





Nutritional control PWA to reduce problems derived from overweight in high school students of a Public School

Christian Ovalle¹ , Rebeca Sumire Qquenta² , Julian Vilca Sucapuca³ , Daniel Sumire Qquenta⁴ 

¹Universidad Privada del Norte, Perú, denis.ovalle@upn.pe

²Universidad Peruana Unión, Perú, rebecasumire@upeu.edu.pe

³Universidad Peruana Unión, Perú, jvilca@upeu.edu.pe





⁴Universidad Peruana Unión, Perú, danielsumire@upeu.edu.pe

Abstract - Obesity is a constantly growing problem since 2016, with an impact in the last 2 years where most people lived a very sedentary life that affected their metabolism and led them to be overweight, in addition to the direct relationship that exists between people with a low socioeconomic level and the prevalence of overweight, due to problems of low education and poverty. For this, an application research with a quantitative approach was carried out, with an experimental group of 33 students and another control group of 33 students to contrast the experimental group, which has not been significantly affected by external factors. Finally, it was obtained as results that the BMI of adolescents improved by an average of 2%. In the same way, knowledge retention is optimal, since initial knowledge was improved by an average of 60%. Therefore, the present investigation showed that the implementation of a progressive web application or PWA considerably improves the knowledge of eating habits in students from a low socioeconomic sector through the information provided and trivia-type games.

Keywords. Nutritional control, Overweight, PWA

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).
DO NOT REMOVE

PWA de control nutricional para reducir los problemas derivados del sobrepeso en estudiantes de secundaria de un Colegio Público

Christian Ovalle¹ , Rebeca Sumire Qquenta² , Julian Vilca Sucapuca³ , Daniel Sumire Qquenta⁴ 

¹Universidad Privada del Norte, Perú, denis.ovalle@upn.pe

²Universidad Peruana Unión, Perú, rebecasumire@upeu.edu.pe

³Universidad Peruana Unión, Perú, jvilca@upeu.edu.pe

⁴Universidad Peruana Unión, Perú, danielsumire@upeu.edu.pe

Resumen— *La obesidad es un problema en constante crecimiento desde el 2016, con impacto en los últimos 2 años donde la mayoría de las personas vivió una vida muy sedentaria que afecto su metabolismo y los llevo al sobre peso, además, de la relación directa que existe entre personas con un nivel socioeconómico bajo y la prevalencia de sobrepeso, por problemas de poca educación y pobreza. Para ello, se realizó una investigación aplicada con enfoque cuantitativo, contando con un grupo experimental 33 estudiantes y otro grupo de control de 33 estudiantes para el contraste del grupo experimental no ha sido afectado significativamente por factores externos. Finalmente se obtuvo como resultados que se mejoró en un 2% de media el IMC de los adolescentes. Del mismo modo, la retención del conocimiento es óptima, puesto que se mejoró de media en un 60% el conocimiento inicial. Por consiguiente, la presente investigación se mostró que la implementación de una aplicación web progresiva o PWA mejora considerablemente el conocimiento de los hábitos alimenticios en estudiantes de sector socioeconómico bajo mediante la información brindada y juegos de tipo trivia.*

Palabras Claves— *Control nutricional, Sobrepeso, PWA.*

I. INTRODUCCIÓN

Una de las enfermedades no transmisibles que viene afectando la calidad de vida de las personas a nivel mundial, es la obesidad [1]. desde el 2016 alrededor del 13% de la población adulta mundial cuenta con sobrepeso, y más de 340 millones de niños y adolescentes (de 5 a 19 años) padecen de sobrepeso u obesidad [2]; siendo el grupo de niños y jóvenes afectados por esta enfermedad uno de los mayores desafíos, debido que a su corta vida ya presentan problemas metabólicos y cardiovasculares, que pueden conllevar a problemas más severos a futuro [1]. Inclusive en países desarrollados como EE.UU., se ha convertido en uno de los problemas más críticos de la última década [2] saturando el sistema de atención médica

del país [3]; mientras que en el Perú, según el INEI [4], el 24,6% de jóvenes de 15 años a más tienen obesidad.

Bajo este contexto, se opta por anticiparse al problema desde que son niños y adolescentes, debido a que mientras más temprano seas intervenido estos grupos en específico, más efectivo será el cambio y el mantenimiento de su nueva condición, a comparación en la edad adulta [5]. Por ello, se escoge a los colegios porque son entornos adecuados en donde se pueden realizar actividades para la prevención de la obesidad juvenil, ya que en estos lugares pasan la mayor parte de su tiempo [6]. Para controlar estos casos de obesidad se opta por utilizar el IMC ya que es el método más asequible para identificar si los individuos poseen sobrepeso, y en consecuencia, detectar posibles riesgos [7]. Asimismo, medios como la web y móviles nos permitirán realizar un control del peso corporal de manera remota, con la finalidad de reducir el IMC, circunferencia de la cintura y pérdida porcentual de grasa [8].

Actualmente, los dispositivos móviles han avanzado de manera exponencial, abriendo un amplio repertorio de oportunidades, que antes resultaban inviables por el costo y tiempo que implican [9]. Además, su portabilidad y rendimiento permitieron el desarrollo de aplicaciones en campos como la medicina [9]. Por consiguiente, se pretende que en un futuro la salud móvil pueda estar integrada en su totalidad con las plataformas de atención médica [10], haciendo uso de la conectividad a internet que son requeridas por estas aplicaciones móviles para adquirir más funcionalidades [11]. Sin embargo, existen sectores con un nivel socioeconómico bajo, en los cuales la cobertura de red es escasa, como señala el INEI [12], un 13% de los hogares de Lima metropolitana no cuentan con acceso a internet. Según [13], sectores con dicho nivel socioeconómico, tienen una prevalencia media de la obesidad, a comparación de las zonas de un nivel socioeconómico más elevado, y factores como la pobreza, desempleo, o hogares con poca educación, aumentan la prevalencia media de obesidad [13].

