



**Desarrollo de una app de alertas tempranas para la prevención y seguimiento de la desnutrición infantil. Una apuesta inclusiva ante la búsqueda por la seguridad y soberanía alimentaria en Colombia**

**NORIA**  
INVESTIGACIÓN EDUCATIVA  
ISSN-E2590-5791

**Roberto Ferro Escobar**

**Cristian Alejandro Rojas Quintero**

**Sandra Milena Guevara Morales**

**Danilo Alberto Vera Parra**

*Artículo de investigación*

## **Desarrollo de una app de alertas tempranas para la prevención y seguimiento de la desnutrición infantil. Una apuesta inclusiva ante la búsqueda por la seguridad y soberanía alimentaria en Colombia**

---

Roberto Ferro Escobar  
Cristian Alejandro Rojas Quintero  
Sandra Milena Guevara Morales  
Danilo Alberto Vera Parra

---

### **Resumen**

Este artículo aborda el proceso y resultados del proyecto de investigación titulado “Desarrollo de una aplicación móvil de alertas tempranas para la prevención y seguimiento de la desnutrición infantil.”, realizado por el grupo de investigación LIDER de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, y financiado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación - MINCIENCIAS. La app desarrollada realiza la medición de los indicadores (Peso/altura - Peso/edad - Índice de masa corporal (IMC)/edad - Mediciones diferenciadas por sexo) establecidos por la OMS para el seguimiento a la desnutrición, esto lo hace por medio de un formulario para la captura de los valores de las variables con los cuales realiza una comparación de los resultados obtenidos con los índices estándar de nutrición, generando un resultado que dependiendo su valor genera alertas en los casos en que el menor se encuentre por debajo de los establecidos. En zonas donde no exista conexión a internet, los resultados se almacenan dentro de la memoria del dispositivo móvil para ser enviados posteriormente cuando se cuente con una conexión a internet estable. Así mismo, el sistema genera un mapa de calor para identificar las zonas con mayor tendencia a

desnutrición infantil dentro del espacio en el que se programe la medición. La utilización de este sistema en diferentes comunidades de alta vulnerabilidad alimentaria permitirá aumentar la capacidad de respuesta ante la problemática, y propiciará el fortalecimiento de capacidades tanto en instituciones del Estado como en la sociedad civil. Se resalta que este es un proyecto que fomenta y pone en práctica la investigación interdisciplinaria bajo el hecho de que el sistema tecnológico desarrollado tiene como finalidad la prevención de un flagelo cuya naturaleza responde a diferentes problemáticas de carácter social, económico, político, ambiental y cultural.

**Palabras clave:** Tecnología, desnutrición infantil, seguridad alimentaria, soberanía alimentaria.

### **Abstract**

This article addresses the process and results of the research project entitled "Development of an early warning mobile application for the prevention and monitoring of child malnutrition.", Carried out by the LIDER research group of the Faculty of Engineering of the Francisco District University José de Caldas, and financed by the Ministry of Science,

Technology, and Innovation - MINCIENCIAS. The developed app measures the indicators (Weight / height - Weight / age - Body mass index (BMI) / age - Measurements differentiated by sex) established by the WHO for monitoring malnutrition, this is done by means of a form for capturing the values of the variables with which it makes a comparison of the results obtained with the standard nutrition indices, generating a result that, depending on its value, generates alerts in cases where the minor is below the established. In areas where there is no internet connection, the results are stored in the memory of the mobile device to be sent later when there is a stable internet connection. Likewise, the system generates a heat map to identify the areas with the greatest tendency to child malnutrition within the space in which the measurement is programmed. The use of this system in different communities with high food vulnerability will increase the response capacity to the problem and will promote the strengthening of capacities both in State institutions and in civil society. It is emphasized that this is a project that encourages and puts into practice interdisciplinary research under the fact that the technological system developed aims to prevent a scourge whose nature responds to different social, economic, political, environmental, and cultural problems.

**Key words:** Technology, child malnutrition, food security, food sovereignty.

### **Abordaje conceptual y referencial**

#### ***Acerca de la malnutrición y desnutrición***

Para los fines que este trabajo se ha planteado respecto al ejercicio de reflexión y visualización de la importancia que reviste el desarrollo de herramientas tecnológicas para la prevención de

la desnutrición infantil en Colombia, situaremos en principio la claridad conceptual que requiere el análisis de la situación problema bajo la cual estamos transitando.

Para hablar de desnutrición es necesario que puntualicemos que esta no es igual a la malnutrición, de hecho, la primera en mención hace parte de un grupo de afecciones que conforman a la segunda. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) la malnutrición está definida por “las carencias, los excesos o los desequilibrios de la ingesta de energía y/o nutrientes de una persona” (2016). Esta última está constituida por tres afectaciones, un primer grupo constituido por la malnutrición relacionado con la carencia o exceso de micronutrientes. Un segundo grupo en el que se encuentran la obesidad, el sobrepeso y las enfermedades relacionadas con la alimentación. Por último, se encuentra la desnutrición, la cual, de manera textual, la OMS en su portal indica que “incluye la emaciación (un peso insuficiente respecto de la talla), el retraso del crecimiento (una talla insuficiente para la edad) y la insuficiencia ponderal (un peso insuficiente para la edad)” (<https://www.who.int/>, 2020).

El Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia UNICEF, afirma en su informe titulado “La desnutrición infantil. Causas, consecuencias y estrategias para su prevención y tratamiento” publicado en el año 2011, que la desnutrición responde a la presencia de un insuficiente (en cantidad y calidad) consumo de alimentos que está acompañada del desarrollo repetitivo de enfermedades infecciosas, así mismo, esta se puede presentar de manera crónica, aguda o según el peso para la edad de la persona que la sufre. Existen diferentes tipos de desnutrición, los parámetros de medición estándar a nivel mundial la clasifican en cuatro clases, empezando por la desnutrición crónica que hace referencia a la existencia de un retraso en el

crecimiento por lo cual la talla del menor es inferior a la que debería tener para su edad, es difícilmente identificable y puede llegar a permanecer sin ser descubierta. El segundo tipo de desnutrición es la aguda moderada, en esta el menor presenta un peso menor al correspondiente a su altura, su diagnóstico se hace por medio de la medición del perímetro del brazo. En tercer lugar, se encuentra la desnutrición aguda grave en la cual el menor presenta un peso muy por debajo con referencia a su altura, de presentar este tipo de desnutrición, el riesgo de muerte es muy elevado. Por último, existe la desnutrición por carencia de vitaminas y minerales, la cual se manifiesta de diferentes maneras bajo la ausencia de micronutrientes que desencadenan en muchos casos enfermedades infecciosas. (UNICEF, 2011, P. 07 a 08).

