



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE COMPUTACIÓN Y SISTEMAS

**APP DE RECOMENDACIONES ALIMENTARIAS PARA REDUCIR
LA MALA ALIMENTACIÓN EN CASOS DE ANEMIA EN NIÑOS
DEL COLEGIO “APÓSTOL DE PUNCHAUCA”**

PRESENTADA POR

RENZO PAUL BENDEZU CASTILLA

RODRIGO ALEX AUGUSTO YSLA PARRA

ASESOR

EIRIKU YAMAO

AUGUSTO ERNESTO BERNUY ALVA

TESIS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE
COMPUTACIÓN Y SISTEMAS**

LIMA – PERÚ

2020



CC BY-NC-SA

Reconocimiento – No comercial – Compartir igual

El autor permite transformar (traducir, adaptar o compilar) a partir de esta obra con fines no comerciales, siempre y cuando se reconozca la autoría y las nuevas creaciones estén bajo una licencia con los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



USMP
UNIVERSIDAD DE
SAN MARTÍN DE PORRES

**FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE
COMPUTACIÓN Y SISTEMAS**

**APP DE RECOMENDACIONES ALIMENTARIAS PARA
REDUCIR LA MALA ALIMENTACIÓN EN CASOS DE ANEMIA EN
NIÑOS DEL COLEGIO “APÓSTOL DE PUNCHAUCA”**

TESIS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE
COMPUTACIÓN Y SISTEMAS**

PRESENTADA

**BENDEZU CASTILLA, RENZO PAUL
YSLA PARRA, RODRIGO ALEX AUGUSTO**

LIMA – PERÚ

2020

AGRADECIMIENTO

A nuestros padres y familiares, por ayudarnos en este ciclo de vida que es nuestra formación profesional.

A los docentes de nuestra casa de estudio, la Universidad San Martín de Porres, que nos brindaron asesoría y experiencia en la excelente formación profesional.

ÍNDICE

	Página
RESUMEN	¡Error!
Marcador no definido.	
ABSTRACT	¡Error!
Marcador no definido.	
INTRODUCCIÓN	¡Error!
Marcador no definido.	
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
1.1 Situación problemática	1
1.2 Definición del problema	4
1.4 Objetivo	5
1.5 Justificación de la investigación	6
1.6 Importancia de la investigación	6
1.7 Viabilidad de la investigación	7
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes de la investigación	13
2.2 Bases teóricas	18
2.3 Definición de términos básicos	31
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	
3.1 Diseño metodológico	33

3.2 Fases	34
CAPÍTULO IV. DESARROLLO	
4.1 Inicio	38
4.2 Planificación	46
4.3 Ejecución	50
4.4 Revisión/Pruebas	67
4.5 Cierre	70
CAPÍTULO V. RESULTADOS	71
CAPÍTULO VI. DISCUSIÓN	83
CONCLUSIONES	87
RECOMENDACIONES	89
FUENTES DE INFORMACIÓN	90
ANEXOS	95

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Índice de porcentaje de anemia	3
Figura 2. Alumnos participantes en estudio	3
Figura 3. Proceso de aprendizaje automático	19
Figura 4. Modelo de regresión	20
Figura 5. Modelo de clasificación ML	20
Figura 6 Síntomas de la anemia	23
Figura 7. Niveles de anemia	23
Figura 8. Consumo alimenticio por rango de edad en Ccora	26
Figura 9. Metodología híbrida	27
Figura 10. Mapa Kanban	29
Figura 11. Fases metodología CRISP-DM	30
Figura 12. Diagrama As Is	40
Figura 13. Diagrama To Be	41
Figura 14. Diagrama física de arquitectura	42
Figura 15. Diagrama lógica del sistema	42
Figura 16. Encuesta	43

Figura 17.Gráfico N° de ingesta de alimentos diarios	43
Figura 18. Datos de alumnos del colegio apóstol de punchauca	44
Figura 19.Cronograma	45
Figura 20 Tablero Kanban	47
Figura 21.Progreso de tareas	48
Figura 22. Verificación calidad de datos	50
Figura 23. Diagrama de caso de uso	50
Figura 24.Objetivo del negocio	51
Figura 25.Diagrama de contexto del sistema	52
Figura 26.Diagrama de contenedores	53
Figura 27.Diagrama de componentes	54
Figura 28. Diagrama de base de datos	55
Figura 29.Modelo no SQL	56
Figura 30.Variables cuantitativas	57
Figura 31.Trasnformación datos	58
Figura 32. Archivo CSV	58
Figura 33.Android Studio	59
Figura 34.Fíre Base	59
Figura 35.Conexión Google Service	60
Figura 36.Conexión Android Studio y FireBase	60
Figura 37.Conexión FirBase	61
Figura 38.Máquina virtual	61
Figura 39.Autenticación FireBase	61
Figura 40. Acceso sistema	64
Figura 41.Menú usuario	62
Figura 42.Selección alimentos	62
Figura 43.Menú de dietas	65
Figura 44.Desayuno	63
Figura 45.Almuerzo	65
Figura 46.Cena	63
Figura 47.Catálogo comidas desayuno	64

Figura 48.Catálogo comidas cena	64
Figura 49.Catálogos comida almuerzo	65
Figura 50. Librerías	65
Figura 51.Carga de archivo	65
Figura 52.Lectura de información	66
Figura 53.Variables dependientes e independientes	66
Figura 54.Entrenamiento	66
Figura 55. Clasificación del árbol	66
Figura 56.Fichero pickle	67
Figura 57.Porcentaje de predicción – Árbol desayuno y cena	67
Figura 58.Simulación de predicciones – Árbol desayuno y cena	68
Figura 59.Matriz de confusión – Árbol desayuno y cena	68
Figura 60.Porcentaje de predicción – Árbol almuerzo	69
Figura 61.Simulación de predicciones – Árbol almuerzo	69
Figura 62.Matriz de confusión - Árbol Almuerzo	70
Figura 63. N° Veces que el estudiante ingiere alimentos al día	73
Figura 64.Porcentaje de estudiantes que pertenecen a un programa social del estado	74
Figura 65.Ingresos y nivel socioeconómico	75
Figura 66.Promedio ingreso mensual por familia	75
Figura 67.Promedio de gasto en alimentos semanal por familia	76
Figura 68.Módulo historial usuario	79
Figura 69.Módulo historial administrador	77
Figura 70.Matriz de confusión desayuno-almuerzo	78
Figura 71.Matriz confusión almuerzo	79
Figura 72.Estado alumno leve	80
Figura 73.Estado salud leve	81
Figura 74.Estado alumno moderado	81
Figura 75.Estado de salud moderado	82
Figura 76.Anemia carabayllo	96
Figura 77.Tratamiento médico según edad	96

Figura 78.Evaluación anemia	97
Figura 79.Nivel socioeconómico carabaylo	97
Figura 80.Costo de tratamiento anemia	98
Figura 81.Árbol de problema	99
Figura 82.Acta de constitución	102
Figura 83.Encuesta a padres de familia	107
Figura 84.Historias de usuario	119
Figura 85.Plan de pruebas	128
Figura 86. Acceso al sistema	131
Figura 87.Menu administrador	129
Figura 88.Registro datos alumnos	131
Figura 89.Historial alumnos	129
Figura 90.Registrar correo	130
Figura 91.Acceso al sistema	132
Figura 92.Menu médico	130
Figura 93.Registro medicamento	131
Figura 94.Acceso al sistema	133
Figura 95.Menu usuario	131
Figura 96.Datos personales	132
Figura 97.Juguemos encuesta	132
Figura 98.Entrevista nutricionista	133
Figura 99.Prueba unitaria caso 1	134
Figura 100.Pruebas unitarias caso 2	135
Figura 101.Pruebas unitarias caso 3	136
Figura 102.Gestión de padres	139
Figura 103.Avance	137
Figura 104.Acta de aceptación	138
Figura 105.Plan de pruebas	141
Figura 106.Menu general pruebas	144
Figura 107.Prueba registro de alimentos	145
Figura 108.Prueba registro desayuno	146

Figura 109.Prueba jugamos	147
Figura 110.Prueba aplicación en general	148

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Viabilidad operativa	7
Tabla 2.Herramientas técnicas	8
Tabla 3.Relación costo – Beneficio del proyecto	9
Tabla 4.Nivel de impacto y probabilidad de ocurrencia de los riesgos	10
Tabla 5.Comparación metodología tradicional vs Ágil	33
Tabla 6.Proceso fase de inicio	34
Tabla 7.Proceso fase de planificación	35
Tabla 8.Proceso fase de ejecución	35
Tabla 9.Proceso fase de revisión/pruebas	36
Tabla 10.Proceso fase de cierre	37
Tabla 11 Requerimientos funcionales	46
Tabla 12 Requerimientos no funcionales	47
Tabla 13.Historia de usuario	48
Tabla 14. Criterios de aceptación	49
Tabla 15.Muestra de despistaje de los síntomas de anemia	72
Tabla 16.Costos de implementación de app	86
Tabla 17. Iteración contenedores	142

RESUMEN

Actualmente, en el Perú y el mundo, la anemia es un problema de salud pública que está afectando a millones de niños, sin importar su sexo, edad y/o nivel socioeconómico. El impacto de esta enfermedad ha requerido la aplicación de métodos de ayuda, a fin de solucionar este problema, desde campañas públicas de parte del Estado; consumo de alimentos personalizados, ricos en hierro, sustentados en la investigación que ofrecen las universidades o entidades privadas, que se apoyan en la tecnología a través de aplicativos y páginas webs. El objetivo de la presente tesis fue desarrollar un sistema de Machine Learning para reducir los índices de anemia de un caso de estudio, focalizado en el colegio Apóstol de Punchauca, distrito de Carabayllo, mediante un aplicativo móvil a los niños de 8 y 9 años que padecían de anemia. Además, ello les permitió a los padres de familia supervisar el tratamiento médico y hábitos alimenticios.

La solución se basó en un aplicativo móvil para dispositivos Android, utilizando una base de datos, en la nube, que implica autenticación y seguridad, para lo cual se utilizó la metodología ágil de Kanban, siguiendo un enfoque de investigación científica, como modelo híbrido ideal para el entorno adaptativo y de fases continuas. Como resultado se obtuvo un prototipo tecnológico que ayudó a reducir los índices de anemia. También sirvió como una fuente de información a los padres de familia para combatir y prevenir futuros casos de anemia.

Palabras clave: Anemia, Machine Learning, Modelo Híbrido, Android, Base de datos en la nube.

ABSTRACT

Currently, in Peru and the world, anemia is a public health problem that is affecting millions of children, regardless gender, age or socioeconomic status. The impact of this disease has required the application of aid methods, in order to solve this problem, from public campaigns from the government to consumption of personalized foods rich in iron supported by investigations offered by universities or private entities, which rely on technology through applications and web pages. The objective of this thesis was to develop a Machine Learning system to reduce anemia rates in a case of study through a mobile application to children aged 8 and 9 who suffered with anemia, focused on the *Apóstol de Punchauca* School, in Carabayllo district. Also, this allowed parents to supervise their medical treatment and eating habits.

The solution was based on a mobile application for Android devices, using a data base in the cloud, which implies authentication and security, for which the agile Kanban methodology was used, following a scientific research approach, as an ideal hybrid model for the adaptive and continuous phase environment.

Key words: Anemia, Machine Learning, Hybrid Model, Android, Data Base in the Cloud.

INTRODUCCIÓN

La anemia es una enfermedad causada por la carencia de glóbulos rojos en la sangre y por una deficiencia nutricional de vitamina C, hierro o proteínas. Es considerada, en la actualidad, un problema de salud pública en el Perú. En los últimos años, se ha tratado de reducir los altos índices de anemia en los menores de edad (escolares y preescolares) por parte del Gobierno central y el apoyo de empresas privadas, que promueven una mejor alimentación en los hogares, colegios e instituciones públicas.

Esta enfermedad se encuentra tanto en los niños menores como en los adolescentes. Se origina principalmente por una falta de información por parte de los padres de familia y poco interés en una adecuada alimentación, que ayude a fortalecer el sistema inmunológico de sus hijos. Además, se carece de la información necesaria del tratamiento en las instituciones educativas.

A fin de solucionar este problema, se planteó la búsqueda e interacción de los sectores de Educación y Salud, con miras de ofrecer una solución, acorde con las nuevas tendencias tecnológicas. De la misma forma, aplicar Machine Learning por su eficacia en los diferentes campos como los algoritmos de aprendizaje supervisado que sirven de predicción en la identificación de situaciones individuales. Es así como se diseñó un plan nutricional adecuado a cada familia, cuyas variables ayudaron a definir una mejor alimentación para reducir la anemia, sustentada en un grado adecuado de hemoglobina y hábitos alimenticios. Mediante un prototipo se propuso un seguimiento en el tratamiento y recomendaciones en el proceso nutricional.

Para la consecución de este plan, se aplicó la metodología Kanban, la cual se adaptó, gracias a su flexibilidad ágil. Asimismo, la implementación de técnicas como los árboles de decisiones que se adaptan a procesos individuales como un conjunto de herramientas de código libre, en el desarrollo del prototipo de software.

La estructura de la tesis abarca seis (6) capítulos. En el primero, se analiza y fundamenta la situación problemática de la anemia en el Perú y su impacto en edades tempranas (escolar y preescolar) y se formulan los objetivos, alcances y limitaciones. En el segundo, se presenta el marco teórico de la investigación a base de los antecedentes y bases teóricas. En el tercero, se aborda la metodología empleada en la investigación. En el cuarto, se desarrolló el prototipo de software planteando las necesidades del usuario y el producto mínimo viable. En el quinto, se muestran los resultados obtenidos en la investigación y en el sexto capítulo, se analizan los resultados de la investigación.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Situación problemática

El diagnóstico de una anemia temprana genera mucha preocupación en cualquier nivel de desarrollo, ya sea a un nivel social, emocional, motor y cognitivo, las consecuencias negativas conllevan a que el futuro desarrollo de los niños y niñas no sea la adecuada. “De los casos de anemia que se conocen a nivel mundial, el 50% de estos, se le atribuye a una carencia significativa de hierro en la sangre” (MINSA, 2020), caso en el cual Perú cuenta con un alto índice.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2019), en el Perú, la enfermedad de la anemia ha sido declarada un problema de salud pública, ya que ha aumentado en un 40% de afectados durante los últimos 10 años, que afecta mayoritariamente a los niños de todo el país, menores de los 11 años. Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2018) afirma que: “Se ha registrado un aumento de 8% desde el mes de enero al mes de Julio del año 2017, en Lima Metropolitana, los menores de 3 años paso de 33.5% en el año pasado a 42% en el primer semestre del 2018”.

Ante esta problemática, se dedujo que la lucha contra la anemia se concentra en departamentos, regiones, pueblos o focos como distritos, colegios, instituciones, donde la evolución de la anemia se propaga fácilmente. Por ello, se detectó como uno de los puntos críticos, en Lima Metropolitana, el distrito de

Carabayllo, que cuenta con una población de 301,978 habitantes, que no cuenta con los servicios mínimos de agua potable, centros de abastecimiento y centros médicos. (Ver anexo 1)

Para combatir esta afección, el MINSA recomienda: “Llevar a cabo un tratamiento en el cual según la edad del paciente se administre dosis de jarabes, gotas o suplementos de hierro por 6 meses, ejecutando luego un control de hemoglobina cada 3 meses” (Ministerio de Salud, 2017). Este tratamiento representa un complemento de los alimentos ricos en vitaminas y hierro. Además, en micronutrientes y medicamentos que se recetan según la edad del niño a fin de aportan proteínas y alta dosis de vitaminas B12, procurando combinar cereales, pan y legumbres con lácteos o huevo, sin olvidar la vitamina C. (Ver Anexo 2)

Los alimentos que contienen gran nivel de hierro como el higo y/o sangrecita son complementados de manera perfecta con alimentos que ayuden a su absorción durante la digestión, esto gracias al ácido ascórbico o ácido cítrico. Los limones, papaya o piña, donde encontramos la vitamina C, van a facilitar la absorción del hierro en los alimentos que se ingieren. (Guía Infantil, 2019)

La investigación se desarrolló a base de los indicadores, descritos anteriormente, sobre la anemia en los niños del Perú, específicamente en la capital de Lima, en el distrito de Carabayllo.

Actualmente, en el I.E. N° 8163 Santiago Apóstol de Punchauca, ha presentado un alto índice de anemia en los escolares, lo cual es evidencia de un problema de salud interna que afecta a la calidad de vida. El colegio cuenta con 87 alumnos en inicial y 186 en primaria, con un total de 273. En un análisis elaborado por el Centro de Salud de Punchauca, hubo un porcentaje del 66% del total de alumnos con anemia, de 3 años hasta el 6to grado. (Ver Figura 1)

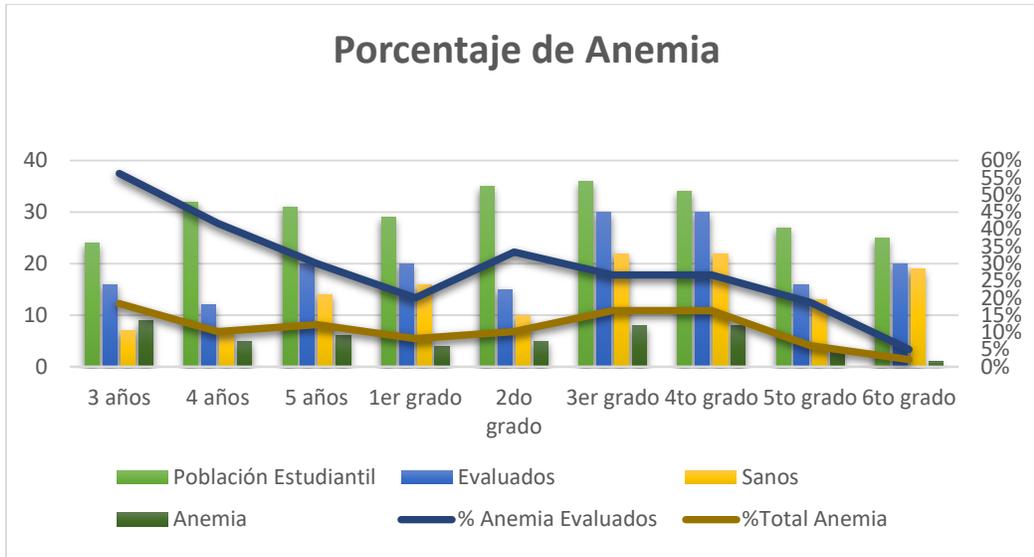


Figura 1. Índice de porcentaje de anemia
Elaboración: los autores

Según los estudios realizados en el centro educativo Santiago Apóstol de Punchauca se determinó lo siguiente: 130 alumnos se encuentran sanos, 49 alumnos cuentan con anemia, la población estudiada fue un total de 179, el número de alumnos que estudian en dicho centro educativo es de 273. Los resultados sobre el índice de anemia se dividen en 2 sectores: Índice de anemia sobre los alumnos evaluados (27%) e Índice de anemia sobre la población total de alumnos (18%). (Ver figura 2)

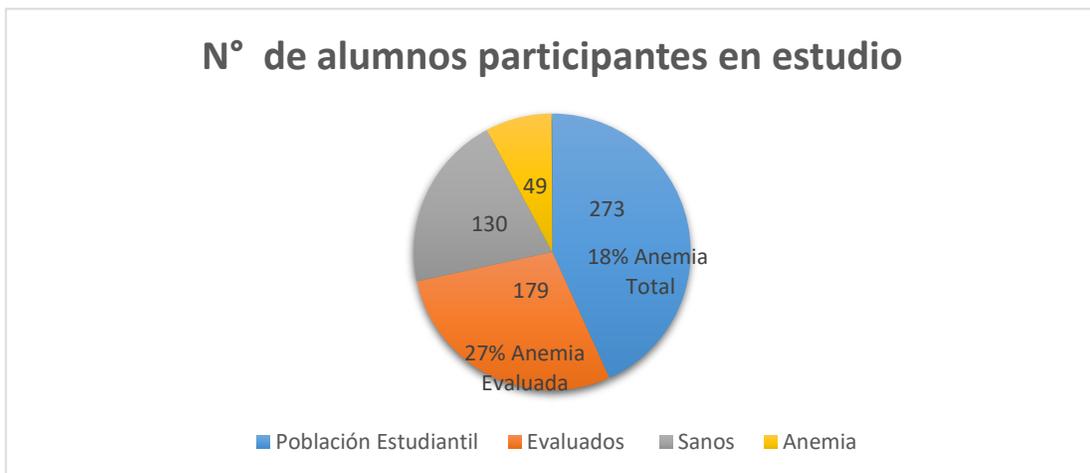


Figura 2. Alumnos participantes en estudio
Elaboración: los autores

No obstante, la población de Punchauca no tiene acceso a agua potable, desagüe y los servicios públicos son limitados. En cuanto al acceso a diagnósticos y tratamientos, en el lugar solo existe un puesto de salud con limitaciones en sus servicios, carentes de un laboratorio equipado; por lo que sus pobladores son derivados a otros centros especializados alejados de la zona.

Como punto importante tenemos que los padres de familia demuestran no estar informados con el problema de la anemia y de los tratamientos para combatirla. “Mayormente la falta de información que se encontró en los padres de familia respecto a la anemia conllevaba a que piensen que sus hijos no tienen o sufren de este mal, ya que no saben detectar los síntomas” (Castillo Contreras, 2019).

Respecto a los ingresos económicos de los familiares, corresponden a los niveles C y D, lo cual dificulta la adquisición de alimentos necesarios para combatir la anemia. (Ver Anexo 4)

1.2 Definición del problema

La descripción del problema reside en la presencia de anemia en los niños del colegio Apóstol de Punchauca y como el control, seguimiento y desinformación por parte de los padres de familia y el colegio, generan un alto índice de desarrollo de esta enfermedad.

1.3 Formulación del problema

1.3.1 Problema general:

¿Cómo reducir el alto índice de anemia en los niños de 8 y 9 años del colegio Apóstol de Punchauca del distrito de Carabayllo?

1.3.2 Problemas específicos:

- a) ¿Cuáles son las variables relacionadas con la anemia que se identificaron en los niños entre 8 y 9 años del caso de estudio?
- b) ¿Cómo realizar el seguimiento al tratamiento médico y nutricional para cada grado de anemia entregado por el médico?
- c) ¿Cómo promover una alimentación saludable para establecer las recomendaciones de alimentación para cada niño de familia?
- d) ¿Cómo gestionar los procesos de término de tratamiento y el ingreso de nuevos grupos de niños beneficiarios?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general:

Reducir los índices de anemia en niños de 8 y 9 años del colegio Apóstol de Punchauca del distrito de Carabaylo, desarrollando un sistema de recomendaciones en una aplicación móvil que identifique las variables relacionadas con los hábitos alimenticios y recomiende los alimentos más adecuados.

1.4.2 Objetivos específicos:

- a) Determinar las variables relacionadas con la capacidad económica y hábitos alimenticios de las familias de los niños que han sido detectados con problemas de anemia en el colegio Apóstol de Punchauca del distrito de Carabaylo.
- b) Desarrollar un módulo de seguimiento al plan nutricional para cada grado de anemia en el colegio Apóstol de Punchauca del distrito de Carabaylo.
- c) Desarrollar los módulos de recomendaciones utilizando Machine Learning con la técnica Aprendizaje Supervisado con árbol de decisión para lograr una buena alimentación a través de un plan nutricional.
- d) Desarrollar módulo de gestión del término de tratamiento e ingreso de nuevos alumnos que se beneficiaran en los siguientes años.

1.5 Justificación de la investigación

Se buscó brindar una alternativa de solución ante la problemática actual identificado dentro del marco del control de la anemia, proveyendo dietas adecuadas a cada grado de anemia y seguimiento diario de alimentación, incluyendo información para combatir la anemia con el uso de la tecnología y de esta manera reducir su impacto en los niños y en especial a los que pertenecen en la institución educativa Apóstol de Punchauca del distrito de Carabaylo. Para el alcance de esta solución se desarrolló módulos adecuados a la problemática los cuales dieron sostenibilidad al proyecto, estos módulos estuvieron orientados a analizar las variables y orientar de la mejor manera la toma de decisiones.

1.6 Importancia de la investigación

El aprendizaje automático o Machine Learning, permite a la máquina aprender y entender por medio de datos e información que se les entrega, poder tomar la mejor decisión mediante el análisis de variables. Esta toma de decisiones se va a dar gracias al desarrollo de códigos o procesos orientados a una solución óptima.

Actualmente, Machine Learning en el sector salud, tiene un papel importante alrededor del mundo, siendo una herramienta de ayuda para los médicos que permite el diagnóstico de enfermedades en un tiempo reducido y además dependiendo la enfermedad recomienda un tratamiento son los casos de la ceguera, neumonía o inclusive cáncer.

Por lo tanto, para la investigación, mediante el uso de nuestra plataforma digital (aplicación móvil), se busca orientar a los alumnos del colegio a la toma de mejores decisiones sobre su alimentación, teniendo el conocimiento previo sobre su estado de salud y el nivel socioeconómico en que se encuentren, permitiéndole obtener un plan nutricional personalizado con el objetivo de disminuir el índice de la anemia y de esta manera ayudar en mejorar el estilo de vida de muchos niños. Adicionalmente, los padres de familia obtienen recomendaciones e información, que ayudan a conocer los riesgos de la anemia, como combatirla y saber identificarla.

De esta manera, se demuestra la importancia del uso de la tecnología en el campo de la medicina para prevenir, tratar y pronosticar enfermedades, además de reforzar la confianza en este tipo de herramientas para promover su uso e inversión en nuestro país.

1.7 Viabilidad de la investigación

Ante la existencia de escasa información acerca de los hábitos alimenticios en los niños con esta enfermedad, la implementación de un plan nutricional permitió a ayudar a la comunidad de médicos y nutricionistas a combatir la anemia de una manera eficaz gracias a un mejor plan nutricional.

En consecuencia, se analizó y evaluó lo que se usó durante el desarrollo del proyecto, herramientas, tecnologías y el equipo de trabajo necesario con conocimientos y habilidades.

Viabilidad operativa

El proyecto contó con recursos humanos capacitados para cubrir las diversas funciones y los roles que se asignaron según el requerimiento del proyecto. Cada etapa que se realice estuvo sustentada por la experiencia laboral personal, que dio la seguridad en cada proceso para que se cumplieran con los objetivos planteados para cada etapa.

Tabla 1. Viabilidad operativa

Rol	Responsable	Cant.	Funciones
Gestor del Proyecto	Ysla Parra, Rodrigo Alex	1	Delegar, coordinar y liderar el proyecto, así como ayudar y asesorar al cliente.
Dueño del Producto	Carmen Valderrama Calistro	1	Brindar información necesaria para el buen desarrollo del proyecto
Analista	Renzo Paul Bendezu Castilla	1	Planificar las actividades de trabajo y diseño del sistema
Desarrollador	Ysla Parra, Rodrigo Alex	1	Investigar las necesidades del usuario, para el diseño y elaboración del producto.

Doctor	Cesar Fernández Quintana	1	Orientación para las consultas medicas
Nutricionista	Milagros Kelly Pérez Martínez	1	Guía Nutricional según el nivel de anemia en los escolares

Elaboración: los autores

Viabilidad técnica

Se tiene previsto el uso de herramientas técnicas que ayudaron a cumplir los objetivos establecidos en un inicio, cabe indicar que las herramientas de software seleccionadas serán utilizadas en su última versión, siendo en algunos casos el mejor, como su modalidad de libre uso; se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 2.Herramientas técnicas

Tipo	Cant.	Material	Descripción
Hardware	1	Computadora	Memoria RAM de 9.5 GB / Disco Duro de 2.5TB
	2	Laptop	Memoria RAM 8GB/Disco duro 1.5 TB/Processador Intel core i8
	2	Celular	Memoria RAM 2 Gb/Sistema operativo Android
	1	Impresora	Epson de tinta laser
Software	2	Conexión Internet	50 Mbps
	1	Adobe XP	Framework móvil
	1	Android 3.6.1	IDE
	1	Google P.	Licencia de Despliegue
	1	Fire Base	Base nube encriptada
	1	Servidor AWS	Servicio básico 5GB
	1	IBM Rational	Modelaje y diseño diagrama
	1	Java	Lenguaje de Programación
	1	Google Drive	Repositorio Configuración
Extras	1	Papel bond 75 gr.	Formato A4
	2	Empaste	Formato A4
	2	Tóner	EPSON C.N/C.C

Elaboración: los autores

Viabilidad económica

En el este punto, se detalla la relación costo – beneficio de la solución propuesta, en la cual asumimos el modelo de una actividad sin fines de lucro, donde se busca el flujo de gastos en el desarrollo del proyecto de investigación detallando en los gastos que se buscan asumir. Con una duración aproximada de tres meses calendario. Indicando que los costos por Médico y Nutricionista se toma en base a las consultas realizadas durante el proyecto; y, las herramientas de software a utilizar son open Source, por lo cual están libres de costos durante el proyecto. El costo de hardware se estima por su tiempo de uso en el proyecto.

Tabla 3. Relación costo – Beneficio del proyecto

Recurso	Und.	Tiempo (mes)	Costos (\$/.)	
			Mensual	Total
Hardware				
Computadora	1	3	50	150
Laptop	2	3	60	180
Celular	2	3	30	90
Impresora	1	3	1.5	4.5
Servicio Web	1	3	110	330
Subtotal Hardware				754.5
Extras				
Papel bond 75 gr.	1	1	25	25
Empaste	2	1	20	20
Tóner	2	1	45	45
Subtotal Extras				90
Software				
Open Source	10	3	Sin costo	
Recursos Humanos				
Gestor del Proyecto	1	3	1,700.00	5,100.00
Analista	1	3	1,050.00	3,150.00
Desarrollador	1	3	1,000.00	3,000.00
Doctor	1	3	150	450
Nutricionista	1	2	200	400
Subtotal Recursos Humanos				12,100.00
Gastos post proyecto				
Mantenimiento de la aplicación				2,000.00
Subtotal gastos post proyecto				2,000.00
Subtotal				14,944.50
10% imprevistos				1494.45
Costo Total del Proyecto				16,438.95

Elaboración: los autores

El proyecto no generó rentabilidad económica a la institución educativa pública ya que no cuenta con fuentes de ingresos, pero sí produjo beneficios en base a los objetivos estratégicos de la institución.

El financiamiento de este proyecto es autofinanciado en su totalidad por aporte propio, buscando que su desarrollo genere un aporte a la sociedad, mediante ventajas cualitativas, tales como:

- Poder otorgar información básica y necesaria acerca de los riesgos de contraer anemia y las consecuencias que esto puede traer.
- Dar la facilidad de tener dietas específicas en base su estado de salud actual, para un tratamiento personalizado.
- Brindar las facilidades para llevar un control óptimo que ayude a superar la anemia, con la ayuda de la tecnología de Machine Learning.

Por último, en la siguiente tabla identificamos los posibles riesgos que pudieron afectar el correcto funcionamiento de la solución. Se consideró un nivel de impacto de 1 a 5, siendo 1 muy bajo y 5 muy alto, este impacto es un valor subjetivo que refleja el nivel de impacto que puede tener el riesgo durante el desarrollo o implementación del sistema; además de la probabilidad de ocurrencia de 1 a 3. El riesgo se calculará multiplicando el nivel de impacto por la probabilidad de ocurrencia, se considera: valor de 0 a 5 riesgos bajo, valor de 6 a 10 riesgo mediano y valor de 11 a 15 riesgo alto.

Tabla 4. Nivel de impacto y probabilidad de ocurrencia de los riesgos

Código del riesgo	Riesgo	Nivel de impacto	Probabilidad de ocurrencia	Probabilidad de impacto
R001	Indisponibilidad de los usuarios para el ingreso de datos en la aplicación	4	2	8
R002	Los usuarios no se adaptan al aplicativo con facilidad.	4	2	8
R003	Retraso en las pruebas de software	2	2	8
R004	Insatisfacción del usuario en el manejo de aplicativo móvil	2	2	4

Elaboración: los autores

1.7.1 Limitaciones del estudio

Identificamos las siguientes limitaciones y/o restricciones tomados en cuenta para el proyecto:

- a) El tratamiento estará orientado para los niños de 8 y 9 años considerando que es el rango de edad con mayor porcentaje de anemia en el colegio, y a su vez es más factible que ellos mismos ingresen sus propios datos.
- b) La Base de Datos utilizada se encuentra en proceso de mejora por lo cual los registros no se encuentran actualizados, utilizando data solo necesaria para la tesis.
- c) El periodo de evolución se encuentra dentro del año de 2019.
- d) Se tratará la anemia de tipo Ferropénica o Ferropriva (deficiencia de hierro).
- e) El plan nutricional buscará mejorar los grados leve y moderado de anemia.
- f) El modelo de recomendación utilizado estará enfocado es este caso de estudio en especial.
- g) Las herramientas de software que se utilizan serán de libre acceso y en la versión que más se acople al desarrollo de la tesis.

1.7.2 Aporte

La investigación fue utilizada para una nueva forma de poder tratar la anemia en los niños del colegio, tomando en cuenta las costumbres alimenticias de la familia, identificando las principales comidas como, por ejemplo: Proteínas, Carbohidratos, Grasas y frutas. La institución educativa que cumple con la labor de conocer el bienestar de los alumnos tiene la capacidad de poder realizar un seguimiento a cada estudiante sobre el avance de las recomendaciones brindadas.

