



LABORATORIO PARA LA DETECCIÓN DE ENFERMEDADES INFECCIOSAS, APOYADO CON HERRAMIENTAS DE MACHINE LEARNING – MLABNARIÑO

Sixto Enrique Campaña Bastidas

**Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD
Pasto, Colombia**

Ana Isabel Vallejo Narvaéz, Lessly Gheraldy Munares Mera

**Hospital Universitario Departamental de Nariño - HUDN
Pasto, Colombia**

Resumen

El año 2020 pasará a la historia por el brote del coronavirus denominado SARS-Cov-2 o COVID-19, que generó una pandemia sin precedentes en el siglo XXI, evidenciando lo frágiles que pueden ser las personas ante este tipo de situaciones, originando la declaración de la misma como emergencia social o calamidad pública en todo el mundo, sin aún en este año 2021 controlarla completamente. Lo anterior ha alertado la comunidad científica mundial, para que la misma se encuentre expectante y en vigilia permanente ante la posibilidad de nuevos virus y situaciones similares que amenacen a la humanidad, con el fin de aunar esfuerzos para proponer soluciones que coadyuven a mitigar estos riesgos; para que nuevos virus como COVID-19 no se conviertan en pandemias y pongan en jaque al mundo. El proyecto Laboratorio MlabNariño, es una iniciativa alineada con la necesidad proponer soluciones para mitigar los riesgos que virus como COVID-19 puedan ocasionar, compuesta de tres fases: la primera para mejorar la infraestructura del laboratorio clínico del Hospital Universitario Departamental de Nariño (HUDN) para la toma y procesamiento de muestras en la detección de agentes biológicos de alto riesgo para la salud humana; la segunda, relaciona el fortalecimiento en la prestación de servicios científicos y tecnológicos para el procesamiento de pruebas RT-PCR en el diagnóstico temprano de eventos de interés en salud pública; y la tercera, busca fortalecer el programa de vigilancia y monitoreo para el reporte de información y control sobre eventos relacionados con enfermedades infecciosas, utilizando para ello herramientas digitales apoyadas en la Inteligencia artificial, específicamente mediante el uso de modelos de Machine Learning para el análisis de datos. El objetivo de

MlabNariño, ha sido mejorar las capacidades de CTel en el departamento de Nariño, para atender problemáticas asociadas con agentes biológicos de alto riesgo para las personas, fortaleciendo el laboratorio del HUDN y haciendo uso de herramientas informáticas de la Inteligencia artificial en el diseño y aplicación de modelos de IA para el análisis y reporte de datos. Por otra parte, el proyecto se clasifica como un estudio cuantitativo, correlacional de tipo longitudinal, debido a que relaciona elementos estadísticos; mide fenómenos ocurridos por agentes infecciosos; analiza la causa efecto de las situaciones presentadas; y trabaja en el análisis de la situación propuesta desde diferentes tópicos, teniendo en cuenta los elementos que la componen para explicar las causas asociadas y las consecuencias generadas. Lo anterior, cuantificando las relaciones entre las variables que hacen parte de los fenómenos identificados, con el fin de predecir posibles situaciones complejas asociadas con los agentes infecciosos y su comportamiento en la población Nariñense. Las pandemias son el nuevo temor de las personas, muchos científicos predicen que a futuro serán uno de los tantos problemas con los cuales tienen que luchar las personas, COVID-19, es la primera de esta generación, no se conoce cuantas aparecerán, pero es importante estar preparados y alistarse con herramientas clínicas y tecnológicas que permitan mitigar los riesgos y si es posible adelantarse a la próxima situación crítica que viva la humanidad.

Palabras clave: COVID-19; laboratorio tecnológico; enfermedades infecciosas; machine learning