### ***Parámetros de medición***

El proceso de seguimiento y diagnóstico temprano de la desnutrición infantil están guiados por parámetros cuantificados establecidos por la Organización Mundial de la Salud, la cual tiene de manera pública en su portal web<sup>5</sup> las tablas y gráficas guía para cada segmento de edad de cero a cinco años en niños y niñas de manera diferenciada.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO, sitúa, como es correspondiente a su naturaleza, el abordaje y discusión acerca de la desnutrición, en torno al hambre y la seguridad alimentaria. Al respecto, en su portal web manifiesta textualmente que:

“(…) El hambre es una sensación física incómoda o dolorosa, causada por un consumo

insuficiente de energía alimentaria. Se vuelve crónica cuando la persona no consume una cantidad suficiente de calorías (energía alimentaria) de forma regular para llevar una vida normal, activa y saludable.” FAO

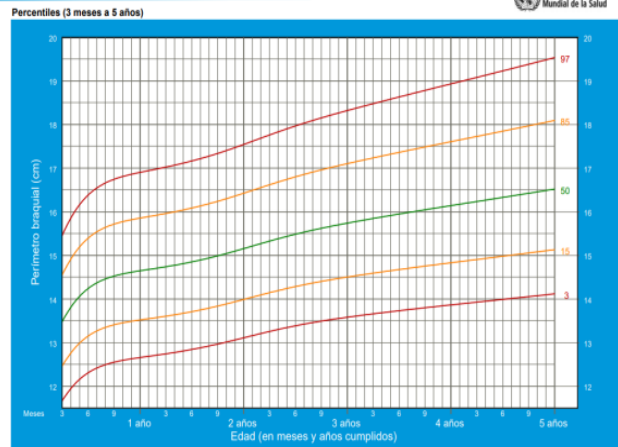
“(…) Una persona padece inseguridad alimentaria cuando carece de acceso regular a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para un crecimiento y desarrollo normales y para llevar una vida activa y saludable.” (<http://www.fao.org/>, 2020)

Ahondando un poco más en los flagelos que están relacionados de manera directa con la desnutrición, la Agencia de la ONU para los Refugiados ACNUR, publica en su portal web el pasado 26 de marzo del año en curso, diferentes cifras que develan la dimensión que alcanza la terrible tragedia que en este texto estamos abordando. En niños menores de 5 años, ACNUR asegura que, el hambre es la causal del 45% de las muertas en esta población, 1 de cada 7 bebés en el mundo registra bajo peso al nacer, actualmente el 21,9% de los niños en este segmento de edad sufren de retraso en su crecimiento y el 7,3% presentan bajo peso para su estatura.

**Peso para la edad Niñas**



**Perímetro braquial para la edad Niños**



Patrones de crecimiento infantil. Tabla peso – edad en niñas de 2 a 5 años (izquierda).

Tabla perímetro braquial – edad en niños de 3 meses a 5 años (derecha). OMS, 2020.

**Causas y problemáticas relacionadas**

Hasta aquí, una radiografía muy rápida y puntualizada del abordaje conceptual necesaria para reconocer la situación problema desde la cual nace el proyecto de desarrollo tecnológico en mención (Cadena, 2020). Las cifras expuestas permiten evidenciar una evidente y grave problemática humanitaria que responde a diferentes elementos y situaciones estructurales del orden mundial, a la cual, se suma el hecho de reunir consigo un importante número de afectaciones igual de arduas que dan lugar a discusiones y análisis de carácter particular y contextual desde el punto de partida en que se aborde, como es el caso de ACNUR. Desde allí se realiza un seguimiento riguroso a la situación bajo una óptica clara que traza como elemento transversal las particularidades de la población refugiada y desplazada en el mundo. Justamente, atendiendo a un ejercicio de continuidad a lo afirmado y referenciado en cuanto a cifras y su dimensión, se halla en registros digitales que datan del 15 de mayo de 2020, que ACNUR

publica nuevamente en su portal web datos sobre la desnutrición infantil, esta vez situándola mayoritariamente hacia lo contextual, resaltando y poniendo de manifiesto las causas y consecuencias de esta. Tomando

textualmente estos apartes, se mencionan de la siguiente manera:

**Las causas:**

- Desplazamientos.
- Conflictos.
- Guerras.
- Consumo insuficiente de alimentos.
- Servicios de salud inadecuados o deficientes.
- Falta de agua potable y sistema de saneamiento adecuado.

**Las consecuencias:**

- Mortalidad.
- Reduce la capacidad física y la productividad económica.
- Disminuye la capacidad intelectual y de aprendizaje.
- Detiene el crecimiento y el desarrollo físico.
- Causa deficiencias metabólicas.
- Podría desencadenar enfermedades cardiovasculares.

A propósito de las causas de la desnutrición infantil, (UNICEF, 2011) clasifica estas en tres grupos bajo un orden piramidal o jerárquico de tres dimensiones, así:



Informe “La desnutrición infantil. Causas, consecuencias y estrategias para su prevención y tratamiento”.

(UNICEF, 2011)

Se evidencia ahora, de una manera gráfica y más práctica si es posible, la relación directa de la desnutrición infantil con causas que trascienden más allá del plano de la salud y el análisis médico, para situarse entonces, en escenarios que, como se mencionaba en ocasión anterior, responden a elementos estructurales como la pobreza, la desigualdad y la educación de las madres, - y padres - (para complementar lo enunciado por la UNICEF en la ilustración de referencia). Esto facilita la apertura del espectro de análisis y permite propiciar discusiones y revisiones cuidadosas de la situación desde otras miradas, resaltando y advirtiendo que, en ellas el contexto social, económico y político cobrarán alta importancia, así como el desarrollo de tecnologías enfocadas a contrarrestar los efectos de la misma. Tenemos pues, una situación problema que ha develado sus múltiples aristas de investigación, reforzando la pertinencia que un proyecto de este tipo reviste si se observa bajo la idea que hemos construido de manera generalizada en nuestros imaginarios colectivos de un mundo hiperconectado, en el cual, las profundas desigualdades que se desprenden de las causas básicas de la desnutrición plantean un abismo lleno de impedimentos para la consolidación de propuestas de base tecnológica.

