

Pesquisador Virtual: solución informática para la detección de casos sospechosos de COVID-19

Pesquisador Virtual: IT solution for the detection of suspected COVID-19 cases

Allan Pierra Fuentes ¹ 0000-0003-4375-1034

Yosvani Vazquez Cruz ² 0000-0001-7305-0875

Yanio Hernandez Heredia ^{1*} 0000-0001-9433-5511

Raydel Montesino Perurena ³ 0000-0003-4747-3166

¹ Departamento de Programación, Facultad 1. Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI).

² Centro de Telemática, Facultad 2. Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI).

³ Departamento Sistemas Digitales, Facultad 2. Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI).

* Autor para la correspondencia: yhernandezh@uci.cu

RESUMEN

Se presenta el Pesquisador Virtual, solución informática desarrollada por la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) en colaboración con el Ministerio de Salud Pública (MINSAP), que mediante encuestas permite captar información del estado de salud (síntomas y padecimientos) de la población, como complemento al proceso de pesquisa activa, en el marco del enfrentamiento epidemiológico a la pandemia COVID-19.

Para la realización de la encuesta se cuenta con una solución móvil y una solución Web. El resultado de la encuesta (información estadística y nominal) es monitorizada en tiempo real mediante gráficos y estadísticas por las diferentes instancias del MINSAP, tanto a nivel nacional como provincial y municipal, mostrando reportes personalizados según el nivel de acceso en dependencia del nivel del organismo. Con esta información, diferentes instancias del sistema de Salud actúan de manera inmediata, sobre todo la atención primaria de salud (APS), para evitar la propagación de la epidemia y la atención temprana de posibles contagiados.

Palabras clave: pesquisa activa; aplicación informática; encuesta epidemiológica; coronavirus; COVID-19.

ABSTRACT

This article presents "Pesquisador Virtual", a computer solution developed by the University of Informatics Sciences (UCI) in collaboration with the Ministry of Public Health (MINSAP), which, through surveys, allows the capture of information about the population's health status, as a complement to the active inquiry process in the context of the epidemiological response to the COVID-19 pandemic.

<http://scielo.sld.cu>



A mobile and Web solutions are available for the presentation of the survey. The results of the survey (statistical and nominal information) are monitored in real time through graphics and statistics by the different MINSAP structures at the national, provincial and municipal levels, with variable access depending on the level of the structures. With this information, different departments of the health system act immediately, especially Primary Health Care (APS), to prevent the spread of the epidemic and to provide early care for those who may be infected.

Keywords: inquiry; computer application; epidemiological survey; coronavirus; COVID-19.

Recibido: 19/8/2020

Aprobado: 31/8/2020

Introducción

Los coronavirus son una extensa familia de virus que pueden causar enfermedades tanto en animales como en humanos. En los humanos, se conoce que varios coronavirus causan infecciones respiratorias que pueden ir desde el resfriado común hasta enfermedades más graves como el Síndrome respiratorio de Oriente medio (MERS) y el Síndrome respiratorio agudo severo (SARS). El coronavirus que se ha descubierto más recientemente causa la enfermedad COVID-19.

Este nuevo virus, SARSCOV2, y la enfermedad que provoca, eran desconocidos antes de que estallara el brote en la ciudad de Wuhan (China) en diciembre de 2019⁽¹⁾.

En rueda de prensa, el 11 de marzo de 2020, fue declarada la pandemia de COVID-19, por el Director General de la OMS, Dr. Tedros Adhanom. La aparición de 118 000 casos en 114 países, y la muerte de 4291 personas confirmaron la presencia de un coronavirus sin precedente ⁽²⁾.

Al momento de escribir este trabajo, la COVID-19 es una pandemia que afecta a 185 países de todo el mundo y Cuba se encuentra luchando por controlarla desde esta misma fecha ⁽³⁾.

Teniendo en cuenta que la COVID-19 es una enfermedad que irrumpió al mundo científico con muchas interrogantes acerca de padecimientos, síntomas, protocolos de seguimiento, entre otras; son varias las herramientas informáticas a nivel mundial que han surgido para consultar a la población de diversas formas.