Abstract

The year 2020 will go down in history due to the outbreak of the coronavirus called SARS-Cov-2 or COVID-19, which generated an unprecedented pandemic in the 21st century, showing how fragile people can be in these types of situations, causing the declaration of it as a social emergency or public calamity throughout the world, without even in this year 2021 fully controlling it. The foregoing has alerted the world scientific community, so that it is expectant and in permanent vigil before the possibility of new viruses and similar situations that threaten humanity, in order to join forces to propose solutions that help to mitigate these risks ; so that new viruses such as COVID-19 do not become pandemics and put the world in check. The MlabNariño Laboratory project is an initiative aligned with the need to propose solutions to mitigate the risks that viruses such as COVID-19 may cause, composed of three phases: the first to improve the infrastructure of the clinical laboratory of the Departmental University Hospital of Nariño (HUDN) for the collection and processing of samples in the detection of biological agents of high risk to human health; the second relates to strengthening the provision of scientific and technological services for the processing of RT-PCR tests in the early diagnosis of events of interest in public health; and the third, seeks to strengthen the surveillance and monitoring program for the reporting of information and control on events related to infectious diseases, using digital tools supported by artificial intelligence, specifically through the use of Machine Learning models for the analysis of data. The objective of MlabNariño has been to improve the capacities of CTel in the department of Nariño, to address problems associated with high-risk biological agents for people, strengthening the HUDN laboratory and making use of computerized tools of Artificial Intelligence in the design and application of AI models for data analysis and reporting. On the other hand, the project is classified as a quantitative, correlational longitudinal study, because it relates statistical elements; measures phenomena caused



by infectious agents; analyzes the cause and effect of the situations presented; and works on the analysis of the proposed situation from different topics, taking into account the elements that compose it to explain the associated causes and the consequences generated. The above, quantifying the relationships between the variables that are part of the identified phenomena, in order to predict possible complex situations associated with infectious agents and their behavior in the Nariñense population. Pandemics are the new fear of people, many scientists predict that in the future they will be one of the many problems with which people have to fight, COVID-19, is the first of this generation, it is not known how many will appear, but it is important to be prepared and get ready with clinical and technological tools that allow mitigating risks and, if possible, anticipate the next critical situation that humanity experiences.

Keywords: COVID-19; technological laboratory; infectious diseases; machine learning

1. Introducción

En el año 2020 el Ministerio de Salud y Protección Social (Presidencia, 2020) declaró la emergencia nacional, por la nueva pandemia por COVID-19, situación que ha afectado a todo el país, evidenciándose de manera particular en el departamento de Nariño un aumento de casos relacionados con enfermedades respiratorias, hecho que pone en inminente riesgo a esta región y a todo el país de que se complique la situación actual por cuenta del COVID-19 (Duran et al, 2020) y por la posibilidad de que se generen nuevas enfermedades infecciosas y zoonóticas emergentes, que afecta no sólo a Nariño, sino que es un riesgo para la salud global, dado que pueden resultar nuevos brotes, epidemias y pandemias en el futuro, por lo que el Hospital Universitario Departamental de Nariño (HUDN) y la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), han decidido aunar esfuerzos con el fin de desarrollar un proyecto de Investigación, que se ha dirigido en fortalecer el Laboratorio del HUDN para la detección de enfermedades infecciosas, apoyado en herramientas informáticas y tecnológicas para el análisis de los resultados que se generan en el mismo mediante el seguimiento a los pacientes que acuden a este laboratorio para identificar si padecen algún tipo de enfermedad infecciosa, como las relacionadas con el virus actual del COVID-19, el proyecto está en ejecución y cuenta con la financiación de Sistema General de Regalías del departamento de Nariño, mediante la participación de Minciencias.

Por otra parte, es importante mencionar que en Colombia, a parte de la pandemia del COVID-19, también se gestan enfermedades infecciosas según (Clason, 2012), relacionadas con microorganismos que causan: Dengue, Zika, Chikunguña y otros patógenos que pueden originar infecciones diarreicas, las cuales amenazan diariamente la salud humana, desencadenando enfermedades que incrementan la prevalencia de morbimortalidad, donde se requiere urgente un diagnóstico y monitoreo permanente, para favorecer la toma de decisiones eficientes y adecuadas a los contextos regionales, que propenda por un apoyo directo a la salud pública del país, logrando interrumpir a tiempo las cadenas de transmisión. Por lo anterior, el proyecto en mención busca mejorar la prestación del servicio diagnóstico de COVID-19 y co-morbilidad por otras infecciones, fortaleciendo las posibilidades de detección de enfermedades a nivel regional y apoyando los procesos que en esta materia se realizan a nivel nacional. El proceso realizado se ha enfocado en la búsqueda activa de pacientes con COVID-19, seguimiento de contactos e identificación



