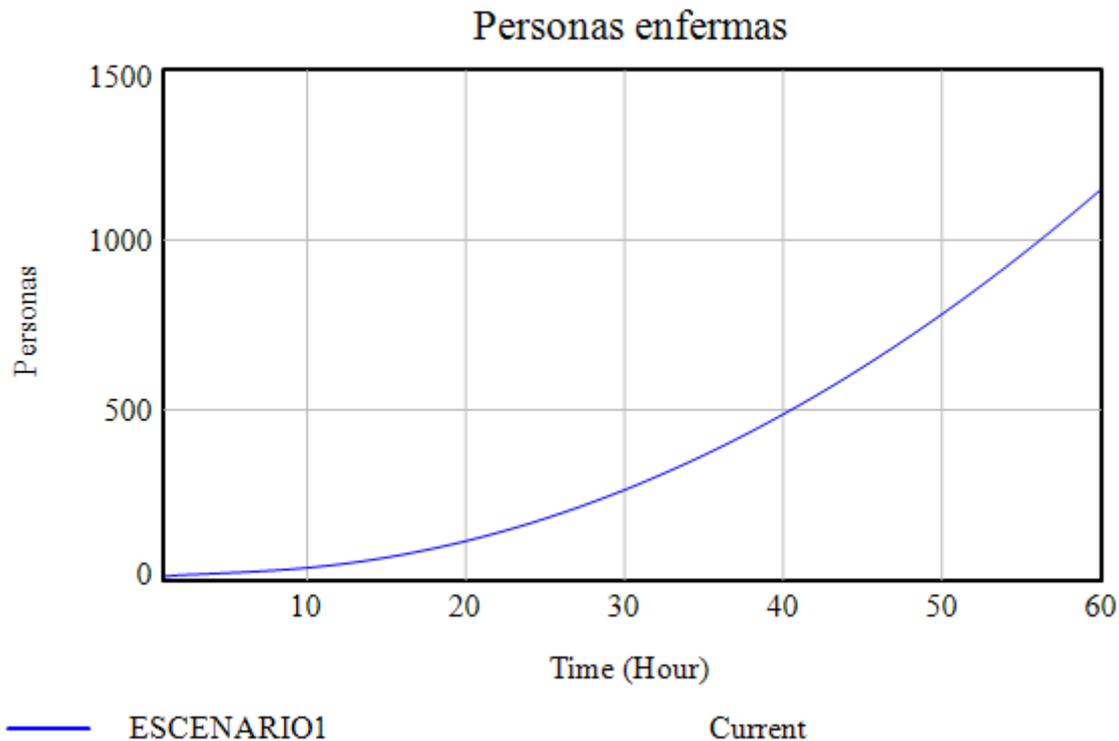


Figura 14. Personas enfermas

6.2.2 Análisis escenario tendencial 2. hipótesis aglomeración de personas, contagios covid-19 y carga laboral con política de mejora.

Para este escenario se tuvieron en cuenta la aplicación de políticas de mejora, donde el objetivo principal fue disminuir el ingreso de pacientes, creando alternativas de entrega de productos y agilizando el proceso mediante la aplicación de estas.

La variable facturas electrónicas es una de las políticas implementadas y tiene un impacto importante sobre la carga laboral y flujo de personas, pues mediante la aplicación de esta, se observa comportamiento de reducción de carga y aglomeración. Para esta política se ingresó un valor de 100 facturas por hora, cuyo valor es dispuesto hipotéticamente, teniendo en cuenta que con su aplicación se reduce el tiempo de atención por usuario, y partiendo

de los mismos 6 servidores, en promedio sería 15 facturas por cada servidor.

De acuerdo con los resultados obtenidos mediante esta política, se tiene una reducción considerable de la carga laboral, consiguiendo un efecto por debajo del 1%, como se observa en la Figura 16. Carga laboral esc1 vs esc2, lo cual indica que se trabaja a capacidad normal y los servidores no están sobre cargados.