Por tal motivo, en el 2015 nace la PWA de Google, un nuevo enfoque similar en navegación a una nativa, pero con el desarrollo similar a una web, siendo más asequible [10], y capaz de entregar una experiencia atractiva al usuario, a su vez trata problemas como lo es la conectividad de red, que otros enfoques como el desarrollo nativo, no son capaces de lograr [11]. Esto es posible gracias a los “Services Workers”, con su capacidad única de usar la interfaz de caché, la cual es independiente de la caché HTTP [14], garantizando la completa funcionalidad de la aplicación, sin que dependa de factores como la condición de red del dispositivo del usuario. Además, su capacidad multiplataforma agiliza el desarrollo, permitiendo llegar a más dispositivos móviles o de escritorios como Android, iOS, Windows, etc. [11].

El objetivo del presente estudio es brindar información nutricional a los jóvenes estudiantes con baja conectividad de red en sectores con un nivel socioeconómico bajo a través de una PWA capaz de funcionar sin acceso constante a internet. Es por ello, que se planteó la siguiente interrogante: ¿En qué porcentaje la información nutricional brindada a través de una PWA permite mejorar el IMC en la población de estudio?

II. ESTADO DEL ARTE

Actualmente, las PWA en el campo de la salud móvil no han sido muy exploradas como lo podría ser un enfoque de desarrollo nativo, sin embargo, existen algunas aplicaciones las cuales han dado los “primeros pasos” en diversos campos derivados de la salud, los cuales se requieren precisar para la contextualización del presente proyecto.

A. Casos de éxito de las PWA en la salud móvil

Los autores [10] señalan que la PWA de la "Guía oral y de dentaduras postizas" desarrollada en este estudio fue igual de efectiva como los métodos convencionales para instruir sobre las dentadura postizas, sin importar la edad del paciente. Los autores destacan la mejora de los participantes en su conocimiento e higiene oral y de dentaduras postizas.

En adición a ello, los autores [15] realizaron una investigación en donde se proporcionó información sobre el enfoque sistemático del uso de PWA para el desarrollo y validación de una aplicación móvil educativa que tenga contenido basado en evidencia y cumplimiento de los principios de diseño de usabilidad. Se evaluó la satisfacción del usuario mediante el “Single Ease Questionnaire”, en donde se demostró que las PWA son capaces de cumplir con los estándares de una aplicación nativa. Además, señalan que las PWA son una alternativa más asequible a comparación de una aplicación nativa

Por su parte, los autores [16] mencionan que su aplicación ML implementada como una plataforma PWA, es capaz de cumplir con los requerimientos de una funcionalidad fuera de línea, que sea independiente y utilice las herramientas de predicción de mortalidad infantil relacionada con la neumonía como ejemplo. Los autores destacan que las PWA funcionan sin problemas cuando sus dispositivos anfitriones pierden la

conectividad a Internet, lo que los hace ideales para las aplicaciones de salud móvil.

B. Ventajas de las PWA's

Las PWA cuentan con diversas ventajas frente a otros enfoques, de las cuales una de ellas es la peculiaridad de no perder el total de sus funcionalidades, al estar sin ninguna conexión a internet [17]. A su vez, [14] mencionan que una de las más grandes ventajas con las que cuenta las PWA, es el apoyo sin conexión, el cual es posible gracias a los SW, los cuales tienen la capacidad de utilizar el cache de la interfaz, el cual es independiente de caché HTTP de los navegadores web, por lo que supone una funcionalidad completamente offline. Asimismo, [11] mencionan que el API de caché es una interfaz de programación que brinda almacenamiento y recuperación de información, y en conjunto con los SW, permite guardar las solicitudes de red para cuando el usuario vuelva a estar en línea.

Por un lado, [14] afirman que las PWA describen ventajas como la capacidad de ofrecer una reducción drástica en el almacenamiento y recuperación más eficiente de los datos que se encuentran en caché, debido a que se prioriza que se guarden para su reincidente uso. De igual forma, [17] afirman en su artículo, que las aplicaciones web progresivas, cuentan con ventajas en cuanto a su rendimiento se refiere, ya que de tratarse de una aplicación totalmente informativa, no se necesita de un alto aprovechamiento de hardware. En adición a ello, [18] señalan como los Service Workers (SW) de las PWA, no generan un desgaste significativo en cuanto al consumo de energía de los dos dispositivos. Esto se debe a que, como se mencionó anteriormente, las PWA saben aprovechar de la mejor manera el uso de los recursos de los móviles.

En base a lo antes mencionado, se puede afirmar que una PWA es capaz de garantizar la funcionalidad de la aplicación, sin que esta tenga que depender de las condiciones de red del dispositivo del usuario [11]. Además, los autores [14] exponen que las PWA cuentan con el potencial añadido, de funcionar independientemente del dispositivo que se esté utilizando para su ejecución. Esto último supone una ventaja a favor de las PWA que permite su interoperabilidad en distintos sistemas operativos, que cuenten con un navegador web actualizado, como se muestra en la tabla 1, las PWA muestran diversas ventajas.

TABLA I
VENTAJAS DE LA PWA

Ventajas del enfoque PWA	
Soporte off-line	Garantiza la funcionalidad de la aplicación, sin depender de las condiciones de la red
Soporte para funciones nativas	Garantiza funciones como una aplicación en desarrollo nativo
Multiplataforma	Cuenta con funcionalidades multiplataforma (celulares, computadoras)

C. Frameworks para el desarrollo de las PWA

En la actualidad, existen diversos frameworks capaces de agilizar la transformación de una página web tradicional a una PWA, pero entre los mejores destacan Angular, React, o Vue.