**Cifras y dimensiones**

**Contexto colombiano**

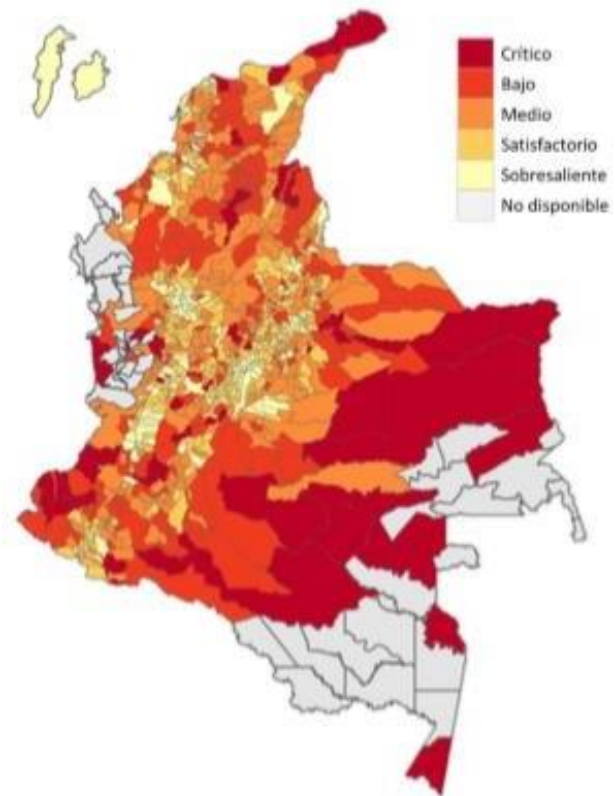
(...) “El nivel socio-económico de las familias influye en las probabilidades de que los niños

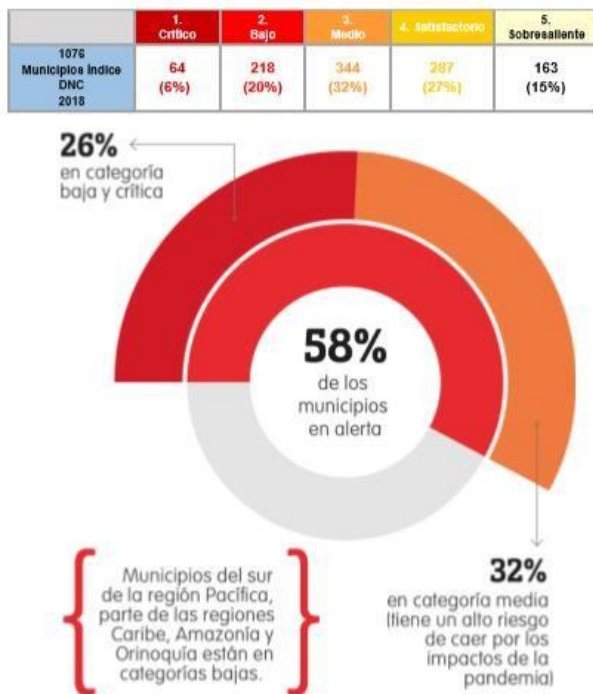
sufran desnutrición. En los países en desarrollo el 40% de los jóvenes más pobres están desnutridos.” (UNICEF, 2011).

Bajo las actuales condiciones del mundo globalizado en el que transitamos actualmente, son innumerables los retos que el sistema geopolítico mundial enfrenta de cara a la estabilidad del mismo. Conflictos internos y externos, tensiones económicas, políticas y sociales, calentamiento global, especulación financiera, y, la problemática más actual desprendida de la pandemia por COVID-19 que ha dejado miles de fallecidos y un sistema al desnudo recurriendo a diferentes estrategias para mantener cierta estabilidad entre la profunda dualidad que representa la conservación de la vida humana y la protección al sistema financiero para evitar su desplome. Bajo todo este tipo de problemáticas, resaltamos que la desnutrición infantil es quizá una de las que históricamente ha cobrado la vida de miles de menores en el mundo y cuyas consecuencias y reproducción se recrudece en contextos de desigualdad social de países con economías en desarrollo como Colombia.

El pasado mes de junio del año en curso, la Fundación Éxito publicó un informe titulado “Desnutrición crónica. Un problema de salud pública y desarrollo económico”, en el cual entregan datos del índice de desnutrición crónica en Colombia que desde esta institución han creado como categoría de estudio y que incluye un número total de 12 variables. Se hace claridad que, aunque el enunciado del informe hace referencia al año 2020 y las cifras son publicadas en este año, para su construcción tomaron datos oficiales de 1076 municipios con corte a 2018. El informe es claro y desalentador, 1 de cada 9 niños y niñas en Colombia padece desnutrición crónica, el 54,2% de las familias colombianas se

encuentran en situación de inseguridad alimentaria, presentando una prevalencia en familias del sector rural, población indígena, hogares con jefatura femenina y en familias con índice de riqueza más bajo. En este documento se categoriza el índice de desnutrición crónica con valores numéricos del 1 al 5, en donde 1 corresponde a un estado crítico y 5 al sobresaliente. Bajo esta dinámica de caracterización, encontramos que el 58% del total de municipios en estudio se encuentran en las categorías 1, 2 y 3, crítica, baja y media respectivamente. Un 27% de los municipios se ubica en la categoría 4 manteniendo un estado satisfactorio y tan solo un 15% se ubica en la categoría 5 que hace referencia a un estado sobresaliente. (Fundación Éxito, 2020, p. 11 a 12).





Desnutrición crónica. Un problema de salud pública y desarrollo económico. Fundación Éxito. 2020.

Como se evidencia, la desnutrición crónica hace presencia a lo largo de todo el territorio nacional, esto reviste una alta relevancia para el análisis académico, ya que históricamente se ha dado más visibilidad a la problemática en unas regiones más que en otras, como es el caso de la Guajira y la región Pacífica. Haciendo claridad que al hacer esta afirmación no se pretende de ninguna manera restar importancia a la profunda crisis que estas regiones viven a raíz de la desnutrición y condiciones de desigualdad socioeconómicas, sino que, por el contrario, se plasma como un llamado a resaltar la magnitud de esta problemática en otras regiones del país como, por ejemplo, municipios de los departamentos de Arauca, Amazonas, Vichada,

Guaviare, Meta, y por supuesto los ya mencionados, pacífico y alta Guajira.

Vale la pena resaltar el hallazgo correspondiente al 32% de los municipios en estudio que se ubican en categoría media y que tienen altas probabilidades de caer a raíz del impacto de la pandemia por COVID-19, que como ya se ha mencionado, es sin lugar a dudas, una crisis que desnudó y agudizó las múltiples desigualdades y problemáticas que tiene la humanidad, como por ejemplo la desnutrición infantil. Ahora bien, es completamente válido situar por un momento nuestro análisis en la coyuntura actual, siguiendo el desarrollo y entramado de relaciones que hasta el momento hemos planteado entre la desnutrición y sus causas inmediatas, subyacentes y básicas.

### **Agudización por COVID-19**

Las consecuencias de la actual emergencia sanitaria se han manifestado de manera diferente en uno u otro sector, bajo la existencia de parámetros diferenciales de salud, educación, estatus o incluso (sino evidente) de poder adquisitivo.