Como ejemplos de aplicaciones informáticas utilizadas en varias regiones del mundo para encuestar a la población sobre su estado de salud, relativo a la COVID-19 (Ver Fig. 1), se pueden mencionar las siguientes:

1. Sitio Web desarrollado por la compañía Apple en colaboración con los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC) de Estados Unidos, con el objetivo de encuestar a las personas sobre sus síntomas, padecimientos, contactos y

<http://scielo.sld.cu>



Este documento está bajo [Licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

nivel de exposición al virus; para finalmente brindar consejos de cómo debe proceder el individuo a partir de hacer una evaluación de la información suministrada.⁽⁴⁾

2. Sitio Web interactivo de la Universidad Johns Hopkins que permite a las personas obtener consejos sobre cómo actuar ante la COVID-19, a partir de preguntar síntomas y acciones que los individuos deben realizar para protegerse de la epidemia.⁽⁵⁾

3. Plataforma del gobierno de Ontario, Canadá, que permite a las personas hacer una autoevaluación de su estado de salud mediante el llenado de una encuesta sobre sus síntomas, padecimientos y otros datos. Como resultado se obtienen recomendaciones de cómo proceder teniendo en cuenta la información ofrecida.⁽⁶⁾

4. Herramienta informática de la compañía Google que tiene el objetivo de encuestar a las personas para que estas puedan realizar una autoevaluación de su condición de salud, ofreciendo consejos sobre cómo proceder teniendo en cuenta los síntomas, padecimientos, contactos y otra información relevante.⁽⁷⁾

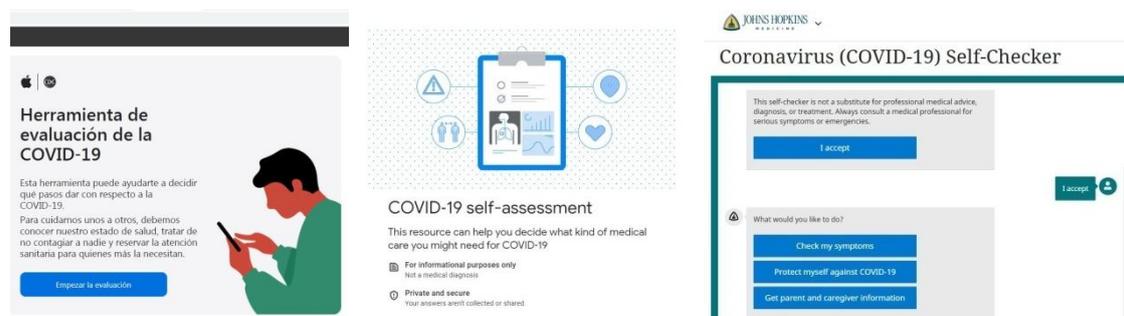


Fig. 1- Ejemplos de encuestas internacionales para la COVID-19

Desde bien temprano Cuba organizó un proceso de pesquisa activa con el apoyo de varios actores que arrojó muy buenos resultados, determinando posibles sospechosos de la enfermedad, así como personas con riesgos. Sin embargo, teniendo en cuenta experiencias internacionales, los avances en la informatización y el acceso a Internet en el país, era necesario lograr masividad e inmediatez en la pesquisa activa, en un contexto de aislamiento social, utilizando las potencialidades de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC).

Contar con una herramienta que permitiera pesquisar a la población en tiempo real, tomando como referencia experiencias internacionales, pero con la soberanía y seguridad de los datos de la población cubana era muy necesario. Una plataforma que cumple con algunos de estos requerimientos, fue presentada al MINSAP por un grupo de profesores y especialistas de la UCI.

Método

El 17 de abril de 2020 se lanzó la plataforma Pesquisador Virtual ⁽⁸⁾, desarrollada por la UCI, en colaboración con el Ministerio de Comunicaciones (MINCOM), la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba (ETECSA) y el MINSAP, este último como órgano decisor de los datos y preguntas que presenta la aplicación, así como de la toma de decisiones a partir del procesamiento de la información ⁽⁹⁾.

Aplicación “Pesquisador Virtual”

La plataforma cuenta con dos componentes, un primer componente con una aplicación web ⁽⁸⁾ y una para móviles (apk) con sistema operativo Android ⁽¹⁰⁾, que dirige a la población una encuesta epidemiológica. El segundo componente presenta estadísticas para las autoridades de salud pública que trabajan con la información captada.

Tanto la aplicación web como la apk, permiten la obtención de datos nominales de los usuarios (Nombre, Apellidos, número de identidad permanente (CI), dirección del domicilio, área de Salud), a la vez que permiten captar información generada por las encuestas que se cargan dinámicamente a partir de las orientaciones del MINSAP como organismo rector. En esta plataforma se realizan preguntas de control según el protocolo activo, síntomas de la enfermedad y otros padecimientos de las personas.