Para lo cual, se usó Machine Learning con aprendizaje supervisado, se realizó un conjunto de buenas prácticas como es la limpieza de la data, transformación de variables cuantitativas a cualitativa y la segmentación de set de datos - Set de pruebas. Dicha investigación y aplicación, trajo como resultado recomendaciones de un conjunto de alimentos (Validados por la nutricionista) divididos en Desayuno, Almuerzo y Cena; estas recomendaciones se dieron de acuerdo a los alimentos que la familia, y en especial los niños, consumen frecuentemente para evitar que dejen de lado el tratamiento ya sea por falta de dinero o porque las dietas no se adaptan a las costumbres que tiene cada familia, de esa forma la aplicación obtuvo gran acogida debido que al momento es la única app que se adapta a las costumbres alimenticias y utiliza alimentos de bajo precio, como también comidas que brindan el estado en sus diferentes programas para combatir la anemia.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

En este capítulo, se muestran antecedentes de investigaciones nacionales e internacionales relevantes en estos últimos años, como la elaboración de bases teóricas para la sustentación del proyecto y la definición de determinas básicos.

2.1 Antecedentes de la investigación

El alto volumen de información procesada dentro de la medicina se transforma en un ambiente óptimo para la aplicación de técnicas como Machine Learning y Big Data Analysis, que ayudan a reforzar la capacidad de investigaciones clínicas y proporcionar de forma más específica las terapias proporcionadas a los enfermos.(Núñez Reiz, Armengol de la Hoz, y Sánchez García, 2019).

La medicina en los últimos años ha tenido un crecimiento gracias la ciencia de la computación y la medicina no es ajena a este progreso. Salgado y su equipo de trabajo utilizaron Machine Learning para predecir la necesidad de administración de vasopresores basándose en 24 variables clínicas que fueron registradas en el área de cuidados intensivos el cual utilizaron el método de aprendizaje no supervisado teniendo un nivel de aprobación razonable. (Handelman et al. 2018)

Estudios previos para el análisis de data en la Medicina

Según Núñez Reiz et al. (2019), la medicina enfrenta el desafío de aplicar y desarrollar una gran cantidad de conocimiento necesario para resolver problemas

complejos en las distintas ramas de la medicina, en donde las tecnologías puedan aportar una mayor precisión en base a múltiples variables, utilizando herramientas como:

- a) Redes neuronales artificiales.
- b) Métodos de razonamiento basado en casos.
- c) Aprendizaje reforzado.
- d) Clasificadores bayesianos.

Las técnicas de Machine Learning ayudan a ofrecer una plataforma importante en los casos en que la cantidad de información es enorme, como también, ayudan explicar la relación y la creación de datos que se generan en base a una enfermedad. En una investigación sobre las tendencias y la aplicación del Machine Learning, como los algoritmos de aprendizaje, muestran y presentan funciones prácticas para la resolución de problemas. La anemia se muestra como una de las enfermedades más comunes que afectan a las personas en todo el mundo y en donde se busca tener un mayor impacto, gracias a sus variables y a la información generada.(Atkov B., 2012).

Aplicación de técnicas de Machine Learning en el ámbito de la Medicina

Se realizaron pruebas a 360 personas que padecían de psoriasis (enfermedad a la piel), se le suministro el medicamento ungüento que venían en 2 colores (rojo y azul), el árbol de clasificación determino que los que utilizaba el ungüento rojo mejoraban en aproximadamente 4,5 semanas (29,44%) y los de azul en 8.1 semanas (34,44%), sorprendentemente los que usaron ungüento azul se consideraron sanos en primera instancia y fueron dados de alta el 35,55%.(Bouza 2015)

Weng y un grupo de trabajo realizó unos estudios clínicos de 378 256 pacientes en Reino Unido, el cual utilizaron la data extraída para realizar el entrenamiento del modelo de Machine Learning el cual logró ayudar estimar los riesgos de eventos cardiovasculares y los compararon con American College of Cardiology/American Heart Association (ACC/AHA), siendo no solamente

superior el algoritmo sino que también identificaba algunas variables significativas para la predicción de enfermedades pulmonares obstructivas crónicas y enfermedades mentales graves. Bases de datos como las mencionada y con el avance tecnológico en el futuro se podrá desarrollar algoritmos potentes capaces de apoyar a la toma de decisiones específicas para pacientes y poblaciones.(Handelman et al. 2018)

En un estudio realizado en el área de emergencia de un hospital en cuidados intensivos, se realizó un estudio de 285 personas que necesitaban cirugía de emergencia, se analizó las condiciones del hospital en el momento de la intervención, las condiciones que se detectaron para que las operaciones tengan éxito, es decir que no tenga complicaciones post operación, no se tomaron en cuenta las muertes y se obtuvo el siguiente resultado:

- La variable más importante en una intervención es el nivel de urgencia.
- Le sigue el nivel de personal auxiliar del cirujano.
- Como último las condiciones físicas del paciente.

Este estudio refleja que el cirujano no hace mucha diferencia en el resultado de una operación exitosa y que depende más del personal auxiliar.(Bouza 2015)

La anemia como problema

La anemia especialmente en los niños es un serio problema de salud pública en Bangladesh. Aparte de entender los factores asociados a la anemia, debe ser de interés conocer las probabilidades de anemia dado los factores, para el estudio de esta problemática el autor utilizó Machine Learning para predecir el estado de anemia en los niños menores de 5 años. Los datos se extrajeron de una encuesta representativa a nivel nacional realizada en 2011. En este estudio se evaluaron distintos algoritmos de Machine Learning (ML) como son el análisis discriminante lineal (LDA), árbol de regresión y clasificación (CART), entre otros. Utilizaron la evaluación sistemática de los algoritmos en términos de precisión, sensibilidad, especificidad y área bajo la curva (AUC). Se demostró que el Algoritmo de

Resultado Ferropénica logró la mayor precisión de clasificación de 65.53% con una sensibilidad de 70.73, especificidad de 66.41% y AUC de 0. 6857. Se concluyó que los métodos de Machine Learning y las técnicas clásicas de regresión pueden ser considerados para predecir la anemia en los focos primarios.(Khan et al. 2019).

La anemia por enfermedad renal llega a ser uno de los principales problemas comunes en pacientes sometidos a enfermedades renales en etapa terminal. El suplemento de hierro y especialmente los agentes estimulantes se han convertido en el tratamiento para la anemia en ese caso particular. Sin embargo, es muy complicado encontrar un tratamiento adecuado para cada paciente en cada situación particular, ya que las pautas de dosificación se basan en comportamientos del cuerpo y, por lo tanto, no tienen en cuenta la respuesta particular a estos medicamentos por parte de diferentes pacientes, aunque esa respuesta puede variar enormemente de un paciente a otro e incluso para el mismo paciente en diferentes etapas de la anemia.

El uso de Machine Learning para capturar la información referente a los posibles diagnósticos va a depender directamente de los medicamentos y cómo estos reaccionan al paciente, los algoritmos van a predecir tanto el diagnóstico como las posibles causas de la enfermedad. Por lo tanto, el resultado llegó a mejorar la selección de dosis de diálisis en pacientes con enfermedades renales terminales, mediante el uso de la tecnología de Machine Learning aplicada en hospitales particulares de España, Italia y Portugal, para un diagnóstico temprano y posibles causas, se detectó que el margen de error predicción sobre la predicción de hemoglobina fue alrededor o inferior a 0.6 g/dl siendo un buen resultado en dicha investigación.(Barbieri et al. 2015).

Se recopiló la información de diferentes centros médicos y laboratorios para la predicción de Anemia mediante Machine Learning en donde se recolecto 200 pruebas, con ello se construyó data sets con 18 variables entre las cuales seleccionaron: genero, edad, hemoglobina, glóbulos rojos, entre otros. Para los

modelos de ML se utilizó: Bosques aleatorios, Árbol de decisión y Bayas. Se obtuvo que el método que mejor se acopló para la detección de la anemia fue el algoritmo de bayas con una exactitud de 96.09% seguido del árbol de decisión con un 95.46% y por último el bosque aleatorio con un 95.32%.(Jaiswal et al. 2019) .

Aplicación de técnicas de Machine Learning en el ámbito local de la Medicina

En la 5ta. reunión de la jornada nacional de la lucha contra la anemia, la ministra de salud, Silvia Pessah, presentó la aplicación “App de lucha y movilización contra la anemia Alma” que ayudará los padres de familia a obtener información personalizada para cada uno de sus hijos menores de 36 meses para ayudar a combatir esta enfermedad. De esta manera, los padres podrán realizar el seguimiento de las fechas claves para el control del crecimiento de sus hijos, práctica de lactancia, control de vacunas, consumo de gotitas de hierro, descarte de anemia, entrega de nutrientes y más. La aplicación ofrece variedad de recetas de alimentos alto en hierro para prevenir la anemia y se encuentra disponibles para los sistemas operativos Android y IOS, actualmente en el 2020 cuenta con más de 1.000 descargas. (Plataforma digital única del Estado Peruano, 2018)

Según De la Cruz (2018), Hacknemia es un sistema web que busca reducir el tiempo de diagnóstico y tratamiento de anemia de manera que los profesionales de la salud, tales como: médicos, enfermeros y nutricionistas; puedan usar esta herramienta cuando tengan pacientes con esta enfermedad.” Esta aplicación permite ingresar los datos del peso, la edad y el nivel de hemoglobina y de acuerdo con los datos ingresados se tiene el diagnóstico y cuanto sulfato ferroso se le puede medicar al niño, dependiendo del peso. Si bien esta iniciativa de combatir la anemia se planteó, su desarrollo se mantuvo en el marco de un concurso de proyectos, por lo cual no pudo seguir su curso hasta el desarrollo e implementación final.

2.2 Bases teóricas

En el siguiente punto, se narran las Bases Teóricas que buscan dar una introducción al tema de investigación respecto al uso de las tecnologías como herramienta para el control de la enfermedad de la anemia, destinado a los alumnos de 8 y 9 años del Colegio Apóstol de Punchauca.

El proyecto se sustentó en diferentes teorías las cuales estarán vinculadas directamente con el tema de interés; en tal sentido, las definiciones que se discuten a continuación tendrán como objetivo principal sustentar el tema de investigación.

2.2.1 Machine Learning

El aprendizaje automático (Machine Learning) proviene de la rama de inteligencia artificial, aporta a las máquinas la posibilidad de aprender nuevas cosas por sí solas sin necesidad de tener una programación específica para ello. Los métodos de aprendizaje estadísticos son la columna vertebral del software inteligente que se utiliza para obtener una máquina inteligente debido a que el algoritmo necesita de datos para realizar su aprendizaje. (Mohammed, Khan, y Bashier 2016)

Esto quiere decir que gracias a esta forma de aprendizaje es posible crear modelos de información que nos permitan analizar datos de mayor tamaño en forma más precisa y en menos tiempo (Ver Figura 3). Y con la creación de estos modelos de aprendizaje las organizaciones pueden cumplir con sus objetivos estratégicos e identificar mejores oportunidades rentables.

Cómo aprende la máquina

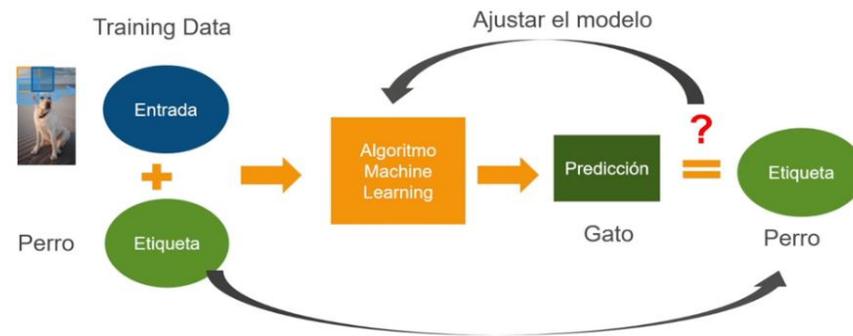


Figura 3. Proceso de aprendizaje automático
Fuente: Imagen Plus

Machine Learning cuenta con 4 técnicas o métodos para su desarrollo y son los siguientes:

- Algoritmos de ML Supervisados
- Algoritmos de ML No Supervisados
- Algoritmos de ML Semi-Supervisados
- Algoritmos de ML Reforzamiento de aprendizaje

2.2.2 Algoritmos de Machine Learning Supervisado (Definir Etapas de ML)

Es una de las primeras opciones que tiene Machine Learning donde se le brinda al algoritmo preguntas (características) y (respuestas) con la finalidad que en el futuro el algoritmo pueda realizar predicciones conociendo las características (Sandoval 2018)

Además, existen dos tipos de aprendizaje supervisado:

Modelo de Regresión

El modelo de regresión se utiliza para estimar valores reales, por ejemplo: costos de casas, número de llamadas, ventas totales, entre otros. Es este modelo se restablece una relación entre variables independientes y dependientes representados en una línea. Esta línea de mejor ajuste se le llama línea de

regresión y su representación es mediante la ecuación lineal $Y = a * X + b$. (Ver Figura 4). (Alpine, Rao, y W 2019)

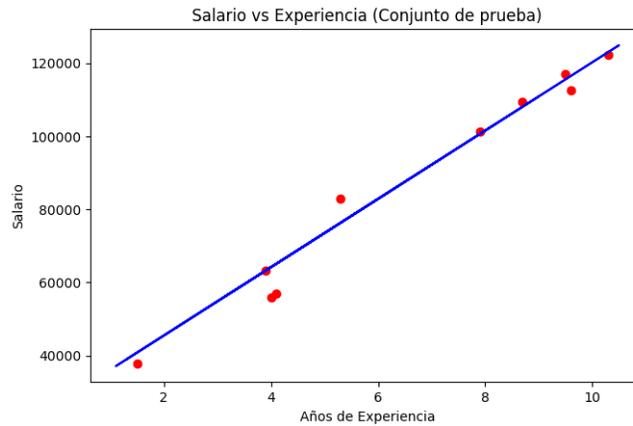


Figura 4. Modelo de regresión
Fuente: Jacob Ávila Camacho

Modelo de Clasificación

En este modelo se espera que el algoritmo nos diga a que grupo pertenece el elemento en estudio. El algoritmo descubre patrones de datos en el input y realiza la clasificación por grupos. Posteriormente compara los nuevos datos y los direcciona a uno de los grupos y es de esta manera como realiza la predicción. Las variables por predecir es un conjunto de estados discretos o categóricos como, por ejemplo: Binaria (Si o no), Múltiple (Compara producto 1, producto 2, ..., etc.), Ordenada (Riesgo alto, medio, bajo). (Sandoval 2018). (Ver Figura 5)

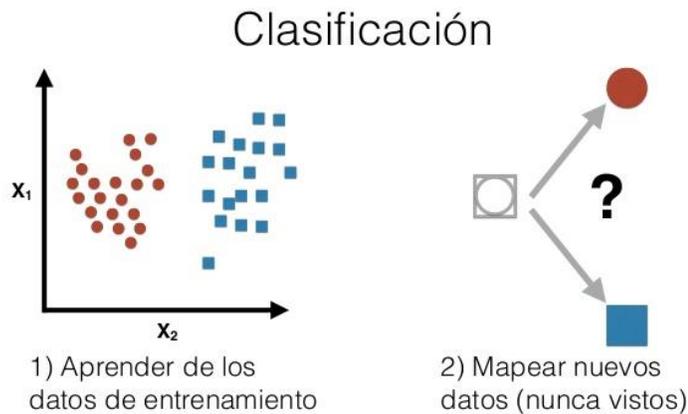


Figura 5. Modelo de clasificación ML
Fuente: Luis Salcedo

2.2.3 Árbol de Decisión

Según Bouza (2015), El árbol de decisión es una herramienta de clasificación potente usado en el manejo de datos debido por la fácil comprensión de los resultados para cualquier usuario, la técnica permite:

- Segmentación: establecer que grupos son importantes para clasificar un cierto ítem
- Clasificación: asignar ítems a uno de los grupos en que está particionada una
- Predicción: establecer reglas para hacer predicciones de ciertos eventos.
- Reducción de la dimensión de los datos: Identificar que datos son los importantes para hacer modelos de un fenómeno.
- Identificación-interrelación: identificar que variables y relaciones son importantes para ciertos grupos identificados a partir de analizar los datos.
- Recodificación: discretizar variables o establecer criterios cualitativos perdiendo la menor cantidad posible de información relevante.

2.2.4 Futuro de aplicaciones en la Medicina

El término de m-health o mobile health es el uso de los dispositivos móviles y tecnologías wireless como soporte a la consecución de objetivos en salud. Esto constituye un segmento dentro de la eSalud que relaciona con las aplicaciones tanto a los profesionales de salud (Acceso remoto de registros) como a pacientes (Telemonitorización, teleconsulta). De esta manera, los pacientes podrán estar conectados en cualquier momento y conocer sobre los servicios de información sobre sus salud.(Cepeda, Meijome, y Santillán 2012).

Según Lugo et al. (2014) , en las últimas décadas, se ha venido realizando esfuerzos para tecnologías que sea una herramienta de apoyo en los hospitales como son los análisis predictivos, así como de lanza sistemas de

aprendizaje automático que facilite el diagnóstico a los pacientes en la medicina. Cada vez existen más aplicaciones sobre el aprendizaje automático y es un campo en constante expansión.

- Se prevé que desde la actualidad hacia el 2025 los pacientes con enfermedades crónicas utilicen las telemedicinas utilizando la identificación de radiofrecuencia (RFID) el cual facilita la localización en tiempo real mediante el uso de un brazalete y además mediante estos sensores se envíen información en tiempo real los datos clínicos y de ser necesaria la asistencia médica que sea de manera inmediata. Con respecto a imagen para investigación preclínica, han aparecido nuevos agentes de contraste y trazadores más eficaces e inocuos. Si bien hoy es una realidad el uso de instrumentos híbridos (PET-TC, SPECT/TC, PET, /RM) para estudios pre-clínicos en fisiopatología del cáncer, neurología, cardiología y estudio de fármacos, se utilizan también equipos separados que permiten relacionar los diferentes datos obtenidos mediante un software que los relaciona. La imagen de espectroscopia por RM se emplea para estudios pre-clínicos en las enfermedades de mayor prevalencia y se utilizan técnicas de imagen para el guiado y la trazabilidad celular en medicina regenerativa. (Morato 2018).

2.2.5 La anemia

Según la Organización Mundial de la Salud (2011), La anemia es el trastorno en el cual el número de eritrocitos (Glóbulos rojos) es insuficiente para satisfacer las necesidades del organismo. Las necesidades varían dependiendo en función de la edad, sexo, latitud a nivel del mar, tabaquismo y diferentes fases del embarazo.

A nivel mundial, el contribuyente más significativo es la deficiencia de hierro en la sangre, entre otros factores tenemos: Pérdida de sangre en la menstruación, infecciones parasitarias, infecciones agudas o crónicas, cáncer, tuberculosis y por último tenemos la falta de nutrientes por ejemplo la vitamina A

y B12.(De Benoist, World Health Organization, y Centers for Disease Control and Prevention (U.S.) 2008) .

La anemia impacta en varios órganos y produce diferentes síntomas entre las cuales tenemos:

ÓRGANOS O SISTEMA AFECTADO	SÍNTOMAS Y SIGNOS
Síntomas generales	Sueño incrementado, astenia, hiporexia (inapetencia), anorexia, irritabilidad, rendimiento físico disminuido, fatiga, vértigos, mareos, cefaleas y alteraciones en el crecimiento. En prematuros y lactantes pequeños: baja ganancia ponderal.
Alteraciones en piel y fanereas	Piel y membranas mucosas pálidas (signo principal), piel seca, caída del cabello, pelo ralo y uñas quebradizas, aplanadas (platoniquia) o con la curvatura inversa (coiloniquia).
Alteraciones de conducta alimentaria	Pica: Tendencia a comer tierra (geofagia), hielo (pagofagia), uñas, cabello, pasta de dientes, entre otros.
Síntomas cardiopulmonares	Taquicardia, soplo y disnea del esfuerzo. Estas condiciones se pueden presentar cuando el valor de la hemoglobina es muy bajo (< 5g/dL).
Alteraciones digestivas	Queilitis angular, estomatitis, glositis (lengua de superficie lisa, sensible, adolorida o inflamada, de color rojo pálido o brillante), entre otros.
Alteraciones inmunológicas	Defectos en la inmunidad celular y la capacidad bactericida de los neutrófilos.
Síntomas neurológicos	Alteración del desarrollo psicomotor, del aprendizaje y/o la atención. Alteraciones de las funciones de memoria y pobre respuesta a estímulos sensoriales.

Figura 6 Síntomas de la anemia
Fuente: MIDIS

Niveles de anemia

Es importante identificar los niveles de anemia para conocer la gravedad de la enfermedad diagnosticado en las personas y dependiendo de ello partir con las medidas correctivas. Existen 3 niveles de anemia: Leve, Moderada, Grave. Se denomina grave los niveles de hemoglobina inferiores a 8g/dl (gramos/decilitro) o 80 g/l (gramos/litros) como se puede observar en la siguiente imagen.

Población	Sin anemia*	Anemia*		
		Leve ²	Moderada	Grave
Niños de 6 a 59 meses de edad	110 o superior	100-109	70-99	menos de 70
Niños de 5 a 11 años de edad	115 o superior	110-114	80-109	menos de 80
Niños de 12 a 14 años de edad	120 o superior	110-119	80-109	menos de 80
Mujeres no embarazadas (15 años o mayores)	120 o superior	110-119	80-109	menos de 80
Mujeres embarazadas	110 o superior	100-109	70-99	menos de 70
Varones (15 años o mayores)	130 o superior	100-129	80-109	menos de 80

Figura 7. Niveles de anemia
Fuente: Organización Mundial de la Salud

Diagnóstico de la anemia

Para un diagnóstico óptimo se busca realizarlo a través de la anamnesis y un examen físico, donde se evaluará los siguientes puntos:

- Examinar color de las palmas de las manos.
- Examinar estado de las mucosas oculares.
- Evaluar caída de cabello y sequedad.

Anemia por Deficiencia de Hierro

La ferropenia (FeP) consisten en la deficiencia de los depósitos de sistémicos de Hierro (Fe), tiene un efecto nocivo en todas las etapas, pero especialmente en la infancia. (Blesa 2016).

Las causas comunes son:

- Alimentos bajo con bajo hierro durante las etapas de niñez y adolescencia.
- Tener costumbre de alimentación vegana o vegetariana.
- El desgaste metabólico de la mujer durante el embarazo y la lactancia, tales como:
 - ✓ Menstruación
 - ✓ Donación de sangre frecuente
 - ✓ Entrenamiento de resistencia

Tratamiento de la anemia en niños entre 6 meses y 11 años.

El tratamiento médico para este rango de edad será:

- El tratamiento con hierro en los niños se realiza con una dosis de 3mg/kg/día.
- Se administrará el suplemento de hierro durante 6 meses continuos.
- Se realizará el control de hemoglobina al mes, a los 3 meses y a los 6 meses de iniciado el tratamiento con hierro. (Ver Anexo 2)

El tratamiento nutricional para este rango de edad será:

- Se debe reforzar el consumo de carnes ricas en hierro de origen animal.
- Aumentar el consumo de alimentos que ayuden en la asimilación de la vitamina C como las frutas cítricas, en las comidas.
- Alimentar al menor con productos lácteos (leche, yogurt, queso) alejados de las comidas principales.

2.2.6 Costumbres de Nutrición en Zonas Rurales

La Anemia y la desnutrición se encuentran relacionados debido a que ambos se producen por los malos hábitos alimenticios ocasionado por distintos factores; a continuación, se describirá un estudio realizado por el Órgano Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición.

La alimentación es un factor importante en el proceso de crecimiento y desarrollo en la etapa de la infancia, la desnutrición es el resultado del consumo limitado de alimentos (Cantidad y calidad), la falta de atención sanitaria adecuada y aparición de enfermedades infecciosas. EL 50% de la mortalidad infantil de origina por la desnutrición y este es uno de los problemas principales detectados en América Latina. Entre los Países con mayor prevalencia se encuentra el Perú con más del 20%. Según la encuesta realizada por la Encuesta Nacional de Hogares determino que el 18 % de niños y niñas del Perú sufren de desnutrición crónica y en zonas rurales llega hasta en un 34%. El estudio se realizó en la zona de Ccora ubicada en el Cuzco considerada zona rural en extrema pobreza y con una situación socioeconómica restrictiva.

TABLA 2 Consumo de alimentos por grupo de edad (g).

	6-9 años	10-12 años	p
	n=102	n=65	
	Media y DT	Media y DT	
Came	14,20 ± 28,79	17,85 ± 36,89	0,476
Came roja	7,70 ± 16,33	5,00 ± 13,69	0,270
Came blanca	6,11 ± 24,81	10,00 ± 33,31	0,389
Menudillos	0,20 ± 1,98	2,31 ± 13,52	0,216
Embutidos	0,20 ± 1,98	0,23 ± 1,86	0,910
Huevos	8,91 ± 21,80	10,63 ± 22,30	0,623
Pescado	18,32 ± 18,16	18,33 ± 13,76	0,996
Pescado blanco	1,76 ± 17,82	1,54 ± 12,40	0,929
Pescado azul	16,55 ± 8,43	16,79 ± 9,37	0,863
Leche	592,50 ± 353,76	594,85 ± 306,45	0,965
Derivados lácteos	4,39 ± 16,21	1,23 ± 9,92	0,120
Queso	2,20 ± 8,10	0,62 ± 4,96	0,120
Yogur	2,20 ± 8,10	0,62 ± 4,96	0,120
Aceite	15,84 ± 9,06	17,61 ± 8,52	0,210
Cereales	147,30 ± 68,47	156,44 ± 76,46	0,157
Pan	22,94 ± 30,17	25,15 ± 31,44	0,650
Cereales inflados	18,68 ± 31,06	25,83 ± 41,94	0,239
Galletas	24,81 ± 16,84	21,72 ± 17,16	0,253
Pasta alimentaria, harina, maíz	64,72 ± 51,23	67,45 ± 50,96	0,737
Arroz	16,15 ± 10,56	16,28 ± 10,74	0,940
Tubérculos	152,32 ± 145,26	163,69 ± 137,45	0,647
Patatas	143,51 ± 143,25	153,57 ± 129,60	0,615
Raíces	8,81 ± 12,00	10,1 ± 18,24	0,228
Legumbres	51,60 ± 63,33	48,31 ± 60,69	0,740
Verdura	49,08 ± 36,90	49,38 ± 31,65	0,718
Verduras cocidas	45,81 ± 31,07	47,48 ± 25,39	0,956
Verduras crudas	3,26 ± 17,34	1,91 ± 10,88	0,574
Fruta	10,15 ± 45,36	8,77 ± 35,76	0,836
Dulces	21,04 ± 17,65	16,88 ± 12,72	0,583
Azúcar y miel	19,67 ± 13,19	16,88 ± 12,72	0,178
Pasteles	1,18 ± 11,88	0,00 ± 0,00	0,426
Chocolate	0,20 ± 1,98	0,00 ± 0,00	0,426

DT: Desviación Típica

No se muestran diferencias significativas entre niños y niñas dentro de cada grupo de edad

Figura 8. Consumo alimenticio por rango de edad en Ccora

Fuente : Paretas et al. (2016)

Según estos estudios detectó un bajo consumo de tubérculos, cereales, fruta, verduras, pescado, mariscos, carne y aceite. El consumo de lácteos (Leche, yogurt y queso), legumbres y huevos de gallinas están en el promedio correcto.(Paretas et al. 2016).

2.2.7 Metodología Híbrida

La metodología híbrida es una mezcla de las buenas prácticas con los artefactos que estrictamente no vienen de la misma metodología sino de una combinación entre la metodología ágil y la tradicional. La metodología Híbrida se basa en la existencia de debilidades de las metodologías mencionadas para reforzarse entre sí y obtener un método robusto, pero a la vez flexible que mezclen las mejores características de 2 o más metodologías. Los métodos híbridos presentan una gran ventaja debido a la combinación de las buenas prácticas de cada una de las metodologías y es tendencia en la ingeniería de software. (Figueroa, Solís, y Cabrera 2016).

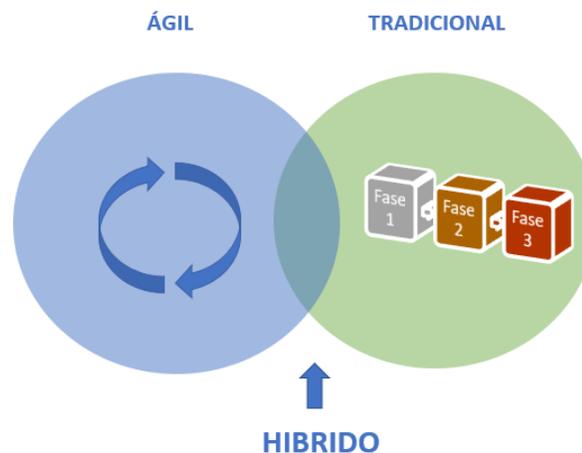


Figura 9. Metodología híbrida

Elaboración: los autores

2.2.8 Metodología PMI

La metodología PMI consta de 5 fases y brinda variadas ventajas a los gestores de proyectos y su equipo, entre de las principales ventajas se tiene el prestigio, reconocimiento, posicionamiento y brinda un plus en las ofertas laborales de los profesionales que cuenten con el conocimiento de la metodología además de brindar una mejora en los beneficios y rendimiento incluyendo el ahorro de tiempo.

García (2016), menciona las fases o categorías conocidas como Grupos de Procesos de Gestión de Proyectos o grupos de procesos:

- **Grupo de procesos de Inicio.** Tareas realizadas dentro de proceso para definir un proyecto nuevo o fase de un proyecto existente tomando atreves de la autorización de inicio del proyecto.
- **Grupo de procesos de Planificación.** Fase en la que se determina el alcance, los esfuerzos a realizar, reajuste de los objetivos y desarrollo del plan para realizar las actividades con la finalidad de alcanzar con los objeticos.
- **Grupo de procesos de Ejecución.** Actividades realizadas para finalizar las tareas definidas en el plan por el gestor de proyectos con la finalidad de cumplir con el objetivo del proyecto.
- **Grupo de procesos de Seguimiento y control.** Aquellas actividades realizadas en los procesos requeridos para controlar y regular el progreso y el desempeño del proyecto.
- **Grupo de procesos de Cierre.** En esta fase se desarrollan las actividades en los procesos para determinar el cierre formal del proyecto de una fase de ella.

Metodología Kanban

Kanban es un término japonés que en español se traduce como “Etiqueta de instrucción” o “Tarjeta”. En el marco de desarrollo de software es una metodología similar a SCRUM, la principal diferencia entre ambas metodologías que en Kanban no tiene iteraciones, en su lugar utiliza Work In Progress (WIP) que es el conjunto de actividades máximas que se harán en las fases del trabajo o en el proyecto. Por sus características es una metodología ágil por lo tanto no se adapta a un proyecto con gran cantidad de entregables. (García 2016) .

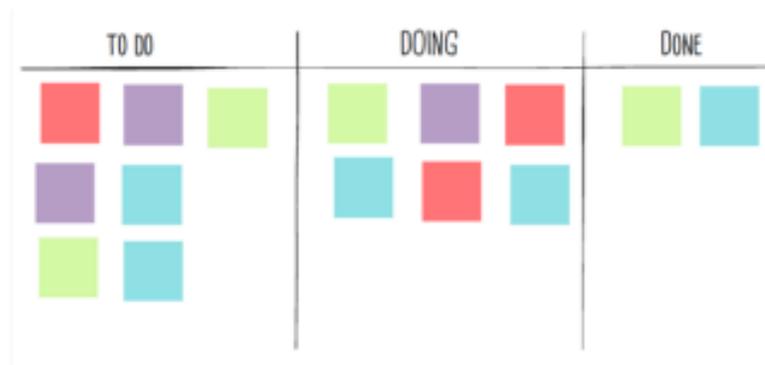


Figura 10. Mapa Kanban
Fuente: García s. f. (2016)

Metodología CRISP-DM

El modelo CRISP-DM es una metodología usada para proyectos de minería de datos y su ciclo de vida se divide en 6 fases. (Wirth y Hipp 2000).

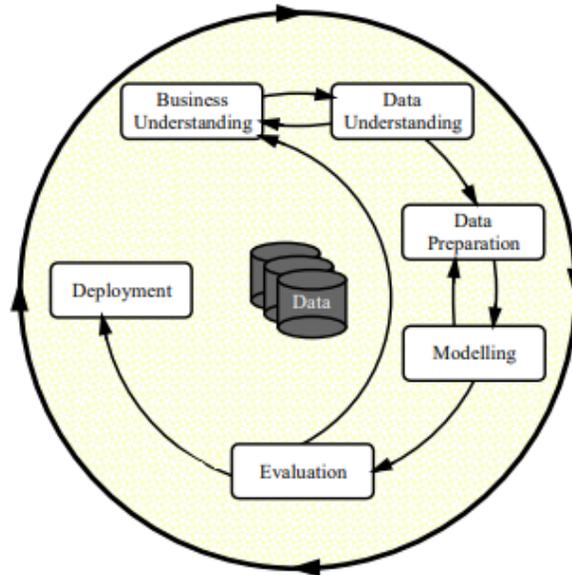


Figura 11. Fases metodología CRISP-DM
Fuente: Wirth y Hipp (2000)

- **Comprensión del negocio**

Fase inicial donde se comprende los objetivos del proyecto y los requerimientos desde la perspectiva de negocio para después convertir todo el conocimiento del dato en la definición del problema y en un plan preliminar para el alcance de los objetivos.