temprana en procura de reducir el riesgo de transmisión y evitar el colapso del sistema de salud local y regional. El fortalecimiento del laboratorio Clínico del HUDN, cuenta con equipos de última tecnología, automatizados de biología molecular, que son usados para el diagnóstico e identificación molecular de patógenos comunes que amenazan la salud humana. Los cuales sirven para la detección temprana, seguimiento de casos multi-resistentes y tratamiento oportuno, buscando con lo anterior disminuir la estancia hospitalaria prolongada y el riesgo de complicaciones asociadas al cuidado de la salud. En el laboratorio a la fecha se ha mejorado principalmente: lo relacionado con la contención y bioseguridad BSL2+ exigidos para su manejo según (Rangel et al, 2020); y la adaptación del área para la toma, recepción y procesamiento de muestras potencialmente infecciosas, actualmente enfocadas a diagnóstico de COVID-19. En relación con el aspecto tecnológico que involucra el área informática, el proyecto ha avanzado en el diseño y desarrollo de un sistema de seguimiento y control del cerco epidemiológico, el cual parte del cargue de las fichas SIVIGILA de los pacientes, que es exigido por el Instituto Nacional de Salud (2021) para todo paciente que se haga una prueba de enfermedad infecciosa; para luego complementar la misma con datos demográficos, sociales, médicos, entre otros, que requiere el sistema de MLABNariño y asociado al sistema de historias clínicas del HUDN con el fin de generar reportes que permitan la toma de decisiones y alertar ante la identificación de posibles patrones o estadísticas que sean de importancia para las autoridades médicas y gubernamentales del departamento. En este componente tecnológico se han utilizado herramientas de programación como PHP, JavaScript, HTML, entre otras, así como herramientas de base de datos como MYSQL y herramientas de análisis para modelado de datos y aplicación de Machine Learning como Python.

2. Descripción Fortalecimiento Laboratorio HUDN

El Laboratorio clínico del HDUN cuenta con una experiencia de cuarenta y tres años en el procesamiento de exámenes que han contribuido al diagnóstico precoz de las diversas patologías que aquejan a los usuarios, se compone de dos servicios homocentro y laboratorio clínico, los cuales se desarrollan en un área aproximada de 1233.88 m² divididos en dos niveles, primer nivel Homocentro el cual cuenta con acceso independiente y en segundo nivel laboratorio clínico. Las salas del laboratorio del HUDN cuentan con un sistema de envío y recepción de muestras mecánico con cápsulas, con un total de 18 estaciones en los diferentes servicios hospitalarios del HUDN. Contando con medidas de aislamiento ambiental y funcional dentro de su estructura física siendo independiente y apartada de las secciones hospitalarias y administrativas de la institución, lo que reduce la contaminación cruzada y riesgo de eventos adversos con el transporte y procesamiento de muestras, que se acompañan de una ventilación específica para el área de manejo de muestras biológicas con sistemas de flujo de aire y un sistema de ventilación controlada.

Dado que las instalaciones del laboratorio, se adecuaron a la norma técnica de laboratorios clínicos, contando con espacios relativamente nuevos en el tiempo, mantiene criterios de habilitación y calidad en el procesamiento y análisis de muestras biológicas relacionadas con patologías clínicas, contando con unidades de inmunohematología, microbiología, hematología y química. Con equipos de alta tecnología como el Analizador hematológico automatizado para uso diagnóstico in vitro, que proporciona análisis y conteo de reticulocitos, leucocitos, eritrocitos y plaquetas con reporte de 21 parámetros, tanto en sangre como en líquidos biológicos y fluidos