Angular, según [19] es un framework de desarrollo sumamente completo, ya que cuenta con respaldo de diversas tecnologías como Rxjs, TypeScript, entre otros. Además de características singulares, como diversas API, así como también de un CLI bastante robusto; si bien Angular CLI puede no destacar mucho de otros frameworks, es capaz de convertir sin esfuerzo una aplicación web convencional en una aplicación web progresiva. Sin embargo, [20] contrasta que cuando se busca desarrollar una PWA, el uso del framework de Vue puede significar una mayor adaptabilidad para la web. Esto se debe a que su librería está enfocada únicamente en su layer de vista, pero ello no resulta un impedimento para poder añadir al trabajo otras librerías que necesitemos para desarrollar una PWA completa. Por su parte, [21] menciona que React, es un framework capaz de simplificar la complejidad del desarrollo de aplicaciones web, por lo que sería ideal cuando se busque desarrollar PWA. Cabe destacar que su mayor beneficio, es la particularidad de dividir sus componentes para una solución independiente de sus partes.

Estos frameworks presentados por los autores, proponen un desarrollo sencillo, eficiente, y completo de una aplicación web progresiva, identificando todas las ventajas de cada uno. Sin embargo, no existe alguna razón aparente por la cual decantarse por alguno de los 3 frameworks, ya que cualquier framework enfocado al frontend, cumple con el objetivo de desarrollar una PWA [21]. Debido a ello, se tomó en cuenta al framework Angular, ya que el equipo cuenta con conocimiento base para el desarrollo del presente proyecto.

III. METODOLOGÍA

El enfoque de la presente investigación es de tipo cuantitativo, ya que como propósito se tiene el medir los tamaños o magnitudes de los fenómenos y probar la hipótesis planteada en la investigación [22]. De igual modo, se propone un alcance de tipo explicativo, ya que se tiene como objetivo identificar en qué medida, la PWA desarrollada es responsable de fomentar en la población objetivo, hábitos alimenticios que resulten saludables, es decir, identificar las causas de los fenómenos estudiados [22]. En adición a ello, el diseño metodológico de la investigación es de tipo experimental, por lo que se busca determinar en una muestra de la población objetivo, la variación en sus hábitos alimenticios saludables a causa del uso de la PWA desarrollada.

En primer lugar, con el fin de responder la pregunta de investigación planteada, se precisa resaltar el contexto de la población objetivo, el cual es la baja conectividad de internet en zonas con un nivel socioeconómico bajo del Perú, para posteriormente detallar cómo se realizará la propuesta.

Por un lado, al tratarse de jóvenes estudiantes de grado escolar, se requiere captar su atención a través de aplicaciones

que resulten intuitivas, y no abrumadoras que sobrecarguen de información a los usuarios, por lo que se considera que el diseño del UX/UI debe de ser sutil y atractivo al público objetivo, ya que una aplicación enfocada en ofrecer información nutricional, debe contar con textos claros, y no tan saturados de información, que sean entendibles y de fácil entendimiento, así como también en cuanto a diseños o funcionalidades básicas, ya que se requieren que sean lo más intuitivas posibles para el usuario, además de contar con una navegación simple y funcional.

La arquitectura de la aplicación como se observa en la Figura 1, se detalla la forma en la que funciona la PWA, independientemente del dispositivo del usuario, ya sea una computadora, celular, o Tablet; posteriormente, el Service Worker (SW), realiza peticiones a la Web Service a través de las API REST, comunicándose con archivos JSON, y en caso de que el dispositivo del usuario no cuente con acceso a internet, el SW es capaz de trabajar con los datos almacenados previamente en la caché.

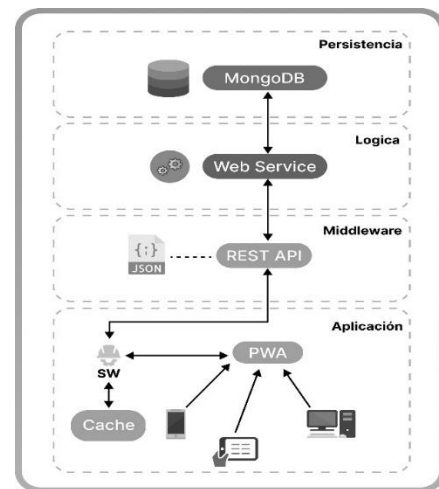


Fig. 1 Arquitectura propuesta de la PWA

- MongoDB: Sistema de gestión de base de datos no relaciones el cual utiliza datos en formato JSON
- Web Service: Son aplicaciones autónomas modulares que publican en la red de una manera que permite una mayor flexibilidad del proceso.
- Rest API: Las API son conjuntos de definiciones y parámetros que se utilizan para integrar el software de las aplicaciones utilizando los principios de REST, como lo son:
 - Dar un identificador
 - Vincular las cosas
 - Use métodos estándar
 - Recursos múltiples
 - Comunicar sin estados

Para la parte de las herramientas de hardware y software utilizadas para el desarrollo de la aplicación, se tomaron en cuenta: En primer lugar, para el hardware, dos computadores, uno para el desarrollo en frontend, enfocándose en los diseños del aplicativo; y el segundo en backend, enfocándose en la lógica detrás de la PWA. En segundo lugar, para la parte de software, se tomaron en cuenta las herramientas que se muestran en la Figura 2.