- **Comprensión de los datos**

Fase para identificar la calidad de los datos y establecer las relaciones que ayuden a definir las preguntas. Es fase es una de las que toman mas tiempo en su desarrollo y análisis.

- **Preparación de los datos**

En este punto se van a preparar los datos para poder realizar las técnicas de modelado, limpieza de datos, integración y los posibles cambios de formatos, con la finalidad de dar facilidades al software mas adelante.

- **Modelamiento**

Como siguiente paso, se selecciona las mejores técnicas y se aplican con los parámetros identificados, para poder tener los mejores resultados dentro de la minería de datos.

- **Evaluación**

En esta fase deberían de existir uno o más modelos que parecen cumplir aspectos de calidad desde el punto de vista del análisis de datos.

- **Desarrollo**

Como ultimo punto, los usuarios como también el cliente deberán definir las tareas de esta fase, con la finalidad de obtener los mejores reportes para el sistema.

2.3 Definición de términos básicos

Análisis de regresión: Es una técnica de análisis que calcula la relación estimada entre una variable dependiente y una o varias variables explicativas.

Anamnesis: Información que un paciente brinda al médico para la creación de un historial clínico.

Aprendizaje reforzado: Es parte de la inteligencia artificial que intenta decidir mediante su propia experiencia.

Asintomáticas: Persona que tiene una enfermedad o infección, pero no presenta síntomas notables.

Clasificadores bayesianos: Consiste en asignar a un objeto descrito por un conjunto de atributos o características.

Enfermedad celiaca: es una afección del sistema inmunitario en la que las personas no pueden consumir gluten porque daña su intestino delgado.

Ferritina sérica: Proteína dentro de las células que permite el almacenamiento de hierro. Le brinda al cuerpo la cantidad de hierro que necesite. Un examen de ferritina indirectamente calcula la cantidad de hierro en la sangre.

Glóbulos rojos: Llamado también eritrocitos o hematíes. La hemoglobina es uno de los elementos principales que conforma la sangre y cumple la misión de transportar el oxígeno hacia los diferentes tejidos del cuerpo.

Hematocrito: El hematocrito mide la cantidad de sangre compuesta por los glóbulos rojos.

Hemoglobina: La hemoglobina es una hemoproteína de la sangre, que transporta el dioxígeno (comúnmente llamado oxígeno), O₂, el dióxido de carbono, CO₂, y también participa en la regulación de pH de la sangre, en vertebrados y algunos invertebrados.

Hepatopatía crónica: es la enfermedad hepática con una duración de más de medio año, detectada frecuentemente por la elevación de las transaminasas.

Hierro hemínico: Alimentos de origen animal con alto contenido de hierro.

Hierro no hemínico: Alimentos de origen vegetal con alto contenido de hierro.

Programado explícitamente: Programa que se pueda entender de forma clara y expresa.

Puérperas: Mujer que acaba de tener un hijo.

Redes neuronales artificiales: son un modelo inspirado en el funcionamiento del cerebro humano. Está formado por un conjunto de nodos conocidos que son llamados neuronas artificiales y se encuentran conectadas entre sí.

Transaminasa: Expresa el número de células dañadas del hígado. Cuantas más estén afectadas las transaminasas serán más alta.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

En este capítulo, se exponen los métodos y fases que fueron integrados en el trabajo de investigación. Para su desarrollo se incluyó en la primera parte, la descripción de herramientas y técnicas a usar. En la segunda parte, se realizará la metodología y se demostrará los artefactos de cada una de las etapas.

3.1 Diseño metodológico

Actualmente, no existe una fórmula especial para determinar que metodología, que se debe utilizar en los proyectos, siendo la elección de la metodología la decisión más importante para determinar el éxito del trabajo.

Para determinar la elección de una metodología, se desarrolló un cuadro comparativo en el cual muestra determinadas características que describen los enfoques de cada metodología.

Tabla 5. Comparación metodología tradicional vs Ágil

Tradicional	Ágil
Trabajo organizado alrededor del equipo	Equipo organizado alrededor del trabajo
Planeamiento adelantado	Planeamiento a medida que avanza el proyecto
Desarrollo de especificaciones funcionales	Desarrollo de historias de usuarios
Gráfico de Gantt	Plan de lanzamiento
Por naturaleza es resistente al cambio	El campo forma parte de sus procesos
Informe de estado	Reporte a medida de avance
Aprendizaje al finalizar el proyecto	Aprendizaje en cada iteración

Equipo de proyecto convencional	Equipo de proyecto autoorganizado
Cliente externo, no pertenece al equipo del proyecto	Cliente es parte de equipo del proyecto
Documentación pesada	Documentación ligera

Fuente: Executive Máster Project Manager

Luego de comparar la metodología tradicional y ágil se determinó utilizar ambas metodologías dando pase a la metodología moderna llamada Híbrida debido a los beneficios de ambos enfoques donde se puede utilizar sus fases de acuerdo con la necesidad del proyecto, para el enfoque de nuestro proyecto se utilizó: PMI (Gestión del proyecto), KANBAN y CRISP-DM (Desarrollo de software), además de utilizar como complemento herramientas de otra metodología.

3.2 Fases

3.2.1 Inicio

Durante esta fase, se reconocerá las políticas manejadas en el colegio para no incumplir con alguna regla definida en las siguientes fases, además se identifican las partes involucradas en la investigación: directores, profesores, médicos, padres, alumnos; sus fases se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6. Proceso fase de inicio

Entradas	Técnicas	Actividades	Salidas
<ul style="list-style-type: none"> Políticas internas del Colegio Apóstol de Punchauca 	<ul style="list-style-type: none"> Juicio de experto. Reuniones Virtuales con Stakeholders. 	<ul style="list-style-type: none"> Elaborar acta de constitución del proyecto. Determinar visión del proyecto. Formar equipo de proyecto. Elaborar diagrama As - Is To- Be. Elaborar diagrama de arquitectura Física y Lógica. Elaboración y envío de encuestas a padre de familia Recolectar de datos. Descripción de dato. Elaborar cronograma de actividades. 	<ul style="list-style-type: none"> Acta de constitución del proyecto. Diagrama As is - To Be Diagrama de Arquitectura Datos de Alumnos

Fuente: García (2016)

3.2.2 Planificación

Durante esta fase se definen los requerimientos funcionales y no funcionales por los usuarios (directores, médicos, alumnos y padre de familia), que se convertirán en historias de usuario, se definirán los criterios de aceptación y se elaborará el plan de pruebas, todo ello gestionado mediante el uso del tablero Kanban, sus fases se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7. Proceso fase de planificación

Entradas	Técnicas	Actividades	Salidas
<ul style="list-style-type: none"> Acta de Constitución Project charter 	<ul style="list-style-type: none"> Reuniones virtuales con Stakeholders. Herramientas de gestión de proyectos 	<ul style="list-style-type: none"> Elaborar Listado de producto de acuerdo con prioridad Elaborar tablero Kanban. Elaborar Historias de usuario. Determinar criterios de aceptación con el usuario. Elaborar plan de pruebas. Verificación calidad de datos. 	<ul style="list-style-type: none"> Historias de usuario. Criterios de aceptación Plan de pruebas Distribución de tareas para los autores

Fuente: Fuente: García (2016)

3.2.3 Ejecución

En esta fase se desarrollará las actividades del plan del proyecto según las fases de la metodología CRISP-DM en donde se trabajará la data de los alumnos del colegio, se extraerá la información necesaria para la construcción del Machine Learning. Los datos pasarán por un proceso de limpieza y junto con las variables se procederán al desarrollo de la aplicación, las fases a seguir se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8. Proceso fase de ejecución

Entradas	Técnicas	Actividades	Salidas
<ul style="list-style-type: none"> Tareas respectivas designadas 	<ul style="list-style-type: none"> Juicio de experto. 	<ul style="list-style-type: none"> Elaborar diagrama de caso de uso. Elaborar diagrama de objetivo de negocio. Elaborar diagrama de contexto del sistema. Elaborar diagrama de contenedores. 	<ul style="list-style-type: none"> Árboles de decisiones. Base de Datos. Aplicación móvil.

-
- Elaborar diagrama de componentes.
 - Elaborar diagrama Entidad – Relación.
 - Elaborar diagrama no SQL
 - Selección de datos
 - Limpieza de datos.
 - Integración de datos.
 - Formateo de datos.
 - Creación de interfaz de aplicación.
 - Programación de la aplicación
 - Técnica de modelo.
-

Fuente: García (2016)

3.2.4 Revisión/Pruebas

En esta fase, se realizó las validaciones de los avances y del proyecto que anteriormente en la fase inicial se plantearon, como se muestra en la Tabla 9.

Tabla 9. Proceso fase de revisión/pruebas

Entradas	Técnicas	Actividades	Salidas
<ul style="list-style-type: none"> • Historias de usuario • Plan de pruebas 	<ul style="list-style-type: none"> • Reuniones virtuales con Stakeholders. 	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación del modelo. • Ejecutar pruebas unitarias. • Ejecutar plan de pruebas. • Aceptación de plan de pruebas. • Presentación del Producto 	<ul style="list-style-type: none"> • Acta de validación.

Fuente: García (2016)

3.2.5 Cierre

En esta fase, se realizó la entrega del producto final a los usuarios (directores, médicos, alumnos y padre de familia), esta fase se describe en la Tabla 10.

Tabla 10. Proceso fase de cierre

Entradas	Técnicas	Actividades	Salidas
<ul style="list-style-type: none">• Acta de validación	<ul style="list-style-type: none">• Reuniones virtuales con Stakeholders.	<ul style="list-style-type: none">• Entrega del producto	<ul style="list-style-type: none">• Acta de aceptación.

Fuente: García (2016)

CAPÍTULO IV

DESARROLLO

4.1 Inicio

4.1.1 Acta de constitución del proyecto

En la elaboración del acta de constitución del proyecto o también llamado project charter se utilizó como base la plantilla del acta de constitución del proyecto. Ver anexo 7.

4.1.2 Visión del proyecto

“Promover el uso de las nuevas tecnologías informáticas para ayudar a combatir la anemia a los escolares de los sectores de bajos recursos del país”

4.1.3 Equipo del proyecto

- Carmen Valderrama Calistro (directora del colegio)
- Rodrigo Ysla Parra
- Renzo Bendezu Castilla

Se designa como Líder del proyecto a:

- Rodrigo Ysla Parra

4.1.4 Modelamiento de proceso

El modelamiento de los procesos es importante para poder aclarar las funciones y procedimientos de manera que puede ser entendible de manera práctica por los Stakeholders.

- Modelamiento AS IS: Se diagrama la forma actual de como los Stakeholders realizan sus operaciones con respecto al diagnóstico y tratamiento de la anemia.
- Modelamiento TO BE: Se diagrama la forma futura de como los Stakeholders harán sus operaciones con respecto al diagnóstico y tratamiento de la anemia.

Diagrama AS IS

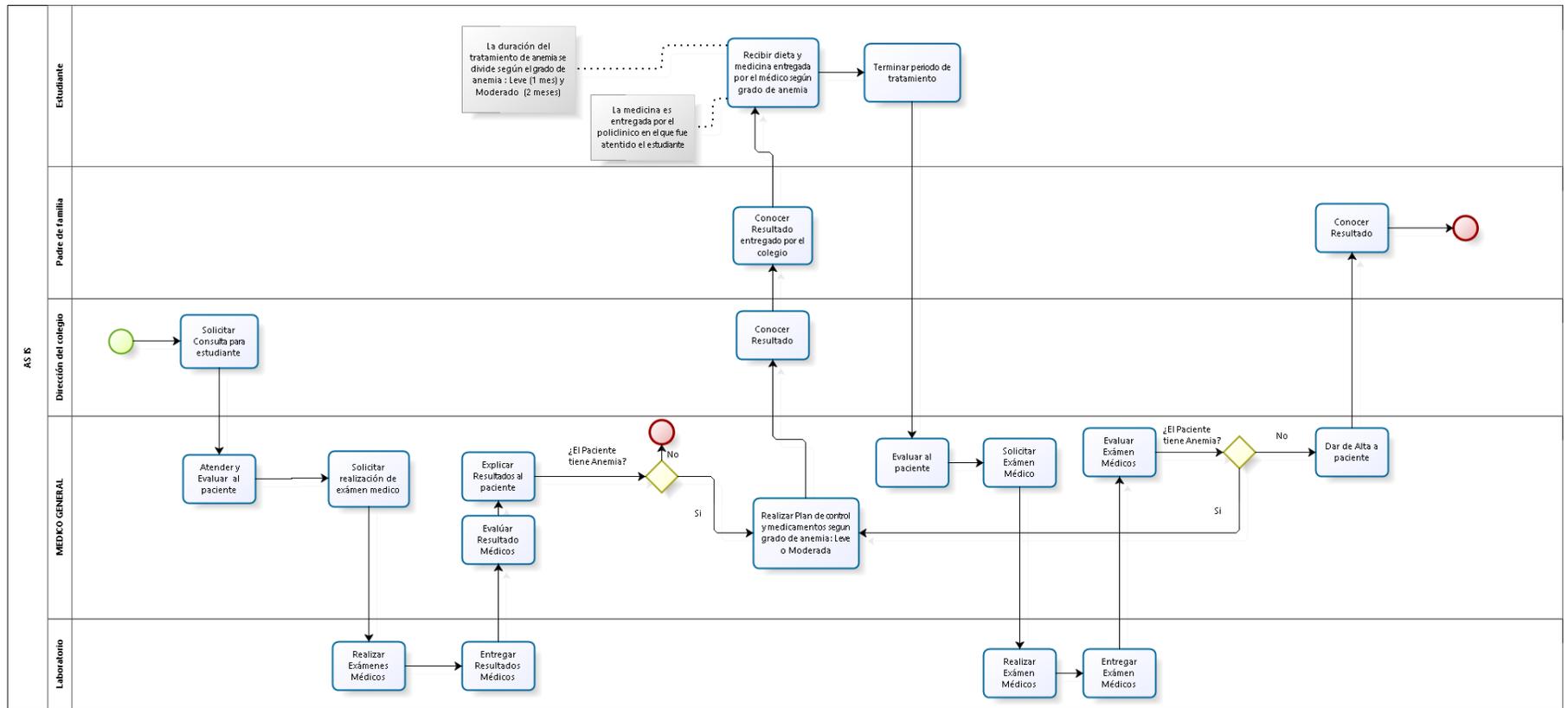


Figura 12. Diagrama As Is
Elaboración: los autores

Diagrama TO BE

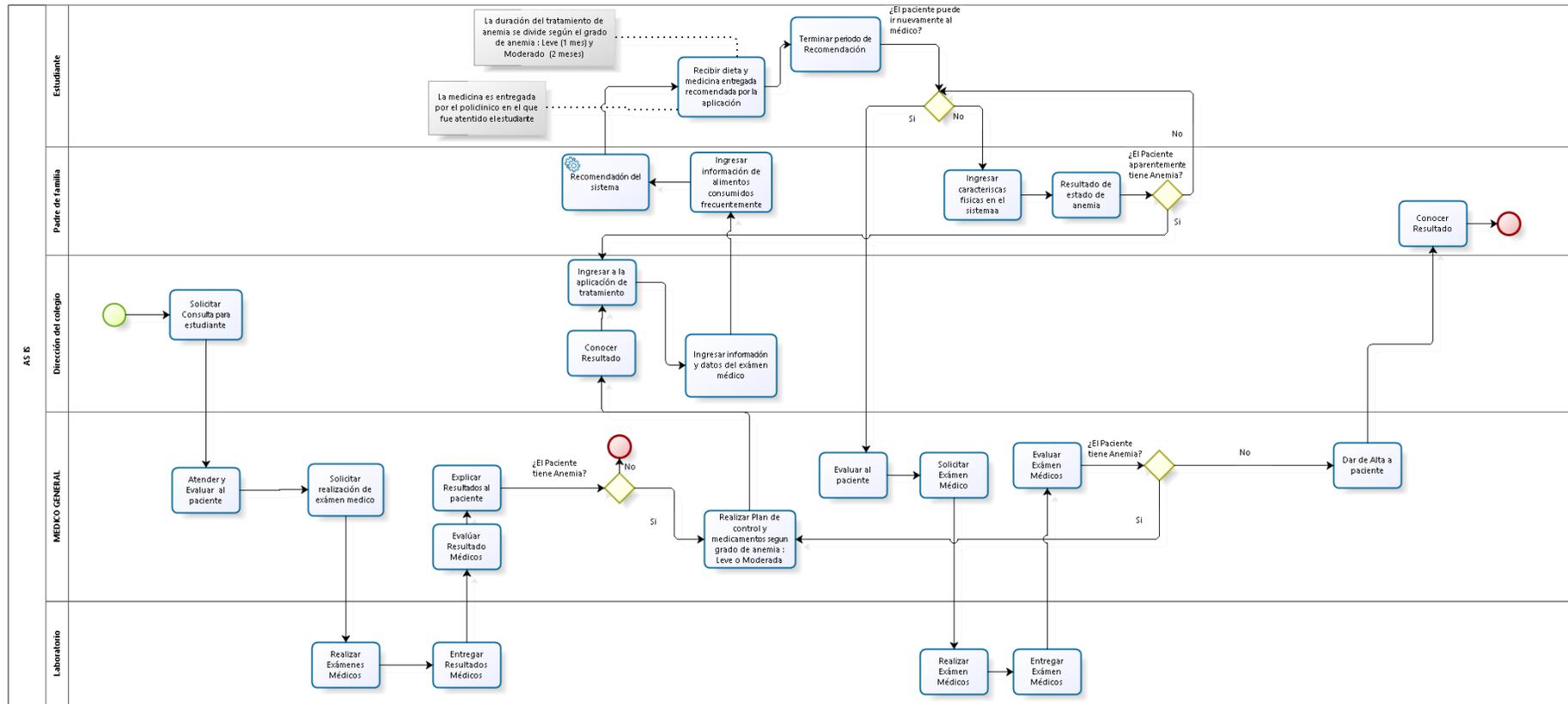


Figura 13. Diagrama To Be
Elaboración: los autores

4.1.5 Diagrama Física del Sistema

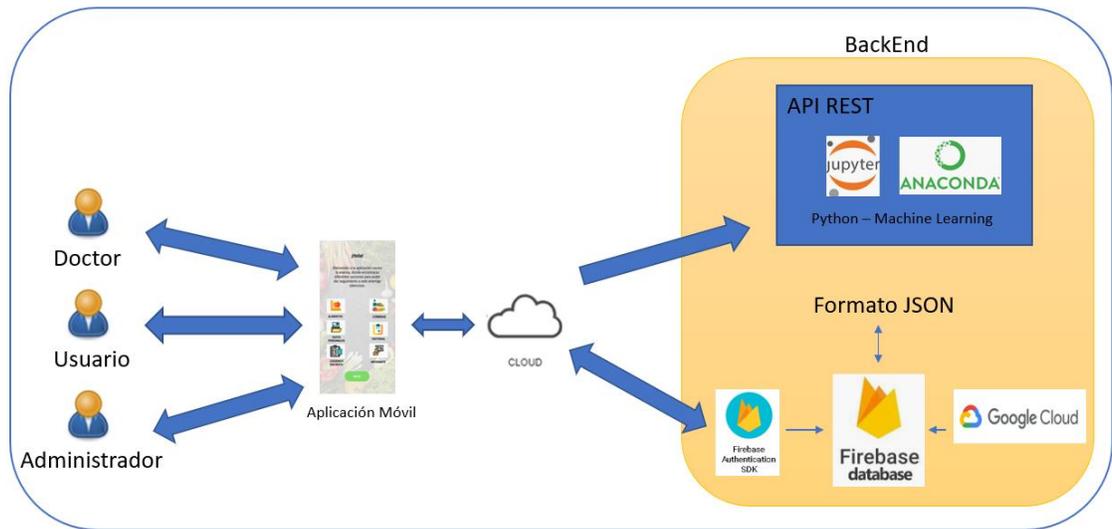


Figura 14. Diagrama físico de arquitectura
Elaboración: los autores

4.1.6 Diagrama Lógica del Sistema

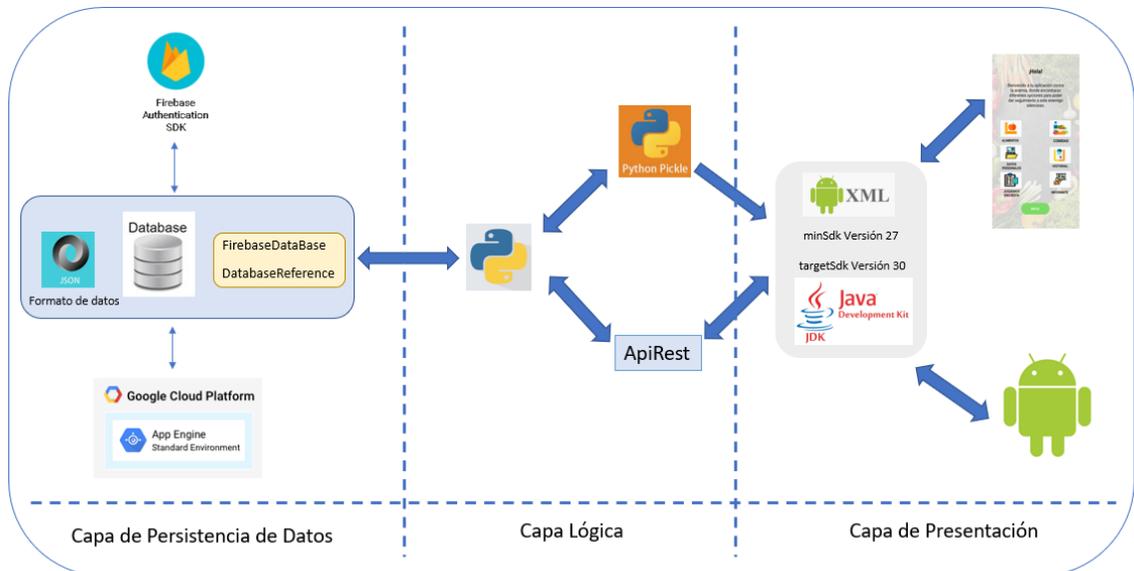


Figura 15. Diagrama lógico del sistema
Elaboración: los autores

4.1.7 Encuesta

Se realizó una encuesta a los padres de familia para poder indagar sobre su conocimiento en la anemia, alimento consumidos frecuentemente y poder adquisitivos. (Anexo 8).



Figura 16. Encuesta

Elaboración: los autores

Como resultado de la encuesta realizada se obtuvieron respuestas de 132 padres de familias donde respondieron a 14 preguntas y una de ellas fue la siguiente: (Anexo 8)

¿Cuántas veces al día te alimentas? (Escoger solo una opción)

132 respuestas

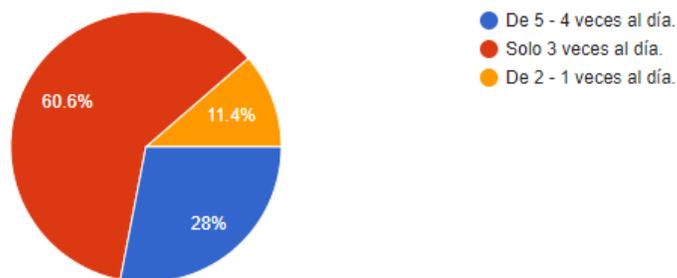


Figura 17. Grafico N° de ingesta de alimentos diarios

Elaboración: los autores

4.1.8 Recolección de datos

Para el desarrollo de esta actividad se recolecto los datos mediante la entrega de información por parte del colegio y por encuestas realizadas a los padres de familia.

- En la campaña realizada en el año 2019, El centro médico de Punchauca con el apoyo del colegio La Salle de breña, lograron extraer información del estado de salud de todos los alumnos del colegio Apóstol de Punchauca, esta data fue brindada para el presente proyecto. (Ver Figura. 18)

Análisis de Colegio Apóstol de Punchauca										
Nº	Nombre	Nivel de Hemoglobina	Edad (Meses)	Peso	Prematuro	Sexo	Ciudad	Grado de Anemia	Talla (cm)	Grado Escolar
1		8.9	96 meses	20.33		M	Carabayllo	Moderado	128.08	8 años
2		12.9	96 meses	22.97		M	Carabayllo		121.8	8 años
3		9	96 meses	23.98		M	Carabayllo	Moderado	128.71	8 años
4		13.1	96 meses	20.18		M	Carabayllo		122.68	8 años
5		11.8	96 meses	20.6		F	Carabayllo		122.36	8 años
6		13.2	96 meses	21.77		F	Carabayllo		123.77	8 años
7		12.5	96 meses	21.63		F	Carabayllo		120.47	8 años
8		10.7	96 meses	22.26		M	Carabayllo	Leve	120.6	8 años
9		N.F	96 meses			M	Carabayllo			8 años
10		N.F	96 meses			F	Carabayllo			8 años
11		N.F	96 meses			F	Carabayllo			8 años
12		12.5	96 meses	21.85		M	Carabayllo		122.78	8 años
13		13.1	96 meses	21.15		F	Carabayllo		123.66	8 años
14		12.6	96 meses	23.16		F	Carabayllo		126.83	8 años
15		13.4	96 meses	22.62		F	Carabayllo		122.12	8 años
16		10.5	96 meses	22.89		F	Carabayllo	Leve	123.95	8 años
17		11.9	96 meses	21.06		F	Carabayllo		127.59	8 años
18		13.4	96 meses	22.33		M	Carabayllo		127.25	8 años
19		12.9	96 meses	23.55		F	Carabayllo		123.64	8 años

Figura 18. Datos de Alumnos del Colegio Apóstol de Punchauca

Elaboración: los autores

4.1.9 Descripción de datos

La base de datos inicial estuvo compuesta por 273 registros que contemplan todos los grados del colegio y con 13 campos que entre las más importantes se tuvo: hemoglobina, sexo, peso, grado de anemia, talla, etc. (Anexo 3)

En los datos recolectados en la encuesta se tuvo 14 preguntas donde se recolecto información sobre el ingreso mensual de la familia, alimentos que normalmente consumen en el día a día, frecuencia de exámenes de hemoglobina, entre otros. (Anexo 8)

4.1.10 Cronograma

Proyecto Anemia	77 días	2/05/20	15/08/20
1. Inicio	4 días	2/05/20	6/05/20
Acta de constitución	2 días	4/05/20	5/05/20
Visión del proyecto	1 día	4/05/20	4/05/20
Formación equipo de trabajo	1 día	4/05/20	4/05/20
Elaboración diagrama As Is - To Be	1 día	5/05/20	5/05/20
Diagrama de Arquitectura Física y Lógica	1 día	6/05/20	6/05/20
Elaboración y envío de encuestas a padre de familia	1 día	6/05/20	6/05/20
Elaboración de cronograma	1 día	4/05/20	4/05/20
Recolección de datos	1 día	5/05/20	5/05/20
Descripción de datos	1 día	5/05/20	5/05/20
Elaborar cronograma	1 día	2/05/20	2/05/20
2. Planificación	13 días	6/05/20	22/05/20
Listado de producto de acuerdo con prioridad	4 días	6/05/20	11/05/20
Elaboración mapa Kanban	4 días	6/05/20	11/05/20
Elaboración historia de usuario	1 día	12/05/20	12/05/20
Determinar criterios de aceptación con el usuario	5 días	12/05/20	18/05/20
Elaboración plan de pruebas	2 días	13/05/20	14/05/20
Verificación calidad de datos	2 días	21/05/20	22/05/20
3. Ejecución	42 días	22/05/20	18/07/20
Elaborar Diagrama de Caso de Uso	1 día	22/05/20	22/05/20
Elaborar diagrama de objetivo de negocio	1 día	22/05/20	22/05/20
Elaborar diagrama de contexto del sistema.	1 día	22/05/20	22/05/20
Elaborar diagrama de contenedores.	1 día	22/05/20	22/05/20
Elaborar diagrama de componentes.	1 día	23/05/20	23/05/20
Elaborar diagrama Entidad – Relación.	1 día	23/05/20	23/05/20
Elaborar diagrama no SQL.	1 día	23/05/20	23/05/20
Selección de Datos	1 día	23/05/20	23/05/20
Limpieza de datos	1 día	25/05/20	25/05/20
Integración de datos	1 día	26/05/20	26/05/20
Formateo de datos	1 día	27/05/20	27/05/20
Creación de interfaz de la app	10 días	6/06/20	18/06/20
Desarrollo de Aplicación	30 días	8/06/20	17/07/20
Técnicas de modelo	30 días	8/06/20	17/07/20
4. Revisión/Pruebas	22 días	18/07/20	15/08/20
Evaluación del modelo	6 días	18/07/20	24/07/20
Ejecución pruebas unitarias	3 días	24/07/20	28/07/20
Ejecución plan de pruebas	4 días	28/07/20	31/07/20
Aceptación plan de pruebas	1 día	5/08/20	5/08/20
Presentación del producto	2 días	14/08/20	15/08/20
5. Cierre	2 días	14/08/20	15/08/20
Entrega del producto	2 días	14/08/20	15/08/20

Figura 19. Cronograma
Elaboración: los autores

4.2 Planificación

4.2.1 Listado de Productos

Para la descripción de actividades que se busca en el desarrollo del producto se muestra en la Tabla 11.

Tabla 11 Requerimientos funcionales

Id	Requerimiento	Descripción
RF 01	Acceso al sistema	El sistema deberá solicitar la autenticación para acceder a la aplicación de acuerdo con su perfil.
RF 02	Menú principal Administrador	Deberá tener opción para la creación de cuenta para alumnos, reportes para el seguimiento de ellos, historial y correo de los alumnos.
RF 03	Registro de Usuarios	El administrador deberá poder registrar a los usuarios que ingresarán al sistema.
RF 04	Historial	El administrador podrá visualizar el registro de los alumnos además de su progreso nutricional.
RF 05	Correo	Registro del correo electrónico institucional y contraseña del alumno.
RF 06	Menú principal Usuario	Deberá tener las opciones de infórmate, datos personales, historial, dietas y traje de preguntas
RF 07	Infórmate	El sistema deberá tener una sección informática sobre la anemia, como combatirla, tratamientos que existen actualmente y un video resumen de lo mostrado en el sistema.
RF 08	Alimentos	Deberá tener interfaces donde el usuario ingresará su información personal referente a los alimentos consumidos frecuentemente en el hogar.
RF 09	Datos Personales	El usuario deberá visualizar su grado de anemia además de sus datos personales ingresados al sistema.
RF 10	Comidas	En base a los hábitos alimenticios ingresado y al grado de anemia, el sistema deberá recomendar la dieta de desayuno, almuerzo y cena para cada usuario. El podrá ingresar los alimentos consumidos en base a la recomendación brindada diariamente para el control de ello
RF 11	Juguemos/Encuesta	El usuario podrá realizarse un autodiagnóstico en base a preguntas sobre la anemia en caso no pueda acercarse a realizarse el examen de hemoglobina.
RF 12	Historial	El usuario podrá visualizar los alimentos registrados además de los medicamentos para realizar seguimiento.
RF 13	Menú Principal Médico	El sistema deberá tener las opciones registra medicamento y Historial de medicamento.
RF 14	Registra Medicamento	El médico podrá registra los medicamentos según el grado de anemia para que esta se muestre según lo registrado en la cuenta del estudiante.
RF 15	Historial Medicamento	El médico podrá visualizar el histórico de medicamentos registrados en la aplicación.

Elaboración: los autores

Para los requerimientos no funcionales se recolectó la siguiente información según la Tabla 12:

Tabla 12 Requerimientos no funcionales

Id	Requerimiento
RNF 01	El lenguaje de programación debe ser Java.
RNF 02	La interfaz debe ser amigable.
RNF 03	La información ingresada debe mantener los protocolos de seguridad de los datos personales.
RNF 04	La aplicación debe ser ligera (Tiempo de respuesta aproximado de 10 segundos) y soportada por smartphone.
RNF 05	La aplicación con interfaces interactivas para niños.
RNF 06	Identificación de las variables con respecto a las costumbres alimenticias.

Elaboración: los autores

4.2.2 Mapa Kanban

En esta sección se determinó las actividades a realizar por cada integrante y fue diseñado en la herramienta Asana.