Bajo el contexto colombiano, en el cual, según el DANE, la informalidad en el empleo alcanzaba el 47% del total de la población en edad productiva para el año 2019, era más que previsible que las estrategias de contención bajo esquemas de cuarentena iban (y van) a generar impactos de alto calibre. Para muchas familias de bajos recursos cuya subsistencia depende de ingresos provenientes de este sector informal, el discutido escenario de la “nueva normalidad” se convirtió en una angustiada situación cotidiana que encarna el hecho de verse obligados a decidir entre salir a la calle a trabajar, asumiendo el riesgo de contagio que esto conlleva y la



tragedia que dicho escenario representaría si se tienen en cuenta las particularidades del acceso al sistema de salud colombiano, o por otra parte, acceder a la puesta en práctica del mensaje fuertemente difundido a nivel nacional que reza “quédate en casa”, viéndose sometidas a una angustia aún más profunda suscitada por el aparente bienestar ante la prevención de infección por el virus, contrastada con la cruel necesidad de alimentarse. Todo ello, valga la pena el acote, bajo el elemento agravante que reviste la mirada cómplice del Estado sobre el cual recae una deuda histórica, ahora más vigente, materializada en la incapacidad de garantizar un bienestar generalizado y equidad en el acceso a los medios de producción, sin dejar de lado que no se ha logrado (y no se sabe si se logre) el aseguramiento de una renta básica para el 100% de la población cuyas particularidades socioeconómicas así lo reclamen.



Caricatura “En la cuerda floja” autoría del caricaturista colombiano Julio César González “Matador”.

Diario el Tiempo, 26 de marzo de 2020.

## El proyecto

### *Diseño y metodología*

El diseño y desarrollo del prototipo se realizó bajo la metodología ágil programación extrema (Extreme programming - PX). Se llevaron a cabo reuniones periódicas para verificar avances del proyecto, definición de cambios y revisión de estos. Inicialmente, se definió una lista de requerimientos funcionales y no funcionales según los alcances planteados en la propuesta. La creación de un diagrama de casos de uso con UML (Lenguaje unificado de modelado) fue de vital importancia para iniciar el desarrollo de cada uno de los componentes del prototipo, con esto se consiguió visualizar las funcionalidades requeridas y la interacción entre ellas y los usuarios. Como parte de esta etapa de planeación, que fue muy breve debido a la naturaleza de la metodología utilizada, se identificaron identidades y relaciones involucradas en el modelo de datos que fueron plasmadas en un modelo entidad-relación y posteriormente en un modelo relacional, lo cual permitió visualizar, normalizar y validar la estructura de datos para asegurar la consistencia de la información.

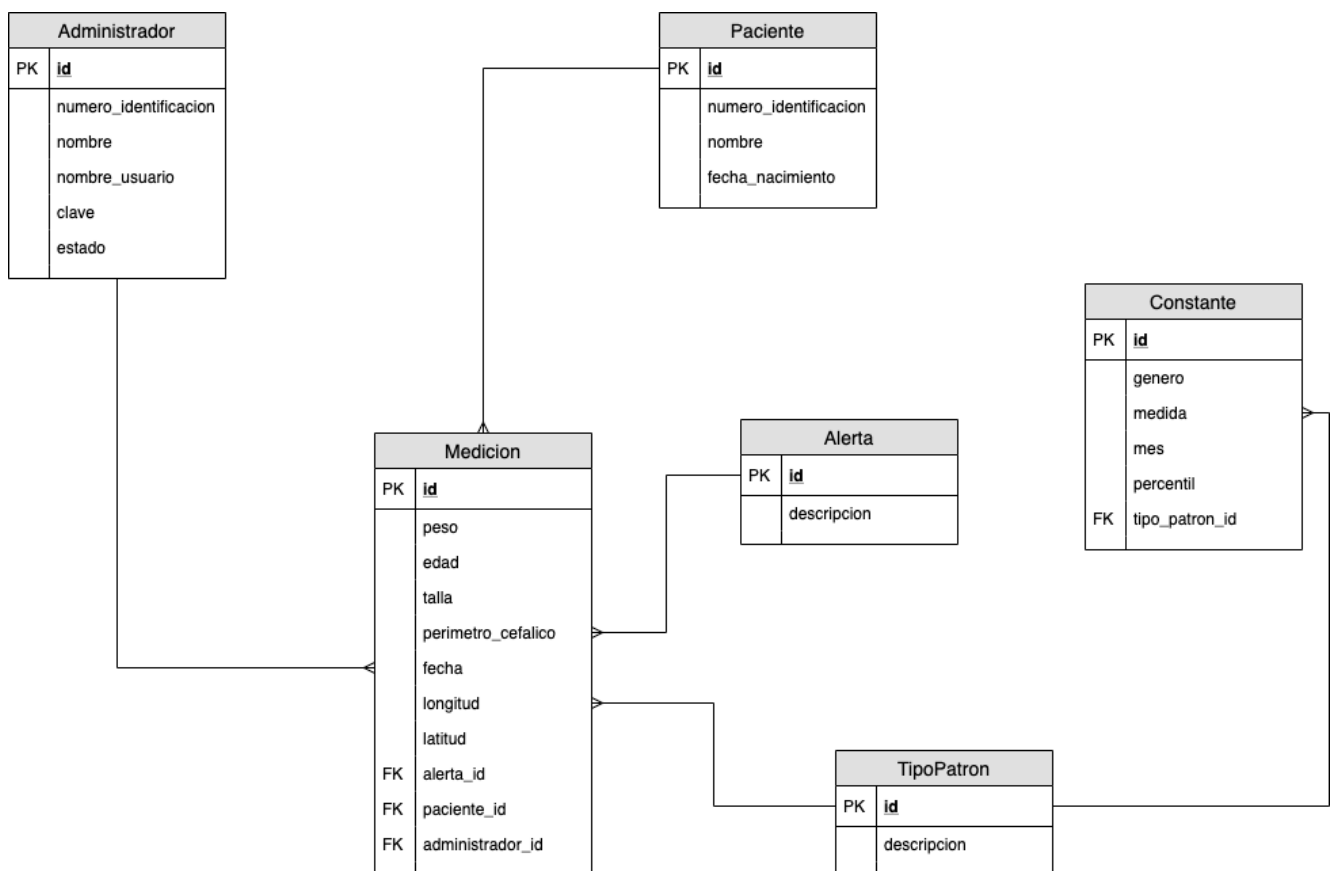
### *implementación*

Teniendo como base el modelo de la imagen 1 y los requerimientos planteados, se seleccionaron las tecnologías para asegurar el correcto funcionamiento de cada uno de los componentes y la comunicación entre ellos. Para garantizar la consistencia de los datos se implementó una base de datos relacional con el motor PostgreSQL en la cual se almacenó tanto la información de

constantes identificadas para determinar grados de desnutrición

según la OMS en niños entre los 0 y 60 meses, como la información de pacientes, mediciones registradas y tipo de alertas. En la capa de backend se desarrolló una API (Interfaz de programación de aplicaciones) con Nodejs, un entorno de desarrollo basado en el lenguaje de programación javascript. Por medio de esta API se exponen servicios que pueden ser consumidos, en este caso, tanto por la aplicación

móvil como por la aplicación web para visualizar o modificar información a través de métodos de peticiones HTTP (Protocolo de transferencia de hipertexto). Es importante resaltar la interoperabilidad del prototipo, debido a que para trabajos futuros es posible integrar cualquier otra plataforma o aplicación cliente que desee consumir los datos almacenados y tratarlos o visualizarlos de otra manera.