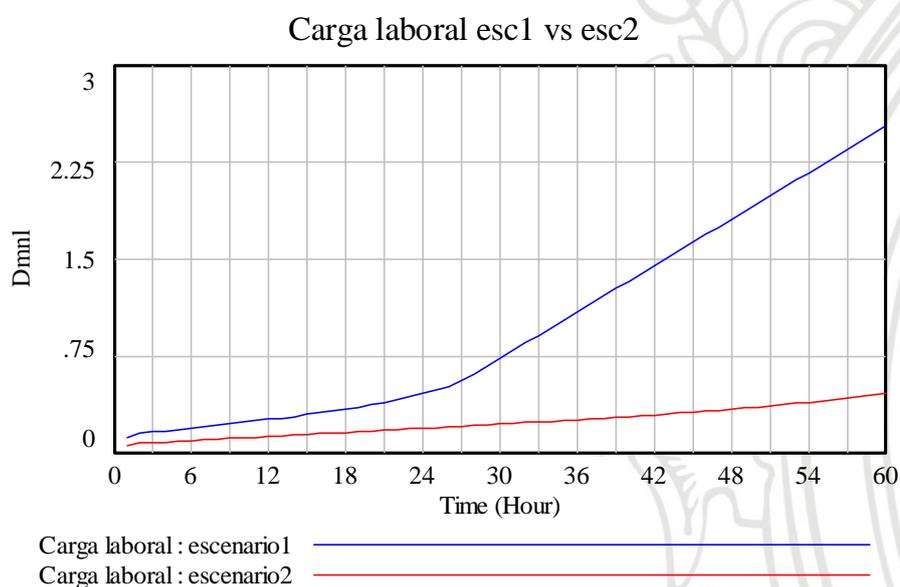


Figura 15. Carga laboral escenario1 vs escenario2

Otra de las variables que se ve influenciada por esta política, es la aglomeración de personas, pues durante el mismo período de tiempo simulado se observa como los valores son inferiores a la observado en la Figura 12. Aglomeración de personas y carga laboral. Lo anterior repercute positivamente sobre las personas contagiadas y enfermas, dando como resultado en una disminución de estas. En la Figura 16. Aglomeración de personas escenario1 vs escenario2, se observa el paralelo realizado del comportamiento de esta variable con y sin la aplicación de política. Además,

la Figura 17. Contagios COVID-19 escenario1 vs escenario2, muestra una gran mejoría en el número de contagiados durante el periodo simulado.