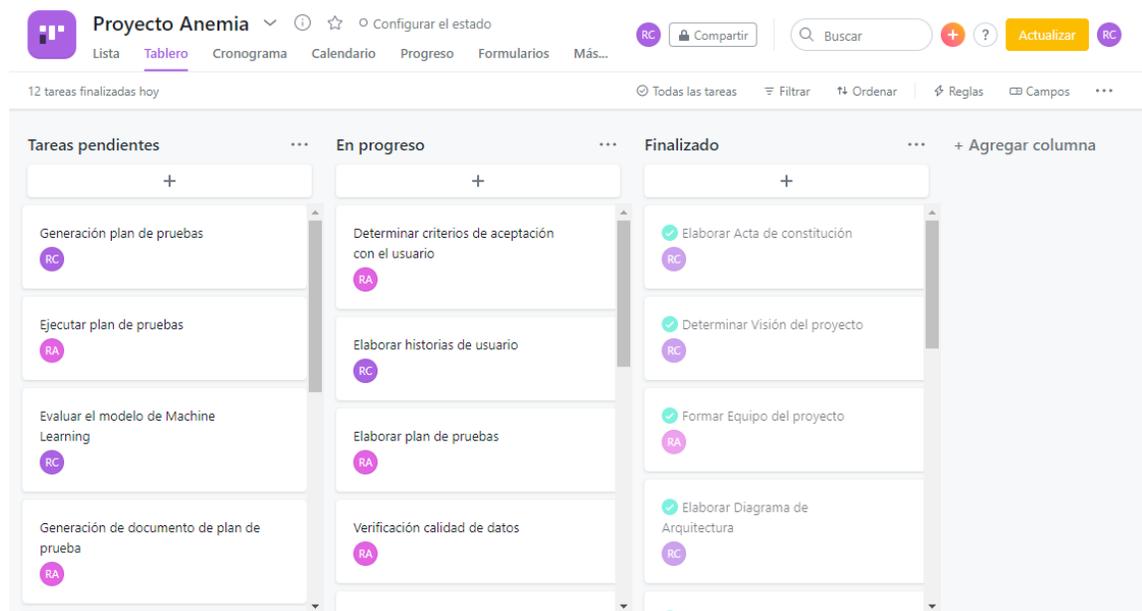


Figura 20 Tablero Kanban

Elaboración: los autores

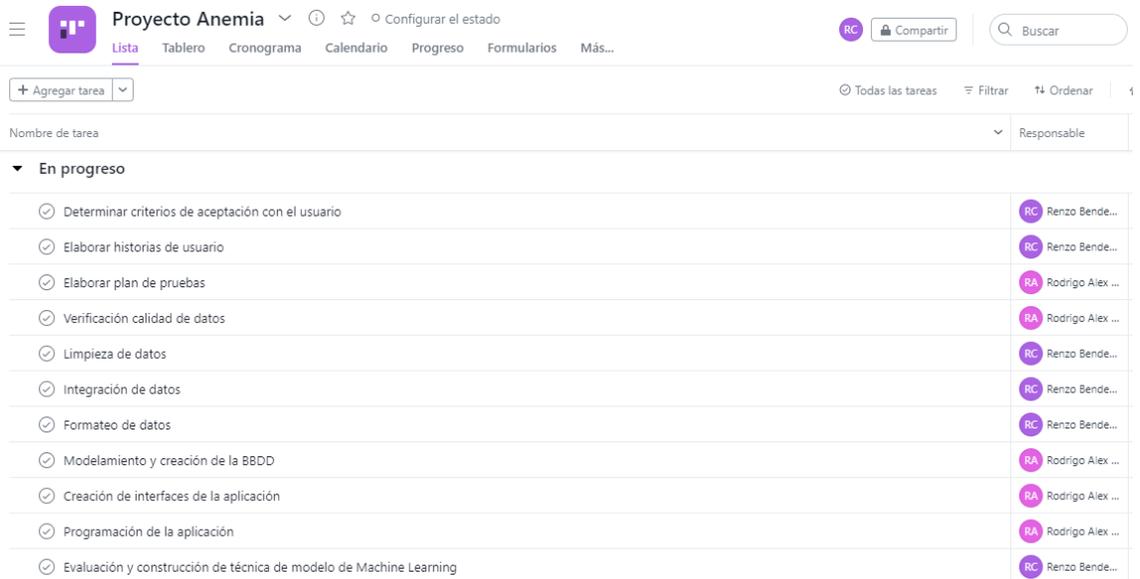


Figura 21. Progreso de tareas

Elaboración: los autores

4.2.3 Historias de Usuario

Documento que representa los requerimientos que fueron solicitado por el cliente en un lenguaje natural, tal y como se muestra en la tabla 13. Las historias de usuario se encuentran en Anexo 9.

Tabla 13. Historia de usuario

Historia de Usuario			
Número	01	Nombre	Acceso al sistema
Prioridad		Riesgo	
Baja		Mediano	
Descripción			
Como	Administrador del sistema y Usuarios		
Quiero	Validar credenciales de administrador, usuarios y doctor.		
Para	Permitir acceder al sistema.		

Elaboración: los autores

4.2.4 Criterio de Aceptación

Los criterios de aceptación fueron constatados con las historias de usuario como base. Se deja constancia en el Anexo 15.

Tabla 14. Criterios de aceptación

Historia de Usuario			
Número	01	Nombre	Acceso al sistema
Prioridad		Riesgo	
Baja		Mediano	
Descripción			
Como	Administrador del sistema y Usuarios		
Quiero	Validar credenciales de administrador y usuarios.		
Para	Permitir acceder al sistema.		
Criterios de Aceptación			
<p>01. En el caso que ingrese a esta opción cuando se muestre la interfaz entonces el sistema muestra los siguientes campos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Login: Usuario y Contraseña • Botón ingreso 			
<p>02. En el caso que se digite usuario y contraseña errónea cuando el administrador intente acceder a la aplicación entonces el sistema mostrará el siguiente mensaje “Dato no valido, Por favor ingresar el usuario y contraseña valido”</p>			
<p>03. En el caso que no se digite usuario y contraseña cuando el administrador intente acceder a la aplicación entonces el sistema mostrará el siguiente mensaje “Dato no valido, Por favor no debe dejar en blanco los campos”</p>			

Elaboración: los autores

4.2.5 Plan de pruebas

Se elaboró el plan de pruebas teniendo como objetivo dejar en evidencia el cumplimiento de los requerimientos funcionales y no funcionales; teniendo como base las historias de usuario, este documento se encuentra en el anexo 10.

4.2.6 Verificación de calidad de datos

En la data entrega por el colegio se observó columnas donde había espacios en blanco y en algunos casos como “Talla” la data estaba mal registrada debido a que se sigue siguiente nomenclatura (131.87cm) y en la data esta como (13187 cm), por lo que fue necesario, en la siguiente tarea, realizar una limpieza de datos.

Análisis de Colegio Apostol de Punchuacas									
Nº	Nombre	Nivel de Hemoglobina	Edad (Meses)	Peso	Prematuro	Sexo	Ciudad	Grado de Anemia	Talla (cm)
3	BARRANTES CASTILLO, ADITA ESPERANZA	12.1	108 meses	28.26		F	Carabayllo		133.86
4	BECERRA CALDERON, LILI MARIBEL	10.6	108 meses	27.26		F	Carabayllo	Leve	131.63
5	BOBADILLA MARTINEZ, JOHN JEISON	11.1	108 meses	28.35		M	Carabayllo	Leve	132.57
6	BRAVO MACO, DANITZA YUDITH	10.9	108 meses	28.24		F	Carabayllo	Leve	131.01
7	BUSTAMANTE ROJAS, JUNIOR JHONATAN	12.6	108 meses	27.93		M	Carabayllo		132.7
8	CABREDO REVE,S MARIAROSA	13.5	108 meses	27.02		F	Carabayllo		133.23
9	CAICEDO BARBOZA, JOE JEAMPIER	11.9	108 meses	29.95		M	Carabayllo		131.87

Figura 22. Verificación calidad de datos

Elaboración: los autores

4.3 Ejecución

4.3.1 Diagrama de Caso de uso

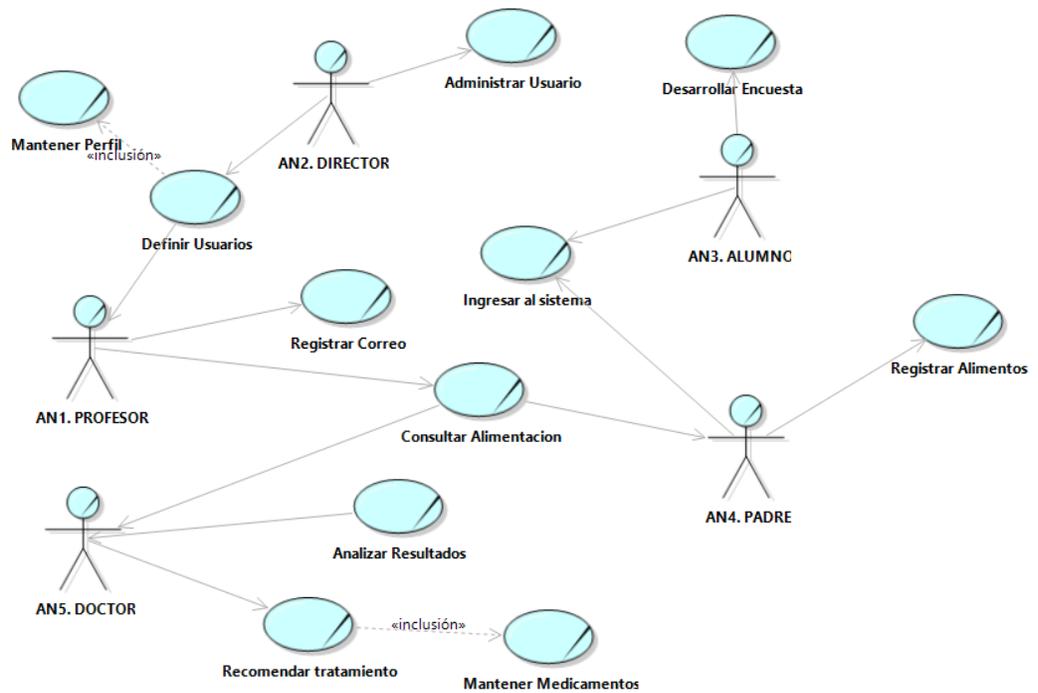


Figura 23. Diagrama de caso de uso

Elaboración: los autores

4.3.2 Objetivos del Negocio

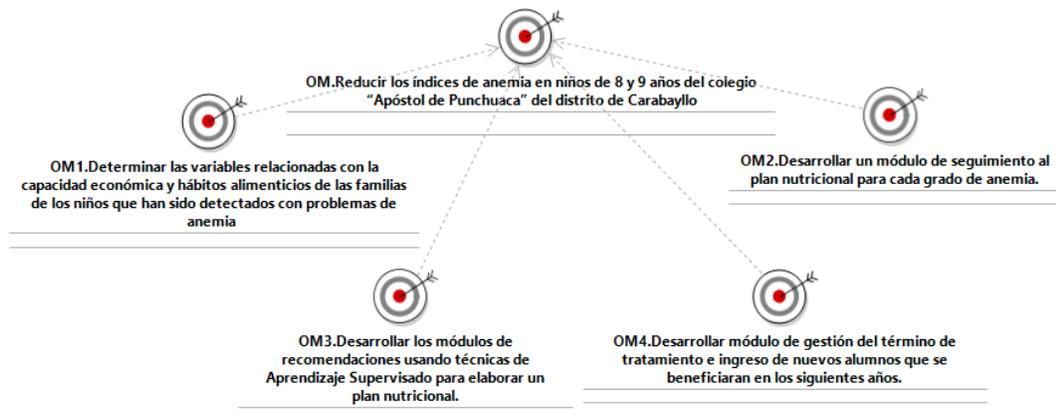


Figura 24.Objetivo del negocio

Elaboración: los autores

4.3.3 Metas del Negocio

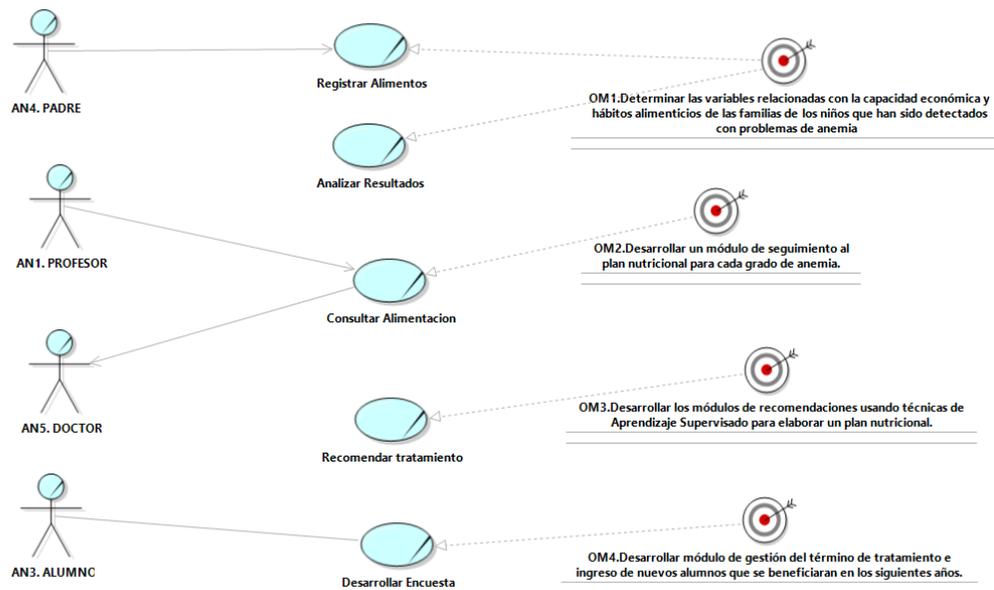


Figura 24. Metas del negocio

Fuentes: Elaboración de los autores

4.3.4 Diagrama de Contexto del Sistema

El siguiente diagrama nos permite visualizar los elementos externos como internos con los cuales el sistema va a interactuar, a la vez de poder identificar las relaciones del sistema con otros procesos; el siguiente diagrama va a facilitar al usuario externo y/o personas no técnicas a entender el sistema.

El padre de familia o alumno va a ingresar la información requerida por el sistema, lo que va a permitir el análisis y la entrega de información bajo la técnica de aprendizaje supervisado. El docente o persona a cargo va a poder analizar y dar seguimiento a la información registrada para poder evaluar la evolución del menor; así como también el doctor, como ente externo. (Ver Figura 25)

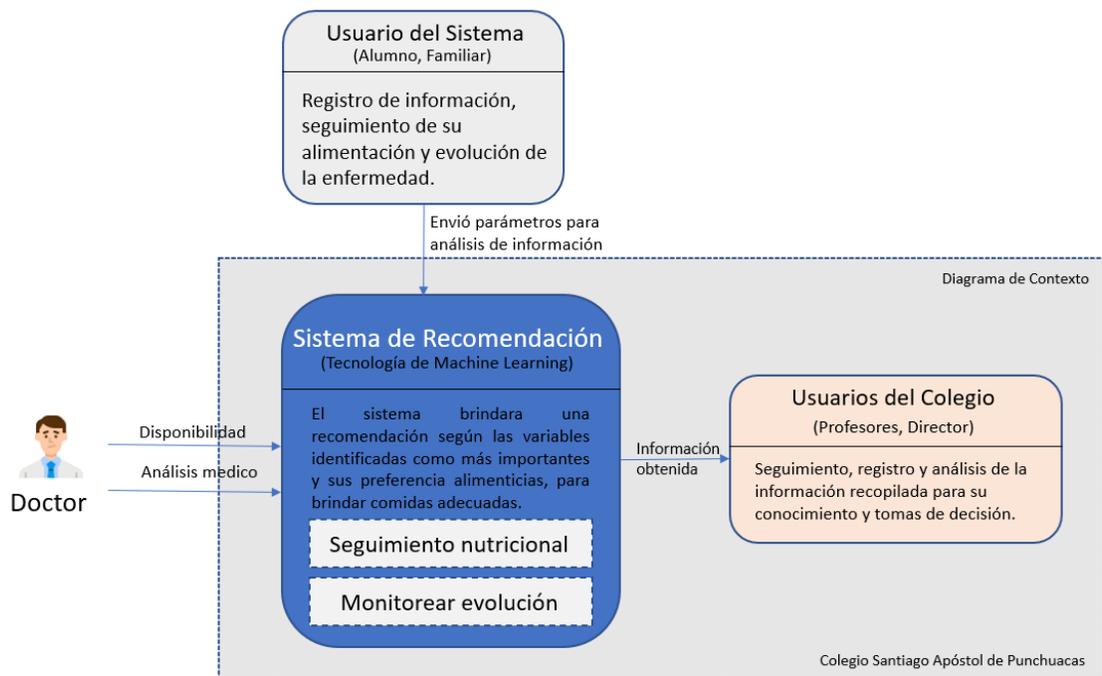


Figura 25. Diagrama de contexto del sistema

Elaboración: los autores

4.3.5 Diagrama de Contenedores

La finalidad del diagrama es detallar la interacción del sistema a nivel de backend, mostrando la relación y comunicación del aplicativo móvil con la data que se maneja para mostrar un resultado; por otra parte, también vemos la interacción con el agente externo una vez analizada la data.

Este modelo de diagrama está orientado más para el entendimiento del personal técnico para el análisis de la solución de software. Para ello se desglosa el core más importante en estudio que es el Sistema de Recomendaciones, en el cual la Aplicación Móvil tendrá una comunicación con el ApiRest para el envío y recepción de información en formato Json, teniendo en cuenta la interacción entre el Modelo Predictivo y la Base de Datos, la cual bajo el lenguaje Python se arma la lógica que permitirá realizar la recomendación y será exportada en formato Pickle dentro de contenedor de Manejo de Data. (Ver Figura 26).

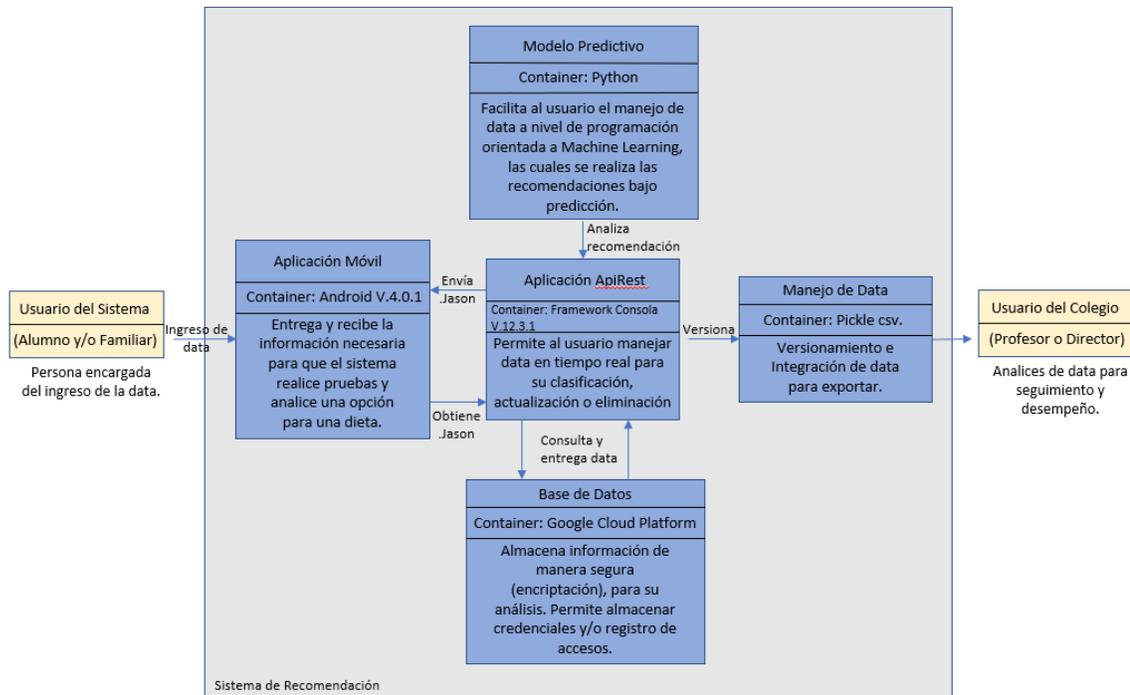


Figura 26. Diagrama de contenedores

Elaboración: los autores

4.3.6 Diagrama de componentes

Ayuda a definir la arquitectura del sistema a implementar, este modelo que realiza la interacción entre sistema backend y usuarios externos, va a permitir tener una imagen más clara de las responsabilidades de los componentes de cada contenedor y sus dependencias entre ellos. (Ver Figura 27)

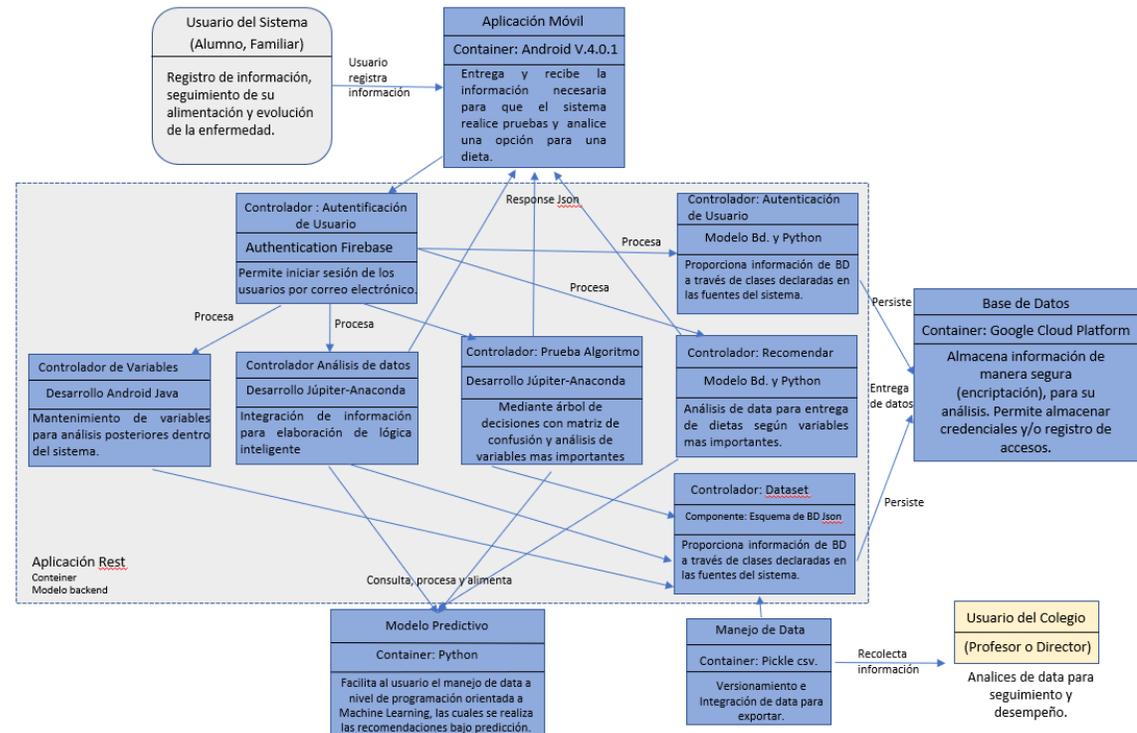


Figura 27. Diagrama de componentes

Elaboración: los autores

La aplicación móvil es un sistema en lenguaje Java que muestra contenido interactivo (xml, json), incluyendo el contenido de las diferentes interfaces con sus layouts. Esta aplicación se va ejecutar en los dispositivos móviles mediante un APK generado automáticamente por AndroidStudio. La aplicación móvil utilizara un API Json que ayuda a su interacción con el sistema de Anaconda, donde se generara con un lenguaje Python un documento en formato cvs, con la ayuda del módulo pickle para la interacción con AndroidStudio. (Anexo 17)

4.3.7 Modelo Entidad - Relación

Se detalla el modelo de base de datos el cual servirá de referencia para elaborar nuestro diagrama No SQL en la herramienta FireBase.

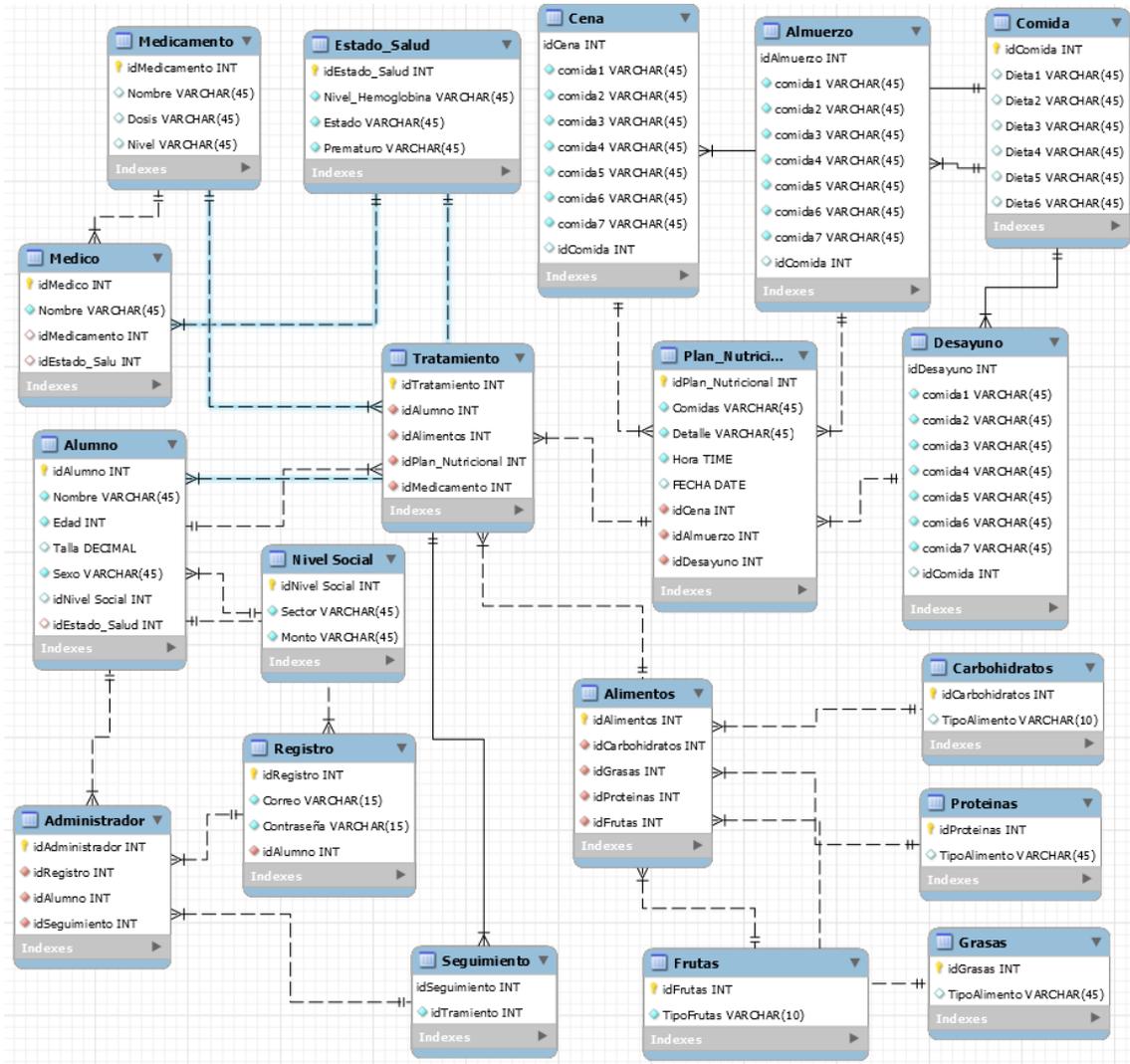


Figura 28. Diagrama de base de datos

Elaboración: los autores

4.3.8 Diagrama No SQL FireBase

Para propósito de esta investigación, se utilizó la herramienta de FireBase de Google Cloud el cual nos facilita el espacio suficiente para guardar información de manera segura e intuitiva, el diseño de este diagrama de Base de Datos está bajo el formato Json., que permite un modelo No SQL de manera fácil.

```
tesis-anemia-export.json x
485     } ],
486     "Estado Salud" : [ null, {
487         "estado" : "Anemia sin mejoría"
488     }, {
489         "estado" : "Anemia disminuida"
490     }, {
491         "estado" : "Anemia sin mejoría"
492     }, {
493         "estado" : "Anemia disminuida"
494     } ],
495     "Seguimiento" : [ null, {
496         "comida1" : "AVENA + PAN CON PALTA",
497         "comida2" : "----",
498         "comida3" : "----",
499         "comida4" : "----",
500         "comida5" : "----",
501         "comida6" : "----",
502         "comida7" : "----",
503         "fecha" : "15 , jul. del, 2020",
504         "hora" : "6:39 p. m."
505     }, {
```

Figura 29. Modelo no SQL

Elaboración: los autores

4.3.9 Selección de Datos

Completada la fase anterior, se identificaron las columnas utilizadas en Machine Learning y las que fueron eliminadas.

Variables Predictoras:

- Edad: Tabulada por rango de edad.
- Género: Segmentado en masculino y femenino.
- Nivel Económico: Segmentado en C, D y E.
- Grado de Anemia: Segmentado por Leve o Moderado.
- Proteínas: Datos con 3 alimentos consumidos de forma más frecuente (Entre: Pollo, Pescado, Pavo, Carne, Huevo, Cerdo y Atún).

- Carbohidratos: Datos con 3 alimentos consumidos de forma más frecuente (Entre: Arroz, Fideo, Pan, Papa, Frejol, Yuca y Lenteja).
- Frutas: Datos con 3 alimentos consumidos de forma más frecuente (Entre: Manzana, Uva, Sandía, Papaya, Plátano, Naranja y Mandarina).
- Grasas: Datos con 3 alimentos consumidos de forma más frecuente (Entre: Palta, Leche, Frutos Secos, Aceituna, Semilla y Linaza).

4.3.10 Limpieza de Datos

En la Limpieza de datos se eliminaron las columnas que no le generan valor al Machine Learning como es el caso de:

- Nivel de Hemoglobina: Por ser una variable cuantitativa y además porque ya existe su similar que es Grado de Anemia.
- Peso y Talla: Estas variables no es determinante para el tratamiento de la anemia, el cual se validará dentro del primer objetivo del proyecto.

Además, se realizó la limpieza de la data quedando solo las personas que tienen registro en la columna de grado de anemia.

4.3.11 Integración Datos

En la integración de datos se realizó los siguientes pasos:

- Se realizó la conversión de la data de cualitativas a cuantitativas.

Grado de Anemia	
Leve	1
Moderada	2

Género	
M	1
F	2

Nive Socioeconómico	
C	1
D	2
E	3

Figura 30. Variables cuantitativas
Elaboración: los autores

- Las categorías de Proteínas, Carbohidratos, Frutas y Grasas pasaron a ser columnas con datos de 1 y 0.

Pollo	Pescado	Pavo	Carne	Huevo	Cerdo	Atun	Tofu	Jamon	Arroz	Fideo	Yuca	Pan	Trigo	Papa
1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1
1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0
1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0
1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0
1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0
1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0
1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0
1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0
1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0
1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0

Figura 31. Transformación datos

Elaboración: los autores

4.3.12 Formateo de Datos

Con los datos depurados y el proceso de integración correspondiente se generó un nuevo archivo en formato CSV para el análisis de la información manteniendo los datos trabajado en pasos anteriores.

Nombres	Edad	Genero	Nivel SocioEconomico	Grado Anemia	Pollo	Pescado	Pavo	Carne	Huevo	Cerdo	Atun	Arroz	Fideo
ACOSTA PUPUCHE, DANIEL ANTONIO	8	1	3	2	1	1	0	0	1	0	0	1	1
CASTILLO SUAREZ, GARY ALDAIR	8	1	1	2	1	0	0	1	1	0	0	1	0
ESPINOZA GONZALES, JENNIFER ALEXANDRA	8	1	3	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0
LOPEZ ROJAS, SADITH DEL PILAR	8	2	2	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
MUÑOZ LIZANA, ANABEL MARGOTH	8	2	2	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0
QUIROZ QUIJANO, RICHARD EDUARDO	8	1	2	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0
RUIZ RIOS, RUTH MILAGROS	8	2	3	2	1	0	0	1	1	0	0	1	0
RUIZ TORRES, ERIKA LADY	8	2	2	2	1	1	0	0	1	0	0	1	0
BECCERRA CALDERON, LILI MARIBEL	9	2	2	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0
BOBADILLA MARTINEZ, JOHN JEISON	9	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1
BRAVO MACO, DANITZA YUDITH	9	2	2	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0
CARRANZA BARTUREN, HEIDY ALESSANDRA	9	2	2	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0
CHIROQUE ARIAS, JHOAN ADALBERTO	9	1	2	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0
EDQUEN GAVIDIA, NATALI GERALDINE	9	2	2	2	1	0	0	0	1	0	1	1	0
VASQUEZ SAAVEDRA, CRISTHIAN JAVIER	9	1	2	2	1	1	0	0	1	0	0	1	0

Figura 32. Archivo CSV

Elaboración: los autores

4.3.13 Ambiente de Desarrollo

Con los datos depurados de manera correcta, se pasó a la creación del aplicativo móvil para la interacción con el usuario y la recopilación de data; con los módulos ya analizados, se preparó el ambiente de desarrollo.

Se realizo la descarga de los programas a utilizar como también la configuración de los servicios.