**Imagen 1.** Modelo relacional de base de datos

La estructura de la capa de backend está compuesta por:

**Routers:** Definen los endpoints o puntos finales de la aplicación y para cada uno se establece el manejador o controlador que recibirá los datos

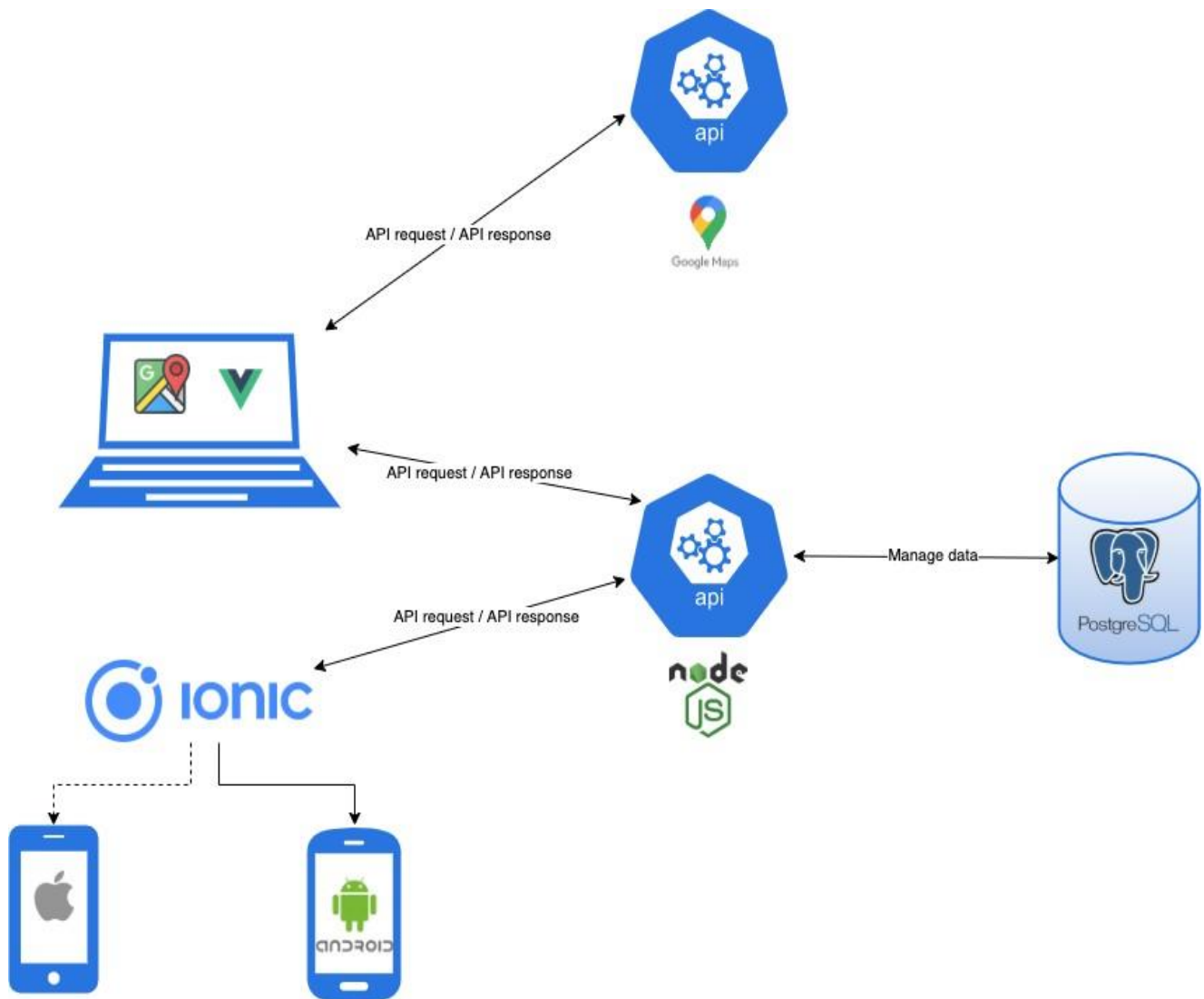
enviados desde la aplicación cliente. Adicionalmente, definen el método de petición HTTP.

**Controllers:** Definen la lógica de recepción y validación de información según la estructura de datos definida. Allí se forma y se envía la respuesta según la petición realizada por la aplicación cliente.

**Services:** Establecen comunicación directa con la base de datos.

**Models:** Definen las abstracciones de las entidades identificadas previamente.

**Test:** Definen las pruebas unitarias de los componentes o rutinas que lo permiten.



**Imagen 2.** Arquitectura del prototipo funcional

La aplicación móvil fue desarrollada utilizando el framework Ionic apoyado en el lenguaje de programación Typescript. Se seleccionó este framework debido a que su curva de aprendizaje no es tan inclinada y permite crear, a partir de una misma fuente de código, aplicaciones móviles para dispositivos con sistema operativo Android o iOS. Se utilizaron componentes visuales propios del framework para la interfaz gráfica, teniendo siempre como objetivo la creación de vistas y/o páginas en las que el

usuario final lograra realizar acciones de una manera sencilla y rápida (user friendly). La capa de frontend de la aplicación web fue desarrollada con Vue.js, un framework para el desarrollo de interfaces gráficas ligeras y minimalistas. La visualización del mapa en esta aplicación se logra con Maps Javascript API, un componente de Google Cloud Engine, y la creación de credenciales con restricción de uso para esta API.



**Imagen 3.** Creación y restricción de clave de API en Google Cloud Platform

La comunicación entre los componentes del prototipo (API, aplicación móvil y frontend web) se realiza a través de peticiones HTTP en formato JSON (Notación de objetos de Javascript).

### **Registro de mediciones**

El proceso de registro y visualización de datos es el siguiente:

- Un usuario registrado como administrador en la base de datos abre la aplicación móvil en su dispositivo y se

autentica ingresando las credenciales de acceso enviadas previamente.

- Registra los datos del paciente (número de identificación, nombre completo, fecha de nacimiento y género) y los datos asociados a la medición (peso en kilogramos, altura en centímetros, edad en meses, perímetro cefálico en centímetros).
- Una vez el usuario oprime el botón guardar, la aplicación de manera local calcula el índice de masa corporal, toma todos los datos ingresados y verifica en la tabla de constantes, también almacenada

localmente, el nivel de nutrición del paciente. Una vez finaliza el proceso de verificación, se muestra el nivel de nutrición y se registra en el servidor la medición y la alerta con las coordenadas geográficas del lugar dónde se realizó la evaluación del paciente. La obtención de estas coordenadas es posible si el GPS del dispositivo está habilitado, de otra manera se registrará la última ubicación almacenada localmente.