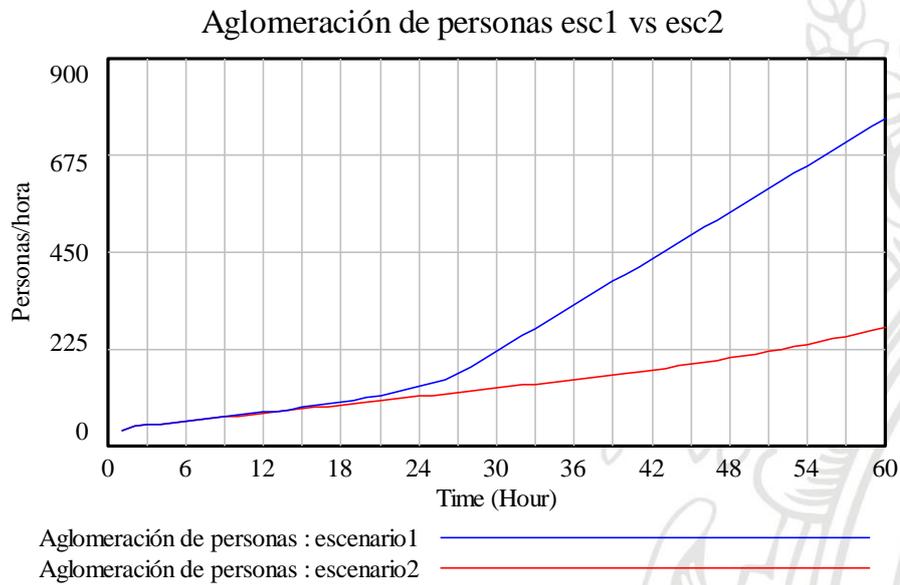


Figura 16. Aglomeración de personas escenario1 vs escenario2

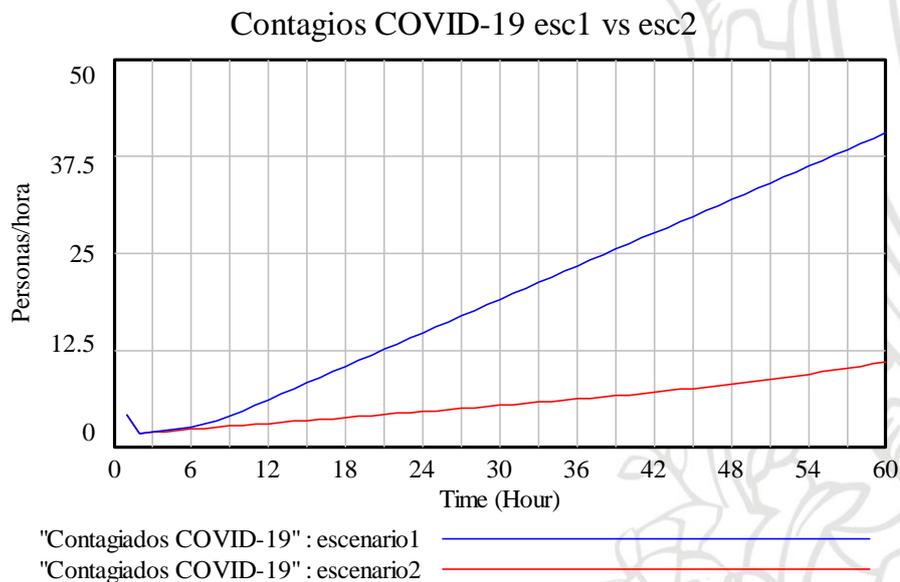


Figura 17. Contagiados COVID-19 escenario1 vs escenario2

La segunda política aplicada es la variable clientes por domicilio y de la cual se busca disminuir el ingreso de personas al lugar. Esta variable está asociada a una tasa de disminución de entrada por domicilios, la cual actúa como controlador, pues si esta es cercana a 1, el ingreso de usuarios particular decrece en parte y estos pasan a ser clientes por domicilio, caso contrario sucede si la tasa es cercana a cero. Partiendo de una tasa de disminución de 1 (uno), cuyo valor es dispuesto hipotéticamente, se observa en la Figura 18. Clientes por domicilio, como parte de los usuarios que antes ingresaban al establecimiento ahora pasan a ser domicilio. En esta se observa un crecimiento de estos clientes a partir de la quinta o sexta horas simuladas. Esto es positivo, pues son clientes que antes ingresaba de forma presencial y que ahora no ingresarán a saturar el sistema.



Figura 18. Clientes por domicilio

Otras de las variables para tener en cuenta son: inventario y presupuesto de inversión. El inventario tiene como salida los productos vendidos, por ende, como se muestra en la Figura 19. Inventario, tiene un decaimiento a partir de la octava hora simulada, lo cual tiene coherencia con la Figura 18.

Cientes por domicilio, pues a más clientes, aumenta los productos vendidos, como consecuencia disminuye el inventario. El valor inicial de inventario es de 8000 productos, dato suministrado en el Anexo 2.