1. Configuración del ambiente de programación del aplicativo en Android Studio con lenguaje de programación en Java.

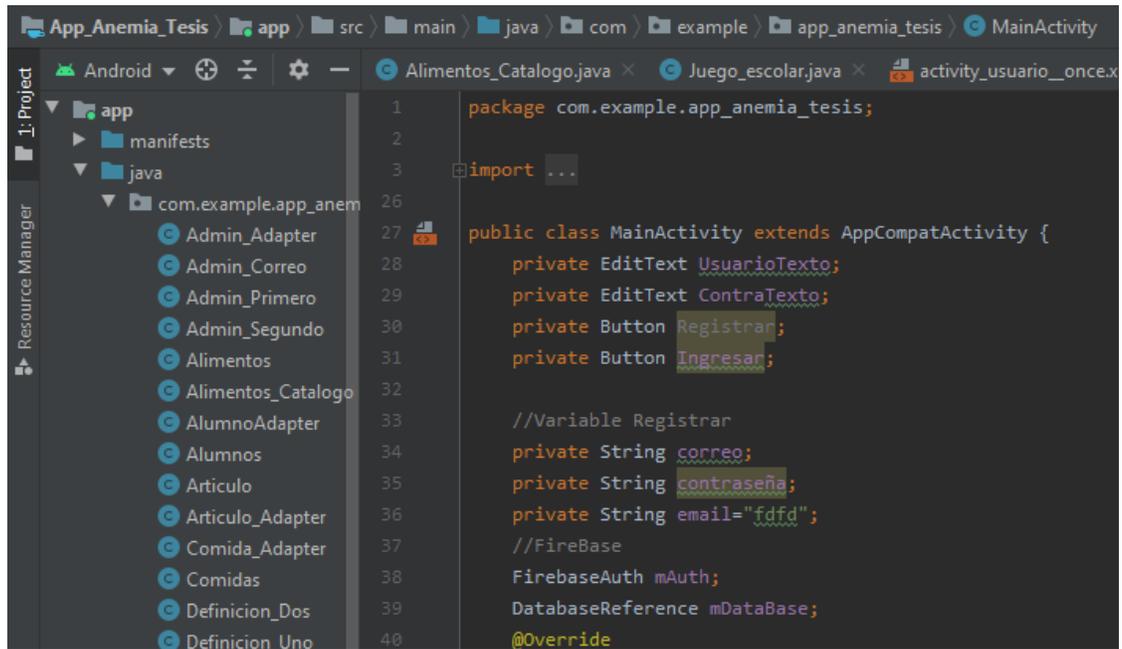


Figura 33.Android Studio

Elaboración: los autores

2. Creación de espacio de trabajo en FireBase para la comunicación con el aplicativo.

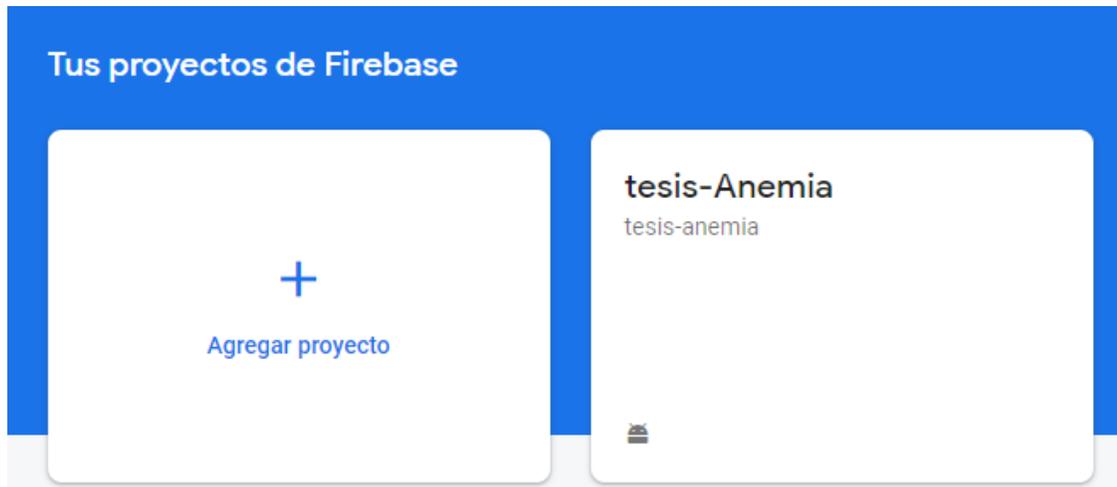


Figura 34.Fíre Base

Elaboración: los autores

3. Configuración de Google Service para comunicación a la nube.

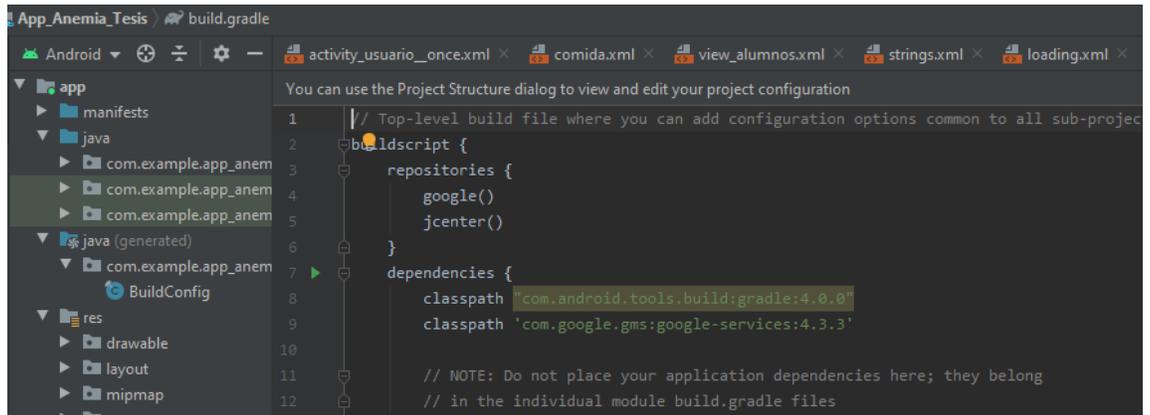


Figura 35. Conexión Google service

Elaboración: los autores

4. Configuración de comunicación entre Android Studio y FireBase para la emisión y recepción de la información. Se implemento cada servicio en su versión más estable.

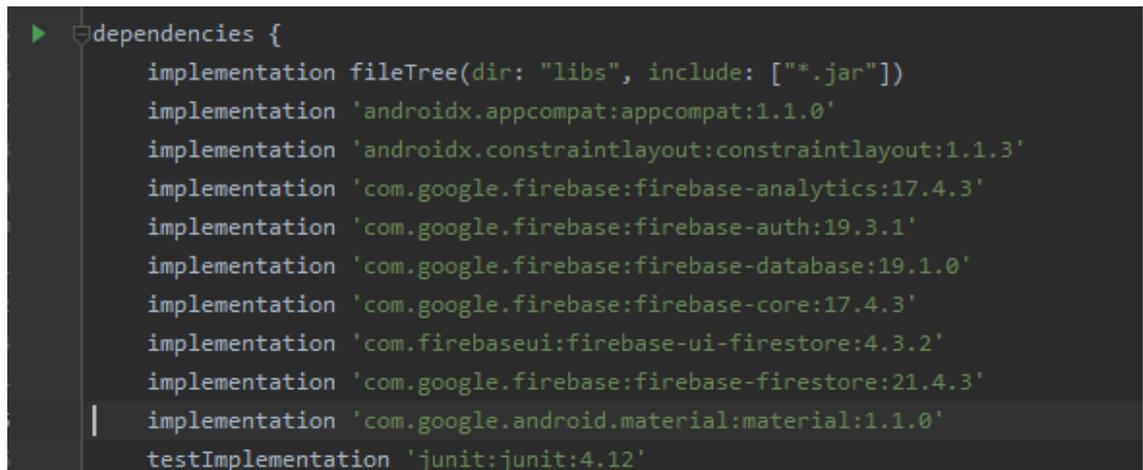


Figura 36. Conexión Android Studio y FireBase

Elaboración: los autores

4.3.14 Interfaz de la Aplicación

Vista Usuario



Figura 40. Acceso sistema
Elaboración: los autores



Figura 41. Menú usuario
Elaboración: los autores



Figura 42. Selección alimentos
Elaboración: los autores



Figura 43. Menu de dietas
Elaboración: los autores



Figura 44.Desayuno
Elaboración: los autores



Figura 45.Almuerzo
Elaboración: los autores



Figura 46.Cena
Elaboración: los autores

4.3.15 Técnicas de Modelado

En esta sección de técnicas de modelo se diseñó 2 árboles: Árbol Desayuno-Cena y Árbol Almuerzo.

Para el Árbol Desayuno-Cena se ha utilizado las siguientes variables: Edad, Genero, Grado de anemia, nivel socioeconómico, Grasas Naturales y Frutas. Siendo estas variables el input ingreso y teniendo como output 6 posibles dietas que son las siguientes:

Categoría 1	Categoría 3	Categoría 5
AVENA + PAN CON PALTA	LECHE DE SOYA + PAN CON ACEITUNA	AVENA + PAN CON QUESO
YOGURT + GALLETA DE AVENA + HUEVO DURO	TROZOS DE PAPAYA + PAN CON PALTA	LECHE + PAN CON TORTILLA DE ESPINACA
YOGURT + PAN CON QUESO	YOGURS + BARRA DE CEREAL + HUEVO DURO	JUGO DE NARANJA + PAN CON TORTILLA
QUINOA + HUEVO SANCOCHADO	TROZOS DE PLATANO+ TORTILLA	YOGURT + PAN CON QUESO
TROZOS DE PAPAYA + TORTILLAS	SOYA + PAN CON CERDO	AVENA + PAN CON POLLO + HUEVO URO
LECHE SOYA +CEREALES + HUEVO DURO	LECHE DE SOYA + PAN CON PALTA	TROZOS DE PAPAYA + PAN CON PALTA
YOGURT + BARRA DE CEREAL	TROZOS DE MANZANA+ TORTILLA DE ESPINACAS	LECHE + PAN CON POLLO + HUEVO DURO
Categoría 2	Categoría 4	Categoría 6
JUGO DE MANZANA + TORTILLA DE ESPINACAS	AVENA + PAN CON QUESO + HUEVO DURO	TROZOS DE PAPAYA + PAN CON ACEITUNA
LECHE DE SOYA +CEREALES	LECHE + PAN CON TORREJA	AVENA + PAN CON QUESO
QUINOA + PLATANO + HUEVO DURO	YOGURT + HUEVO SANCOCHADO	YOGURT + HUEVOS REVUELTOS
TROZOS DE PLATANO +PAN CON ACEITUNA	TROZOS DE NARANJA + PAN CON QUESO	AVENA + PAN CON SANGRECITA
LECHE DE SOYA + PAN CON QUESO	EXTRACTO DE VETERRAGA+ PAN CON QUESO	AVENA + PAN CON QUESO + HUEVO DURO
TROZOS DE PAPAYA + PAN CON ACEITUNA	YOGURT + PAN CON SANGRECITA	LECHE + PAN CON SANGRECITA
YOGURT + ENSALADA DE FRUTAS	AVENA + PAN CON PALTA	LECHE + PAN CON QUESO + HUEVO DURO

Figura 47. Catalogo comidas desayuno
Elaboración: los autores

Categoría 1	Categoría 3	Categoría 5
YOGURT + ENSALADA DE FRUTAS	YOGURT + TROZOS DE MANZANA	QUINOA + PAN CON QUESO
SOPA DE POLLO	LECHE + GALLETA NUTRIHIERRO	YOGURT + UVAS
QUINOA + RODAJAS DE PLATANO	AVENA + PAN CON PALTA	LECHE + CEREAL
YOGURT + RODAJAS DE PAPAYA	LECHE DE SOYA + PAN CON ACEITUNA	SOPA A LA MINUTA
LECHE DE SOYA+ CEREAL	LECHE + PLATANO	SOPA DE POLLO
YOGURT +GALLETA NUTRIHIERRO	YOGURT + GALLETA NUTRIHIERRO	YOGURT + MANZANA
AVENA CON MANZANA + PAN CON SANGRECITA	QUINOA + ATUN	AVENA CON MANZANA + PAN CON SANGRECITA
Categoría 2	Categoría 4	Categoría 6
AVENA + PLATANO	LECHE + HUVOS SANCOCHADOS	QUINOA + PAN CON PALTA
YOGURT + PLATANO + MANDARINA	AVENA + PAN CON PALTA	YOGURT +UVAS
QUINOA + ATUN	QUINOA + PAN CON TORTILLA	LECHE + CEREAL
AVENA + PAN CON POLLO	AVENA CON MANZANA + PAN CON SANGRECITA	TROZOS DE SANDIA
ENSALADA DE FRUTAS + YOGURT	YOGURT + ENSALADA DE FRUTAS	SOPA DE POLLO
YOGURT + MANZANA	YOGURT +PLATANO	YOGURT + MANZANA
LECHE SOYA + PAN CON QUESO	QUINOA + PAN CON QUESO	AGUADITO DE PAVITA

Figura 48. Catalogo Comidas Cena
Elaboración: los autores

Para el Árbol Almuerzo se ha utilizado las siguientes variables: Edad, Género, Grado de anemia, nivel socioeconómico, Proteínas y Carbohidratos. Siendo estas variables el input ingreso y teniendo como output 6 posibles dietas que son las siguientes:

Categoría 1	Categoría 3	Categoría 5
ARROZ CON LENTEJA + POLLO	ARROZ CON LENTEJA + POLLO	ARROZ CON LENTEJA + FILETE DE CERDO
ENCEBOLLADO DE ATUN + ARROZ	POLLO A LA NARANJA + ARROZ	HIGADO SALTADO + ARROZ
POLLO A LA PLANCHA + ENSALADA	CARNE DE RES+ PURE DE PAPAS + ARROZ	FREJOLES + ARROZ + POLLO
GUIISO DE FREJOL + FILETE DE POLLO+ARROZ	SANGRESITA DE POLLO + ARROZ	ADOBO DE CERDO + ARROZ
HIGADO SALTADO + ARROZ	TALLARINES ROJOS + CARNE DE RES	SANGRECITA + ARROZ
FILETE DE POLLO +ARROZ + ENSALADA	SANGRECITA + ARROZ	ASADO DE CERDO + ARROZ
CROQUETAS DE ATUN + ARROZ	FILETE DE CERDO+ ARROZ+ ENSALADA	PURE DE PAPA + POLLO
Categoría 2	Categoría 4	Categoría 6
ARROZ CON LENTEJA + POLLO	ARROZ CON LENTEJA + ATUN	QUINOA + PAN CON PALTA
CROQUETAS DE ATUN + ARROZ	BISTEC+ PURE DE PAPAS	YOGURT +UVAS
HIGADO SALTADO + ARROZ	HIGADO ENCEBOLLADO + ARROZ	LECHE + CEREAL
SANGRECITA + ARROZ	FILETE DE POLLO + ARROZ + ENSALADA	TROZOS DE SANDIA
CHILCANO DE PESCADO + ENSALADA	GARBANZOS + FILETE POLLO + ARROZ	SOPA DE POLLO
PURE DE PAPA CON POLLO +ARROZ	PURE DE PAPA + POLLO + ARROZ	YOGURT + MANZANA
PESCADO A PLANCHA + PAPAS SANCOCHADAS	SANGRECITA + ARROZ	AGUADITO DE PAVITA

Figura 49. Catálogos comida almuerzo
Elaboración: los autores

Para el desarrollo de los árboles se determinó el uso del método de aprendizaje supervisado de clasificación: Árbol de decisiones. La herramienta utilizada para la creación del árbol fue Jupyter Notebook 6.0 con la plataforma Anaconda 1.9.7. Además, se utilizó las librerías

- Pandas: utilizado para el tratamiento de los datos
- Scikit-Learn: utilizado para el análisis de datos, resaltando la clase Tree empleando los algoritmos de aprendizaje de árbol de decisión.
- Google: utilizado para la importación de los datos.

```
[ ] #Librerías Utilizadas
import pandas as pd
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.tree import DecisionTreeClassifier
from google.colab import files
```

Figura 50. Librerías
Elaboración: los autores

La carga del archivo se realizó en CSV con la data trabajada con anterioridad a través de la librería Google.

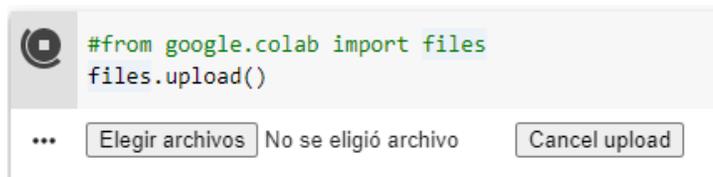


Figura 51. Carga de archivo
Fuente: Elaboración de los autores

Se realizó la lectura de la información a través de Pandas

```
[ ] ds = pd.read_csv(r'./content/GradoAnemia.csv')
ds.head()
```

	Nombres	Edad	Genero	Nivel S.Economico	Nivel Anemia	Manzana	Uva	Sandía	Papaya	Platano	Naranja	Mandarina	Palta	Leche De soya	Frutos Secos	Aceituna	Aceite	Semilla
0	CAJUSOL LOZADA, MAHALY BRIGGITTE	3	2	2	2	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0
1	CAMPOS CARRANZA, JHON ANTHONY	3	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0
2	DAVILA LLANOS, KEISY YANINA	3	2	2	2	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0
3	VASQUEZ RUBIO, RITCHIE STEFANO	3	1	3	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1

Figura 52.Lectura de información
Elaboración: los autores

Se indicó las columnas a utilizar para las variables independientes (X) y dependiente (Y) además de insertarles las etiquetas correspondientes

```
[ ] x = ds.iloc[:,1:18].values
y = ds.iloc[:,19]
x_labels=['Edad','Genero','N.Social','Grado Anemia','Manzana','Uva','Sandia','Papaya','Platano','Naranja','Mandarina','Palta','Leche','Frutos Secos','Aceituna','/
y_labels=['Categoria 1','Categoria 2','Categoria 3','Categoria 4','Categoria 5','Categoria 6']
```

Figura 53.Variable dependientes e independientes
Elaboración: los autores

Se dividió el conjunto de data set en datos de entrenamiento 70% y datos de prueba 30%.

```
[ ] x_train, x_test, y_train, y_test = train_test_split(x, y, test_size = 0.30, random_state = 0)
```

Figura 54.Entrenamiento
Elaboración: los autores

Se utilizó el criterio “entropy” debido a que existen variables categóricas en las variables independientes.

```
[ ] classifier = DecisionTreeClassifier(criterion = "entropy", random_state = 0)
classifier.fit(x_train, y_train)
```

```
DecisionTreeClassifier(ccp_alpha=0.0, class_weight=None, criterion='entropy',
max_depth=None, max_features=None, max_leaf_nodes=None,
min_impurity_decrease=0.0, min_impurity_split=None,
min_samples_leaf=1, min_samples_split=2,
min_weight_fraction_leaf=0.0, presort='deprecated',
random_state=0, splitter='best')
```

Figura 55. Clasificación del árbol
Elaboración: los autores

Una vez terminada el modelamiento y desarrollo de los árboles de clasificación se procede a guardar la información en pickle que es un módulo de Python que permite el almacenamiento de colecciones y objetos en ficheros binarios. Posteriormente es leído en la aplicación de Android Studio.

```
[ ] #IMPORTAR PICKLE
import pickle
```

```
[ ] # SE DE DA EL FORMATO AL ARCHIVO
filename='arbol_entrenado1.xml'
pickle.dump(classifier, open(filename, 'wb'))
```

Figura 56.Fichero pickle
Elaboración: los autores

4.4 Revisión/Pruebas

4.4.1 Evaluación del Modelo

Árbol Desayuno-Cena

Se realizó la validación de las predicciones en donde se observa que con datasets de pruebas tiene un acierto del 78%.

```
[ ] classifier.score(x_test,y_test)
```

```
↳ 0.7857142857142857
```

Figura 57.Porcentaje de predicción – Árbol desayuno y cena
Elaboración: los autores

Se realizó la simulación de las predicciones donde nos muestra sets de datos de predicciones que serán analizado en la matriz de confusión

```
[ ] y_pred = classifier.predict(x_test)
    x_test
    y_pred

↳ array([4, 3, 4, 3, 1, 3, 1, 3, 1, 4, 1, 4, 2, 5])
```

Figura 58.Simulación de predicciones – Árbol desayuno y cena
Elaboración: los autores

Como se observa en la figura 53, se tiene una Matriz de Confusión donde nos muestra los positivos y falsos positivos:

- Categoría 1: De las 4 set de datos de predicción acertó correctamente en las 3 y dio falso positivo a 1.
- Categoría 2: Acertó correctamente el único set de prueba.
- Categoría 3: De las 4 set de datos de predicción acertó correctamente 3 y dio falso positivo a 1.
- Categoría 4: De las 4 set de datos de predicción acertó correctamente 3 y dio falso positivo a 1.
- Categoría 5: Acertó correctamente el único set de prueba.

```
[ ] pd.crosstab(y_test, y_pred, rownames = ['True'], colnames = ['Predict'] )

↳
```

	Predict	1	2	3	4	5
True						
1		3	0	1	0	0
2		0	1	0	0	0
3		1	0	3	1	0
4		0	0	0	3	0
5		0	0	0	0	1

Figura 59.Matriz de confusión – Árbol desayuno y cena
Elaboración: los autores

Árbol Almuerzo

Se realizó la validación de las predicciones en donde se observa que con datasets de pruebas tiene un acierto del 71%

```
[ ] classifier.score(x_test,y_test)
↳ 0.8571428571428571
```

Figura 60. Porcentaje de predicción – Árbol almuerzo
Elaboración: los autores

Se realizó la simulación de las predicciones donde nos muestra un conjunto de data sets de las predicciones que serán analizado en la matriz de confusión

```
[ ] y_pred = classifier.predict(x_test)
x_test
y_pred
↳ array([6, 5, 3, 5, 6, 5, 1, 4, 1, 5, 1, 4, 2, 3])
```

Figura 61. Simulación de predicciones – Árbol almuerzo
Elaboración: los autores

Como se observa en la imagen, se tiene una Matriz de Confusión donde nos muestra los positivos y falsos positivos:

- Categoría 1: De las 3 set de datos de predicción acertó correctamente en las 3.
- Categoría 2: Acertó correctamente el único set de prueba.
- Categoría 3: De los 2 set de dato de predicción acertó correctamente 2.
- Categoría 4: De las 2 set de datos de predicción acertó correctamente 2.
- Categoría 5: De las 4set de datos de predicción acertó correctamente 2 y dio falsos positivos a 2.
- Categoría 6: De 2 set de dato de predicción acertó correctamente 2.

```
[ ] pd.crosstab(y_test, y_pred, rownames = ['True'], colnames = ['Predict'] )
```

	Predict	1	2	3	4	5	6
True							
1		3	0	0	0	0	0
2		0	1	0	0	0	0
3		0	0	2	0	0	0
4		0	0	0	2	1	0
5		0	0	0	0	2	0
6		0	0	0	0	1	2

Figura 62. Matriz de confusión - Árbol almuerzo
Elaboración: los autores

4.4.2 Ejecutar Pruebas Unitarias

Se realizaron las Pruebas unitarias con la finalidad de comprobar el correcto funcionamiento del código respetando y cumpliendo lo solicitado por el usuario, se deja en evidencia en el Anexo 11.

4.4.3 Ejecutar Plan de Pruebas

La ejecución de esta tarea se hará en base al Plan de Pruebas que se realizó en la fase de Planificación de la Tesis, con la finalidad de cumplir los requerimientos funcionales y no funcionales. Ver Anexo 10 y 18.

4.4.4 Aceptación Plan de Pruebas

La aceptación del plan de pruebas se elaboró como un documento externo, se deja validado en el Anexo 10.

4.5 Cierre

4.5.1 Aceptación de Proyecto

Se deja en evidencia la Acta de aceptación del proyecto por parte del usuario y los integrantes del proyecto, se deja validado en el Anexo 10.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

Se presentan los resultados obtenidos en la investigación que fueron obtenidos a través de las diferentes fases de la metodología donde fueron alineados con los objetivos específicos que son los siguientes:

O.G: Reducir los índices de anemia en niños de 8 y 9 años del colegio Apóstol de Punchauca del distrito de Carabayllo, desarrollando un sistema de recomendaciones en una aplicación móvil que identifique las variables relacionadas con los hábitos alimenticios y recomiende los alimentos más adecuados.

Lograr el objetivo general mediante la recomendación de alimentos y las variables relacionadas a la anemia, se logró bajo una exactitud dividida en comidas tanto en desayuno, almuerzo y cena, y con el análisis de los alimentos que el niño consuma. Los resultados obtenidos muestran un 78% de precisión para la comida del Desayuno-Almuerzo (Figura 69) y con un nivel de precisión del 85% para las comidas de Cena (Figura 70), a lo cual agregando la encuesta para el despistaje de los síntomas de la anemia se logró una reducción del 65% de los alumnos involucrados con un estado de anemia leve y moderado.

Para este logro hubo un total de 20 alumnos participando, entre ellos 10 alumnos con anemia de tipo Leve y 10 alumnos de tipo Moderada, a cada alumno

se le recomendó sus comidas según los alimentos seleccionados por un espacio de 2 semanas para la anemia Leve y 3 semanas para la anemia Moderada; luego de ello se les indico realizar el triaje de despistaje para conocer su estado de salud, de los cuales los alumnos con anemia de tipo Leve obtuvieron una Anemia disminuida del 70% y una Anemia sin mejoría del 30%; para los alumnos con anemia de tipo Moderada obtuvieron una Anemia disminuida del 60% y una Anemia sin mejoría del 40%, siendo un total de 20 alumnos con un 65% de Anemia disminuida y un 35% de Anemia sin mejoría. (Tabla 15)

Por último, dentro del objetivo específico número 4 se detalla el nivel de hemoglobina de cada alumno y su evolución.

Tabla 15.Muestra de despistaje de los síntomas de anemia

Tipo - Anemia	Alumnos	Mejoro	No Mejoro
Leve	10 participantes	70%	30%
Moderada	10participantes	60%	40%
Total	20 participantes	65%	35%

Elaboración: los autores

OE1: Determinar las variables relacionadas con la capacidad económica y hábitos alimenticios de las familias de los niños que han sido detectados con el problema de anemia en el colegio Apóstol de Punchauca del distrito de Carabaylo.

Se desarrolló una encuesta dirigido a los padres de familia de estudiantes del colegio Apóstol de Punchauca donde se les consultó temas relacionados a los hábitos alimenticios, Conocimiento general sobre la anemia y nivel socioeconómico. En esta encuesta participaron 132 padres de las cuales 85 estudiantes no cuentan con anemia y 46 estudiantes si presentan esta enfermedad (Detectados mediante exámenes médicos realizado en el colegio), donde se concluye lo siguiente:

- En la encuesta realizada se detectó que el número de veces que un alumno ingiere un alimento está ligeramente relacionado con la anemia, en los 2 grupos que se segmentó podemos visualizar que

de lo estudiantes que tienen anemia el 32,61% comen de 1 a 2 veces al día y el 67,39% comen 3 veces al día, mientras que del grupo de estudiantes que no tienen anemia 54,57% comen 3 veces al día y el 43,53% comen de 4 a 5 veces al día.

En la entrevista realizada a la nutricionista Milagros Kelly Pérez Martínez nos confirmó que existe una leve relación entre el número de veces que se ingesta alimentos y la anemia debido a que es importante consumir al menos los 3 alimentos básicos diarios, pero de nada sirve si los alimentos ingeridos no se cuentan balanceado de manera correcta (Proteínas, Carbohidratos y Grasa) y es un problema muy frecuente en zonas de pobreza debido a su economía y a la falta de conocimiento sobre el tema. (Ver figura 63)

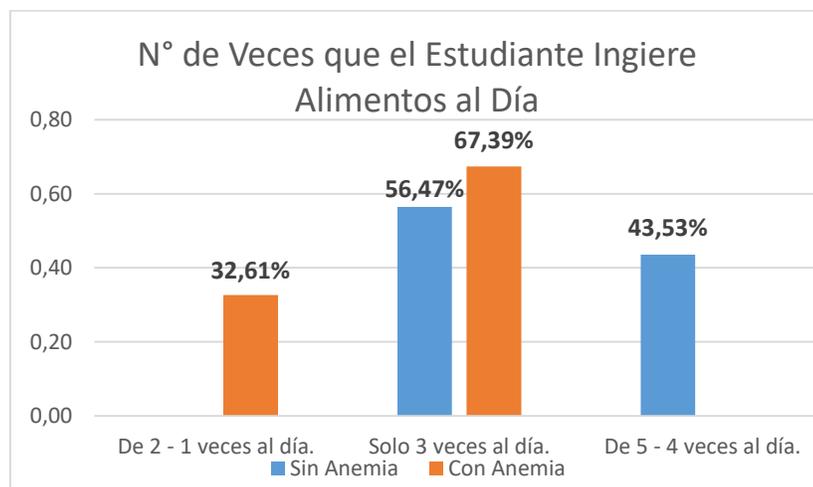


Figura 63. N° Veces que el estudiante ingiere alimentos al día

Elaboración: los autores

- En la Figura 64 observamos el porcentaje de alumnos que pertenecen a un programa social donde se identifica que de los alumnos que no tienen anemia el 36,47% pertenece a un programa social mientras que el 63,53% no pertenece a algún programa social. Del grupo de los alumnos que tienen anemia el 28,26% pertenece a algún programa social mientras que el 71,74% no pertenece a un programa social. Se observa que no existe una diferencia clara entre los alumnos que tienen y no tienen anemia.

Según Jaramilla et al. (2016), los programas sociales no están teniendo el impacto deseado debido a factores de gestión y de política social donde se demuestra los miles de soles que se invierten en los programas sociales y con leves mejoras pero que lamentablemente no se ve reflejado en el problema de la nutrición y anemia, en los años 2011 – 2012 la anemia incrementó.

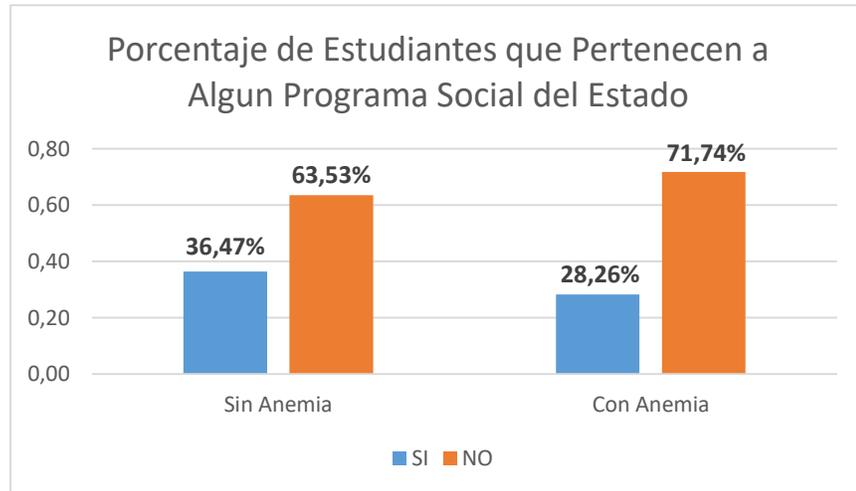


Figura 64. Porcentaje de estudiantes que pertenecen a un programa social del estado
Elaboración: los autores

- En la figura 66 podemos observar el porcentaje de ingreso mensual promedio que tiene las familias donde en las familias que tienen niños con anemia el 28,26% tiene un ingreso inferior a 900 soles, el 32,61% tiene un ingreso entre 900 - 1500 soles compartiendo el mismo porcentaje con el rango de familias que tienen un ingreso promedio de 1500 - 2500 soles, mientras que el 6,52% tiene un ingreso superior a los 2500 soles. En las familias donde no hay niños con anemia, el 15.29% tiene un ingreso entre 900 a 1500 soles, el 61.18% tiene un ingreso entre 1500 a 2500 soles y el 23,53% tiene un ingreso superior a los 2500 soles.

Para conocer los niveles socioeconómicos usamos la figura 65 brindada por Ipsos que es la siguiente:

	INGRESO PROMEDIO 	GASTO MENSUAL  % de sus ingresos
NSE A	S/12,660	62%
NSE B	S/7,020	68%
NSE C	S/3,970	75%
NSE D	S/2,480	80%
NSE E	S/1,300	87%

Figura 65. Ingresos y nivel socioeconómico
Fuente: IPSO

A través del estudio realizado podemos determinar que si existe una relación entre los ingresos mensuales por familia y la anemia. Lo mencionado lo confirma el Ministerio de Salud del Perú en su estudio realizado en el 2017.

La anemia es un problema generalizado en las áreas rurales y urbanas teniendo mayor impacto en los niveles socioeconómicos D y E. (Minsa 2017)

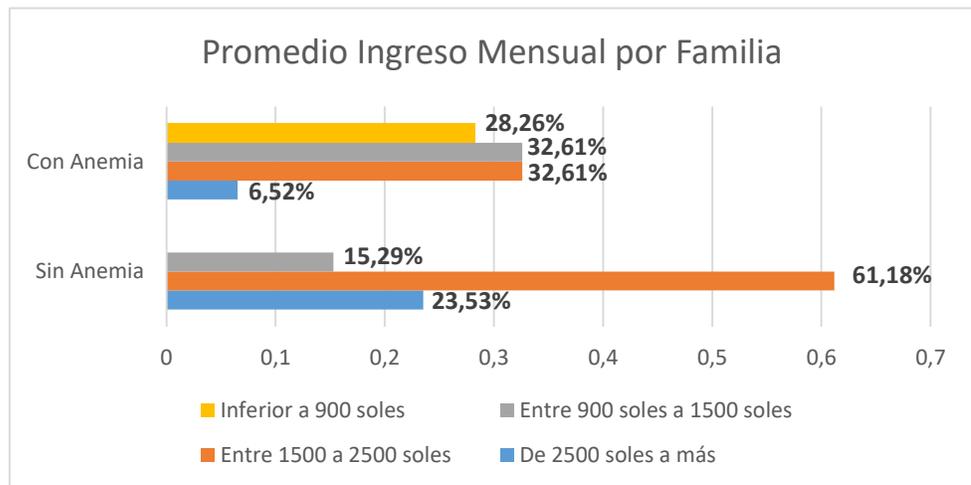


Figura 66. Promedio ingreso mensual por familia
Elaboración: los autores

- En la figura 67, podemos observar el porcentaje de gastos semanales que tiene las familias en alimentos donde en las familias que tienen niños con anemia el 39,13% tiene un gasto inferior a 50

soles, el 50% tiene un gasto semanal entre 50 - 100 soles y el 10,87% tiene un gasto semanal entre 100 - 200 soles. En las familias donde no hay niños con anemia, el 17,65% tienen un gasto semanal entre 50 a 100 soles, el 56,47% tiene gasto semanal entre 100 a 200 soles y el 25,8% tiene un gasto semanal superior a 200 soles. Se observa claramente la diferencia de gastos mensuales entre las familias donde tienen un niño con anemia con las que no la tienen y también está relacionado con los ingresos mensuales.