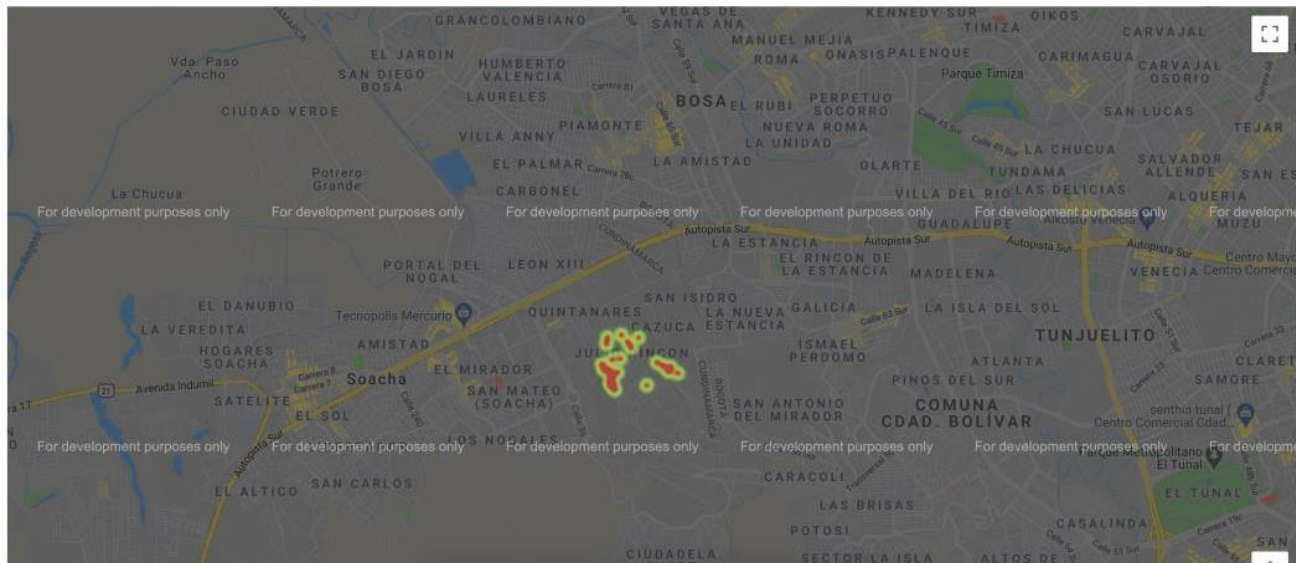
- Finalmente, es posible visualizar los puntos en los que se generaron alertas de desnutrición a través de un mapa de calor en la aplicación web.

Es importante resaltar, como ya se ha dicho, que este proyecto se planteó con unos alcances puntuales, dentro de los objetivos del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Minciencias (Ahora Colciencias) en su convocatoria del año 2018, donde principalmente se busca incentivar la vocación investigativa en los jóvenes, lo cual cumple un papel muy importante en el desarrollo del país. Sin embargo, a pesar de que se trata de un trabajo de exploración y aprendizaje dentro de la rigurosidad de los procesos de investigación de la Universidad Distrital, por supuesto, el desarrollo de esta aplicación de alertas tempranas para la prevención y seguimiento de la desnutrición infantil abre una puerta para el escalonamiento hacia soluciones tecnológicas de mayor calibre y alcance.

### Aporte a la situación problema

#### Mapa de alertas por desnutrición

Zona: Cazuca

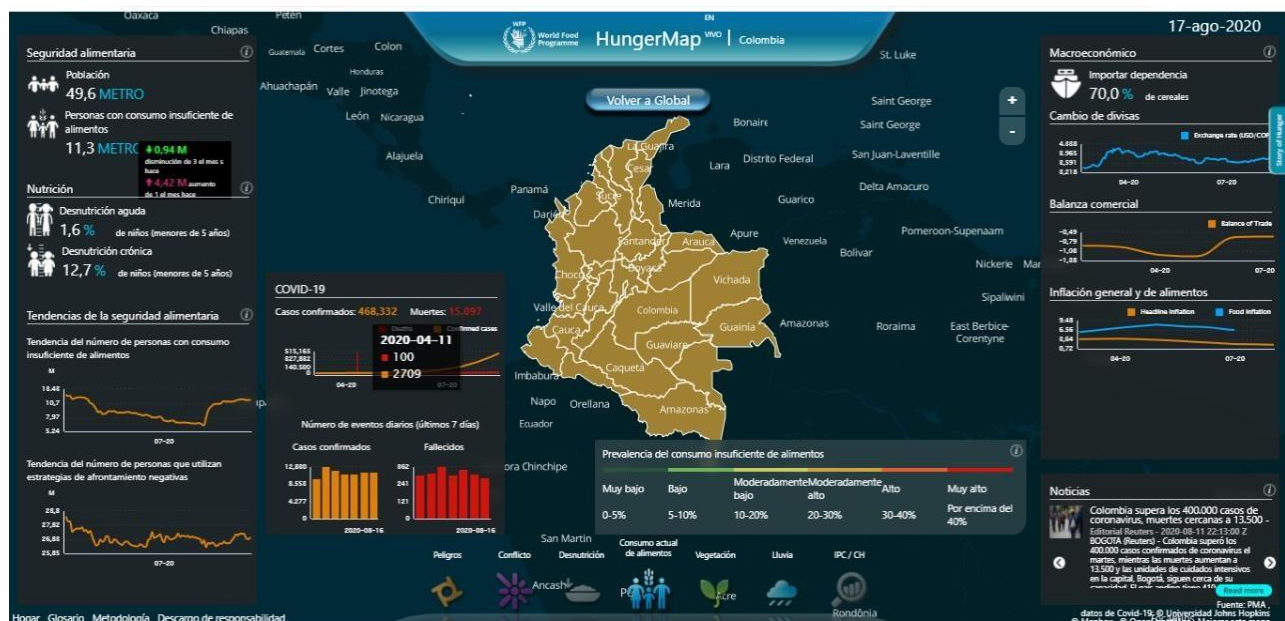


Mapa de calor de alertas de desnutrición

Son diferentes los esfuerzos que a nivel local, nacional o internacional se realizan a diario con el fin de combatir la desnutrición infantil, una parte de ellos, desde el campo de acción de la tecnología. En este escenario se encuentran múltiples desarrollos orientados al seguimiento, georreferenciación de la problemática y en algunos casos, a su predicción. A continuación, pondremos de manifiesto uno de estos casos que fue referencia continua durante este ejercicio. Hablamos pues, del mapa de seguimiento al hambre desarrollado por el Programa Mundial de Alimentos WFP (por sus siglas en inglés), el cual constituye una herramienta tecnológica online bajo la cual se visualiza el mapamundi y cualquier usuario puede navegar dentro del mismo y consultar información por país o ciudades organizada o segmentada por diferentes parámetros a elección del usuario como por ejemplo, niveles de desnutrición, consumo de alimentos, riesgo de inseguridad alimentaria, lluvia, vegetación, conflictos

ambientales y otras variables que intervienen en la aparición del hambre.