Fig. 2 Herramientas de software para el desarrollo de la aplicación

Herramientas a utilizar para el desarrollo de la PWA:

- Se utilizó los lenguajes de maquetado HTML y CSS para definir las reglas de los estilos a utilizar.
- Se utilizó JavaScript para dinamizar la aplicación y consumir los servicios de backend.
- Se escogió el framework de Angular para desarrollar la aplicación, en conjunto con el Framework de Ionic, el cual provee de una robusta documentación para los componentes a utilizar.
- Se usó Visual Studio Code como editor de código para la aplicación web progresiva y la API para el registro e inicio de sesión de los usuarios.
- Se utilizó la tecnología de node.js para instalar el entorno de desarrollo para la construcción del web services que serán consumidos a través de la API REST, y Express.Js, librería que facilita la manera de construir el web Service.
- Se utilizó MongoDB como motor de base de datos NoSQL (no relacional) para almacenar la información de los usuarios, y la información nutricional.
- Se utilizó el servicio en la nube de MongoDB Atlas para trasladar la base de datos a un ambiente de producción.
- Se utilizó la plataforma de Heroku para desplegar el servidor web de la aplicación y Mongodb Atlas para almacenar las colecciones y los datos de los usuarios.

- Se utilizó Firebase de Google, para el despliegue de la PWA por la facilidad que ofrece al momento de montar el deploy y hosting.

Para lograr con los objetivos planteados en el presente estudio, se utilizó la metodología de desarrollo ágil SCRUM, dividiendo el proyecto en 5 sprints, para el desarrollo de la aplicación. Adicionalmente, se utilizaron las fases propuestas por el marco ágil, por lo que, en cada sprint, se contemplan fases de inicio, planificación, diseño, ejecución y lanzamiento.

Sprint 1:

Fase de inicio

- Se proporciono la visión holística del proyecto.
- Se definieron los roles y responsables del equipo de desarrollo: scrum master, product owner, scrum team.
- Se definieron las épicas del proyecto
- Se desarrollo backlog
- Se planificación el lanzamiento inicial del proyecto.

Fase de planificación

- Se creo y estimo cada una de las historias de usuario desprendidas de las épicas
- Se definió el cronograma del proyecto
- Se adecuo el backlog del producto en base a las historias de usuarios.
- Se realizo el modelado arquitectural del negocio, caso de uso de sistema.

Fase de diseño

- Se desarrollaron los wireframes de la PWA.

Sprint 2:

Fase de inicio

- Se ajustaron las fechas del lanzamiento inicial.

Fase de planificación:

- Se ajusto el cronograma del proyecto
- Se realizaron los sprints backlogs 1 y 2
- Se definieron los sprints 3 y 4
- Se modelo la arquitectura de sistemas y datos de la PWA

Fase de diseño

- Se diseño los mockups iniciales de la aplicación

Fase de ejecución

- Se realizo el levantamiento de los entornos de desarrollo en los equipos del scrum team.
- Se crearon las cuentas de servicios en nube de Mongodb Atlas, Heroku y Firebase.

Sprint 3:

Fase de diseño

- Se diseñaron los mockups adicionales, como la página de avatar - minijuegos

Fase de ejecución

- Se realizó el maquetado de las vistas principales de la PWA, utilizando las tecnologías antes mencionadas de HTML5 y CSS.
- Se desarrolló el log-in y el registro de usuario de manera funcional, para que se obtenga la data de los pre test.
- Se realizó el levantamiento de los servicios en la nube de MongoDB Atlas para almacenar las colección y documentos; Heroku para que se consuman los endpoints en modo de producción, y se configuró el entorno de Firebase.

Fase de lanzamiento

- Se realizó el despliegue inicial de la PWA en Firebase.
- Se realizó la documentación de los datos obtenidos de la página de registro en la aplicación, para los resultados del pre test

Sprint 4:

Fase de diseño

- Se reajustaron los mockups de registro nutricional, añadiendo nuevas funcionalidades como el cálculo diario de consumo calórico.

Fase de ejecución

- Se realizó la corrección de los errores encontrados por las pruebas de Karma y Jasmine en Angular, así como también de la recomendación de Lighthouse, para el correcto funcionamiento de la PWA.
- Se desarrolló el flujo de páginas restantes como los minijuegos.

Fase de lanzamiento

- Se realizaron las pruebas unitarias a cada página a través de la herramienta de Karma, Jasmine y Lighthouse.
- Se desplegó la aplicación con nuevas funcionalidades.

Sprint 5:

Fase de ejecución

- Se realizaron las últimas correcciones de los errores encontrados por las herramientas antes mencionadas.

Fase de lanzamiento

- Se realizó el despliegue final de la aplicación.
- Se realizó el registro del post test de los resultados obtenidos por la PWA.

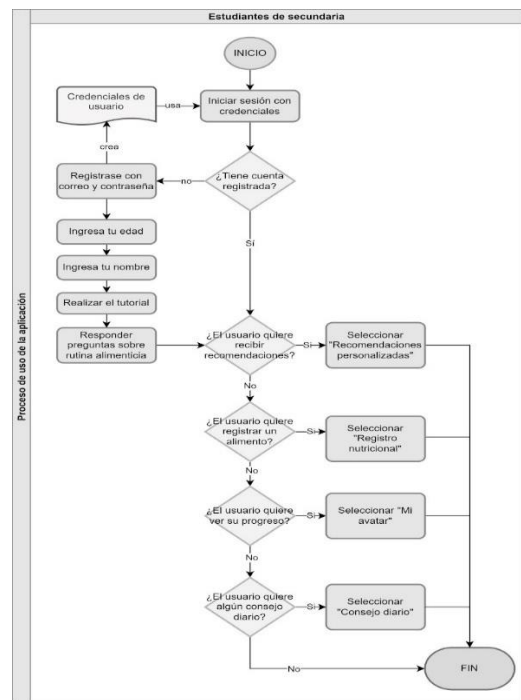


Fig. 3 Diagrama de flujo general de la aplicación

La Figura 3, muestra cómo los estudiantes a través del aplicativo deben registrarse en la PWA, para poder acceder a las funciones de la aplicación, pasando por un registro, para llegar al tutorial del funcionamiento dinámico de la app, aquí se le realizará al usuario una breve demostración de la aplicación, a través de una pregunta sobre su alimentación, en base a su elección, se le mostrará las ventajas o desventajas del consumo de dicho alimento; Posteriormente, el estudiante podrá seleccionar entre 4 opciones, en donde cada uno de los 4 botones presentados, representa una actividad diferente que el usuario puede realizar dentro de la PWA.