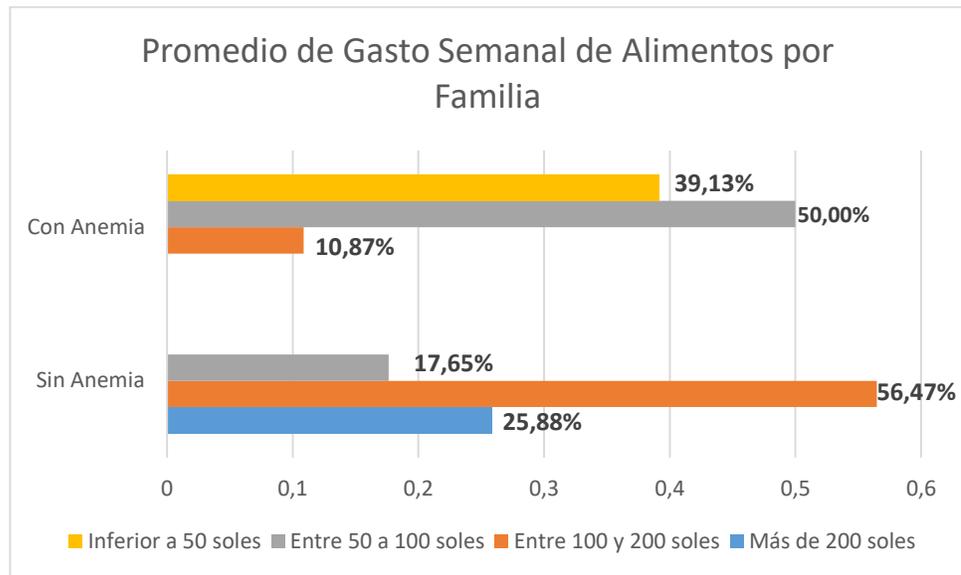


Figura 67. Promedio de gasto en alimentos semanal por familia
Elaboración: los autores

Este análisis de las variables nos va permitir conocer cuáles son las más importantes para su uso en el Machine Learning, teniendo en cuenta que no existe un estudio enfocado en las variables que ayuden a superar la anemia, si bien encontramos ciertas características para un niño que sufre anemia, identificar estas variables relacionadas con su superación es importante para la tesis y futuros trabajos.

OE2: Desarrollar un módulo de seguimiento al plan nutricional para cada grado de anemia en el colegio Apóstol de Punchauca del distrito de Carabayllo.

Luego de las pruebas y de realizar el módulo de seguimiento al plan nutricional se pudo recuperar la información referente a los medicamentos y comidas que consume el alumno en un rango de 7 días, dividiendo estas comidas en Desayuno, Almuerzo y Cena.

Con la finalidad de llevar el seguimiento al tratamiento médico como nutricional, el siguiente módulo nos permite tener información referente a un alumno en la Vista Alumno en la opción Historial (Figura 41), como también a uno general para la Vista administrador en la opción Historial Alumno (Figura 42).

El módulo desarrollado toma importancia por la necesidad por parte de los involucrados al proyecto de ver una deficiencia al control e interés de los padres de familia a seguir un tratamiento, tal como lo indica la pediatra Carole Jenny (2017), “Cuando las familias se paralizan y no utilizan los escasos huecos disponibles para una cita médica, el clínico a menudo no puede atender eficazmente a otras familias. En otros casos, el personal de la clínica contacta con los padres y simplemente programa la visita para otra fecha.”



Figura 68.Módulo historial usuario
Elaboración: los autores



Figura 69.Módulo historial administrador
Elaboración: los autores

Por otro lado la nutricionista Milagros Perez Martinez, comenta la importancia de un módulo de seguimiento nutricional y su funcionalidad: “Si bien uno puede

recomendar, hacer y seguir un tratamiento en casa, en la mayoría de los casos, estos se pierden por una falta de interés y desinformación de las comidas que consumen a diario.” (Ver Anexo 12).

Por último, tener conocimiento del seguimiento nutricional ayuda a obtener información referente a los gustos y preferencias de los usuarios que se basan en sus tres comidas.

OE3: Desarrollar los módulos de recomendaciones usando árbol de decisión para elaborar un plan nutricional.

Como resultado de diseñar un modelo de recomendación de alimentos se obtuvo 2 árboles de decisiones de desayuno y almuerzo mostrado en la pág. 74 “Técnicas de modelado”. En la aplicación del modelo se realizó el análisis de datos de los alumnos que presentaron anemia en el 2019, teniendo en cuenta su afinidad sobre los alimentos seleccionados. Como resultado se muestra lo siguiente:

Árbol Desayuno

En este árbol se obtuvo un nivel de precisión del 78% y como podemos observar en la figura x, el árbol mostró como falsos positivos 3 categorías de alimentos.

	Predict	1	2	3	4	5
	True					
1		3	0	1	0	0
2		0	1	0	0	0
3		1	0	3	1	0
4		0	0	0	3	0
5		0	0	0	0	1

Figura 70. Matriz de confusión desayuno-almuerzo
Elaboración: los autores

Almuerzo Almuerzo-Cena

En este árbol se obtuvo un nivel de precisión del 85% y cómo podemos observar en la figura x, el árbol mostro como falsos positivos 3 categorías de alimento.

Predict \ True	1	2	3	4	5	6
1	3	0	0	0	0	0
2	0	1	0	0	0	0
3	0	0	2	0	0	0
4	0	0	0	2	1	0
5	0	0	0	0	2	0
6	0	0	0	0	1	2

Figura 71. Matriz confusión almuerzo
Elaboración: los autores

OE4: Desarrollar módulo de gestión del término de tratamiento e ingreso de nuevos alumnos que se beneficiaran en los siguientes años.

Luego de las pruebas realizadas se puede mostrar el siguiente resumen, en base al módulo de gestión de termino de tratamiento e ingreso de nuevos alumnos.

Para el manejo del término de tratamiento se optó por realizar una encuesta en un formato de juego que ayude a tener un panorama del avance de los alumnos, en base a preguntas que sean enfocadas a la detección de la anemia, este módulo desarrollado consta de 9 preguntas, orientadas a su desarrollo físico y cognitivo:

- Mareos durante el juego
- Piel de las manos de color amarilla.
- Estado y color de las uñas de las manos.
- Estado y color de los ojos.
- Dolores de Cabeza.
- Movimiento involuntario y/o ansiedad

- Sueño durante el día.
- Cansancio durante el día.
- Comida durante el día.

Las preguntas mostradas en la aplicación, dentro de la opción Juguemos (Anexo 11 Figura 96), fueron sometidas a un total de 20 alumnos que fueron diagnosticados con anemia entre Leve y Moderada, y con estado inicial de una anemia sin una mejora (No Mejora), a los cuales se les otorgo previamente una dieta de comidas en base a sus alimentos seleccionadas, los mismos que se les realizo un seguimiento durante dos semanas para los casos de anemia Leve y 3 semanas en casos de anemia Moderada.

Para el primer caso, se estudió a los alumnos de estado de Anemia Leve los cuales contaban con un estudio de hemoglobina previo (Figura 72), que detallaba una hemoglobina de un rango de 10.1 hasta 11.1 como máximo. El estudio realizado mediante la aplicación, en la opción de Juguemos, se concluyó con un 70% de “Mejoro” y con un 30% de “No Mejoro” para este primer caso. (Figura 73)

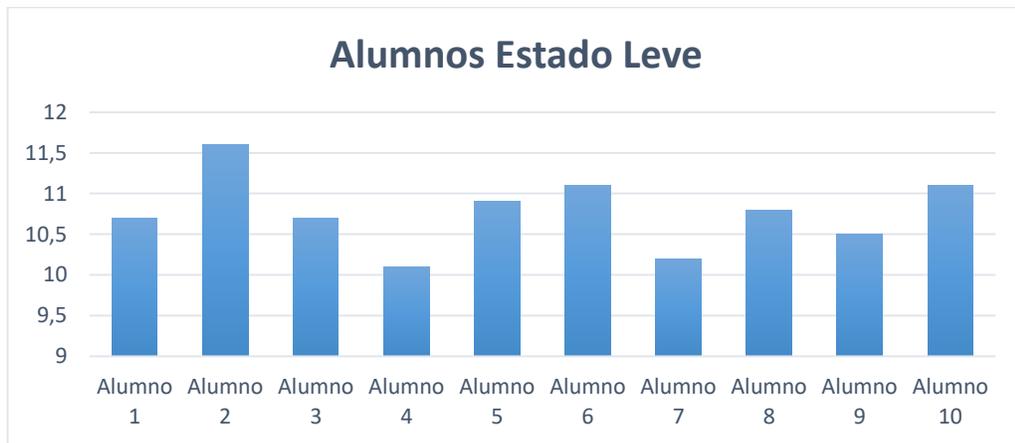


Figura 72.Estado alumno leve
Elaboración: los autores

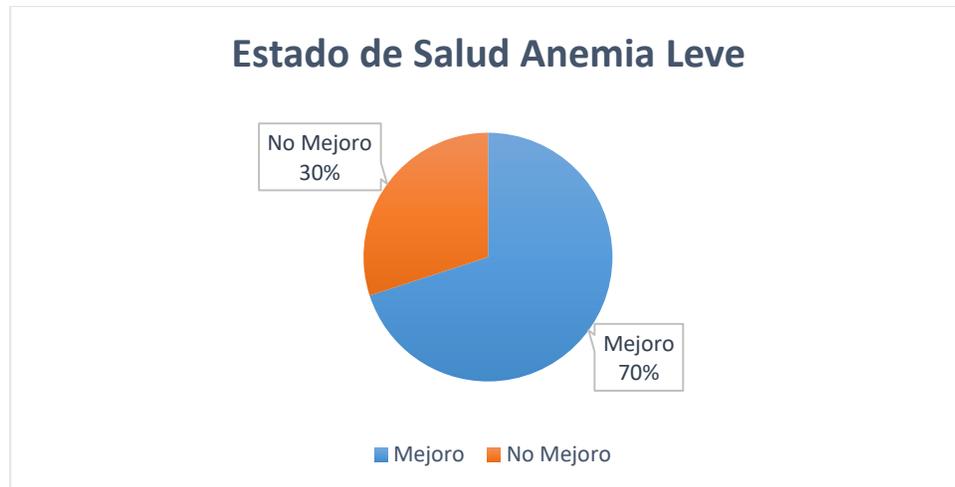


Figura 73. Estado salud leve
Elaboración: los autores

Para el segundo caso, se estudió a los alumnos de estado Anemia Moderado los cuales contaban con un estudio de hemoglobina previo (Figura 74), que detallaba una hemoglobina de un rango de 8.2 hasta 9.8 como máximo. El estudio realizado mediante la aplicación, en la opción de Juguemos, se concluyó con un 60% de “Mejora” y con un 40% de “No Mejora” para los casos de Anemia Moderada. (Figura 75).

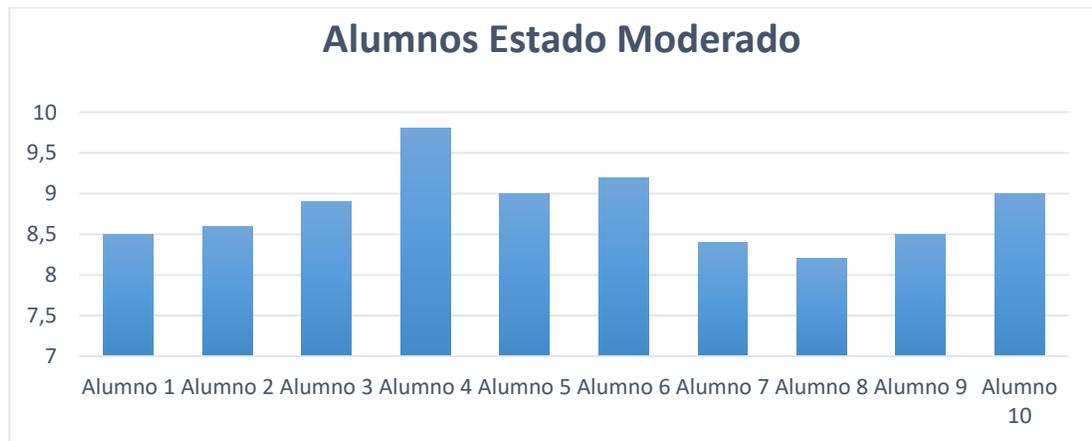


Figura 74. Estado alumno moderado
Elaboración: los autores

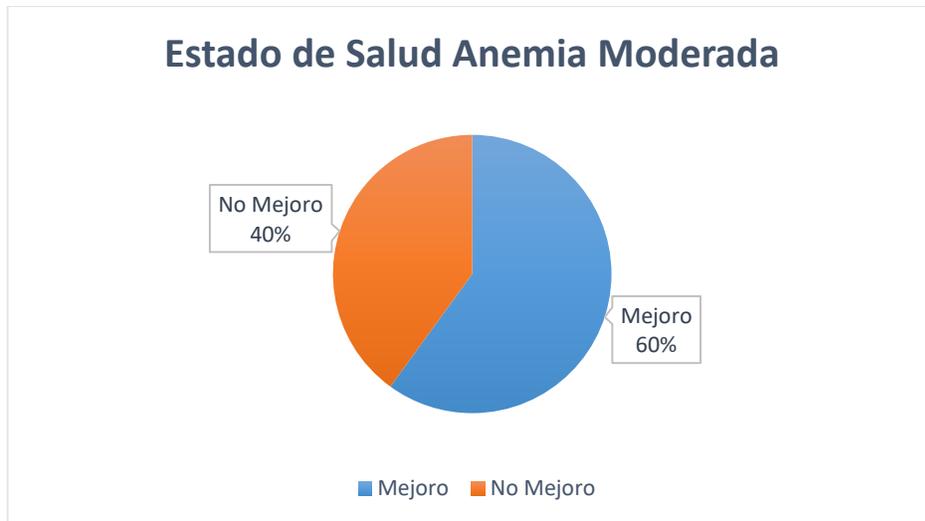


Figura 75. Estado de salud moderado
Elaboración: los autores

La técnica utilizada para el análisis de este resultado fue consultado y validado por la nutricionista Milagros Perez Martinez, que indica que “un analisis para saber el estado y mejora de la anemia al 100% siempre va tener que ser mediante un analisis de sangre para conocer su hemoglobina, pero realizar un cuestionario de preguntas en base a características basicas de la anemia y con un plan nutricional de por medio puede dar un diagnostico viable en caso el paciente no pueda asistir a un centro médico”.

Como ultimo punto, se desarrollo un módulo que permita al usuario poder realizar el ingreso de alumnos tantos nuevos, como ya existentes, esto con finalidad de poder llevar una continuidad a la aplicación. Este módulo va de la mano con llevar un mejor manejo del alumnado por parte del Administrador. Se deja en evidencia en el Anexo 11 con las figuras 68 y 69, en la Vista Administrador.

CAPÍTULO VI

DISCUSIÓN

La presente investigación tuvo como objetivo general desarrollar una aplicación móvil que ayude a reducir los índices de la anemia, mediante el análisis de variables relacionadas con los hábitos alimenticios del niño, para recomendar una comida adecuada aplicando técnicas de Machine Learning mediante el aprendizaje supervisado.

Con ello, permitió cumplir con uno de los objetivos estratégicos trazados por la institución educativa, que es el logro de la reducción del índice de anemia del alumno, que serán corroborados por los análisis mensuales o anuales realizados por el centro de salud en los alumnos. Además de alcanzar un gran impacto social positivo mediante la evolución y mejora de los índices de la anemia y el cambio cultural de la comunidad educativa del Perú.

Uno de los principales puntos de análisis dentro de la tesis fue el manejo de la data para realizar las predicciones, desde la cantidad de información recolectada hasta la limpieza de la misma, partiendo como un valor cualitativo hacia un valor cuantitativo. Para la primera parte fue necesario el manejo de cierta cantidad de data la cual fue obtenida bajo una limitación por parte del colegio, en la mayoría de los casos por la baja participación de los padres de familia; la importancia de la cantidad de información utilizada no representa el 100% del alumnado del

colegio, con el cual se podría tener un mejor entrenamiento por parte del algoritmo y por ende tener una mayor calidad de recomendación.

Clasificar las comidas en base a las variables de entradas fue un punto importante en el desarrollo de la lógica del Machine Learning, no obstante, el no uso de la aplicación por un tiempo mayor al estimado en el proyecto limita el uso de una mayor cantidad de variables que podrían tomar importancia al momento de realizar una predicción, como sería la talla de un niño o niña, sabiendo que para algunos expertos la talla es una variable a considerar al momento de ver los síntomas de la anemia, según Camila M. Chaparro (2019), “Algunos estudios en los que se realizó la administración de suplementos con hierro a adolescentes anémicos, mostraron un incremento del peso y de la talla”, por ello recolectar una mayor cantidad de datos, permitiría ampliar las variables.

De las variables analizadas se puede concluir que los niños que tienden a consumir una mayor cantidad de veces de alimentos durante el día, ya sea 3 veces o más, han demostrado no sufrir tanto de la anemia, como aquellos que solo llegan a consumir 2 veces al día. De la misma manera, el dinero que destinan para los alimentos las familias con un hijo con anemia va de la mano, con el dinero que gastan semanalmente para sus comidas, que en la mayoría de los casos van entre, 50 a 100 soles o menos. Asimismo, teniendo conocimiento de estos resultados, se puede presumir que la baja cantidad de comidas consumidas al día pueda ser por el poco gasto destinado para los alimentos y en teoría la calidad de esta por los precios. La nutricionista Milagros Pérez Martínez (2020) sostiene que “en zonas rurales o alejadas al tener alimentos con precios caros optan por la ingesta de carbohidratos y no de proteínas que son la fuente principal de hierro”.

Sobre la distancia hacia un mercado o tienda desde su domicilio, se presume que influye en las familias que cuentan con un niño con anemia, ya que requieren de ellos para el abastecimiento de los alimentos, pero para la investigación se tomaron variables directamente relacionados con la anemia por lo cual no se

tomaron aspectos como mercado de abastos, pero que se podrían considerar para estudios posteriores.

La participación de los padres familia es un punto importante a considerar, ya que depende mucho de ellos del seguimiento al plan nutricional que se les está recomendando para poder lograr reducir la anemia en sus hijos, ante ello, se planteó con las autoridades del colegio poder desarrollar una campaña presencial para poder apoyar a los padres de familia que no han podido seguir las recomendaciones, por parte del colegio citar a los padres para un seguimiento más personalizado y por parte de los tesista en desarrollar un módulo que ayude este fin.(Anexo 14)

Para los aspectos de protección de datos personales de los alumnos del colegio en estudio, buscando cumplir la Ley de protección de datos personales Ley N°29733, no se expondrá la data recopilada para no hacerlo identificable y serán manejados solo a nivel de backend y por parte del colegio Apóstol de Punchauca solo con personal autorizado. Además, toda encuesta que ha sido realizada dentro de la tesis hacia el colegio se hace presente a los padres de familia del uso de su información bajo esta Ley.

Respecto a la seguridad de la información manejada en la plataforma de Google Cloud Platform esta se encuentra validada y certificada por la ISO 27001, ISO27018 e ISO27017, que garantiza el buen manejo de la data y la protección que esta requiera para su posterior utilidad.

En el caso de una continuación de la investigación o su implementación a nivel general en el colegio, traería consigo un incremento de los costos estimados (16,438.95 S/.) ya sea por el mantenimiento de la app, una mayor capacidad de un servidor local o el despliegue en la Play Store (Tabla 16), si bien estos costos aumentarían, por otra parte, los beneficios que se podrían generar de ello aportarían en el desarrollo del colegio y sus alumnos; poder generar una fidelización de los padres de familia o el aumento de la población estudiantil, serian beneficios importantes a considerar en estudios posteriores.

Tabla 16. Costos de implementación de app

Servicios	Costos	Costo Anual	Duración
Play Store	25\$ (88.82 soles aprox.)	25\$ (88.82 soles aprox.)	Pago Único
Mantenimiento	250 S/. aprox.	3,000 S/.	Pago Mensual
Servidores	199 S/. aprox.	2,388 S/.	Pago Mensual

Elaboración: los autores

Por último, la aplicación en desarrollo entra en competencia con otras aplicaciones que se encuentran hoy en día en el mercado, las cuales sufren de cierta deficiencia por su utilidad y por la aceptación de los usuarios, como es el caso de la aplicación ALMA desarrollada por el Ministerio de Salud, que busca ayudar en controlar la anemia, pero no de forma personalizada y más de manera informativa.

CONCLUSIONES

1. Se logró reducir los índices de anemia en los niños de 8 y 9 años del colegio Santiago Apóstol de Punchauca a través del desarrollo de un sistema de recomendaciones en una aplicación móvil que utiliza la información recolectada sobre los alimentos consumidos frecuentemente y los procesa para recomendar alimentos (Desayuno, Almuerzo y Cena) de acuerdo a las costumbres alimenticias de las familias o niños.
2. Se identificaron las variables relacionadas aspectos de alimentación y nivel socioeconómico de los niños de 8 a 9 años que fueron identificados con anemia a través de la encuesta realizada a los padres de familia de 132 niños donde se respondieron preguntas sobre las costumbres alimentarias e ingresos mensuales además de gastos semanales en alimentos.
3. Se desarrolló el módulo de seguimiento para el tratamiento médico y nutricional para cada grado de anemia conociendo los datos relevantes para un usuario como es los alimentos y medicinas consumidos diariamente y por otro lado para un administrador como es el seguimiento de todos los alumnos y seguimiento al tratamiento.
4. Se logró promover una alimentación saludable a través de las recomendaciones nutricionales que realiza la aplicación para cada niño de familia con la ayuda de árboles de decisiones de Desayuno-Cena y

Almuerzo teniendo un porcentaje de predicción de 78% y 85% respectivamente.

5. Se desarrolló un módulo de gestión de termino de tratamiento e ingreso de nuevos grupos de niños beneficiarnos donde se pudo evaluar a los estudiantes a través de preguntas para conocer su estado de evolución de anemia donde se consultaron preguntas sobre su estado físico y cognitivo por otro lado en la gestión de ingresos se obtuvo la funcionalidad requerida por el colegio que fue la de poder brindar el acceso a los alumnos y tenerlos identificados.

RECOMENDACIONES

1. Incrementar el rango de edades de los niños que fueron detectados con anemia para que de esta manera puedan utilizar la aplicación de recomendación de alimentos.
2. Ampliar el estudio en los niños que fueron detectado con anemia para conocer que variables adicionales a lo estudiado intervienen o son un factor clave para determinar la anemia teniendo como base la edad de 8 y 9 años para posteriormente abarcar más edades.
3. Realizar capacitaciones a los Docentes de la institución sobre el módulo de seguimiento del tratamiento médico y nutricional de los niños con anemia.
4. Actualmente, no se tiene un sistema que contenga el historial de cada año sobre el estado de anemia de los niños en el colegio y la data sobre el historial es importante para realiza estudios y técnicas sobre las nuevas tecnologías.
5. Es importante el apoyo del estado a los colegios que no se encuentre en Lima Metropolitana en campañas que ayuden a conocer los síntomas y como combatirla para que de esta manera el módulo de seguimiento tenga un mayor impacto en el colegio Apóstol de Punchauca.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Bibliográficas:

García, Ameijide. (2016). Gestión de proyectos. 70.

Wirth, Rüdiger, y J.Hipp. 2000. CRISP-DM: Towards a Standard Process Model for Data Mining. 11.

Hemerográficas:

Acosta Saal, C. M. (2018). MODELO DE ATENCIÓN INTEGRAL DE SALUD. 3:124.

Alpine, Draco, L. Rao, & M. W. (2019). Aprendizaje Machine learning.

Ameijide García. (2016). *Gestión de proyectos según el PMI. Artículo, 19-40.*

Leiva, P. Villalobos, M. (2015). *Método ágil híbrido para desarrollar software en dispositivos móviles. Revista, 47*

Atkov, Oleg Yu., & Svetlana G. (2012). Coronary Heart Disease Diagnosis by Artificial Neural Networks Including Genetic Polymorphisms and Clinical Parameters. *Journal of Cardiology* 59(2):190-94.

Barbieri, C., F. M. (2015). A New Machine Learning Approach for Predicting the Response to Anemia Treatment in a Large Cohort of End Stage Renal Disease Patients Undergoing Dialysis. *Computers in Biology and Medicine* 61:56-61.

Blesa, L. (2016). Anemia Ferropénica.

Bouza, C. N. (2015). LA MINERÍA DE DATOS: ARBOLES DE DECISIÓN Y SU APLICACIÓN EN ESTUDIOS MÉDICOS. 16.

Cepeda, J., X. Meijome, & A. S. (2012). Innovaciones en salud y tecnologías: las cosas claras.

Computers in Biology & Medicine. (2015). Manejo de la anemia en la enfermedad renal terminal a través de técnicas de Machine Learnig. *Artículo*, 56-61.

De Benoist, B. (2008). *Worldwide Prevalence of Anaemia 1993-2005 of: WHO Global Database of Anaemia*. Geneva: World Health Organization.

Escandell Montero, P. (2014). Optimización del tratamiento de la anemia en pacientes con hemodiálisis mediante aprendizaje reforzado. *Artificial Intelligence in Medicine*, 47-60.

Figueroa, R., C.S., & A. C. (2016). METODOLOGÍAS TRADICIONALES VS. METODOLOGÍAS ÁGILES.

Jaramilla, M., J. Escobal, M. Balarin, S. Cueto, J. León, G. Guerrero, A. Sanchez, L. Alcázar, M. Benavides, J. Días, G. Damonte, & M. Glave. (2016). Alimentación Para el desarrollo del Perú.

Journal od Data Sciencie. (2018). Algoritmo de Machine Learning para predecir la anemia en la niñez en Bangladesh. *Artículo*, 17.

Khan, J., S. Chowdhury, H. Islam, & E. Raheem. (2019). Machine learning algorithms to predict the childhood anemia in Bangladesh.

Lugo, S., G. Maldonado, & C. Murata. (2014). Inteligencia artificial para asistir el diagnóstico clínico en medicina.

Minsa. (2017). REDUCCIÓN Y CONTROL ANEMIA MINSA.

M., Mohssen, M. Badruddin Khan, & E. Bashier. (2016). *Machine Learning: Algorithms and Applications*. 0 ed. Boca Raton : CRC Press, 2017.: CRC Press.

Núñez R., A., M. A. Armengol de la Hoz, & M. Sánchez García. (2019). Big Data Analysis Y Machine Learning en medicina intensiva. *Medicina Intensiva* 43(7):416-26.

Organización Mundial de la Salud. (2011). Concentraciones de hemoglobina para diagnosticar la anemia y evaluar su gravedad.

Paretas, C. B., S. López Toledo, P. Echevarría Pérez, & O. Vidal Corrons. (2016). Estado nutricional de los escolares de una zona rural de extrema pobreza de Ccorca, Perú. Proyecto INCOS. 9.

Sandoval, L. J. (2018). ALGORITMOS DE APRENDIZAJE AUTOMÁTICO PARA ANÁLISIS Y PREDICCIÓN DE DATOS. 5.

Electrónicas:

A. Nieto G. (2011). *Android*. Recuperado de: <https://www.xatakandroid.com/sistema-operativo/que-es-android>

El Comercio. (2018). *La Anemia en el Perú*. Recuperado de <https://elcomercio.pe/peru/peru-cura-anemia-informe-noticia-515093>

Expert System. (2019). *Expert System*. Recuperado de <https://www.expertsystem.com/machine-learning-definition/>

De la Cruz, F. s. f. «Frank De la Cruz y Hacknemia: Iniciativa que busca revolucionar el método de diagnóstico de Anemia | UPC Alumni». *UPC*. Recuperado (11 de abril de 2020) (<https://blogs.upc.edu.pe/upc-alumni/sobre-alumni/frank-de-la-cruz-y-hacknemia-iniciativa-que-busca-revolucionar-el-metodo-de>)

D. Kraft. (2018). *Como la tecnología revoluciona el mundo de Medicina*. Recuperado de <https://hipertextual.com/presentado-por/vodafone-one/daniel-kraft>

Gestión. (2019). *Gestión*. Recuperado de <https://gestion.pe/tecnologia/sera-medico-futuro-258835>

Guía Infantil. (2019). *Alimentos Contra la Anemia Infantil*. Recuperado de <https://www.guiainfantil.com/salud/enfermedades/anemia/prevencion.htm>

INEI. (2018). *Perú: Indicadores de Resultados de los programas Presupuestales Primer Semestre 2018*. Recuperado de https://proyectos.inei.gob.pe/endes/2018/ppr/Indicadores_de_Resultados_de_los_Programas_Presupuestales_ENDES_Primer_Semestre_2018.pdf

Juan Zambrano. (2018). *Medium Corporation*. Recuperado de <https://medium.com/@juanzambrano/aprendizaje-supervisado-o-no-supervisado-39ccf1fd6e7b>

Lidgi Gonzales. (2019). *Aprendiendo ML*. Recuperado de <http://ligdigonzalez.com/aprendizaje-supervisado-linear-regression/>

Ministerio de Salud. (2017). *Plan Nacional para la reducción y control de la anemia Materno infantil y la desnutrición crónica infantil*. Recuperado de <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/4189.pdf>

MINSA. (2018). *Ministerio de Salud*. Recuperado de <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/4190.pdf>

PMBOK. (2016). *Guía de Implementación*. Recuperado de <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2016/09/que-es-la-guia-del-pmbok/>

Proyectos Org. (2018). *Proyecto Agiles*. Recuperado de <https://proyectosagiles.org/que-es-scrum/>

Roberto Bustamante. (2018). *Familia Punto*. Obtenido de Familia Punto:
<https://rpp.pe/campanas/contenido-patrocinado/tecnologia-y-educacion-una-transformacion-necesaria-para-el-futuro-noticia-1129340>

S.A.S. (2019). *The Power to Know*. Recuperado de
https://www.sas.com/es_pe/insights/analytics/machine-learning.html

ANEXOS

Anexo 1. Anemia Carabayllo	96
Anexo 2. Tratamiento Médico según edad	96
Anexo 3. Resultado de Evaluación del Colegio	97
Anexo 4. Nivel Socioeconómico de Carabayllo	97
Anexo 5. Costo de tratamiento médico	98
Anexo 6. Árbol de Problema	99
Anexo 7. Acta de Constitución	100
Anexo 8. Encuesta a padres de familia	103
Anexo 9. Historias de Usuario	108
Anexo 10. Plan de Pruebas	120
Anexo 11. Interfaces de la Aplicación	129
Anexo 12. Acta Entrevista Nutricionista	133
Anexo 13. Pruebas Unitarias	134
Anexo 14. Prototipo de Gestión de Padres	137
Anexo 18. Prueba de Stress	144

Anexo 1. Anemia Carabayllo



PROVINCIA	DISTRITO	N° DE EVALUADAS	ANEMIA TOTAL		ANEMIA LEVE		ANEMIA MODERADA		ANEMIA SEVERA	
			N° DE CASOS	%	N° DE CASOS	%	N° DE CASOS	%	N° DE CASOS	%
LIMA	CARABAYLLO	2 088	806	38,6	679	32,5	LIMA	6,1	0	0,0

Figura 76. Anemia carabayllo
Fuente: Ministerio de Salud

Anexo 2. Tratamiento Médico según edad

EDAD DE ADMINISTRACIÓN	DOSIS ⁴ (Vía oral)	PRODUCTO	DURACIÓN	CONTROL DE HEMOGLOBINA
Niños de 6 a 35 meses de edad	3 mg/Kg/día Máxima dosis: 70 mg/día (2)	Jarabe de Sulfato Ferroso o Jarabe de Complejo Polimaltosado Férrico o Gotas de Sulfato Ferroso o Gotas de Complejo Polimaltosado Férrico	Durante 6 meses continuos	Al mes, a los 3 meses y 6 meses de iniciado el tratamiento
Niños de 3 a 5 años de edad	3 mg/Kg/día Máxima dosis: 90 mg/día (3)	Jarabe de Sulfato Ferroso o Jarabe de Complejo Polimaltosado Férrico		
Niños de 5 a 11 años	3 mg/Kg/día Máxima dosis: 120 mg/día (4)	Jarabe de Sulfato Ferroso o Jarabe de Complejo Polimaltosado Férrico o 1 tableta de Sulfato ferroso o 1 tableta de Polimaltosado		

Figura 77. Tratamiento médico según edad
Fuente: Ministerio de Salud

Anexo 3. Resultado de Evaluación del Colegio

RESULTADOS EVALUACIÓN DE ANEMIA EN PUESTO DE SALUD PUNCHUACA DICIEMBRE 2018

NIVEL EDUCATIVO	POBLACIÓN ESTUDIANTIL	EVALUADOS	SANOS	ANEMIA	EDAD PROMEDIO	PARTICIPACIÓN	TOTAL ANEMIA	AUSENCIA		NIÑOS EN RIESGO (-12.5)	
								N° Total	PORCENTUAL	TOTAL NIÑOS EN RIESGO	RIESGO Y ANEMIA
3 años	24	16	7	9	3	67%	56%	8	33%	14	88%
4 años	32	12	7	5	4	38%	42%	20	63%	8	67%
5 años	31	20	14	6	5	65%	30%	11	35%	11	55%
1er grado	29	20	16	4	6	69%	20%	9	31%	8	40%
2do grado	35	15	10	5	7	43%	33%	20	57%	9	60%
3er grado	36	30	22	8	8	83%	27%	6	17%	16	53%
4to grado	34	30	22	8	9	88%	27%	4	12%	14	47%
5to grado	27	16	13	3	10	59%	19%	11	41%	6	38%
6to grado	25	20	19	1	11	80%	5%	5	20%	7	35%
TOTAL	273	179	130	49		66%	27%	94	34%	93	52%