corporales. De igual forma el uso de tecnología VCS que permite diferenciar las cinco poblaciones leucocitarias normales y generar avisos de poblaciones anormales, este laboratorio contiene equipos para análisis de quimioluminiscencia automático, para pruebas especiales, que lleva a cabo el tratamiento completo de las muestras (predilución de las muestras, dispensación de las muestras y de los reactivos, incubación y operaciones de lavado), así como la medición y la evaluación de los resultados, es posible utilizar suero, orina o plasma. Equipo para análisis de prueba especiales que combina el método ELISA con una lectura final en fluorescencia, Equipos para pruebas de identificación y susceptibilidad con características de automatización inteligente que mejoran la eficiencia y reducen la necesidad de mantenimiento, en muestras difíciles como VISA, VRSA y MRSA. Pese a contar con un laboratorio clínico especializado, hasta el inicio de la pandemia el servicio de microbiología y biología molecular era un área que si bien funcionaba, no cantaba con capacidad instalada ni equipos que apoyen el análisis de muestras con tecnología de punta para la detección de virus o bacterias con alto potencial de riesgo biológico, ni espacios físicos con las especificaciones para el manejo de muestras que requieran un transporte, empaques y preparación para el procesamiento de acuerdo a la norma técnica. Para ello y a través del proyecto de investigación se contó con la adquisición de sistema automatizado de detección microbiana, sistemas cerrado de biología molecular que en sus técnicas amplifica en tiempo real distintos segmentos de la región del blanco genómico de interés; sistemas de análisis sindrómico y una serie de patógenos asociados, todo esto, visualizados en equipos como: el Mini 8 plus, que permite la realización de pruebas de Sars –Cov-2 - Técnica DirectDetect™ SARS-CoV-2 Detection Kit (PCR-Fluorescence Probe; o el MIGIT -320 – TBC; Microcentrifuga de mesa 60 Hz; y los equipos para implementación de pruebas bajo protocolo Seegen. Como complemento sustancial en el manejo de estos equipos y por ende las muestras a procesar, el laboratorio en su capacidad instalada, adecuó un espacio físico que cumple con la norma técnica para el manejo de muestras con riesgo biológico, incluyendo, sistemas de presión negativa, flujo laminar y de presión, zonas de aislamiento, que se complementaron con 2 Cabinas de bioseguridad – Clase II 1.2 m, Baño Seco tipo HB120-S, 2 Ultracongeladores (338 - 728 L) y 3 Neveras de Refrigeración (290 L). Con esta adecuación y estructuración de espacio físico como la dotación de equipos, se potencian nuevas formas de investigación basada en biología molecular que en un futuro y con la adquisición de nuevos equipos se podrá avanzar en la tipificación de genomas o nuevas cepas de virus o bacterias en ámbitos hospitalarios o clínicos aportando a la identificación temprana y al control oportuno de brotes epidemiológicos.

Es importante mencionar, que los laboratorios de biología molecular y microbiología, aportan a la identificación de virus bacterias y hongos presentes en los seres humanos, apoyando en técnicas de biología molecular que inciden de forma positiva en la inmunología, abriendo un espectro amplio sobre la complejidad del sistema inmune y su inferencia en varias patologías, no solo infecciosas sino crónicas como el Cáncer, como afirma (Villalón, 2014), que sostiene que la biología molecular ha aumentado la habilidad para entender, diagnosticar y tratar una gran variedad de enfermedades inmunológicas.



3. Descripción Seguimiento Cerco Epidemiológico pacientes COVID-19 en Nariño

La transmisión de COVID-19 actualmente ha aumentado considerablemente, tanto que pareciera que ya hace parte de la vida cotidiana de las personas y el diario que hacer, situación que puede complicarse mucho más, sino se contemplan de manera adecuada las medidas de bioseguridad recomendadas por las autoridades en salud y los entes gubernamentales. Lo anterior sustentado en que las personas que padecen COVID-19 son agentes de permanente riesgo de contagio, siendo vectores transmisores si no se adhieren a las medidas de bioseguridad y protocolos establecidos. Lo anterior hace referencia a los tipos de transmisión especificados en el manual PRASS, que menciona que el virus se puede transmitir al estornudar, toser, expulsar saliva, tocar superficies infectadas y luego tocarse boca o nariz o establecer contacto por más de 15 minutos con otras personas sin las medidas adecuadas de bioseguridad, inmediatamente se puede estar generando una cadena de contagio. Es importante resaltar que el COVID-19 ha generado una necesidad importante en el sector salud a nivel mundial, que corresponde a hacer contención a la pandemia como tal, aparte de fortalecer los sistemas de salud y centros de atención, con el ánimo de fortalecer el acompañamiento a los usuarios, brindando mayor acceso al sistema desde tecnologías como la telemedicina, permitiendo crear barreras de protección ante posibles contagios; realizando seguimiento a los pacientes que resultan positivos para SARS CoV2, para así crear un cerco epidemiológico adecuado, el cual permita frenar la cadena de contagio, siendo esta una labor unificada desde los entes gubernamentales, nacionales, departamentales y municipales, así como de las entidades prestadoras de salud, y de manera particular a todas las personas en la denominada responsabilidad social que estas deben asumir frente a la pandemia que se está viviendo. En el seguimiento a pacientes con enfermedades infecciosas, cada caso positivo conlleva a otros casos probables o sospechosos que hacen parte de su vínculo laboral, social y familiar; identificar estos posibles casos se hace posible gracias al sistema de vigilancia epidemiológica que se contempla en el país mediante el SIVIGILA y a su vez a la ficha 346, donde se identifican datos sociodemográficos y puntuales acerca del contagio de cada usuario, medios que se utiliza para su visita de verificación, y en el proyecto se aplica la llamada de seguimiento y acompañamiento (Ver figura 1). Lo anterior ha permitido que gracias a este proceso en el proyecto se hayan encontrado algunas patologías asociadas al virus y como estas generan repercusión en los pacientes, entre las comunes que la investigación ha arrojado se tienen: la enfermedad renal crónica, la enfermedad cardiovascular, la hipertensión arterial y la *diabetes Mellitus*, siendo las comorbilidades que mayor riesgo implican para una presentación clínica grave en pacientes con la COVID-19, seguidas en importancia por las inmunodeficiencias, hábito de fumar, enfermedad respiratoria crónica y enfermedad hepática crónica. Estos hallazgos son de importancia para el adecuado abordaje terapéutico de los pacientes afectados y para el desarrollo de estrategias de salud orientadas a la prevención y tratamiento de complicaciones médicas en el contexto de esta enfermedad, como se afirma en (Plasencia-Urizarri, 2020).