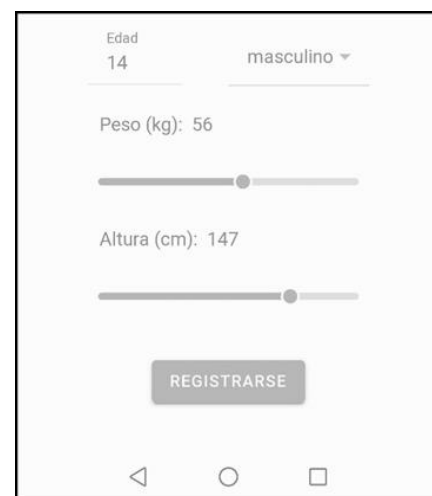


Fig. 4 Registro de usuario

Al ingresar a la aplicación, como se mostró en la Fig. 3, se le pedirá un usuario y contraseña, de no contar con dichas credenciales, el estudiante tendrá que crear un usuario para poder acceder a las funcionalidades de la aplicación. En la Fig. 4, se muestra los datos antropométricos necesarios tanto para que el usuario cree su cuenta, así como también para el cálculo del IMC, de modo que, en la sección de resultados, se puedan consultar. Es preciso recordar que cada usuario registrado, es almacenado en la BD en la nube de MongoDB Atlas a modo de documento en colección dependiendo del tipo de esquema que se maneje.

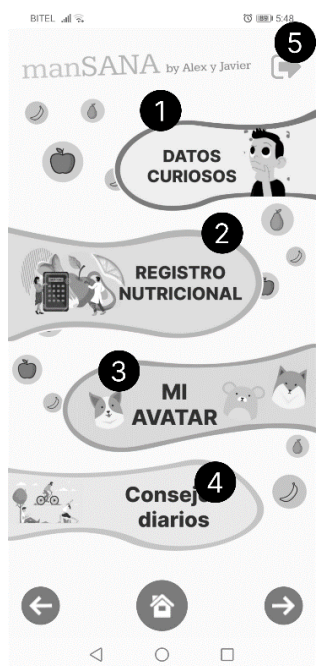


Fig. 5 Página menú principal de la PWA

La Figura 5, muestra la pantalla principal de la PWA, en donde se visualiza los 4 botones de navegación principales, con una funcionalidad diferente cada uno, (1) Datos curiosos, página en donde se le informará al usuario sobre los macronutrientes de un alimento, a través de una breve descripción del mismo; (2) Registro nutricional, en esta pestaña el usuario podrá registrar los alimentos consumidos a lo largo de su día, también podrá llevar un registro de su peso y altura actual, además de visualizar su progreso a lo largo de las semanas; (3) Mi avatar, página en donde el usuario podrá cambiar su imagen y jugar test interactivos “minijuegos”, los cuales tienen la finalidad de evaluar el conocimiento adquirido del adolescente por el uso de la aplicación; (4) consejos diarios, en este módulo, el usuario recibirá un consejo de manera diaria sobre una correcta alimentación, además de informar sobre temas relacionados a la nutrición de una manera visual a través de gráficos y audios; (5) botón de cerrar sesión, el cual eliminará el token (Api key) del localStorage, por lo que se restringirá el acceso a las rutas de la PWA hasta que Introduzca sus credenciales.



Fig. 6 Página datos curiosos

En la Figura 6 se muestra una captura de pantalla de la página de datos curiosos, el cual muestra un alimento aleatorio de la base de datos NoSQL, en donde se obtienen parámetros como su peso en gramos, calorías, grasas, carbohidratos y proteínas; además de una descripción sobre datos curioso del alimento en cuestión, con la finalidad de que el usuario pueda obtener información sobre el alimento, además de informarse sobre las curiosidades de manera visual, de ese modo, la información que se le brindara al usuario, será más fácil de entender, y podrá diferenciar entre alimentos saludables y alimentos dañinos.