Figura 78. Evaluación anemia
Fuente: Colegio La Salle

Anexo 4. Nivel Socioeconómico de Carabaylo

ZONA	TOTAL	NSE A	NSE B	NSE C	NSE D	NSE E	Muestra	Error (%)*
Total	100	4.7	23.2	41.3	24.4	6.4	4058	1.54
Zona 1 (Puente Piedra, Comas, Carabaylo)	100	0.0	15.0	37.8	38.2	9.0	291	5.74
Zona 2 (Independencia, Los Olivos, San Martín de Porras)	100	2.2	26.9	49.3	19.3	2.3	353	5.22
Zona 3 (San Juan de Lurigancho)	100	1.1	17.4	43.2	28.9	9.5	276	5.9
Zona 4 (Cercado, Rimac, Breña, La Victoria)	100	2.5	26.7	43.0	24.1	3.8	526	4.27
Zona 5 (Ate, Chaclacayo, Lurigancho, Santa Anita, San Luis, El Agustino)	100	1.0	10.4	45.1	33.3	10.2	331	5.39
Zona 6 (Jesús María, Lince, Pueblo Libre, Magdalena, San Miguel)	100	14.4	56.0	23.9	3.9	1.8	284	5.82
Zona 7 (Miraflores, San Isidro, San Borja, Surco, La Molina)	100	34.6	46.4	13.7	4.2	1.1	338	5.33
Zona 8 (Surquillo, Barranco, Chorrillos, San Juan de Miraflores)	100	2.0	28.8	47.4	18.1	3.7	289	5.76
Zona 9 (Villa El Salvador, Villa María del Triunfo, Lurín, Pachacamac)	100	0.4	7.2	49.2	34.0	9.3	318	5.5
Zona 10 (Callao, Bellavista, La Perla, La Punta, Carmen de la Legua, Ventanilla, Mi Perú)	100	1.3	18.7	45.7	24.6	9.8	1019	3.07
Otros	100	0.0	8.8	42.6	32.8	15.7	33	17.06

Figura 79. Nivel socioeconómico carabaylo
Fuente: Asociación peruana de empresas de investigación de mercado

Anexo 5. Costo de tratamiento médico

Medicamento gotas	Dosis* (mg)tratamiento	Equivalencia a dosis máxima	N° frascos (3 meses)	Costo/Unidad S/.	Costo tratamiento S/.
HIERRO POLIMALTOSA 50 mg/mL20mLSOLUCION	3mg fe elemental/kg/día	19 gotas	5	30.58 ³⁶	152.90
HIERRO POLIMALTOSA 50mg/mL30mLSOLUCION	3mg fe elemental/kg/día	19 gotas	3	26.25 ³⁷	78.75
FERROSO SULFATO 25 mg de Fe/mL30mLSOLUCION	3mg fe elemental/kg/día	39 gotas	6	9.50 ³⁸	57.00

* La dosis máxima tolerable de hierro es 40mg/Fe elemental

Medicamento Jarabe	Dosis* (mg)tratamiento	Equivalencia a dosis máxima	N° frascos (3 meses)	Costo/Unidad S/.	Costo tratamiento S/.
HIERRO POLIMALTOSA 50mg/5ml 150ml JARABE	3mg fe elemental/kg/día	4 ml	3	25.00 ³⁹	75.00
FERROSO SULFATO 15 mg de Fe/5mL120mLJARABE	3mg fe elemental/kg/día	12.5 ml	10	2.88 ⁴⁰	28.80
FERROSO SULFATO 15 mg de Fe/5mL180mLJARABE	3mg fe elemental/kg/día	12.5 ml	6	1.20 ⁴¹	7.2
FERROSO SULFATO 15 mg de Fe/5mL200mLJARABE	3mg fe elemental/kg/día	12.5 ml	5	5.38 ⁴²	26.90

* La dosis máxima tolerable de hierro es 40mg/Fe elemental

Figura 80.Costo de tratamiento anemia

Fuente: Asociación peruana de empresas de investigación de mercado

Anexo 6. Árbol de Problema

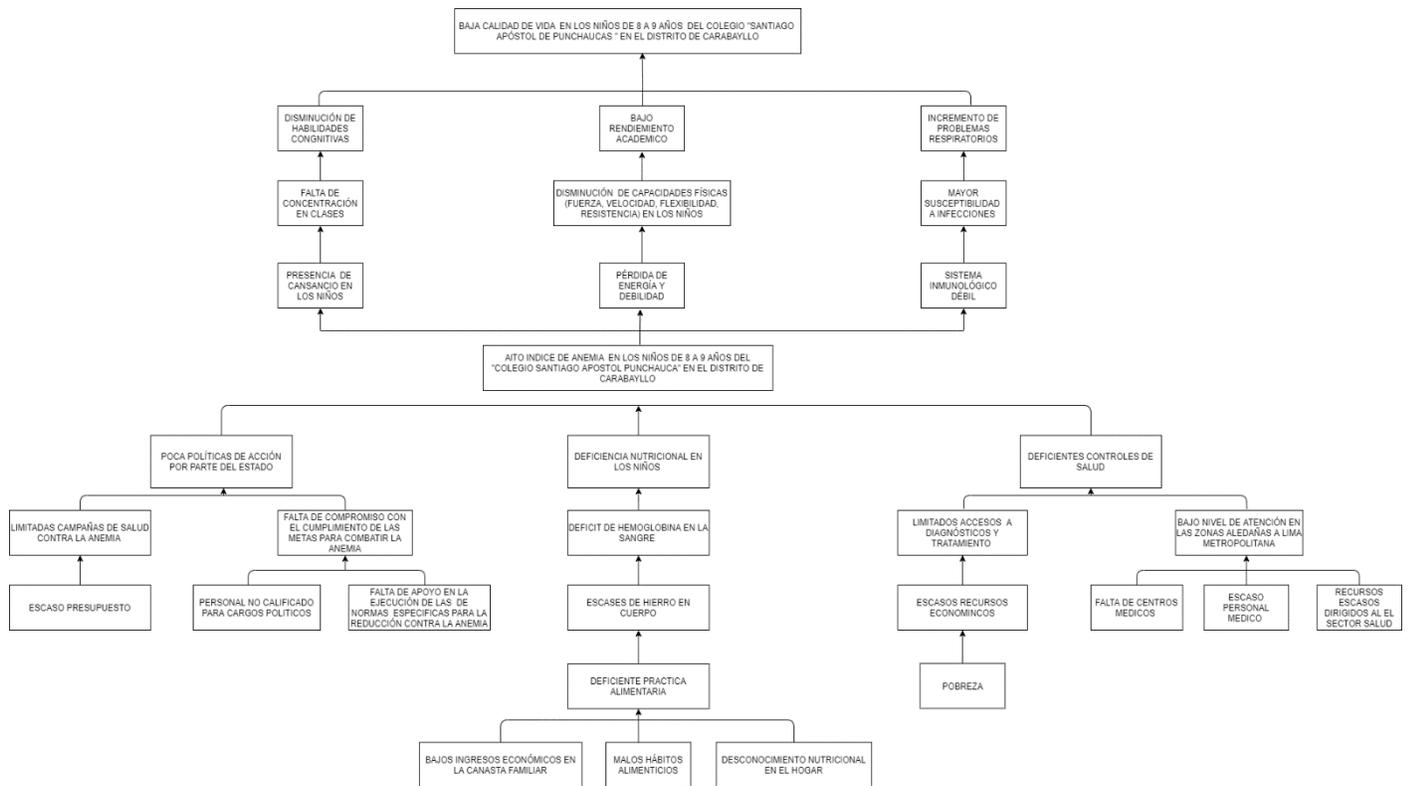


Figura 81.Árbol de Problema
Elaboración: los autores

Anexo 7. Acta de Constitución

ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO (PROJECT CHARTER)

Empresa/Organización	Sector
I.E Apóstol de Punchauca	Educación
Proyecto	Fecha de Inicio
App de recomendación alimentaria para reducir la mala alimentación en casos de anemia en el colegio Apóstol de Punchauca	09/04/2019
Cliente	Líder de Proyecto
Jorge Reyes Hidalgo	Rodrigo Isla Parra
Propósito y Justificación del Proyecto	
Brindar una herramienta tecnológica a la institución educativa Apóstol de Punchauca que ayude a reducir los índices de anemia en la institución mediante el seguimiento del tratamiento de anemia de los alumnos y así de acuerdo con el nivel de anemia se recomiende un plan de nutrición.	
Descripción del Proyecto y Entregables	
<p>El proyecto a presentar es "App de recomendación alimentaria para reducir la mala alimentación en casos de anemia en el colegio Apóstol de Punchauca" que ayudará a reducir los índices de anemia del colegio mediante una herramienta tecnológica que utiliza Machine Learning que es una disciplina científica en el ámbito de inteligencia artificial que es utilizado en muchos ámbitos, una de ellas es la medicina que ayuda a la prevención , detección y tratamiento de enfermedades como la diabetes , neumonía, cáncer, etc.</p> <p>Entregables:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Acta de constitución del proyecto. - Relevamiento de requerimientos. - Determinación de criterios de aceptación. - Determinación de historias de usuario - Prototipo de la aplicación. - Aceptación de casos de pruebas - Entrega del producto. - Acta de aceptación. 	
Requerimientos del proyecto	Requerimientos del Producto
<ul style="list-style-type: none"> - Brindar información del avance de la aplicación constantemente. - Cumplir con el cronograma del proyecto. - Manejar de manera responsable los datos brindados por el colegio. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ingresar al sistema - Mostrar pantalla principal dependiendo el rol de la cuenta (Usuario y Administrador) - Mostrar en la pantalla principal del administrador 2 opciones: Ingresar nuevos usuarios y reporte de siguientes de alumnos - Administrador: Permitir ingresar nuevos alumnos para el acceso a la aplicación. - Administrador: Generar reportes sobre el estado del tratamiento de anemia de los alumnos. - Mostrar en la pantalla principal de usuario 2 opciones: Ingresar datos del paciente y generar reporte. - Usuario: Permitir ingresar básicos del usuario para la recomendación de la alimentación - Usuario: Generar reportes sobre el estado actual del paciente.

Objetivos del Proyecto	
Objetivo General	
Reducir los índices de anemia en niños de 8 y 9 años del colegio "Apóstol de Punchuaca" del distrito de Carabaylo, desarrollando un sistema de recomendaciones en una aplicación móvil que identifique las variables relacionadas con los hábitos alimenticios y recomiende los alimentos más adecuados.	
Objetivos Específicos.	
<ul style="list-style-type: none"> a) Determinar las variables relacionadas con la capacidad económica y hábitos alimenticios de las familias de los niños que han sido detectados con problemas de anemia en el colegio "Apóstol de Punchuaca" del distrito de Carabaylo. b) Diseñar el modelo de datos y el análisis de variables para construir un módulo de seguimiento al plan nutricional para cada grado de anemia en el colegio "Apóstol de Punchuaca" del distrito de Carabaylo. c) Desarrollar los módulos de recomendaciones usando técnicas de Aprendizaje Reforzado para elaborar un plan nutricional diario, retroalimentación y seguimiento para el tratamiento que puede ser utilizado por los padres y niños. d) Desarrollar módulo de gestión del término de tratamiento e ingreso de nuevos alumnos que se beneficiaran en los siguientes años. 	
Premisas y Restricciones	
Identificamos las siguientes limitaciones y/o restricciones para el proyecto:	
<ul style="list-style-type: none"> a) El tratamiento estará orientado para los niños de 8 y 9 años considerando que es el rango de edad con mayor porcentaje de anemia en el colegio, y a su vez es más factible que ellos mismos ingresen sus propios datos. b) Se tratará la anemia de tipo Ferropénica o Ferropriva (deficiencia de hierro). c) El plan nutricional buscará mejorar los grados leve y moderado de anemia. d) La plataforma digital será basada en un aplicativo móvil que funcionará en el sistema operativo Android. 	
Riesgos a Alto Nivel	
<ul style="list-style-type: none"> - Disponibilidad de los usuarios para el ingreso de datos en la aplicación - Los usuarios no se adaptan al aplicativo con facilidad. - Retraso en las pruebas de software. - Insatisfacción del usuario en el manejo de aplicativo móvil. 	
Cronograma de Actividades Principales	
Actividad	Fecha
- Creación Acta de constitución	06 de mayo del 2020
- Relevamiento de requerimientos	13 de mayo del 2020
- Determinación de criterios de aceptación	15 de mayo del 2020
- Validación de Historias de usuario	20 de julio del 2020
- Aceptación del Producto	24 de julio del 2020
Lista de Interesados (Stakeholders)	
<ul style="list-style-type: none"> - Directores. - Docentes. - Padres de familia. - Alumnos. - Médicos. - Equipo de proyecto 	

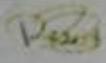
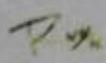
Aprobación	
Nombre y Apellido	Firma
Carmen Valderrama Calistro (Directora)	
Rodrigo Isla Parra	
Renzo Bendezu Castilla	

Figura 82. Acta de constitución

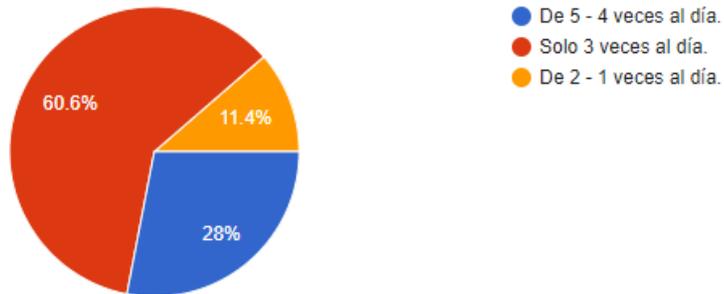
Fuente: PMI 6.0

Anexo 8. Encuesta a padres de familia

La encuesta fue elaborada tomando en cuenta la data que se ha querido recolectar en donde las principales preguntas esta orientadas a Conocimientos sobre la anemia, alimentos mayormente consumidos y nivel socioeconómico. Se obtuvo 132 Respuestas a las siguientes preguntas.

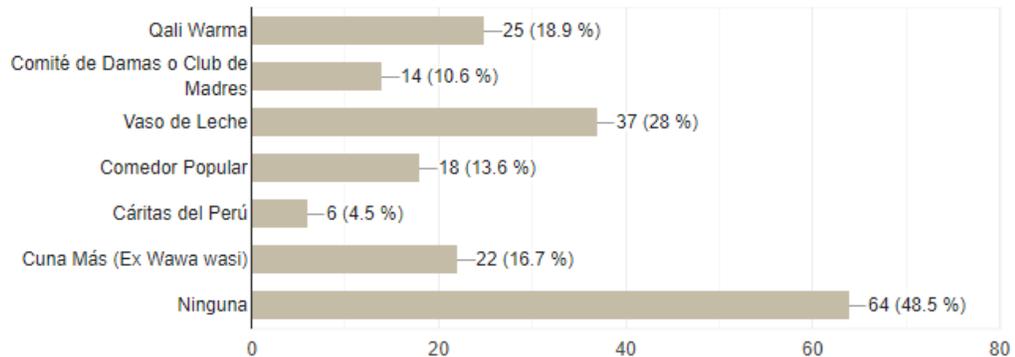
¿Cuántas veces al día te alimentas? (Escoger solo una opción)

132 respuestas



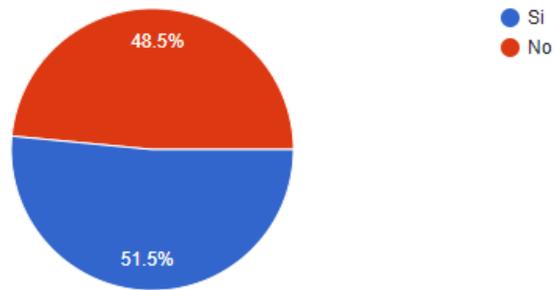
¿Pertenece algún Programa Social que ofrece el Estado Peruano?

132 respuestas



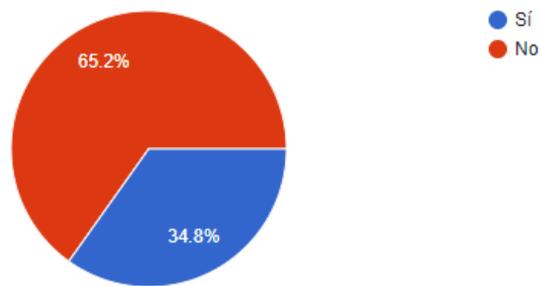
¿Haz recibido alguna charla sobre la enfermedad de la Anemia?

132 respuestas



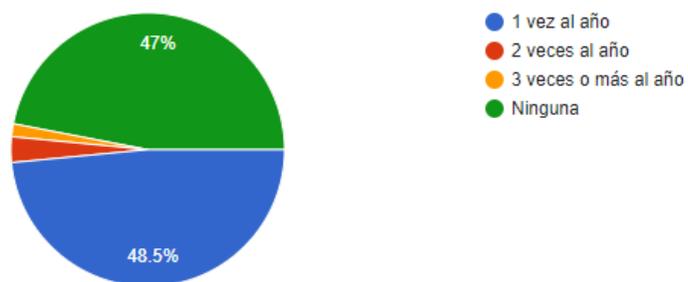
¿Sabes identificar los síntomas de la Anemia?

132 respuestas



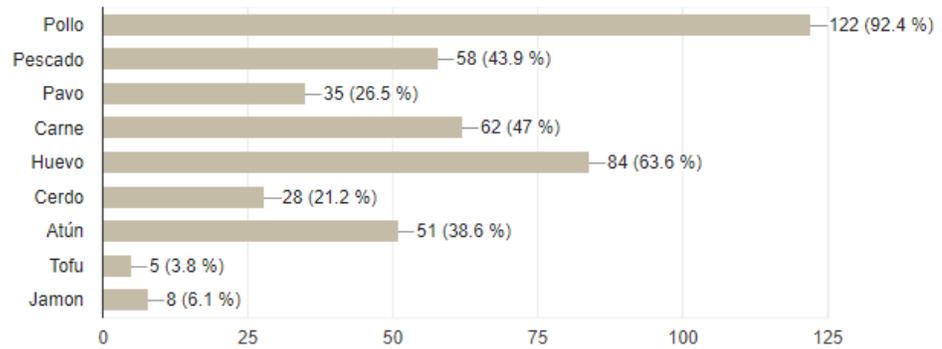
¿Cada cuanto tiempo realiza estudios de hemoglobina?

132 respuestas



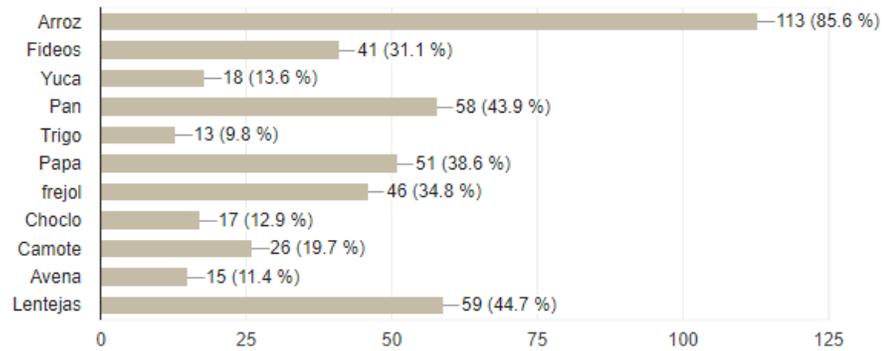
¿Qué proteínas su familia consume frecuentemente ? (Elija 4 opciones)

132 respuestas



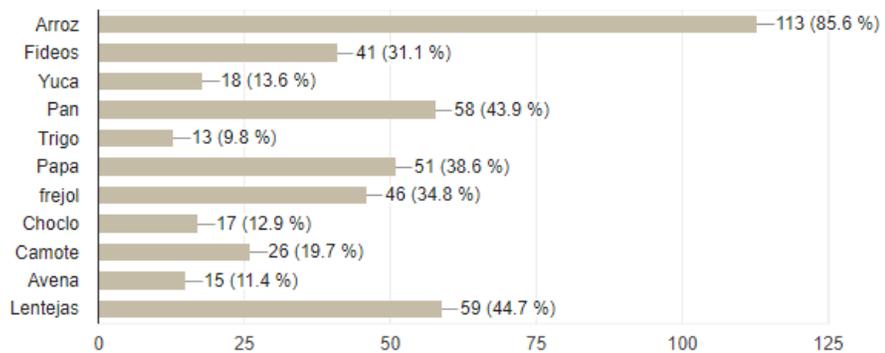
¿Qué carbohidratos su familia consume frecuentemente? (Elija 4 opciones)

132 respuestas



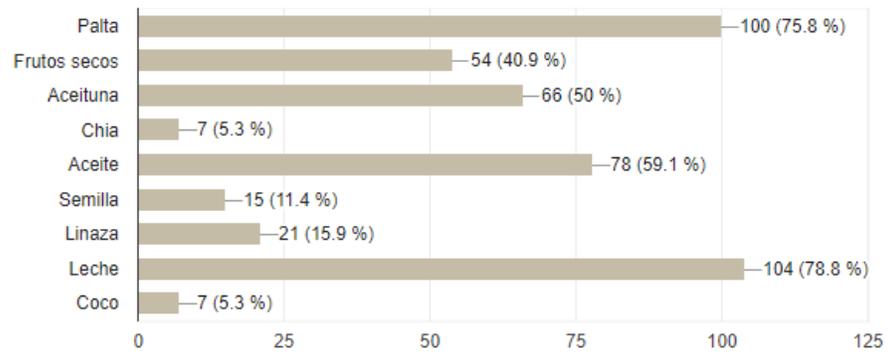
¿Qué carbohidratos su familia consume frecuentemente? (Elija 4 opciones)

132 respuestas



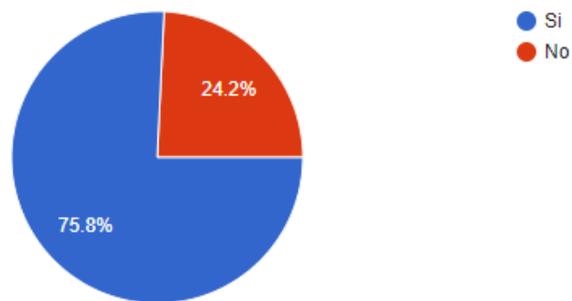
¿Qué grasa su familia consume frecuentemente? (Elija 4 opciones)

132 respuestas



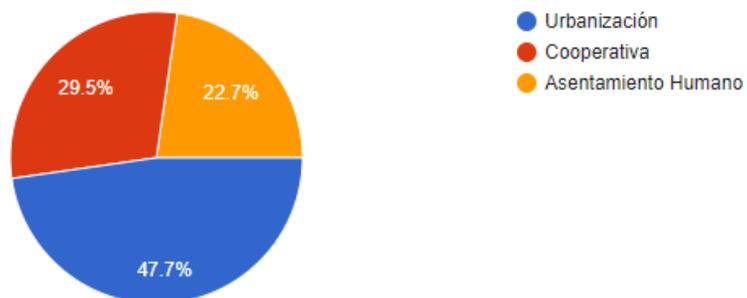
¿Cuenta con alguna Tienda - Mercado cercano a su domicilio? (Distancia cercana maxima 5 cuadras)

132 respuestas



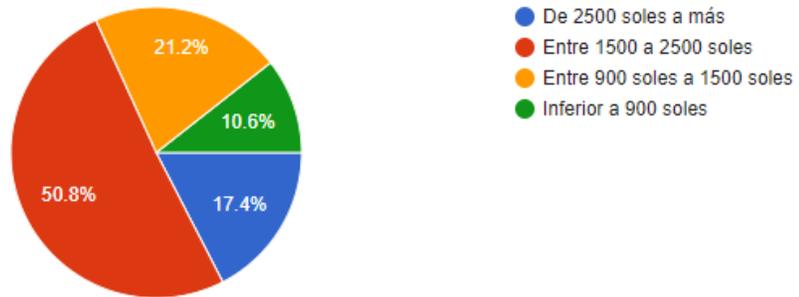
¿En qué comunidad vive?

132 respuestas



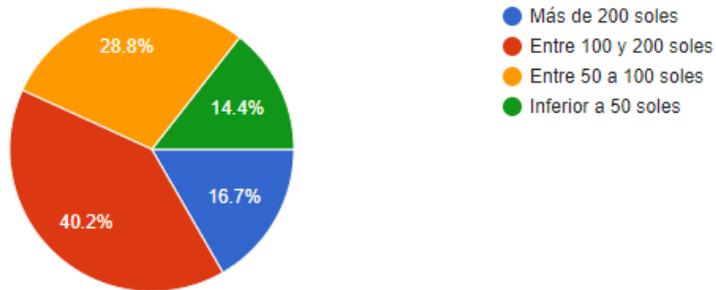
En promedio ¿Cuánto de ingreso su familia percibe mensualmente?

132 respuestas



En promedio ¿Cuánto gasta semanalmente su familia en alimentos?

132 respuestas



¿Con que funcionalidad cuenta su celular?

132 respuestas



Figura 83. Encuesta a padres de familia
Elaboración: los autores

Anexo 9. Historias de Usuario

Historia de Usuario			
Número	01	Nombre	Acceso al sistema
Prioridad		Riesgo	
Baja		Mediano	
Descripción			
Como	Administrador del sistema, Usuarios y Médico		
Quiero	Ingresa credenciales.		
Para	Acceder al sistema.		
Criterios de Aceptación			
<p>04. En el caso que ingrese a esta opción cuando se visualice la interfaz entonces el sistema mostrará los siguientes campos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Login: Email y Contraseña • Botón ingresar 			
<p>05. En el caso que se digite Email y contraseña errónea cuando el usuario haga clic en el botón ingresar entonces el sistema mostrará el siguiente mensaje "Acceso fallido. Compruebe sus datos"</p>			
<p>06. En el caso que no se digite Email y/o contraseña cuando el usuario haga clic en el botón ingresar entonces el sistema mostrará el siguiente mensaje "Debes Completar todos los datos"</p>			
<p>07. En el caso que se digite contraseña menor de 6 dígitos cuando el usuario haga clic en el botón ingresar entonces el sistema mostrará el siguiente mensaje "La contraseña debe tener al menos 6 caracteres".</p>			

Historia de Usuario			
Número	02	Nombre	Interfaz administrador
Prioridad		Riesgo	
Baja		Mediano	
Descripción			
Como	Administrador del sistema		
Quiero	Visualizar opciones de interfaz		
Para	Permitir acceder a funcionalidades del sistema.		
Criterios de Aceptación			
<p>01. En el caso que se acceda al sistema cuando se ingrese correctamente las credenciales entonces el sistema muestra la siguiente interfaz</p> <ul style="list-style-type: none"> • Opción Registrar • Opción Historial • Opción Correo 			

02. En el caso que se seleccione la opción registrar cuando el administrador acceda a la aplicación entonces el sistema deberá mostrar la interfaz de registrar con sus campos establecidos donde se podrá realizar el registro de los alumnos.
03. En el caso que se seleccione la opción Historial cuando el administrador acceda a la aplicación entonces el sistema deberá mostrar la interfaz con la información sobre el estudiante además de los alimentos con respecto a las recomendaciones de nutrición.
04. En el caso que se seleccione la opción correo cuando el administrador acceda a la aplicación entonces el sistema deberá mostrar la interfaz para registrar accesos de alumnos.

Historia de Usuario	
Número	03
Nombre	Registrar Usuario
Prioridad	Riesgo
Baja	Mediano
Descripción	
Como	Administrador del sistema
Quiero	Registrar usuarios
Para	Mantener actualizado la información del usuario en la aplicación
Criterios de Aceptación	
01. En el caso que ingrese a esta opción cuando se visualice la interfaz entonces el sistema mostrará los siguientes campos: <ul style="list-style-type: none"> Datos del usuario: Nombres y Apellidos, Edad, Altura, Hemoglobina, Peso, Nivel Social, prematuro, sexo y Distrito. Botón Aceptar 	
02. En el caso que digite datos que no sean texto cuando se registre los nombres y apellidos del usuario entonces el sistema mostrará el siguiente mensaje "Dato no valido, Por favor ingresar solo texto"	
03. En el caso que digite datos que no sean números cuando se registre la edad del usuario entonces el sistema mostrará el siguiente mensaje "Dato no valido, Por favor ingresar solo números"	
04. En el caso que digite datos que no sean números cuando se registre la altura del usuario entonces el sistema mostrará el siguiente mensaje "Dato no valido, Por favor ingresar solo números"	
05. En el caso que digite datos que no sean números cuando se registre la hemoglobina del usuario entonces el sistema mostrará el siguiente mensaje "Dato no valido, Por favor ingresar solo números"	

06. En el caso que digite datos que no sean números cuando se registre el peso del usuario entonces el sistema mostrará el siguiente mensaje “Dato no valido, Por favor ingresar solo números”
07. En el caso que seleccione el campo nivel social cuando se registre el dato del usuario entonces el sistema mostrará una lista desplegable donde aparecerá los niveles C, D o E.
08. En el caso que seleccione el campo prematuro cuando se registre el dato del usuario entonces el sistema mostrará una lista desplegable donde aparecerá los valores SI y No
09. En el caso que seleccione el campo sexo cuando se registre el dato del usuario entonces el sistema mostrará una lista desplegable donde aparecerá los valores Masculino y Femenino
10. En el caso que no se digite en los campos de datos del usuario cuando se registre al usuario entonces el sistema mostrará el siguiente mensaje “No puede dejar campos en blanco”
11. En el caso que se seleccione el botón Aceptar cuando se registre los datos del usuario entonces el sistema guardará la información y mostrará el siguiente mensaje “Datos guardados Correctamente”.

Historia de Usuario			
Número	04	Nombre	Historial
Prioridad		Riesgo	
Baja		Mediano	
Descripción			
Como	Administrador del sistema		
Quiero	Visualizar datos de los alumnos en el sistema		
Para	Realizar seguimiento a usuarios		
Criterios de Aceptación			
01. En el caso que ingrese a la opción Historial cuando se visualice la interfaz entonces el sistema mostrará los siguientes campos:			
<ul style="list-style-type: none"> • Datos del usuario <ul style="list-style-type: none"> ➤ Nombre ➤ Edad ➤ Hemoglobina ➤ Estado ➤ Peso ➤ Talla • Datos de seguimiento sobre los alimentos seleccionados. 			

Historia de Usuario			
Número	05	Nombre	Correo
Prioridad		Riesgo	
Baja		Mediano	
Descripción			
Como	Administrador del sistema		
Quiero	Crear credenciales a los usuarios		
Para	Brindar acceso a utilizar la aplicación		
Criterios de Aceptación			
01. En el caso que ingrese a esta opción cuando se muestra la interfaz entonces el sistema muestra los siguientes campos: <ul style="list-style-type: none"> • Email • Contraseña • Botón Registrar 			
02. En el caso que se encuentre vacío los campos cuando se registre el acceso al usuario entonces el sistema mostrará el siguiente mensaje "Debes de completar todos los datos"			
03. En el caso que digite más de 6 caracteres cuando se registre la contraseña del usuario entonces el sistema mostrará el siguiente mensaje "La contraseña debe tener al menos 6 caracteres"			
04. En el caso que se seleccione el botón registrar cuando se registre los datos del usuario entonces el sistema guardará la información y mostrará el siguiente mensaje "Se registro el correo".			
05. En el caso que se pierda conectividad a internet cuando se registre los datos del usuario entonces el sistema mostrará el siguiente mensaje "No se pudo registrar al usuario".			

Historia de Usuario			
Número	06	Nombre	Interfaz Usuario
Prioridad		Riesgo	
Baja		Mediano	
Descripción			
Como	Usuario		
Quiero	Visualizar opciones de interfaz del usuario		
Para	Permitir acceder a funcionalidades del sistema.		
Criterios de Aceptación			
01. En el caso que se acceda al sistema cuando se ingrese correctamente las credenciales entonces el sistema muestra la siguiente interfaz:			

<ul style="list-style-type: none"> • Infórmate • Datos Personales • Historial • Alimentos • Comidas • Juguemos/Encuesta
02. En el caso que se seleccione el botón informarte cuando el usuario acceda a la aplicación entonces el sistema deberá mostrar la interfaz de Informarte con sus secciones respectivas.
03. En el caso que se seleccione el botón Datos Personales cuando el usuario acceda a la aplicación entonces el sistema deberá mostrar la interfaz de Datos personales con sus secciones respectivas.
04. En el caso que se seleccione el botón Historial cuando el usuario acceda a la aplicación entonces el sistema deberá mostrar la interfaz de Historial con la información respectiva.
05. En el caso que se seleccione el botón Dietas cuando el usuario acceda a la aplicación entonces el sistema deberá mostrar la interfaz de Dietas con las secciones respectiva.
06. En el caso que se seleccione el botón Juguemos/Encuesta cuando el usuario acceda a la aplicación entonces el sistema deberá mostrar la interfaz de la encuesta con las preguntas respectiva.