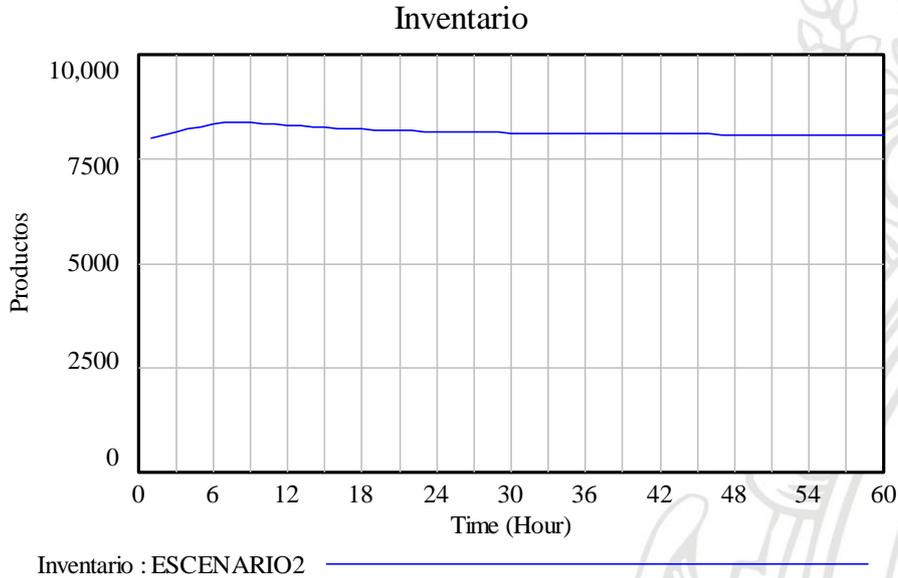


Figura 19. Inventario

En la Figura 20. Presupuesto de inversión, muestra un crecimiento luego de la octava hora simulada, lo cual es positivo, ya que de esto depende hacer mejoras en los procesos de la organización, esto se debe al aumento en variables como ventas, que, siguiendo con lo anterior, tiene relación, pues a mayores productos vendidos, mayores ventas, por ende, mayor presupuesto. El valor inicial de presupuesto de inversión es de 5000 pesos por hora, cuyo valor es dispuesto hipotéticamente.

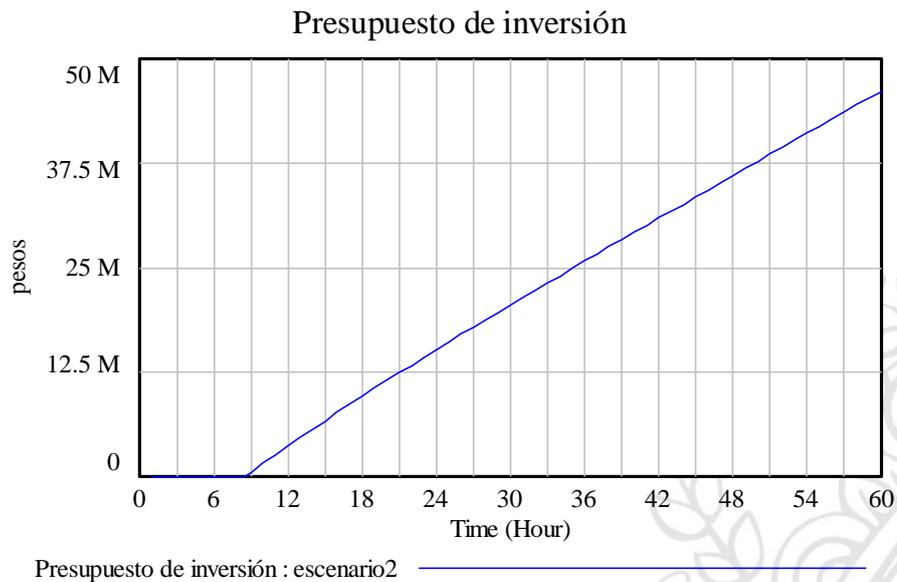


Figura 20. Presupuesto de inversión

Luego de analizar y exponer los resultados, es posible afirmar que la implementación propuesta para las políticas de mejora tiene un efecto positivo sobre todo el sistema y permiten acercar los resultados al objetivo de disminuir el ingreso de personas y agilizar el servicio para evitar o reducir el aumento de usuarios en el establecimiento, por ende, disminuir el riesgo de contagio y enfermos por COVID-19. Además, como se muestra, el presupuesto de inversión es creciente y pueden realizarse mejoras en la prestación del servicio, sin desmejorar este y cuidando la salud de los que acuden y laboran en el sitio.

7. CONCLUSIONES

De acuerdo con el análisis y desarrollo de la investigación, una vez culminados y estudiados todos los elementos que influyen en el aumento de la aglomeración de personas y de contagio por COVID-19, se logró mediante simulación expuesta, una disminución significativa en el ingreso y los contagios de personas, reduciendo tiempos de atención por factura. Esta disminución, tiene como consecuencia el descenso en la carga laboral lo que se reflejará en mejores resultados en cuanto a satisfacción del cliente, mejorando así la imagen que se tenga por parte de estos.

Este trabajo resulta ser primordial en cuanto a las necesidades organizacionales, pues el COVID-19 evidencio la necesidad de realizar cambios en los procesos desarrollados en los servicios farmacéuticos y sector salud. Pero para desarrollo y éxito de estos cambios, es necesario involucrar al personal que labora, que aportan a los procesos y servicios desarrollados en los servicios farmacéuticos, y así, generar responsabilidad y protagonismo en el cuidado de la salud de los usuarios que hacen uso del sistema y de la comunidad en general.