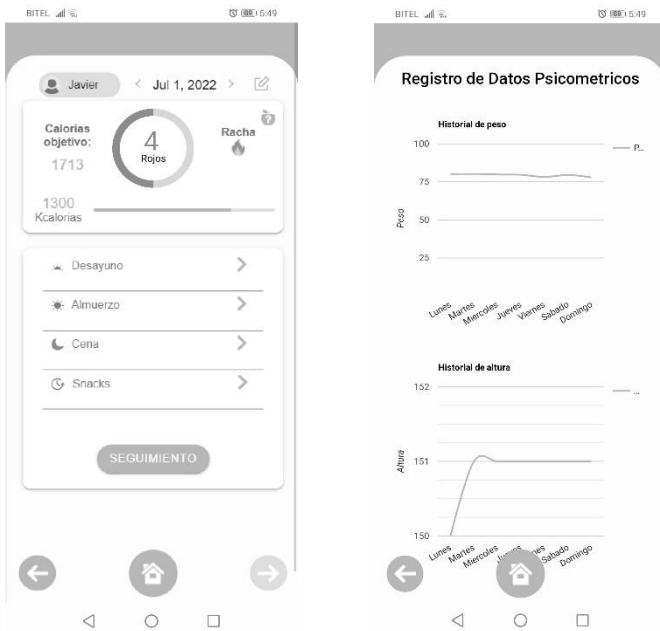


Fig. 7 Página registro nutricional

Como se muestra en la Figura 7; por un lado, se brindará información sobre la cantidad de alimentos que se consideren “rojos” en una barra circular, la cual tiene como finalidad, limitar el consumo de dichos alimentos dependiendo de la meta del usuario, es decir, podrá plantearse metas de consumo de alimentos saludables. Por otro lado, también se podrá visualizar la cantidad total de calorías consumidas a lo largo de su día, de manera que se pueda consultar de manera rápida el total consumido, y el restante, así como también si se excede de la meta propuesta de consumo diario. Además, el usuario podrá registrar sus alimentos, separados por su desayuno, almuerzo, cena o snacks (aperitivos), que esté consumiendo a lo largo de su día; por otro lado, el usuario también podrá llevar un recuento de sus rachas, el cual indica los días seguidos que lleva ingresando como mínimo un alimento; Adicionalmente, el usuario podrá consultar la funcionalidad de cada botón, a través de la “manzana de pregunta” en donde se le detalla que significa cada componente de la página; Por último, el usuario podrá realizar un seguimiento de sus alimentos ingeridos a lo largo de su semana, de manera que se visualice a través de un gráfico, como su consumo de calorías se va reduciendo o cumpliendo con la meta propuesta.

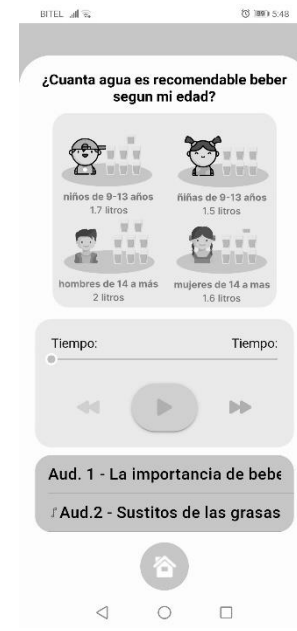


Fig. 8 Página recomendación

También, en la figura 8 se pueda apreciar la página de recomendación, la cual muestra un consejo de manera semanal, relacionado con los buenos hábitos o con la correcta alimentación que los usuarios deberían llevar. Adicionalmente, se podrá reproducir un audio sobre el consejo diario, de manera que se narre la información para adquirir conocimientos sobre nutrición y vida saludable.

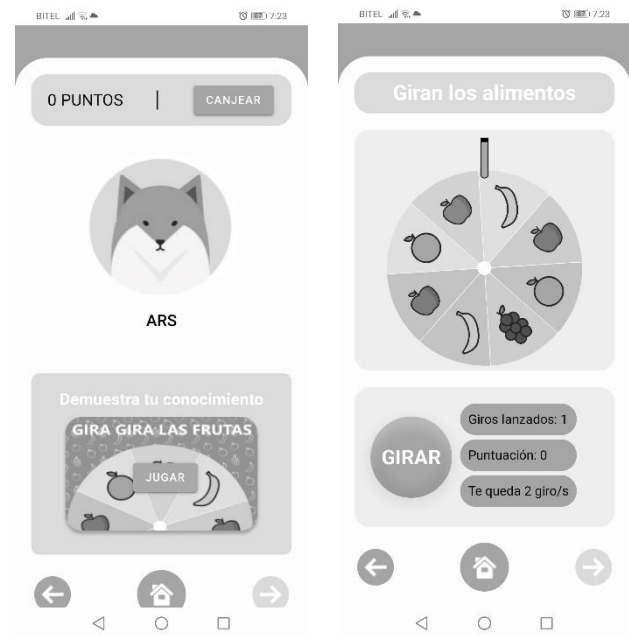


Fig. 9 Página de Avatar

Por último, en la figura 9 se aprecia la página de avatar, la cual muestra el perfil del usuario, sus puntuaciones obtenidas de los juegos. Como funcionalidades, el usuario podrá acceder a través de el botón “Jugar” a los minijuegos disponibles; también, a través del botón “Canjear” el usuario podrá cambiar los puntos por recompensas dentro de la aplicación.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para los resultados, se tiene planificado la realización el análisis estadístico inferencial para normalizar las muestras de ambos grupos, de modo que se logre hacer el correspondiente análisis de los datos que se recolecto del pre test y los del post test. De igual modo, se realizarán estadísticas a los grupos de control y experimental, para identificar si la mejora en el IMC del grupo experimental es a causa (directa) del uso de la PWA, así como también la reducción del peso y retención del conocimiento brindado por la PWA.

TABLA II
NORMALIZACIÓN DE LAS MUESTRAS

	Kolmogorov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Peso	,105	33	,200*	,947	33	,107
Altura	,151	33	,055	,945	33	,098
IMCpretest	,114	33	,200*	,963	33	,307

Como se observa en la tabla #, los parámetros como el peso, altura o el IMC obtenido siguen una distribución normal, lo que sugiere que son candidatos para aplicar estadística inferencial.

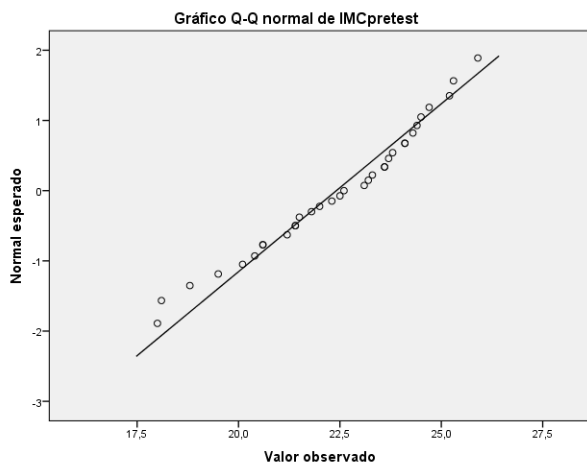


Fig. 10 Gráfico Q-Q del IMC

En la figura 10, se puede apreciar como el valor observado de los datos parametricos, no difiere mucho del normal esperado. Debido a ello, cualquier cambio de la muestra puede sugerir el mismo cambio en la población objetivo.