Fig.2- Pantallas de la APK. Encuesta del Pesquisador Virtual

Monitoreo y seguimiento

Todos los datos arrojados por el Pesquisador Virtual son graficados en tiempo real, con distintos niveles de detalles, según sea la instancia del MINSAP que lo consulte, variando los datos que se muestran desde el nivel nacional hasta los municipios. En cada instancia del país se han creado puestos de mando multidisciplinarios para combatir la pandemia, uno de los componentes que se trabaja es el monitor del Pesquisador Virtual para la toma de decisiones.

<http://scielo.sld.cu>



El MINSAP, más específicamente la Atención Primaria de Salud (APS), visita a los pacientes que hayan declarado síntomas sospechosos de la COVID-19. Por la inmediatez de la información a nivel municipal, se trabaja en tiempo real según las áreas de salud declaradas por las personas que llenan la encuesta y que aportan información de riesgo.

Descripción técnica de la plataforma

La solución técnica utilizada se diseñó a partir de un estilo de arquitectura basada en microservicios; cada una de sus funcionalidades o módulos, evolucionan por separado. Cada módulo se puede ejecutar y escalar de manera horizontal. Además, la aplicación puede variar su tamaño en función de las necesidades reales del entorno de aplicación.

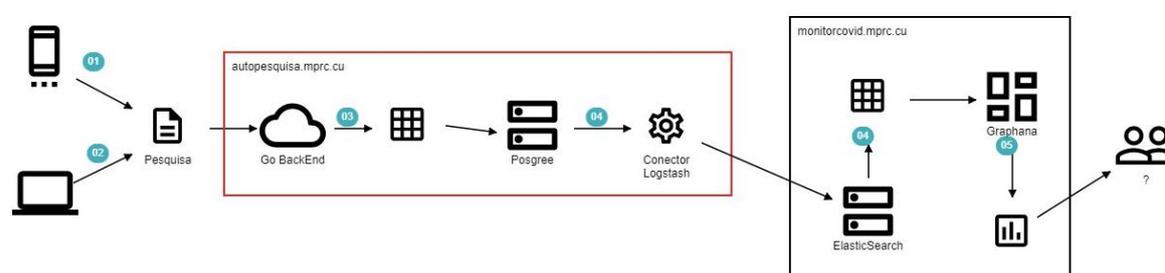


Fig. 3- Arquitectura del Pesquisador Virtual.

Para una mejor comprensión de las funcionalidades y sus relaciones se tomó como referencia la solución de “building blocks”⁽¹¹⁾. Tiene tres bloques fundamentales. Ver figura 3.

1. Aplicaciones clientes [01 y 02]
2. Ingesta de Información [03 y 04]
3. Recuperación y representación de datos [04 y 05]

El primer bloque agrupa dos aplicaciones clientes. La variante más completa es una aplicación Android desarrollada en Kotlin⁽¹²⁾, encargada de captar los datos epidemiológicos de la población, la cual tiene una variante similar para la Web desarrollada con Angular 9.

El bloque de ingesta de información es el más importante y novedoso; fue desarrollado en GO⁽¹³⁾ con un mecanismo de gestión de colas, así como una optimización del código fuente para soportar escritura masiva de gran concurrencia de usuarios y sesiones. Presenta una arquitectura interna de metadatos genéricos donde un “jsonb”⁽¹⁴⁾ dinámico, permite cambiar la información del modelo de dominio en cualquier momento sin afectar la solución general. Esta arquitectura intermedia contiene además un conector que funciona como un “Exportador de

datos” el cual procesa lotes de información hacia los microservicios del bloque de recuperación y representación de datos.

Él último bloque se basa fundamentalmente en un sistema de Bases de Datos no relacional, que mediante índices se encuentra optimizado para la búsqueda y representación instantánea de grandes volúmenes de datos con variedad de filtros y consultas “Elasticsearch”⁽¹⁵⁾. Estos datos son representados en un monitor utilizando como tecnología base Grafana⁽¹⁶⁾ que constituye el componente de reportes de la plataforma. Los datos se muestran según el nivel de acceso del usuario registrado. Para esta plataforma se definieron tres niveles: Nivel nacional o MINSAP, Nivel provincial, para todas las direcciones provinciales de salud y Nivel municipal para todas las direcciones municipales.