Al analizar la evolución de las tecnologías digitales hoy en día y referente a lo expuesto en el presente trabajo, resulta importante que en los tiempos de pandemia estas son de gran ayuda para agilizar y cambiar procesos, que tal vez, resulten obsoletos en la era digital. La utilización de herramientas tecnológicas, como se mostró, permite aplicar las mejoras como la facturación digital y así disminuir variables como la aglomeración y posterior contagio de usuarios, contribuyendo a reducir el deterioro de la salud pública en el país.

Finalmente, para que el sistema, según la simulación realizada, llegue a un servicio óptimo es necesario que se aumenten los clientes por domicilio y la facturación electrónica sea mayor a 100 facturas/hora, esto permitirá

disminuir aún más la exposición al virus y por ende los contagios por COVID-19. Además, la organización obtendrá posicionamiento entre las empresas del sector farmacéutico y salud, sin necesidad de realizar una inversión alta en costos. Algo muy importante, para tener en cuenta dentro de los beneficios resultantes, es que los empleados no estarán sobrecargados en sus labores, ya que se reducirá considerablemente la carga laboral, disminuyendo personas en el lugar, tiempos de atención y facturación.



8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alcaldía de Medellín. (2020). Efectos económicos y sociales por COVID-19 y alternativas de política pública. Un análisis para Medellín y el AMVA. Medellín: La Alcaldía. Disponible en: <https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/pccdesign/medellin/Temas/COVID-19/Publicaciones/Shared%20Content/Documentos/2020/AnalisisEfectosEconomicosCovid19.pdf>
2. ARACIL, Javier. *Dinámica de Sistemas*. Madrid. Isdefe. 1995. P 80. Banco Mundial (2020, abril). *La Economía en los Tiempos del COVID-19. LAC Semiannual Report*. Washington. Consultado en: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/33555>
3. Banco Mundial (2020, abril). *La Economía en los Tiempos del COVID-19. LAC Semiannual Report*. Washington. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/33555>
4. Collins, C. D., West, N., Sudekum, D. M., & Hecht, J. P. (2020). Perspectives from the frontline: A pharmacy department's response to the COVID -19 pandemic. *American Journal of Health-System Pharmacy*, 77(17), 1409–1416. Consultado en: <https://doi.org/10.1093/ajhp/zxaa176>
5. Cortés, V. (2020). Las lecciones que deja la pandemia a los restaurantes . *El Espectador*, 36(2), 2020. Disponible en: <https://www.elespectador.com/noticias/economia/las-lecciones-que-deja-la-pandemia-a-los-restaurantes/>
6. Costa Rica. Ministerio de Salud. (2020). Lineamientos generales para farmacias y actuación del farmacéutico debido a la alerta sanitaria por

coronavirus (COVID-19). San José. Disponible en:
https://www.ministeriodesalud.go.cr/sobre_ministerio/prensa/docs/lineam_gener_farm_actuacion_farmaceutico_debido_covid19_v1_03_042020.pdf

7. DANE. (2020). Comunicado de prensa, Geovisor - Índice de vulnerabilidad de fuente censal. Consultado en:
https://www.dane.gov.co/files/comunicados/Comunicado_visor_niveles_vulnerabilidad_covid19_Abril-15-2020.pdf

8. DONADO CAMPOS, Juan de Mata; DORMIDO CANTO, Sebastián y MORILLA GARCÍA, Fernando. (2005) Fundamentos de la dinámica de sistemas y Modelos de dinámica de sistemas en epidemiología. Madrid. P 11-16. Consultado en:
http://proyectosame.com/ds_documentos/manual_dinamica_sistemas.pdf

9. Eduardo De Leo; Diego Aranda and Gastón Andrés Addati, (2020), *Introducción a la Dinámica de Sistemas*, No 739, CEMA Working Papers: Serie Documentos de Trabajo., Universidad del CEMA. Disponible en:
<https://ucema.edu.ar/publicaciones/download/documentos/739.pdf>

10. Gel E, Jehn M, Lant T. (2020). *COVID-19 Healthcare Demand Projections: Arizona*.
<https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.05.13.20099838v2.full.pdf+html>

11. INSTITUTO NACIONAL DE VIGILANCIA DE MEDICAMENTOS Y ALIMENTOS. Decreto 2200 DE 2005, Capitulo 2, artículo 4). Recuperado de:

<https://www.invima.gov.co/documents/20143/453029/Decreto-2200de-2005.pdf/272bc063-41bd-7094-fc8f-39e5e8512d95?t=1541014861533>, consultado el 31 de julio de 2020