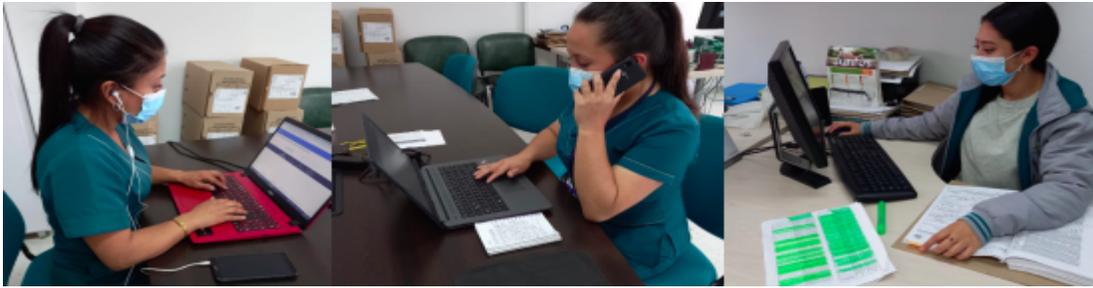


Figura 1.

Seguimiento cerco epidemiológico proyecto

La vida social de las personas va a ser diferente, pues el cambio de las costumbres y la cultura de las mismas a raíz de esta pandemia no serán iguales, se han tocado sectores económicos, educativos y hasta religiosos que jamás se imaginó y todo esto dejará lecciones importantes y permitirá a futuro generar más responsabilidades en educación basada en ciencia, priorizando la salud, pero algo en común que se tiene como resultado de la pandemia, es el nuevo idioma que se habla, sin importar la lengua, que corresponde a la bioseguridad. La transformación de las personas a raíz de lo que se está viviendo es evidente y el trabajo en conjunto que ha surgido desde todos los sistemas centrados en la salud ha dado pie a generar otras formas de trato, conociendo límites, formando, educando en el hábito que ha enseñado mucho más que el uso adecuado del tapabocas, demostrando afecto mucho más allá de un abrazo.

4. Análisis de Datos y Generación de reportes MLABNARIÑO

El proyecto en su fase de análisis de datos y generación de reportes, comprende las siguientes etapas: a. Diseño de sistema de información – Toma de muestras; b. Aplicar herramientas de análisis e Inteligencia artificial a la información capturada; c. Diseño de sistema de reportes – Generación de alertas y resultados.

a. Diseño del sistema de información – Toma de Muestras: La primera etapa que corresponde a la toma de muestras y uso de un sistema de información, que permite el cargue de los datos de las fichas SIVIGILA, las cuales corresponden al formato que todos los pacientes sospechosos de una enfermedad infecciosa diligencian. Este formato permite obtener los datos básicos del paciente, tales como: Identificación del contacto, desplazamiento y tipo de contacto, datos clínicos, datos del laboratorio y seguimiento a contactos. Complementando lo anterior en el aplicativo que comprende esta etapa, se relaciona a cada paciente que se encuentra en la ficha SIVIGILA con la información propia del sistema de Historias Clínicas del HUDN, lo anterior siempre y cuando el paciente exista en esta base de datos, con lo que se pretende obtener información relevante como: datos de hospitalización, exámenes médicos realizados; medicamentos recetados; comorbilidades, entre otros. Por último en esta etapa se diseñó un formulario, que permite capturar un seguimiento más completo del paciente que ha llegado al laboratorio, en el cual se piden los siguientes datos de caracterización epidemiológica del evento: si está hospitalizado, exámenes complementarios por la infección, lugares de exposición del virus, si atiende público, posibles lugares donde se contagió, si tiene familiares con la infección, el tipo de vivienda, los remedios caseros que ha tomado, los medicamentos que le han recetado y los que han tomado por su propia



cuenta, entre otros aspectos, los cuales han sido definidos con el equipo médico y epidemiológico del proyecto.