Teniendo en cuenta que la tecnología Grafana se basa en bases de datos de series de tiempo, la información que se muestra puede ser variable, por defecto se presenta, independientemente del nivel, las últimas 24 horas de autopesquisas. No obstante, los datos pueden ser modificados en función de las necesidades estadísticas (rango de tiempo, histórico, tiempo real, etc.).



Fig.4- Panel de Control Nacional Monitor COVID

Para el nivel nacional (Fig.4) se muestra un panel de control con la cantidad de autopesquisas totales y una distribución por provincias. Un segundo panel muestra la distribución de personas por provincias que hayan declarado al menos algún síntoma y luego un desglose de las cantidades de cada síntoma. La misma idea con los padecimientos, pero con los números totales, sin detallar las provincias. También se muestran la cantidad de auto pesquisados que hayan declarado contactos con positivos e igualmente la distribución por provincias. Otros datos son mostrados según los intereses de los decisores, pero la herramienta es altamente configurable y todos los datos que son captados en las encuestas pueden ser mostrados.

<http://scielo.sld.cu>



Para los niveles provincial y municipal se muestran paneles con una distribución similar, en la que la distribución de los datos es por municipios, para el caso de las provincias y por áreas de salud para los municipios. En estos dos niveles se muestra al final una tabla con todos los pesquisados y sus datos declarados, en el periodo de tiempo seleccionado. Estas tablas pueden ser exportadas en formatos Excel o CSV.

Resultados y Discusión

Desde que fue implantada la aplicación, el 17 de abril de 2020, hasta la fecha de escritura del presente artículo, agosto de 2020, se han registrado en la plataforma 366403 autopesquisas, por 223039 personas diferentes. Por provincias, los datos son como se muestran a continuación:

Tabla 1-Total de autopesquisas por provincia

Provincia	Total
Artemisa	12782
Camagüey	20846
Ciego de Ávila	14978
Cienfuegos	15926
Granma	12508
Guantánamo	10279
Holguín	23535
Isla de la Juventud	5811
La Habana	127859
Las Tunas	13934
Matanzas	23055
Mayabeque	10563
Pinar del Río	11964
Sancti Spiritus	15557
Santiago de Cuba	19455
Villa Clara	27351

La plataforma Pesquisador Virtual ha permitido encuestar, en un rango de tiempo de cuatro meses, a más de 223 mil personas sobre su estado de salud relativo a la COVID-19. Este sistema informático ha sido, sin lugar a dudas, un complemento importante al proceso de pesquisa activa del sistema de salud pública de Cuba, en el marco del enfrentamiento epidemiológico a la pandemia.

Esta solución se enmarca en el proceso de informatización del país, significando un cambio de paradigma en la detección de casos sospechosos de COVID-19 mediante

<http://scielo.sld.cu>



la utilización de las TICs, por parte del sistema de atención primaria de salud. El hecho de contar con información en tiempo real sobre síntomas, padecimientos y contactos de las personas; permite acortar los tiempos de actuación y garantizar inmediatez en la toma de decisiones en las diferentes instancias del sistema de salud cubano.

Es importante reflexionar sobre algunos aspectos y experiencias en el uso de esta plataforma informática. Teniendo en cuenta que más de cuatro millones de personas en Cuba ya tienen acceso a Internet mediante dispositivos móviles⁽¹⁷⁾, entonces solo el 5,5% de ellas ha utilizado el Pesquisador Virtual para informar sobre su estado de salud. Varias pueden ser las causas asociadas a este resultado, entre las que pudieran mencionarse las siguientes:

1. El uso de las TICs a escala masiva para encuestar sobre el estado de salud, representa un cambio cultural significativo en la población cubana. El país cuenta con un sistema de salud robusto donde una de sus principales fortalezas es la atención primaria. Las personas se sienten identificadas y protegidas por su área de salud mediante los métodos tradicionales. Aunque la utilización del Pesquisador Virtual significa un complemento a la pesquisa activa, en la medida que la población asimile la integración de todos los sistemas, compruebe la respuesta inmediata de APS a partir de las autopesquisas y gane en confianza sobre esta plataforma; debe aumentar la cantidad de personas que la utilicen.
2. Las acciones comunicacionales contribuyeron siempre, en los momentos en que estas se realizaron, a un aumento de la cantidad de autopesquisas. Por tanto es necesario seguir trabajando en acciones y líneas de mensajes que lleguen de manera clara y precisa a la población, donde se brinden las orientaciones necesarias para el uso de esta plataforma.
3. La plataforma pudiera tener una mayor interactividad y brindar consejos a las personas en dependencia de la respuesta a las preguntas, lo cual pudiera resultar más atractivo y útil a la población, como motivación para llenar la encuesta sobre su estado de salud. Estas funcionalidades son normalmente utilizadas por las plataformas internacionales consultadas y referenciadas en el presente artículo. Pero el análisis en el caso de Cuba estuvo acotado por el hecho de que el diagnóstico final lo debe realizar un médico y no una aplicación informática. No obstante, esto pudiera tenerse en cuenta para futuras versiones del Pesquisador Virtual.