A continuación, se muestra un ejemplo de la data recolectada en el pretest de la implementación de la PWA (tabla

2). En donde se puede apreciar los datos antropométricos necesarios para el correcto cálculo del IMC percentil Z de los adolescentes.

TABLA III
RESULTADOS DE PRETEST DE LA PWA

Pretest				Data almacenada	BD
Edad	Genero	Peso	Altura		
12	f	56	149	La data almacenada es utilizada posteriormente en los resultados.	MongoDB Atlas
13	f	45.2	150		
13	m	43.5	152		
12	f	45	135		
13	f	58.4	152		

En adición a lo antes mencionado, como resultado de la comparativa del porcentaje de mejora del IMC percentil en Z de ambos grupos, se obtuvo que: el porcentaje de mejora del grupo experimental, supera con creces al del grupo de control, ello debido al aporte informativo por la PWA. El 0.66% de mejora del grupo de control se debe a factores externos que si bien pudieron afectar al G.E., no suponen una reducción significativa según la prueba T para muestras relacionadas realizada.

TABLA IV
PRUEBA T MUESTRAS RELACIONADAS AL IMC

Diferencias relacionadas					t	gl	Sig.
Media	Desviación típica	Error típico	95% Intervalo de confianza				
			Inf.	Sup.			
,4394	,4031	,0702	,2965	,5823	6,262	32	,000

En base a la prueba realizada, y puesto que el valor de p es menor al 0.05, se acepta la hipótesis del investigador, por lo que se infiere que el uso de la PWA reduce de manera significativa el IMC de los usuarios. A comparación de la reducción obtenida por el G.C. el cual no es lo suficientemente significativo como para considerarse dentro de una mejora notable. Esta misma prueba de realizo a los datos de peso perdido y retención del conocimiento, obteniendo el mismo resultado en el que si es significativo el valor aumentado o reducido.

TABLA V
PROMEDIO IMC DE LOS GRUPOS

Grupo de asignación		N° de adolescentes	IMC percentil Z	
			Media	% mejora
G.E.	Pre intervención	33	22.41	1.85%
	Post intervención	33	21.97	
G.C.	Pre intervención	33	21.55	0.66%
	Post intervención	33	21.40	

Como se aprecia en la tabla 5, el porcentaje de mejora del G.E. es mayor al del G.C., por lo que se reitera que el uso del aplicativo si permite mejorar el IMC en promedio un 2%. Es preciso detallar que la muestra inicial del grupo experimental y del grupo de control, no se vio reducida a lo largo de la implementación, como se muestra en la tabla 5.

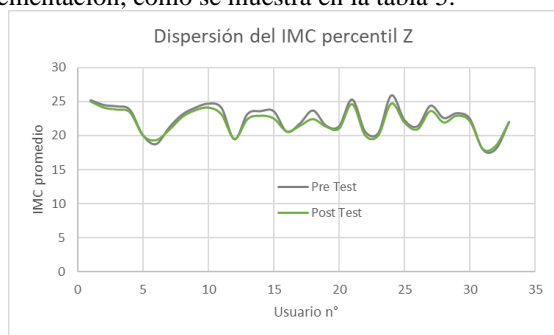


Fig. 11. Dispersión del IMC promedio

Según el diagrama de dispersión mostrado, se aprecia como se ve reducido el IMC de los usuarios del pre test al post test. Si bien el cambio no es abrumador, es lo suficientemente significativo como para demostrar que la mejora se encuentra presente.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Para finalizar, y como conclusión se tiene que el uso de la aplicación desarrollada es capaz de mejorar significativamente el conocimiento sobre hábitos alimenticios saludables en la muestra, por la información brindada y juegos de tipo trivia. Además de ser beneficioso en estudiantes de un sector con un nivel socioeconómico bajo ya que el uso prolongado de la PWA puede reducir significativamente en una media de 2% el IMC. Cabe resaltar que el componente del Service Workers, resultó de gran importancia para que el usuario tenga una experiencia más agradable en la aplicación, ya que, el gestionar los datos en caché permite que se pueda hacer uso del aplicativo sin depender de la conectividad constante a internet. Del mismo modo, la PWA demostró con los resultados mostrados, que la pérdida de peso se realiza de manera gradual, y dentro de los estándares antes especificados, de nutrición para una pérdida de peso óptima, sin llegar a la malnutrición.

Como recomendaciones se tiene que, en muestras de personas menores a 18 años, se utilice el percentil Z ya que el cálculo es diferente al de una persona adulta, por lo que en el

puntaje Z consideran a personas de la misma edad, de modo que se estime de una mejor manera el IMC. Adicionalmente, se recomiendan aplicar las buenas prácticas planteadas por Google en rendimiento, el cual es el principal factor de usabilidad de la aplicación, para que la carga de las páginas sea óptima. Por último, se recomienda que gracias a que la PWA demostró ser útil en la reducción del IMC en entornos con reducida conexión a internet, se recomienda que se utilice en el sector salud de zonas alejadas a la capital.