b. Aplicar herramientas de análisis e Inteligencia artificial a la información

capturada: En esta etapa del proyecto, se está trabajando en el diseño y prueba de modelos de datos con las variables capturadas en la etapa anterior, haciendo uso de la Inteligencia Artificial, específicamente mediante herramientas de Machine Learning, para lo cual se viene trabajando con el lenguaje de desarrollo Python. Esta etapa se busca identificar patrones e indicadores de la situación infecciosa en estudio, con el fin de generar reportes y alertas que permitan la toma de decisiones, en el caso actual se está trabajando con lo relacionado al COVID-19. En el proceso desarrollado, se ha logrado obtener más de 120 variables asociadas a los pacientes, las cuales son el resultado de integrar los datos de SIVIGILA, Historia clínica del HUDN y los propios obtenidos con el aplicativo MLABNARIÑO, la mayoría de tipo categórico por lo cual ha sido necesaria codificarlas y convertirlas a datos que permitan llegar a uno o varios modelos de Machine Learning que permitan establecer patrones y a su vez generar alertas con respecto a la información procesada. Al corte del envío de este documento el sistema reportaba 524 pacientes con resultado de la prueba positivo, de un total de 1554 pacientes que han utilizado el laboratorio del HUDN. En los primeros análisis realizados y mediante el uso de K-Means de Python, que corresponde a un algoritmo de clustering según (Cambronero & Moreno, 2006), aplicado a un proceso de clasificación de los datos obtenidos con los pacientes positivos, se pudo obtener con la aplicación de K=2, es decir con dos clusters en el modelo, dos grupos con variables comunes y tendencia de correlación alta entre ellos (ver figura 2). Por otra parte, también se han identificado los picos que ha tenido el comportamiento de casos positivos en las pruebas que se realizan en el laboratorio, siendo evidente que los meses de enero con cerca de 100 casos, abril 105 casos y mayo 108 es donde más casos se han presentado, manteniendo una tendencia de meseta para estos meses, donde los casos positivos no han disminuido, sino por el contrario tienden a aumentar, (ver figura 3). Como se dijo anteriormente, son muchas las variables que se tienen actualmente de las pruebas realizadas en el laboratorio, que en la medida que avance la investigación permitirán generar reportes y alertar acorde a lo estimado en el proyecto, de manera estadística y como reporte para este documento se pueden relacionar la siguiente información de algunas variables procesadas de los casos positivos analizados. a nivel de genero está en 54,3% los pacientes de sexo masculino y 45,6% de sexo femenino. A nivel de estrato se tiene que el 32% corresponde a estrato uno, 34% a estrato dos, 24% a estrato tres, 6% a estrato cuatro y 4% no se clasifica. A nivel de régimen de salud, se tiene que el 53% pertenece al régimen contributivo, 36% al régimen subsidiado, 6% al régimen especial y 5% sin clasificar.