Uno de los desafíos iniciales que tuvo la plataforma, fue la veracidad de los datos que declaraba la población al llenar la auto-pesquisa. Sucedió en algunos casos que las personas no declararon sus datos reales a pesar de los esfuerzos en la comunicación del MINSAP. Una de las alternativas que implementó el equipo de desarrollo fue la validación del CI y la verificación cruzada de varios datos personales contra el propio CI. Una recomendación de la plataforma pudiera ser lograr verificar los datos personales contra la base de datos única del ciudadano.

Finalmente es importante resaltar las potencialidades futuras de esta plataforma informática, tanto para el sistema de salud como para otros escenarios. En el marco del enfrentamiento a la COVID-19 se puede modificar la encuesta tantas veces como

<http://scielo.sld.cu>



sea necesario; en dependencia de las fases de evolución de la pandemia, las preguntas pueden variar para obtener la información que sea más relevante en el momento oportuno. En general, hacia el futuro, el sistema de salud cubano cuenta con una plataforma que puede utilizarse en otras epidemias o simplemente para encuestar a las personas sobre lo que considere relevante.

Conclusiones

La plataforma Pesquisador Virtual es una solución informática que complementa el proceso de pesquisa activa del sistema de salud cubano, en el marco del enfrentamiento a la pandemia COVID-19. Constituye un sistema dinámico de captación de datos poblacionales para diversos usos, sobre todo enfocado a enfermedades epidemiológicas, muy importante para países tropicales como Cuba o similares.

Esta solución se enmarca en el proceso de informatización del país, significando un cambio de paradigma en la detección de casos sospechosos de COVID-19 mediante la utilización de las TICs, por el sistema de APS. El hecho de contar con información en tiempo real sobre síntomas, padecimientos y contactos de las personas, permite acortar los tiempos de actuación y garantizar inmediatez en la toma de decisiones en las diferentes instancias del sistema de salud cubano.

Por las pruebas realizadas y los resultados obtenidos en cuatro meses de utilización, es un sistema robusto y confiable. Al mismo tiempo es flexible y escalable, está preparado para captura masiva de datos de millones de usuarios.

Conceptualmente este sistema permite aplicar encuestas de manera masiva a la población cubana y monitorear los resultados en tiempo real en diferentes instancias de gobierno. Esto significa que su aplicación no se circunscribe únicamente al sistema de salud, sino que puede ser empleado en cualquier escenario que conciba la utilización de las TICs para obtener información directamente desde las personas sobre cualquier temática que se considere pertinente.

Agradecimientos

Al colectivo de profesores y especialistas de la UCI que tuvieron diferentes roles en el desarrollo de todos los componentes de la solución y su puesta a punto en las diferentes direcciones provinciales de salud. A todos los estudiantes y profesores de las diferentes universidad del país que se sumaron a la tarea en los puestos de mandos provinciales y municipales. A ETECSA, al MINCOM, al MINSAP, a los medios de comunicación; y en general a todos los que contribuyeron con sus propuestas al desarrollo y despliegue de esta solución informática.

<http://scielo.sld.cu>



Este documento está bajo [Licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