Esta herramienta que se menciona cuenta con diferentes fuentes de información, a diario recopilan datos por medio de la aplicación de encuestas vía telefónica, así mismo, centralizan datos de los sistemas del Centro de Riesgos del Pacífico, Banco Mundial, la NASA, entre otros. De esta manera, por medio de procesos de análisis y minería de datos obtienen las variables a exponer en la plataforma de cara al público. Este sistema de la WFP cuenta con un elemento muy interesante de Inteligencia Artificial, específicamente Machine Learning, que han venido poniendo en marcha últimamente con el fin de predecir posibles escenarios de desnutrición, conflictos ambientales, precipitaciones y demás parámetros que monitorean a diario.



Mapa de hambre en vivo, WFP. <https://hungermap.wfp.org/>, 2020.

Sin lugar a dudas, esta es una herramienta de carácter internacional que reúne muchos elementos que coinciden con las preocupaciones que desde el equipo de trabajo del presente proyecto se han tenido, incluso, como ya se ha mencionado, la medición y seguimiento de la desnutrición es tan solo una de las múltiples variables que incluye. Por nuestra parte, y buscando de cierto modo una relación con este tipo de desarrollos, la aplicación de alertas tempranas constituye un aporte muy importante de cara al usuario final, son pocos los desarrollos que están pensados para ser operados y alimentados por los directos implicados, de manera general estos sistemas recopilan datos de grandes centros que hacen monitoreo de carácter institucional bajo métodos de recolección de información que generalmente no llegan hasta el nivel de control de la población objetivo, como justamente se propone y se hace en este desarrollo. Adicionalmente la funcionalidad de guardar datos en el sistema de manera local para casos en que no se tenga acceso a internet y posteriormente ser enviados en el momento en que el dispositivo, donde se encuentra instalada la app, detecta una red se conecta, es un beneficio muy grande a la hora de hacer monitoreo en zonas donde la brecha digital es muy marcada.

Por último, un punto muy discutido en este tipo de proyectos es la gestación del escenario multidisciplinar en el cual se encuentran diferentes corrientes de formación e investigación. Por un lado, se tiene un componente muy fuerte de desarrollo de software y aplicación de metodologías propias del escenario de la ingeniería, y por otra parte nos encontramos con un diálogo muy interesante y necesario con los discursos, teorías y análisis de contexto del territorio sobre el cual se desenvuelve el desarrollo tecnológico. Desde

nuestra manera de abordar la esencia del proyecto, consideramos que sus resultados constituyen un aporte de valor agregado al proceso mismo de la investigación académica. Alcanzar resultados satisfactorios por medio de un proceso multidisciplinar sin lugar a dudas incentiva el encuentro de saberes bajo el marco de producción académica e institucional.

### **Trabajo futuro**

Los resultados que se han alcanzado en este proyecto revisten una importancia muy alta para los fines propuestos respecto a la formación e incentivo de la vocación investigadora y el aporte a la sociedad de la Universidad Distrital como ente de proyección social. Por ello hemos planteado unos puntos de trabajo futuro que principalmente buscan extender el alcance de la aplicación.

- **Notificaciones:** Con el fin de realizar un seguimiento detallado y específico es importante implementar un módulo de notificaciones generadas localmente que generen recordatorios de manera periódica a los padres o acudientes y así puedan proporcionar información asociada a la evolución del paciente generando así una historia clínica. Se recomienda el uso de notificaciones locales para contrarrestar la pérdida de información por falta de una conexión estable a internet.
- **Análisis de historias clínicas:** El desarrollo de una sección para visualizar y analizar los datos de historias clínicas por medio de gráficos es fundamental en la toma de decisiones. Un insumo de este tipo permitiría dar inicio a un trabajo de implementación de tecnología Machine

Learning en la aplicación Móvil para la predicción de posibles escenarios de desnutrición.

- Implementar OpenStreetMap: En este momento la aplicación web permite visualizar las alertas sectorizadas por medio de un mapa de calor con la implementación del API de Google Maps, sin embargo, se tiene acceso únicamente como desarrollador y esto puede limitar el número de peticiones y correcta visualización de los datos. Se recomienda la implementación de alternativas de código abierto, como OpenStreetMap, que proporciona las funcionalidades requeridas por el proyecto y adicionalmente brinda la posibilidad de realizar la consulta offline del mapa agregado a la aplicación sin ningún costo adicional.
- Desarrollo para iOS: A nivel técnico el proyecto se planificó con unos alcances determinados que se cumplieron a total satisfacción, dentro de ellos el desarrollo para dispositivos con sistema operativo Android. Ahora bien, en busca del cumplimiento del objetivo de ampliación en cobertura descrito anteriormente, es importante entrar a considerar que se debe garantizar el correcto despliegue del programa en los dos sistemas operáticos con mayor presencia en el mundo, como lo son Android y iOS.
- Desarrollo de un módulo de gráficas: Como se evidencia en el acercamiento conceptual realizado acerca de la desnutrición infantil, esta tiene diferentes parámetros de medición que pueden ser graficados en planos cartesianos para su fácil interpretación. En este momento la

aplicación recolecta los datos, realiza el análisis y entrega una alerta. Sin embargo, la posibilidad de que esta genere una gráfica con los datos entregados, tal y como lo establece la Organización Mundial de la Salud, permitiría abrir el espectro de interpretación a una población mucho más allá del personal médico, la importancia de que los padres de familia y cuidadores de niños y niñas tengan pleno conocimiento y capacidades para la interpretación de resultados arrojados por la aplicación, desde las alertas tempranas a manera de mensaje hasta las gráficas, en definitiva aporta de manera significativa a los esfuerzos por prevenir esta profunda problemática.

- Implementación de un sistema de caché para almacenar información en memoria: Actualmente las consultas que un usuario realice a la aplicación, esta las procesa recurriendo a la base de datos que ha guardado la información en el disco duro y posteriormente exhibe respuesta a la solicitud. Con un sistema de caché se aseguraría que la base de datos guarde información cargada por el usuario en disco duro y en memoria, con ello, al requerir consultar información recurrirá en principio a la memoria, lo cual optimizará el tiempo de respuesta en cada petición y mejorará la experiencia de usuario.
- Ampliación de parámetros de medición y análisis: Respondiendo a los alcances del proyecto, la aplicación está en capacidad de procesar datos relacionados con las mediciones estándar que incluye peso, edad, altura y perímetro cefálico, sin



embargo, como pudimos evidenciar en el informe entregado por la Fundación Éxito a propósito de la desnutrición crónica en Colombia, vincular al análisis variables relacionadas con el contexto socioeconómico y de acceso a servicios públicos de las familias, permite tener una mirada mucho más completa, que inclusive llega a brindar orientaciones con mayor precisión dependiendo el contexto en el que se realice la medición.