12. INSTITUTO NACIONAL DE VIGILANCIA DE MEDICAMENTOS Y ALIMENTOS. El Instituto - Quienes Somos. Recuperado de: <https://www.invima.gov.co/web/guest/quienes-somos>, consultado el 01 de agosto de 2020
13. Ministerio de Salud y Protección Social. (2007, 14 mayo). Resolución 1403 de 2007. Recuperado de: <https://www.invima.gov.co/documents/20143/453029/Resoluci%C3%B3n+1403+de+2007.pdf/6b2e1ce1-bb34-e17f-03ef-34e35c126949>, consultado el 31 de agosto de 2020
14. Ministerio de Salud y Protección Social. (2020, 12 de abril). Boletín de prensa N° 153, Si salvamos la salud pública, salvamos la economía. Recuperado de: <https://www.minsalud.gov.co/Paginas/Si-salvamos-la-salud-publica,-salvamos-la-economia.aspx> , consultado el 2 de agosto de 2020.
15. Ministerio de Salud y Protección Social. (2020, 23 de marzo). Establecimientos de alimentos, bebidas y medicamentos con lineamientos por COVID-19. Bogotá. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/Paginas/Establecimientos-de-alimentos-bebidas-y-medicamentos-con-lineamientos-por-COVID-19.aspx>
16. Ministerio de Salud y Protección Social. Salud Pública. Recuperado de: <https://www.minsalud.gov.co/salud/publica/Paginas/salud-publica.aspx>, consultado el 01 de agosto de 2020

17. Murillo, M. J. G. (2020). Covid-19 Y Su Influencia En El Comportamiento Del Consumidor. *Ciencia, Cultura Y Sociedad*, 5(2), 6-8.
18. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Preguntas y respuestas sobre la enfermedad por coronavirus (COVID-19). Recuperado de: <https://www.who.int/es/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public/q-a-coronaviruses>, consultado el 01 de agosto de 2020
19. ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. Políticas Farmacéuticas. Recuperado de: https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=1903:politicas-farmaceuticas&Itemid=1177&lang=es, consultado el 31 de julio de 2020
20. Ortiz, S. (2020). Comportamiento del consumidor de productos farmacéuticos en el distrito de Trujillo durante la emergencia sanitaria COVID -19. Trabajo de grado. Iquitos, Perú. Universidad Privada de La Selva Peruana. Consultado en: <http://repositorio.ups.edu.pe/bitstream/handle/UPS/166/Informe%20final%20tesis%20Sori%20Ortiz%20Barboza%202020.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
21. Otálora, M. j. S. (2018). *Propuesta Para La Gestión De La Calidad En El Aprovechamiento De Medicamentos De Una Ips En La Ciudad De Bogotá D.C.* Bogotá
22. Palacios Cruz, M., Santos, E., Velázquez Cervantes, M. A., & León Juárez, M. (2020). COVID-19, a worldwide public health

emergency. *Revista Clínica Española (English Edition)*, xx. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.rceng.2020.03.001>

23. Salar, L. (2020). El papel del farmacéutico comunitario en la crisis de la COVID-19. *Farmacéuticos Comunitarios*, 12(2), 3-4. Disponible en: [https://doi.org/10.33620/fc.2173-9218.\(2020/vol12\).002.01](https://doi.org/10.33620/fc.2173-9218.(2020/vol12).002.01)
24. Sociedad Española de Farmacia Familiar y Comunitaria (SEFAC). (2020). Propuesta para la dispensación y entrega de medicamentos y productos sanitarios en el domicilio del paciente desde la farmacia comunitaria durante el estado de alarma por COVID-19. Madrid: SEFAC. Disponible en: https://www.sefac.org/system/files/2020-04/DOCUMENTO%20DISPENSACION%20DE%20MEDICAMENTOS%20Y%20PS%20CON%20ENTREGA%20A%20DOMICILIO%2016-4-2020_1.pdf
25. Zamora Aguas, J. P. (2016). Coordinación En Redes De Suministro De Medicamentos. Caso Aplicado Al Sector Salud Colombiano. *EIA*, 171-183.