REFERENCIAS

- [1] A. Pelegrini, M. A. Bim, F. U. de Souza, K. S. da S. Kilim, y A. de A. Pinto, "Prevalence of overweight and obesity in Brazilian children and adolescents: a systematic review", *Rev. Bras. Cineantropometria Desempenho Hum.*, vol. 23, 2021, doi: 10.1590/1980-0037.2021v23e80352.
- [2] A. Sanyaolu, C. Okorie, X. Qi, J. Locke, y S. Rehman, "Childhood and Adolescent Obesity in the United States: A Public Health Concern", *Glob. Pediatr. Heal.*, vol. 6, p. 2333794X1989130, ene. 2019, doi: 10.1177/2333794X19891305.
- [3] D. G. Ruggieri y S. B. Bass, "A Comprehensive Review of School-Based Body Mass Index Screening Programs and Their Implications for School Health: Do the Controversies Accurately Reflect the Research?", *J. Sch. Health*, vol. 85, núm. 1, pp. 61–72, ene. 2015, doi: 10.1111/josh.12222.
- [4] Instituto Nacional de Estadística e Informática, "El 39,9% de peruanos de 15 y más años de edad tiene al menos una comorbilidad", may 29, 2021. <https://www.inei.gov.pe/prensa/noticias/el-399-de-peruanos-de-15-y-mas-años-de-edad-tiene-al-menos-una-comorbilidad-12903/> (consultado may 28, 2022).
- [5] M. Simmonds, A. Llewellyn, C. G. Owen, y N. Woolacott, "Predicting adult obesity from childhood obesity: a systematic review and meta-analysis", *Obes. Rev.*, vol. 17, núm. 2, pp. 95–107, feb. 2016, doi: 10.1111/obr.12334.
- [6] P. D. Story, Mary, K. M. Kaphingst, y S. French, "The Role of Schools in Obesity Prevention", *Futur. Child.*, vol. 16, núm. 1, pp. 109–142, 2006, doi: 10.1353/foc.2006.0007.
- [7] A. S. Kelly et al., "Severe Obesity in Children and Adolescents: Identification, Associated Health Risks, and Treatment Approaches", *Circulation*, vol. 128, núm. 15, pp. 1689–1712, oct. 2013, doi: 10.1161/CIR.0b013e3182a5cfb3.
- [8] H. Lahtio, A. Rintala, J. Immonen, y T. Sjögren, "The Effectiveness of Physical Activity-Promoting Web- and Mobile-Based Distance Weight Loss Interventions on Body Composition in Rehabilitation Settings: Systematic Review, Meta-analysis, and Meta-Regression Analysis", *J. Med. Internet Res.*, vol. 24, núm. 3, p. e25906, mar. 2022, doi: 10.2196/25906.
- [9] J. I. García, D. Marín Aragón, H. Maciá, y A. Jiménez-Cantizano, "Viñamecum: A Computer-Aided Method for Diagnoses of Pests and Diseases in the Vineyard", *Appl. Sci.*, vol. 11, núm. 10, p. 4704, may 2021, doi: 10.3390/app11104704.
- [10] J. Y. M. Ng, T. W. Lim, N. Tarib, y T. K. Ho, "Effect of educational progressive web application on patient's oral and denture knowledge and hygiene: A randomised controlled trial", *Health Informatics J.*, vol. 27, núm. 3, 2021, doi: 10.1177/14604582211035821.

- [11]F. Rego, F. Portela, y M. F. Santos, “Towards pwa in healthcare”, en *Procedia Computer Science*, 2019, vol. 160, pp. 678–683, doi: 10.1016/j.procs.2019.11.028.
- [12]INEI, “El 52,5% de los hogares del país tiene conexión a internet en el trimestre abril-mayo-junio de este año”, sep. 28, 2021. <https://www.inei.gob.pe/prensa/noticias/el-525-de-los-hogares-del-pais-tiene-conexion-a-internet-en-el-trimestre-abril-mayo-junio-de-este-ano-13129/> (consultado may 28, 2022).
- [13]L. Bailey, M. Horst, M. M. Hillemeier, y A. Lauter, “Obesity Disparities Among Elementary-Aged Children: Data From School-Based BMI Surveillance”, *Pediatrics*, vol. 130, núm. 6, pp. 1102–1109, dic. 2012, doi: 10.1542/peds.2012-0192.
- [14]P. Loreto, J. Braga, H. Peixoto, J. Machado, y A. Abelha, “Step towards progressive web development in obstetrics”, en *Procedia Computer Science*, 2018, vol. 141, pp. 525–530, doi: 10.1016/j.procs.2018.10.131.
- [15]J. Y. M. Ng, T. W. Lim, N. Tarib, y T. K. Ho, “Development and validation of a progressive web application to educate partial denture wearers”, *Health Informatics J.*, vol. 28, núm. 1, ene. 2022, doi: 10.1177/14604582211069516.
- [16]N. I. Mohammed, A. Jarde, G. Mackenzie, U. D’Alessandro, y D. Jeffries, “Deploying Machine Learning Models Using Progressive Web Applications: Implementation Using a Neural Network Prediction Model for Pneumonia Related Child Mortality in The Gambia”, *Front. Public Heal.*, vol. 9, núm. February, pp. 1–6, feb. 2022, doi: 10.3389/fpubh.2021.772620.
- [17]P. Romao, S. Neuenschwander, K. Denecke, y S. Nüssli, “Digital Health Intervention to Support Refugees in Switzerland”, 2021, doi: 10.3233/SHTI210094.
- [18]I. Malavolta, G. Procaccianti, P. Noorland, y P. Vukmirovic, “Assessing the Impact of Service Workers on the Energy Efficiency of Progressive Web Apps”, en *Proceedings - 2017 IEEE/ACM 4th International Conference on Mobile Software Engineering and Systems, MOBILESoft 2017*, 2017, pp. 35–45, doi: 10.1109/MOBILESoft.2017.7.
- [19]M. Hajian, *Progressive Web Apps with Angular*. 2019.
- [20]C. Rojas, *Building Progressive Web Applications with Vue.js*. 2020.
- [21]S. Domes, *Progressive Web Apps with React*. 2017.
- [22]G. Guerrero Dávila y M. C. Guerrero Dávila, “Metodología de la investigación”, p. 103, 2014.