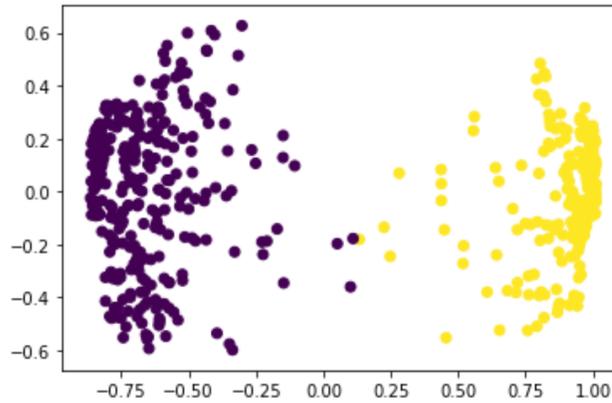


Figura 2. Clusters casos positivos COVID-19 – K-Means

Una variable interesante que muestra el grupo social en que los pacientes creen que se contagiaron corresponde al “tipo de contagio”, donde 1, significa grupo familiar, 2 grupo laboral, 3 Externos o en la calle, 4 En centros médicos, 5 en la marchas y 99 No sabe, en la figura 4 se pueden observar los resultados obtenidos de esta variable, donde la mayor relación que establecen los pacientes como tipo de contagio es el grupo familiar con el 33,8%, seguido del grupo laboral con el 25,9%, en el grupo de tipos de contagio externo o en la calle se tiene el 19,6%, quienes piensan que fue en un centro médico con el 2,8%, por las marchas el 1,3% y no sabe dónde pudo haber ocurrido con un 16,6%. También se indagó por la falla de bioseguridad que más incurrieron las personas con prueba positiva, encontrando que el 32,4% estima que fue debido a una falla en el distanciamiento social (2), el 29,1% no sabe en que falla incurrió (1), el 24,8% respondió que cree que fue por mal uso del tapabocas (3) y el 11,4% cree que falló en todas las medidas de protección (4), ver figura 5.

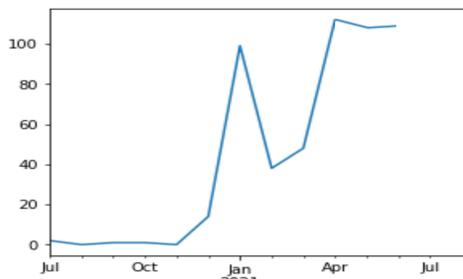


Figura 3. Pico Casos Positivos – MlabNariño

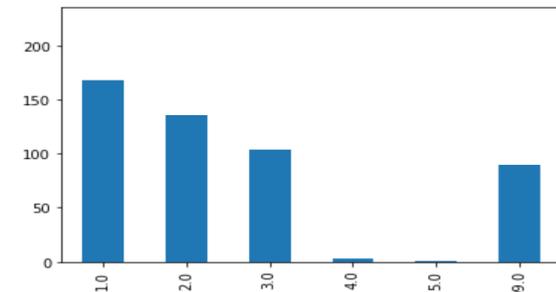


Figura 4. Tipo Contagio

Entre las variables que identifican rasgos distintivos en el estudio se tiene la que relaciona el tipo de remedios caseros más comunes que han utilizado los pacientes con COVID-19 positivo, encontrando que el 23,8% no ha utilizado ningún remedio casero (6), mientras que el 20,8% dice que ha tomado aguas aromáticas con limón generalmente (1), el 15,2% menciona que ha tomado bebidas con Jengibre principalmente (3), el 13,1% menciona que ha mezclado Mataratón, Jengibre y Moringa principalmente (5), el 10,4% menciona que ha tomado Moringa (4) como base de sus remedios, el 11,06% no responde a la pregunta (99) y el 5,3% menciona que la base de sus remedios es principalmente el Matararón (2), ver figura 6. Se podrían seguir mencionando más variables y datos estadísticos relacionados con la información hasta ahora recolectada, pero eso hará parte de otro documento dirigido principalmente al modelamiento de los datos y reportes generados.