Referencias

1. OMS [Internet]. Preguntas y respuestas sobre la enfermedad por coronavirus (COVID-19) [actualizado 2020; citado Ago 2020]. Disponible en : <https://www.who.int/es>
2. OMS [Internet];2020. Alocución de apertura del Director General de la OMS en la rueda de prensa sobre la COVID-19 celebrada el 11 de marzo de 2020 Citado ago 2020. Disponible en: <https://www.who.int/es/dg/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19---11-march-2020>.
3. Diario de la Pandemia. *Periodico Escambray* [Internet] 2020 [Citado ago 2020]. Disponible en: <http://www.escambray.cu/especiales/coronavirus/cronologia/>.
4. Apple. COVID-19 Screening Tool [Internet]. [2020; Cited 2020 Aug]. Available from: <https://www.apple.com/covid19/>.
5. Johns Hopkins University. Johns Hopkins Self Checker [Internet]. [2020; Cited 2020 Aug]. Avilable from: <https://www.hopkinsmedicine.org/coronavirus/covid-19-self-checker.html>.
6. Gobierno de Ontario. COVID-19 self-assessment. COVID-19 self-assessment [Internet]. [2020; Cited 2020 Aug]. Available from: <https://covid-19.ontario.ca/self-assessment/>.
7. Google. Encuesta de Google para la COVID-19 [Internet]. [2020; Citado Jul 2020]. Disponible en: <https://landing.google.com/screener/covid19>.
8. UCI. Pesquisador Virtual [Internet]. [2020; citado Ago 2020]. Disponible en: <http://autopesquisa.sld.cu/>.
9. Cuba lanza el Pesquisador Virtual: es tu turno para ayudar a las autoridades de salud. Periódico Juventud Rebelde [Internet]. 17 Abr2020 [Citado Ago 2020]. Disponible en: <http://www.juventudrebelde.cu/suplementos/informatica/2020-04-17/cuba-lanza-el-pesquisador-virtual-es-tu-turno-para-ayudar-a-las-autoridades-de-salud>.
10. Apklis; 2020. APK Pesquisador Virtual [Internet]. [2020; Citado Ago 2020]. Disponible en: <https://www.apklis.cu/application/cu.online.survey>.
11. van der Linden FJ, Muller JK. Creating architectures with building blocks. IEEE Software [Internet].1995[citado Ago 2020]; 12(6): 51-60. Available in: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/469760>
12. Mateus BG, Martinez M. An empirical study on quality of Android applications written in Kotlin language. Empirical Software Engineering [Internet].2019 [cited Ago 2020]; 24. Available from: <https://arxiv.org/pdf/1808.00025.pdf>
13. Whitney J, Gifford C, Pantoja M. Distributed execution of communicating sequential process-style concurrency: Golang case study. J Supercomput [Internet]. 2019 [cited Ago 2020];75: 1396–409. Available from: <https://doi.org/10.1007/s11227-018-2649-2>.

<http://scielo.sld.cu>



14. Schulz WL, Nelson BG, Felker DK, Durant TJS, Torres R. Evaluation of relational and NoSQL database architectures to manage genomic annotations. J Biomed Inform [Internet]. 2016 [cited Ago 2020]; 64:288-95. Available in: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1532046416301526>.
15. Gormley C, Tong Z. Elasticsearch: The Definitive Guide. USA: O'Reilly Media, Inc; 2015. 4493-5854p.
16. Pandora FMS Monitoring blog [blog]. Feb 2019. Qué es Grafana? ¡Veamos su historia y cómo se relaciona con otros software! [citado Ago 2020]. Disponible en: <https://pandorafms.com/blog/es/que-es-grafana/>.
17. Cubadebate [Internet].2020. Etecsa llega a los cuatro millones de clientes con acceso a Internet desde los celulares; [12 Ago 2020; citado Ag 2020]. Disponible en: <http://www.cubadebate.cu/noticias/2020/08/12/etecsa-llega-a-los-cuatro-millones-de-clientes-con-acceso-a-internet-desde-los-celulares/>.

Conflictos de interés

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

Declaración de autoría

Allan Pierra Fuentes, participó en la concepción y diseño de la plataforma, en la construcción de los diferentes componentes de la plataforma y en la redacción del manuscrito.

Yosvani Vázquez Cruz, participó en la construcción de los diferentes componentes de la plataforma, es el autor principal del componente Ingesta de la información. Participó en la redacción del manuscrito.

Yanio Hernández Heredia, participó en el diseño y dio forma a la idea de la plataforma, participó en la recolección, análisis e interpretación de los datos y en la redacción del manuscrito. Realizó la revisión crítica del manuscrito y participó en su aprobación final.

Raydel Montesino Perurena, participó en el diseño y dio forma a la idea de la plataforma, participó en la recolección, análisis e interpretación de los datos y en la redacción del manuscrito. Fue la interfaz con el MINSAP para la puesta a punto de la plataforma y su utilización a nivel nacional. Realizó la revisión crítica del manuscrito y participó en la redacción final.

Otros autores de la UCI, la plataforma contó con un colectivo de profesores y especialistas que tuvieron diferentes roles en el desarrollo de todos los componentes de la solución y su puesta a punto en las diferentes direcciones provinciales de salud. Por ser muchos no se incluyen entre los autores del trabajo.

<http://scielo.sld.cu>