- **Diseño gráfico:** Aunque la aplicación cumple con estándares de calidad respecto a diseño, este es un punto importante que se proyecta a intervenir en un trabajo futuro teniendo en cuenta que la imagen es muy importante a la hora de mejorar la experiencia de usuario, por ello el primer punto que destacamos está enfocado a este trabajo.
- **Escalonamiento a un testeo más amplio:** Este trabajo es importante realizarlo no solo en un trabajo futuro puntual, sino, de manera permanente y constante. Poner en comunicación a los diferentes actores como padres de familia, menores, tutores de jardines, profesores, médicos y demás población objetivo, bajo un contexto más grande en el cual se puedan identificar un número mayor de nichos y de zonas en riesgo, le permitirá al sistema arrojar datos, que, además de cumplir con su función de poner en sobre aviso de manera temprana la existencia de desnutrición infantil en un menor, se constituyan en fuente primaria de consulta para autoridades locales.

## **Conclusiones**

Dando cierre a este artículo, es menester concluir que este tipo de procesos de investigación promovidos por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, y financiados entre este y las instituciones de educación superior, constituyen un escenario vital para el crecimiento científico del país. Promover e incentivar la investigación en jóvenes es sin duda una directriz que debe permanecer en el tiempo y se debe ir adecuando a las necesidades particulares del país. Precisamente, respondiendo a ello, la realización de investigaciones de carácter interdisciplinar alimenta y potencia de una manera significativa el escenario de producción científica del país. Bajo el contexto colombiano y latinoamericano en el que los problemas de investigación responden a causas de diferente índole, ahondar por la continuidad de estos procesos es vital para la comprensión de los mismos.

Por su parte, el análisis y desarrollo de iniciativas en torno a la desnutrición infantil desde un abordaje en el que converjan diferentes disciplinas comprende uno de los ejercicios más completos y rigurosos respecto a esta problemática. Su medición y seguimiento es un punto de partida muy importante que debe estar plenamente estructurado. Sin embargo, no se puede dejar de lado la injerencia directa de parámetros de carácter social, económicos, políticos y culturales que se gestan en los contextos donde hace presencia este flagelo. Allí, la investigación desarrollada desde las universidades cuyos resultados sean extendidos hacia las comunidades por medio de ejercicios de proyección social juegan un papel muy importante. En ese sentido, la Universidad Distrital Francisco José de Caldas continúa fortaleciéndose y generando nuevo

conocimiento bajo los lineamientos de investigación del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Minciencias. Desde hace varios años viene ocupando un lugar importante en la generación de productos académicos a nivel Bogotá y nacional. Grupos de investigación como el Laboratorio de Investigación en Electrónica y Redes (Grupo LIDER) vienen generando producción académica de alto impacto por medio del desarrollo de este tipo de proyectos que impulsa e incentiva la actividad investigativa en los jóvenes de la comunidad universitaria, permitiendo mejorar los procesos de calidad en investigación de la universidad y su aporte a la sociedad. Esto último, es un ejercicio que deberá establecerse como política institucional en todos y cada uno de los centros de formación, a nuestro criterio.

## Referencias

- Andrew Mead. (2018). Learning Node.js Development: Learn the fundamentals of Node.js, and deploy and test Node.js applications on the web. Birmingham: Packt Publishing Ltd.
- Anwer, F., Aftab, S., Shah, S., Shah., M & Usman Waheed. (2017). Comparative Analysis of Two Popular Agile Process Models: Extreme Programming and Scrum. En International Journal of Computer Science and Telecommunications(pp.1-7). International Journal of Computer Science and Telecommunications Volume 8: IJCST.
- Asp, F. (2018). A comparison of Ionic 2 versus React Native and Android in terms of performance, by comparing the performance of applications (Dissertation). Retrieved from <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:iu:diva-147556>
- Brito, H., Gomes, A., Santos, Á., & Bernardino, J. (2018). JavaScript in mobile applications: React native vs ionic vs NativeScript vs native development. En 13th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)(pp.1-6). Caceres, Spain: IEEE.
- Cadena Beltrán, A. F. (2020). Realidad aumentada en el desarrollo del postconflicto colombiano: Augmented reality in the development of the Colombian post-conflict. *Noria Investigación Educativa*, 1(5), 54–76. <https://doi.org/10.14483/25905791.16457>
- Escobar, P., Turriago, C., Pineda, D., Holguín, J., & Ledesma N. (2020). Índice de Desnutrición Crónica 2020. Evigado, Colombia: Fundación Éxito.
- FAO. (2020). Colombia en una mirada. 10/08/2020, de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura Sitio web: <http://www.fao.org/colombia/fao-en-colombia/colombia-en-una-mirada/es/>
- Google Developers. (2020). API de JavaScript de Maps Ir a la consola. 15/08/2020, de Google Sitio web: <https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/heatmaplayer>
- Larman, C. (2003). UML y Patrones. Una introducción al análisis y diseño orientado a objetos y al proceso

unificado. España: PEARSON EDUCACIÓN, S.A.

Ionic. Kokkola, Finlandia: Centria University of Applied Sciences.

Novoa M. y Ordóñez, J.I., (2016) The Crisis of Water in Latin America IAHR Magazine – Hydrolink, No. 03.

Osorio, A. M., Romero, G., Bonilla, H., & Aguado, L. F. (2018). Socioeconomic context of the community and chronic child malnutrition in Colombia. *Revista De Saúde Pública*, 52, 73.

Prayogi, A., Niswar, M., Indrabayu & Rijal. M. (2020). Design and Implementation of REST API for Academic Information System. En *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Volume 875(pp.1-6). South Sulawesi, Indonesia: IOP Publishing Ltd.

Ruiz, N. (2016). Las mortalidades por desnutrición, una realidad que violenta los derechos humanos. Colombia 2003-2012. En VII Congreso Latinoamericano de Población. ALAP 2016.(pp.1-36). Foz de Iguazú, Brasil: Asociación Latinoamericana de Población.

Tri Tran. (2019). Build a GraphQL application with Node.js and React. Helsinki, Finlandia: Metropolia University of Applied Sciences.

Vargas, M., & Hernández, E. (2020). Los determinantes sociales de la desnutrición infantil en Colombia vistos desde la medicina familiar [The social determinants of child malnutrition in Colombia from a family medicine perspective]. *Medwave*, 20(2), e7839.

Zhi Chen. (2018). HTML5 HYBRID MOBILE APPLICATION. Building mobile applications using web technologies with