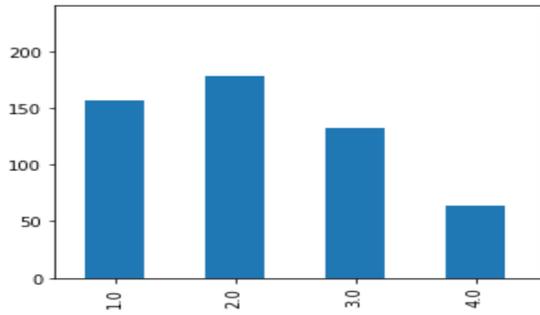


Figura 5, Falla de medidas de protección

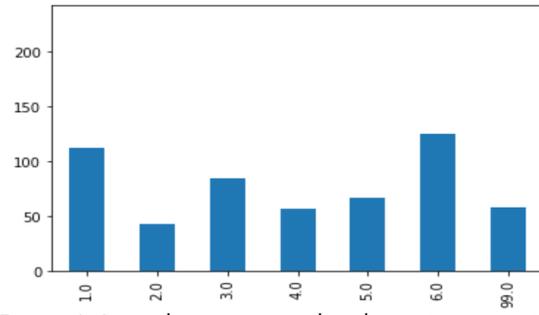


Figura 6. Remedios caseros utilizado pacientes positivos

c. Diseño de sistema de reportes – Generación de alertas y resultados: Esta etapa corresponde al desarrollo de varias aplicaciones donde el personal médico podrá acceder a la información, las autoridades en salud podrán corroborar resultados y la comunidad en general podrá conocer acerca de la caracterización y resultados de la situación presentada, aquí se incluye el diseño de aplicaciones Web, sistemas de información y APP, principalmente. Hasta ahora se ha avanzado en el diseño del sitio Web del proyecto: <https://mlabnarino.co>, así como también el aplicativo de generación de datasets para el análisis y modelado de datos, que se está trabajando en la etapa “b” antes mencionada. Por otra parte, la generación de reportes, consiste en organizar la información de manera que permita responder a la detección, prevención, opciones de respuesta y alternativas de recuperación de las posibles situaciones de la infección en análisis.

5. Conclusiones

Las pandemias son el nuevo temor de las personas, muchos científicos predicen que a futuro serán uno de los tantos problemas con los cuales tienen que luchar las personas, el COVID-19, es el primero de esta generación, no se conoce cuantos aparecerán, pero es importante estar preparados y alistarse con herramientas clínicas e informáticas que permitan mitigar los riesgos y si es posible adelantarse a la próxima situación crítica que viva la humanidad. La Inteligencia artificial y los algoritmos que hacen parte de esta ciencia, permiten que se puedan detectar, clasificar y predecir posibles eventos críticos en salud pública, es importante ajustar su uso y aplicarlos en situaciones como las que actualmente está viviendo la humanidad, dado que su precisión y análisis exhaustivo permiten obtener datos e información que el ojo humano o mediante el desarrollo de técnicas comunes estadísticas no es posible hacerlo.

6. Referencias

- Adams Villalón Y, Bencomo Hernández A, Rodríguez Leyva R, Aquino Rojas S, González Díaz I. La biología molecular en el estudio de la Inmunopatología. Rev Cubana Hematol Inmunol Hemoter [Internet]. 2014
- Aubert, J., Durán, D., Monsalves, M. J., Rodríguez, M. F., Rotarou, E. S., Gajardo, J., ... & Cuadrado, C. (2021). Propiedades diagnósticas de las definiciones de caso sospechoso de COVID-19 en Chile, 2020. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 45, e14.



- Cambronero, C. G., & Moreno, I. G. (2006). Algoritmos de aprendizaje: knn & kmeans. *Inteligencia en Redes de Comunicación, Universidad Carlos III de Madrid*, 23.
- Instituto Nacional de Salud. Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública -SIVIGILA. Consultado el 15 de junio de 2021 en: <https://www.ins.gov.co/Direcciones/Vigilancia/Paginas/SIVIGILA.aspx>
- Plasencia-Urizarri, Thais M., Aguilera-Rodríguez, Raúl, & Almaguer-Mederos, Luis E.. (2020). Comorbilidades y gravedad clínica de la COVID-19: revisión sistemática y meta-análisis. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 19(Supl. 1), e3389. Epub 10 de junio de 2020.
- Presidencia de la República de Colombia. Decreto 457 del 22 de marzo de 2020. Consultado el 15 de junio de 2021 en: <https://coronaviruscolombia.gov.co/Covid19/docs/decretos/presidencia/82-decreto-457.pdf>
- Ramos Clason, E. C. (2012). Transición epidemiológica en Colombia: de las enfermedades infecciosas a las no transmisibles.
- Rangel, R. I. H., Navarro, J. C., Arias, Y. E., Iglesias, J. R. R., Herrera, L., & Baca, M. V. F. (2020). Bioseguridad en laboratorios de diagnóstico molecular de SARS-CoV-2 (COVID-19) mediante RT-qPCR. *CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica*, 9(2), 207-226.

Sobre los autores

- **Sixto Enrique Campaña Bastidas:** Ingeniero de Sistemas, Especialista en redes y servicios telemáticos, Magister en Software Libre, Doctor en Ingeniería – área telecomunicaciones. Docente Asociado – Investigador - UNAD. Sixto.campana@unad.edu.co
- **Ana Isabel Vallejo Narvaéz:** Fisioterapeuta, Epidemióloga Universidad del Rosario. Investigadora HUDN. avallejon@hosdenar.gov.co
- **Lessly Gheraldy Munares Mera:** Enfermera Profesional Universidad Mariana, Especialista en Auditoria y gestión de la calidad con énfasis en epidemiología. Jefe cerco epidemiológico HUDN. lmunares@hosdenar.gov.co

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2021 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)