9. ANEXOS

Anexo 1. Ecuaciones de búsqueda

ECUACIONES DE BÚSQUEDA
Librería: Scopus
TITLE-ABS-KEY ("system dynamics" covid-19) AND (LIMIT-TO (PUBYEAR , 2020)) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA , "SOCI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "ENGI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "MEDI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "BIOC")) AND (LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "COVID-19") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "System Dynamics") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Epidemic"))
TITLE-ABS-KEY ("pharmacy AND COVID-19") AND (LIMIT-TO (PUBYEAR , 2020)) AND (LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Coronavirus Disease 2019") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Pharmacy (shop)"))
TITLE-ABS-KEY ("pharmaceutical strategies" covid-19) AND (LIMIT-TO (PUBYEAR , 2020)) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA , "MEDI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "MATH"))
Librería: Lilacs
covid-19 AND mercado laboral AND (db:("LILACS") AND mj:("Infecciones por Coronavirus" OR "Pandemias")) AND (year_cluster:[2019 TO 2020])

"system dynamics" covid-19 AND (mj:("Infecciones por Coronavirus" OR "Pandemias" OR "Análisis de Sistemas" OR "Modelos Teóricos")) AND (year_cluster:[2019 TO 2020])

Anexo 2. Influencia de cada variable del diagrama causal

INFLUENCIA DE LAS VARIABLES		
Número	Variable	Influye en
1	Ingreso Usuario EPS	3-6
2	Ingreso cliente particular	3-22
3	Usuarios en sala de espera	5
4	Salida de usuarios	5
5	Aglomeración de personas	11-14
6	Dispensación EPS	7
7	Facturación y salida de productos	8
8	Inventario	9
9	Stock	10
10	Pendientes de productos	1-27
11	Carga laboral	12
12	Capacidad de atención	13-26
13	Tiempo de atención	4
14	Expuestos a contagio	15
15	Riesgo contagio COVID-19	16-18
16	Infectados	17
17	Enfermos	1-2
18	Elaboración de protocolo	19
19	Adecuación del proceso	20
20	Capacitación del personal	21

21	Aplicación de protocolos de bioseguridad	15
22	Ventas	23
23	Ingresos	24
24	Utilidades	9-25
25	Inversión en mejorar la atención	12
26	Satisfacción del cliente	1-2
27	Reposición	28
28	Compras	29
29	Gastos	24
30	Servicio a domicilio	2-26-29
31	Telefarmacia	30-32
32	Facturación digital	1-13

Anexo 3. Entrevista director responsable servicio farmacéutico de baja complejidad en La Ceja.

<p>Entrevista director responsable servicio farmacéutico de baja complejidad en la ceja.</p>
<p>1. En promedio cual es la tasa de ingreso por personas tanto de EPS como particular al servicio farmacéutico por hora.</p> <p>R//. En cuanto a EPS en promedio son 20 a 25 personas por hora y particular entre 8 y 10 personas por hora.</p> <p>2. Cuál es la capacidad máxima de usuarios en sala de espera del establecimiento.</p>

R//. La capacidad máxima del lugar es de 30 personas, 15 sentadas y 15 más alrededor.

3. Cuantos servidores atienden durante todo el turno y cuál es el número de horas por turno.

R//. El horario de apertura del servicio es de 12 horas continuas y en estas doce horas atienden 6 servidores, son varios empleados, pero solo son 6 módulos para atender, por eso el máximo de servidores es de 6 durante toda la jornada.

4. En promedio cuantos usuarios son atendidos por hora de acuerdo con el número de servidores.

R//. En promedio por hora son atendidos más o menos 10 a 12 usuarios por cada servidor. Mas o menos el tiempo de atención por cada usuario es de 4 a 5 minutos.

5. Cuales es el número de productos en inventario con el que cuenta en el momento y el nivel deseado.

R//. En el momento el nivel de inventario con el que se cuenta es de 8000 a 9000, el nivel deseado está en 9000 a 10000 productos.

6. Cuál es la cantidad en promedio de productos que se dispensa a una persona.

R//. La cantidad promedio de productos por persona es de 4 a 6.

7. Cuanto tiempo en promedio se tarda la llegada del pedido a proveedor, es decir, desde que se realiza el pedido cuanto es

el tiempo promedio que demora en llegar contando solo horas hábiles.

R//. El tiempo promedio de llegada de pedido es de 12 horas.

8. En cuanto a las ventas, cual es el valor promedio de venta x producto.

R//. El valor promedio por producto de venta esta entre 9000 y 10000 pesos.