Historia de Usuario			
Número	07	Nombre	Infórmate
Prioridad		Riesgo	
Baja		Mediano	
Descripción			
Como	Usuario		
Quiero	Visualizar información sobre la anemia.		
Para	Obtener información importante sobre la anemia.		
Criterios de Aceptación			
01. En el caso que se ingrese a esta opción cuando se muestre la interfaz entonces el sistema muestra las siguientes opciones: <ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué es la anemia? • ¿Cómo prevenirla? • ¿Algún tratamiento? • Video 			
02. En el caso que se seleccione la opción ¿Qué es la anemia? cuando el usuario se encuentre en la interfaz de inicio entonces el sistema deberá mostrar la información básica sobre la definición de la anemia.			

03. En el caso que se seleccione la opción ¿Cómo prevenirla? cuando el usuario acceda a la aplicación entonces el sistema deberá mostrar la información básica sobre cómo prevenir la anemia.
04. En el caso que se seleccione la opción ¿Algún tratamiento? cuando el usuario acceda a la aplicación entonces el sistema deberá mostrar la información básica sobre los tratamientos existentes en la anemia.
05. En el caso que se seleccione la opción Video cuando el usuario acceda a la aplicación entonces el sistema deberá mostrar un video con la información básica sobre la anemia.

Historia de Usuario			
Número	08	Nombre	Datos Personales
Prioridad		Riesgo	
Mediano		Mediano	
Descripción			
Como	Usuario		
Quiero	Ver información personal, Comidas que me toca		
Para	Obtener información sobre mis datos personales		
Criterios de Aceptación			
<p>01. En el caso que se ingrese a esta opción cuando se muestre la interfaz entonces el sistema muestra los siguientes campos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hemoglobina • Estado • Fecha • Hora • Te toca tu “Desayuno/Almuerzo/Cena” • Peso • Edad • Distrito • Altura • Botón Aceptar 			
<p>02. En el caso que el usuario desee salir de la pantalla cuando el usuario haga clic en el botón Aceptar entonces el sistema deberá regresar a la pantalla principal del usuario.</p>			

Historia de Usuario			
Número	09	Nombre	Alimentos
Prioridad		Riesgo	
Alta		Mediano	
Descripción			
Como	Usuario		
Quiero	Ingresar mis comidas favoritas		
Para	Reducir índice de anemia		
Criterios de Aceptación			
<p>01. En el caso que se ingrese las dietas por primera vez cuando se navegue por la sección de dietas entonces se sistema mostrara un PopUp con el siguiente mensaje “Escoger solo tres alimentos para cada categoría”.</p>			
<p>02. En el caso que se ingrese las dietas por primera vez cuando se navegue por la sección de dietas entonces el sistema muestra listado de alimentos en las siguientes secciones</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proteínas <ul style="list-style-type: none"> ➤ Pollo ➤ Pescado ➤ Tofu ➤ Jamón ➤ Pavo ➤ Cerdo ➤ Huevo ➤ Carne ➤ Atún • Grasas <ul style="list-style-type: none"> ➤ Aceite ➤ Chía ➤ Leche de soya ➤ Aceituna ➤ Coco ➤ Palta ➤ Maní ➤ Linaza • Grasa <ul style="list-style-type: none"> ➤ Yuca ➤ Pan ➤ Lenteja ➤ Papa ➤ Avena ➤ Camote ➤ Arroz ➤ Fideos ➤ Choclo • Frutas <ul style="list-style-type: none"> ➤ Durazno ➤ Plátano ➤ Manzana ➤ Mandarina ➤ Papaya ➤ Sandía ➤ Naranja 			

<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pera ➤ Uva
<p>03. En el caso que no se seleccionen 3 alimentos por cada categoría cuando el usuario haga clic en el botón predecir entonces el sistema deberá mostrar el siguiente mensaje “Escoger solo 3 alimentos por cada categoría”</p>
<p>04. En el caso que se seleccione el botón predecir cuando el usuario termine de elegir sus alimentos entonces el sistema podrá mostrar la interfaz donde se visualizará 3 secciones: Desayuno, Almuerzo y Cena</p>

Historia de Usuario			
Número	10	Nombre	Comidas
Prioridad		Riesgo	
Alta		Mediano	
Descripción			
Como	Usuario		
Quiero	Registrar Dietas		
Para	Mantener seguimiento de alimentos ingeridos		
Criterios de Aceptación			
<p>01. En el caso que se ingrese a esta opción cuando el usuario terminó de elegir sus alimentos a consumir entonces el sistema muestra las siguientes opciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desayuno • Almuerzo • Cena • Botón Inicio 			
<p>02. En el caso que se seleccione la opción Desayuno cuando el usuario ingrese a visualizar su dieta recomendada entonces el sistema deberá mostrar un listado de 7 alimentos y permitir registrar 1 opción diariamente.</p>			
<p>03. En el caso que se seleccione la opción Almuerzo cuando el usuario ingrese a visualizar su dieta recomendada entonces el sistema deberá mostrar un listado de 7 alimentos y permitir registrar 1 opción diariamente.</p>			
<p>04. En el caso que se seleccione la opción Cena cuando el usuario ingrese a visualizar su dieta recomendada entonces el sistema deberá mostrar un listado de 7 alimentos y permitir registrar 1 opción diariamente.</p>			
<p>05. En el caso que se seleccione una de las comidas en Desayuno cuando el usuario seleccione el botón Guardar entonces el sistema deberá mostrar el mensaje “Comida Registrada. ¡Sigue así!”.</p>			
<p>06. En el caso que se seleccione una de las comidas en Almuerzo cuando el usuario seleccione el botón Guardar entonces el sistema deberá mostrar el mensaje “Comida Registrada. ¡Sigue así!”.</p>			

07. En el caso que se seleccione una de las comidas en Cena cuando el usuario seleccione el botón Guardar entonces el sistema deberá mostrar el mensaje “Comida Registrada. ¡Sigue así!”.
08. En el caso que se seleccione uno de los medicamentos en el Desayuno, Almuerzo o Cena cuando el usuario seleccione el botón Guardar entonces el sistema deberá mostrar el mensaje “Comida Registrada. ¡Sigue así!”.
09. En el caso que se seleccione el botón Principal cuando el usuario termine de registrar sus comidas entonces el sistema deberá llevarnos a la pantalla Principal.

Historia de Usuario			
Número	11	Nombre	Juguemos Encuesta
Prioridad		Riesgo	
Mediano		Mediano	
Descripción			
Como	Usuario		
Quiero	Conocer el estado de evolución		
Para	Saber si el estudiante debe acercarse a un centro médico lo más temprano posible		
Criterios de Aceptación			
01. En el caso que se ingrese a esta opción cuando decida responder las preguntas de la encuesta entonces el sistema mostrara un PopUp con el siguiente mensaje: 1.- Para empezar, recuerde escoger solo una opción, para cada pregunta. 2.- Si no entiendes una pregunta apóyate con tus papis, ellos te ayudaran.			
02. En el caso que se ingrese a esta opción cuando decida responder las preguntas de la encuesta entonces el sistema mostrará las siguientes opciones: <ul style="list-style-type: none"> • Pregunta 1* • Pregunta 2* • Pregunta 3* • Pregunta 4* • Pregunta 5* • Pregunta 6* • Pregunta 7* • Pregunta 8* • Pregunta 9* • Botón Aceptar • Botón Terminar 			

03. En el caso que se respondan una pregunta cuando el usuario seleccione el botón confirmar entonces el sistema deberá actualizar el número de Pregunta.
04. En el caso que se respondan una pregunta correcta cuando el usuario seleccione el botón confirmar entonces el sistema deberá actualizar el puntaje sumando +10 por cada pregunta.
05. En el caso que se respondan una pregunta incorrecta cuando el usuario seleccione el botón confirmar entonces el sistema deberá mantener el puntaje ultimo.
06. En el caso que responda bien 6 de las 9 preguntas planteadas cuando el usuario responda la última pregunta entonces el sistema mostrara un PopUp con el siguiente mensaje: “Tus respuestas indican que vas mejorando. Sigamos así para derrotar a este enemigo silencioso”
07. En el caso que responda mal más de 3 preguntas planteadas cuando el usuario responda la última pregunta entonces el sistema mostrara un PopUp con el siguiente mensaje: “Para derrotar este enemigo silencioso debemos seguir las indicaciones”.
08. En el caso que respondan todas las preguntas cuando visualice el mensaje PopUp entonces el sistema actualizar el botón Aceptar, por el botón Terminar, llevando este a la pantalla de inicio.

Historia de Usuario			
Número	12	Nombre	Historial
Prioridad		Riesgo	
Mediano		Bajo	
Descripción			
Como	Usuario		
Quiero	Conocer las comidas seleccionadas		
Para	Saber mi progreso y tener un seguimiento de mis comidas diarias.		
Criterios de Aceptación			
01. En el caso que se ingrese a esta opción cuando selecciones la opción Historial entonces el sistema mostrará las siguientes opciones:			
<ul style="list-style-type: none"> • Comida 1 • Comida 2 • Comida 3 • Comida 4 • Comida 5 • Comida 6 • Comida 7 • Fecha 			

<ul style="list-style-type: none"> • Hora
02. En el caso que se necesite dar seguimiento cuando el usuario ingrese a la pantalla entonces el sistema mostrar la comida que haya seleccionado con su horario respectivo.

Historia de Usuario			
Número	13	Nombre	Interfaz Médico
Prioridad		Riesgo	
Baja		Mediano	
Descripción			
Como	Médico		
Quiero	Visualizar opciones de interfaz		
Para	Permitir accesos a funcionalidades del sistema.		
Criterios de Aceptación			
01. En el caso que se acceda al sistema cuando se ingrese correctamente las credenciales entonces el sistema muestra la siguiente interfaz			
<ul style="list-style-type: none"> • Opción Registrar Medicamento • Opción Historial Medicamento 			
02. En el caso que se seleccione la opción registrar cuando el médico acceda a la aplicación entonces el sistema deberá mostrar la interfaz de registrar las medicinas según nivel de anemia.			
03. En el caso que se seleccione la opción Historial cuando el médico acceda a la aplicación entonces el sistema deberá mostrar la interfaz información sobre las medicinas registradas en el sistema,			

Historia de Usuario			
Número	14	Nombre	Registra Medicamento
Prioridad		Riesgo	
Baja		Mediano	
Descripción			
Como	Médico		
Quiero	Registrar medicamentos		
Para	Que sea mostrado en la sección del usuario.		
Criterios de Aceptación			
01. En el caso que ingrese a esta opción cuando se visualice la interfaz entonces el sistema mostrará los siguientes campos:			
<ul style="list-style-type: none"> • Medicamento • Duración • Dosis 			

<ul style="list-style-type: none"> • Nivel de Hemoglobina • Botón Guardar
02. En el caso que se seleccione el campo duración cuando se registre la duración entonces el sistema mostrará una lista desplegable con las opciones: 1 semana o 2 semanas.
03. En el caso que se seleccione el campo Nivel de Hemoglobina cuando se registre la duración entonces el sistema mostrará una lista desplegable con las opciones: Leve o Moderado.
04. En el caso que no se digite en los campos de datos de medicina cuando se registre los datos entonces el sistema mostrará el siguiente mensaje “No puede dejar este campo en blanco”.
05. En el caso que se seleccione el botón guardar cuando se registre los datos de registro de medicamento entonces el sistema guardará la información y mostrará el siguiente mensaje “Datos guardados satisfactoriamente”.

Historia de Usuario			
Número	15	Nombre	Historial Medicamento
Prioridad		Riesgo	
Mediano		Mediano	
Descripción			
Como	Médico		
Quiero	Visualiza los registros de medicamentos		
Para	Realizar seguimiento		
Criterios de Aceptación			
01. En el caso que se ingrese a esta opción cuando se muestre la interfaz entonces el sistema muestra los siguientes Datos:			
<ul style="list-style-type: none"> • Duración • Medicamento • Dosis • Estado 			

Figura 84. Historias de usuario
Elaboración: los autores

Anexo 10. Plan de Pruebas



**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE
COMPUTACIÓN Y SISTEMAS**

PLAN DE PRUEBAS

**APP DE RECOMENDACIONES ALIMENTARIAS PARA
REDUCIR LA MALA ALIMENTACIÓN EN CASOS DE
ANEMIA EN NIÑOS DEL COLEGIO “APÓSTOL DE
PUNCHAUCA”**

VERSION 1.0

CONTENIDO

1.	Introducción	2
2.	Objetivo	2
3.	Alcance	2
4.	Técnicas de Pruebas	2
5.	Recursos	6
6.	Acta de Validación	7

Plan de Pruebas

1. Introducción

El documento presenta el método, las herramientas, los resultados esperados de cada requerimiento y las pruebas de software a realizar en el sistema

2. Objetivo

Definir las pruebas a las que será sometida el sistema.

3. Alcance

Establecer los casos de pruebas que validen la funcionalidad del sistema.

4. Técnicas de Pruebas

4.1. Pruebas de Control y Acceso al sistema

Se realiza las pruebas correspondientes al sistema para validar la seguridad brindada por la aplicación.

Caso de Prueba	Historia de Usuario	Escenario
CP-HU01-E01	HU01 Acceso al sistema	E01: Validar que el usuario utilice Email.
CP-HU01-E02	HU01 Acceso al sistema	E02: Validar que la contraseña no sea menor a 6 dígitos
CP-HU01-E03	HU01 Acceso al sistema	E03: Validar que no se ingrese datos vacíos en usuario y contraseña
CP-HU01-E04	HU01 Acceso al sistema	E04: Validar que los datos de usuario y contraseña sean válidos.
CP-HU01-E04	HU01 Acceso al sistema	E05: Validar que el método de logeo sea solo una vez y mantenerlo activo hasta que se cierre sesión

4.2. Pruebas de Integridad de datos y base de datos

Verificar que los datos ingresado en la tabla de la Base de datos no sufran cambios que corrompa el funcionamiento del sistema, además que solo el administrador tenga acceso a la BD.

4.3. Pruebas de Funcionamiento

Verificar que las pruebas de funcionamiento cumplan con los criterios de aceptación del cliente.



Caso de Prueba	Historia de Usuario	Escenario
CP-HU02-E01	HU02 Interfaz Administrador	E01: Validar que la interfaz de administrador cuente con 3 opciones: Registrar Usuario, Historial de usuario y Correo.
CP-HU03-E01	HU03 Registrar Usuario	E01: Validar que el campo nombres y apellidos solo permita ingresar datos de texto.
CP-HU03-E02	HU03 Registrar Usuario	E02: Validar que el campo edad solo permita ingresar datos numerales.
CP-HU03-E03	HU03 Registrar Usuario	E03: Validar que el campo altura solo permita ingresar datos numerales.
CP-HU03-E04	HU03 Registrar Usuario	E04: Validar que el campo distrito muestre lista desplegable de los distritos de Lima.
CP-HU03-E05	HU03 Registrar Usuario	E05: Validar que el campo hemoglobina solo permita ingresar datos numerales.
CP-HU03-E06	HU03 Registrar Usuario	E06: Validar que el campo peso solo permita ingresar datos numerales.
CP-HU03-E07	HU03 Registrar Usuario	E07: Validar que el campo nivel social muestre lista desplegable con los valores C, D y E.
CP-HU03-E08	HU03 Registrar Usuario	E08: Validar que el campo prematuro muestre lista desplegable con los valores Si/No
CP-HU03-E09	HU03 Registrar Usuario	E09: Validar que el campo Sexo muestre lista desplegable con los valores Femenino y Masculino

CP-HU03-E10	HU03 Registrar Usuario	E10: Validar que los datos del usuario explicados anteriormente no permita dejarlos en blanco
CP-HU03-E11	HU03 Registrar Usuario	E11: Validar que cuando el administrado seleccione el botón guardar el sistema muestre el mensaje "Datos Guardados Correctamente"
CP-HU04-E01	HU04 Historial de usuario	E01: Validar que el sistema genere reporte de los todos los usuarios del sistema y de sus alimentos registrados.
CP-HU05-E01	HU05 Correo	E01: Validar que el sistema no permita registrar el campo Email y contraseña en blanco.
CP-HU05-E02	HU05 Correo	E02: Validar que el sistema no permita registrar contraseña menor a 6 caracteres.
CP-HU05-E03	HU05 Correo	E03: Validar que el sistema muestre el mensaje "Se registro el correo" después de hacerle clic al botón registrar.
CP-HU06-E01	HU06 Interfaz de Usuario	E01: Validar que a interfaz de usuario cuente con 5 secciones: Infórmate Datos Personales, Dietas, Historial y Juaguemos Encuesta.
CP-HU07-E01	HU07 Información Anemia	E01: Validar que se muestre información sobre la anemia, como prevenirla, tratamientos y video con información básica.
CP-HU08-E01	HU08 Datos Personales	E01: Validar que el sistema muestre los datos personales del usuario grabado por el administrador.

CP-HU09-E01	HU09 Registrar Alimentos	E01: Validar el sistema solo deje registrar si el usuario seleccionó 3 alimentos por cada sección
CP-HU09-E02	HU09 Registrar Alimentos	E02: Validar que el sistema muestre el mensaje "Escoge 3 alimentos por cada categoría" en caso de no cumplir con lo requerido.
CP-HU09-E03	HU09 Registrar Alimentos	E04: Validar que el sistema redirija a la interfaz Dietas en caso se haya generado la dieta correctamente.
CP-HU10-E01	HU10 Contróláte	E01: Validar que el sistema muestre 7 alimentos en la sección de Desayuno además de permitir registrar los alimentos consumidos
CP-HU10-E02	HU10 Contróláte	E02: Validar que el sistema muestre 7 alimentos en la sección de almuerzo además de permitir registrar los alimentos consumidos
CP-HU10-E02	HU10 Contróláte	E03: Validar que el sistema muestre 7 alimentos en la sección de cena además de permitir registrar los alimentos consumidos
CP-HU11-E01	HU11 Juaguemos Encuesta	E01: Validar que el sistema muestre las preguntas correspondientes, puntaje y opciones para responder
CP-HU11-E02	HU11 Juaguemos Encuesta	E02: Validar que el sistema muestre un mensaje de recomendación cuando se registre la pregunta según las opciones.

CP-HU11-E03	HU11 Juaguemos Encuesta	E03: Validar que el sistema muestre un mensaje al finalizar la encuesta brindando información sobre le estado el estudiante aproximadamente
CP-HU11-E04	HU11 Juaguemos Encuesta	E04: Validar que el sistema no permita pasar a las siguientes preguntas si no se a contestado la pregunta actual.
CP-HU12-E01	HU12 Interfaz de Médico	E01: Validar que la interfaz del médico contenga 2 opciones: Registra medicamento y Historial de medicamento.
CP-HU13-E01	HU13 Registra	E01: Validar que el campo medicamento permita ingresar datos de texto.
CP-HU13-E02	HU13 Registra	E02: Validar que el campo duración permita ingresar datos de texto.
CP-HU13-E03	HU13 Registra	E03: Validar que el campo dosis permita ingresar datos de texto.
CP-HU13-E04	HU13 Registra	E04: Validar que el campo Nivel de hemoglobina sea una lista desplegable.
CP-HU13-E05	HU13 Registra medicamento	E05: Validar que el sistema no permita registrar los campos anteriores en blanco.
CP-HU13-E06	HU13 Registra medicamento	E06: Validar que el sistema cuando registre el medicamento muestre el mensaje "Datos registrados correctamente.
CP-HU14-E01	HU14 Historial medicamento	E06: Validar que el sistema muestre el historial de los medicamentos en forma de historial.

5. Recursos

5.1 Requerimientos de Hardware

Lista de requerimientos de Hardware para realizar los casos de prueba.

N°	Hardware	Descripción
01	FireBase	Servidor de BD en la nube
02	Conexión a internet	Wifi
03	Teléfono Móvil	Smartphone

5.2 Requerimiento de Software

Lista de requerimientos de software necesarios para realizar ejecución de los casos de prueba.

N°	Software	Descripción
01	Sistema Operativo Android	S.O del Smartphone
02	Aplicación Anemia	APK instalada en Smartphone
03	Android Studio	Id de desarrollo para revisar el flujo de las pruebas

5.2 Personal

Lista de personal reunidos para la validación de los casos de pruebas.

N°	Roles	Descripción
01	Usuario de Prueba	
02	Líder de proyecto	Ysla Parra Rodrigo
03	Analista	Bendezu Castilla Renzo

6. Acta de Validación

Por medio de este presente se realiza el acta de que deja constancia de la validación de las historias de usuario con su criterio de aceptación del presente proyecto.

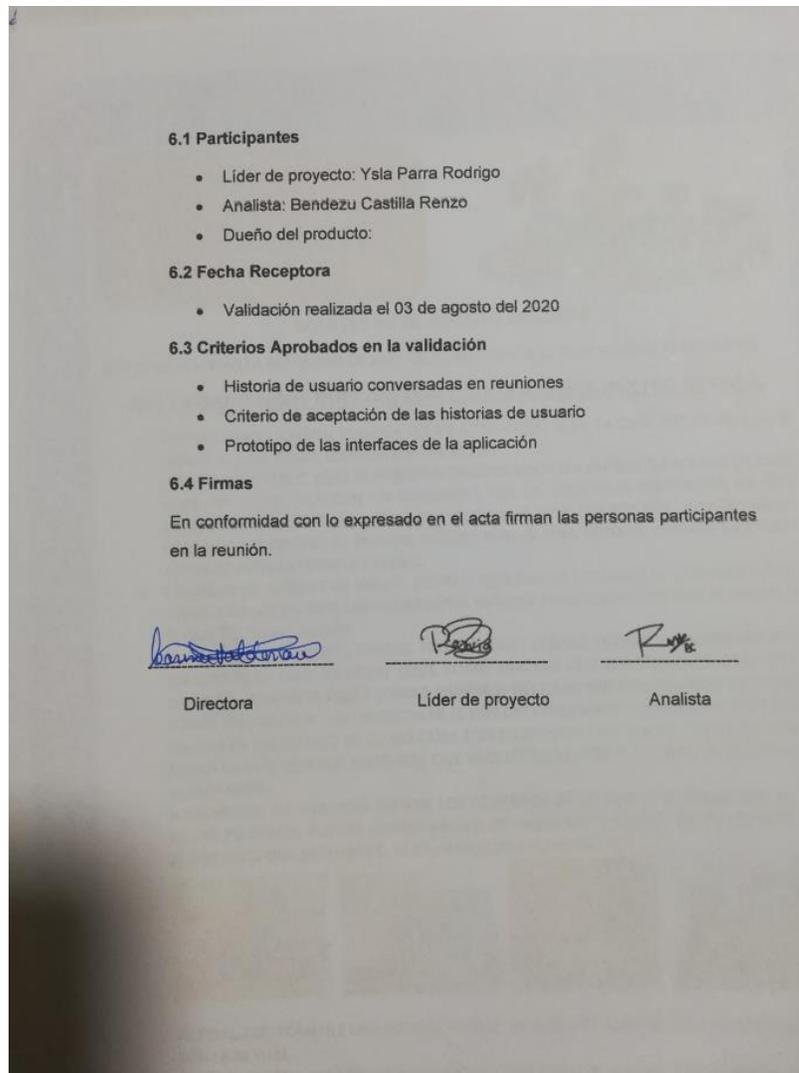


Figura 85. Plan de pruebas
Elaboración: los autores

Anexo 11. Interfaces de la Aplicación

Vista Administrador



Figura 86. Acceso al sistema
Elaboración: los autores



Figura 87. Menu administrador
Elaboración: los autores



Figura 88. Registro datos alumnos
Elaboración: los autores

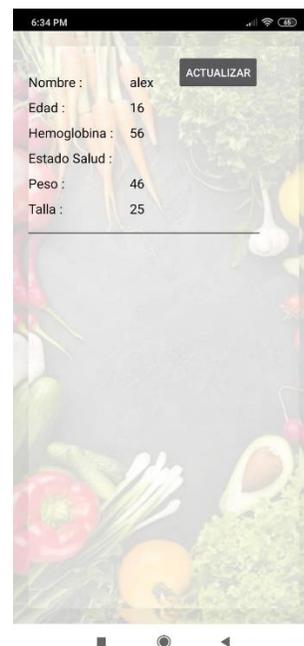


Figura 89. Historial alumnos
Elaboración: los autores



Figura 90.Registrar correo
Elaboración: los autores

Vista Médico



Figura 91.Acceso al sistema
Elaboración: los autores



Figura 92.Menu médico
Elaboración: los autores



Figura 93.Registro medicamento
Elaboración: los autores

Vista Usuario



Figura 94.Acceso al sistema
Elaboración: los autores



Figura 95.Menu usuario
Elaboración: los autores



Figura 96. Datos personales
Elaboración: los autores



Figura 97. Juguemos encuesta
Elaboración: los autores

Anexo 12. Acta Entrevista Nutricionista

REUNION	29/07/2020 12:00 Hrs.
---------	--------------------------

TEMA:	APP DE RECOMENDACIONES ALIMENTARIAS PARA REDUCIR LA MALA ALIMENTACIÓN EN CASOS DE ANEMIA EN NIÑOS DEL COLEGIO "APÓSTOL DE PUNCHAUCA"
-------	--

LUGAR:	Microsoft Teams
OBJETIVO (S):	Documentar puntos clave que sirvan como referencia en la investigación sobre la nutrición y la anemia ferropénica

AGENDA:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Introducción sobre la nutrición y anemia ferropénica 2. Funciones del Hierro en el cuerpo humano 3. Causas de la anemia 4. Consecuencias de la anemia 5. Absorción de los alimentos 6. Recomendaciones 	
DESARROLLO DE LA AGENDA:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. La anemia es un problema de salud a nivel mundial, la más frecuente es la anemia ferropénica que ataca a los niños y adolescentes. 2. Entre las múltiples variables que existen en la anemia los más relevantes son Genero (Debido a que las niñas son más frecuentes a tener esta enfermedad), Nivel socioeconómico (La anemia se muestra frecuentemente en zona de pobreza o extrema pobreza debido a la capacidad adquisitiva de la familia) y la alimentación (Debido a que es indispensable el consumo de alimentos balanceados) 3. Entre las múltiples causantes de la anemia se encuentran las enfermedades gastrointestinales, consumo de medicamentos, la falta de consumo de carnes, vegetales, leguminosos y frutas cítricas. 4. Las consecuencias de la anemia afecta en la educación, desarrollo y bajas defensas. 5. La absorción de los alimentos se da con mayor eficiencia en las proteínas (90% de lo ingerido). 6. En recomendación se brinda listado alimentos a tomar en cuenta: Carne, huevo, pescado, viseras, pimiento, mandarina, limón, naranja, lentejas, etc. 7. Viabilidad del diagnóstico mediante una encuesta en base a las consecuencias de la anemia. 	

ASISTENTES A LA REUNION	
APELLIDOS Y NOMBRES	ROL
Ysla Parra, Rodrigo Alex Augusto	Líder de Proyecto
Bendezú Castilla, Renzo Paul	Analista
Pérez Martines, Milagros Kelly	Nutricionista

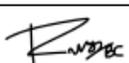
FIRMAS:	
APELLIDOS Y NOMBRES	APELLIDOS Y NOMBRES
Ysla Parra, Rodrigo Alex Augusto	
Bendezú Castilla, Renzo Paul	
Pérez Martines, Milagros Kelly	

Figura 98. Entrevista nutricionista
Elaboración: los autores

Anexo 13. Pruebas Unitarias

Flujos de Eventos

1.Casos de Pruebas - Pruebas Unitarias

Detalle: Validar el correcto uso del Ingreso de Modulo de Alimentos por Categoría

Requisitos de la Pruebas:

Ingreso al Modulo Usuarios

Estado del Caso de Prueba:

1.- Culminado Satisfactoriamente

2.- Culminado con Problemas

3.- No culminado

Test #	Instrucción	Resultado Esperado	Resultado Reales	Estado	Autor
1	Ingresar al Modulo del Usuario. Ruta: Logeo > Principal	Verificar y Validar que al ejecutar los procesos terminen correctamente: a.- Se muestra la pantalla Principal (Imagen 1) con las opciones de: Alimentos, Comidas, Datos Personales, Historial, Juguemos Encuesta, Informate	Ejecución Ok	Ok	Rodrigo Ysla
2	Luego se selecciona el Boton de Alimentos	Verificar y Validar que al ejecutar los procesos terminen correctamente : a.- Se visualiza mensaje PopUp de "Informacion : Escoger solo 3 alimentos para cada categoria." b.- Permite escoger 3 opciones por cada categoria: - Proteinas - Carbohidratos - Grasas - Frutas	Ejecución Ok	Ok	Rodrigo Ysla
3	Se guarda los alimentos seleccionados	Verificar y Validar que al ejecutar los procesos terminen correctamente: a.- Se cierra la pantalla de Alimentos b.- Se guarda los alimentos seleccionados y muestra mensaje de "Alimentos guardados. Seleccione su Comida."	Ejecución Ok	Ok	Rodrigo Ysla

Figura 99.Prueba unitaria caso 1

Elaboración: los autores

Flujos de Eventos

2.Casos de Pruebas - Pruebas Unitarias

Detalle: Validar el correcto uso del Ingreso de Comidas por Horario

Requisitos de la Pruebas:

Ingreso al Modulo Usuarios

Ingreso de datos del Modulo de Alimentos

Estado del Caso de Prueba:

1.- Culminado Satisfactoriamente

2.- Culminado con Problemas

3.- No culminado

Test #	Instrucción	Resultado Esperado	Resultado Reales	Estado	Autor
1	Ingresar al Modulo del Usuario. Ruta: Logeo > Principal	Verificar y Validar que al ejecutar los procesos terminen correctamente : a.- Se muestra la pantalla Principal (Imagen 1) con las opciones de: Alimentos, Comidas, Datos Personales, Historial, Juguemos Encuesta, Informate	Ejecución Ok	Ok	Rodrigo Ysla
2	Luego se selecciona el Boton de Comidas dentro del Módulo Principal	Verificar y Validar que al ejecutar los procesos terminen correctamente : a.- Se visualiza mensaje PopUp de "¡importante! : 1.- Recuerda ingresar tus Alimentos. Si ya lo hiciste puedes continuar." b.- Se visualiza tres botones: - Desayuno - Almuerzo - Cena c.- Permite seleccionar los botones de Desayuno, Almuerzo y Cena d.- Se visualiza el boton de Principal - Permite ir a la pantalla Principal	Ejecución Ok	Ok	Rodrigo Ysla
3	Luego se selecciona el Boton de Desayuno	Verificar y Validar que al ejecutar los procesos terminen correctamente : a.- Se visualiza el Medicamento y las 7 Comidas recomendadas segun los Alimentos seleccionados. b.- Permite seleccionar una comida de las 7 mostradas. b.- Permite seleccionar el Medicamento que se recomienda.	Ejecución Ok	Ok	Rodrigo Ysla
4	Se registra las opciones seleccionadas con el Boton de Guardar Ruta: Alimentos > Desayuno > Guardar	Verificar y Validar que al ejecutar los procesos terminen correctamente : a.- Se selecciona la comida y medicamento. b.- Muestra el mensaje de "Comida registrada.;Sigue así"	Ejecución Ok	Ok	Rodrigo Ysla
5	Luego se selecciona el Boton de Almuerzo	Verificar y Validar que al ejecutar los procesos terminen correctamente : a.- Se visualiza el Medicamento y las 7 Comidas recomendadas segun los Alimentos seleccionados. b.- Permite seleccionar una comida de las 7 mostradas. b.- Permite seleccionar el Medicamento que se recomienda.	Ejecución Ok	Ok	Rodrigo Ysla
6	Se registra las opciones seleccionadas con el Boton de Guardar Ruta: Alimentos > Almuerzo > Guardar	Verificar y Validar que al ejecutar los procesos terminen correctamente : a.- Se selecciona la comida y medicamento. b.- Muestra el mensaje de "Comida registrada.;Sigue así"	Ejecución Ok	Ok	Rodrigo Ysla
7	Luego se selecciona el Boton de Cena	Verificar y Validar que al ejecutar los procesos terminen correctamente: a.- Se visualiza el Medicamento y las 7 Comidas recomendadas segun los Alimentos seleccionados. b.- Permite seleccionar una comida de las 7 mostradas. b.- Permite seleccionar el Medicamento que se recomienda.	Ejecución Ok	Ok	Rodrigo Ysla
8	Se registra las opciones seleccionadas con el Boton de Guardar Ruta: Alimentos > Cena > Guardar	Verificar y Validar que al ejecutar los procesos terminen correctamente: a.- Se selecciona la comida y medicamento. b.- Muestra el mensaje de "Comida registrada.;Sigue así"	Ejecución Ok	Ok	Rodrigo Ysla

Figura 100.Pruebas unitarias caso 2
Elaboración: los autores

Flujos de Eventos

3.Casos de Pruebas - Pruebas Unitarias

Detalle: Validar el correcto uso del Modulo Juguemos Encuesta

Requisitos de la Pruebas:

Ingreso al Modulo Usuarios

Estado del Caso de Prueba:

1.- Culminado Satisfactoriamente

2.- Culminado con Problemas

3.- No culminado

Test #	Instrucción	Resultado Esperado	Resultado Reales	Estado	Autor
1	Ingresar al Modulo del Usuario. Ruta: Logeo > Principal	Verificar y Validar que al ejecutar los procesos terminen correctamente Imagen 1: a.- Se muestra la pantalla Principal (Imagen 1) con las opciones de: Alimentos, Comidas, Datos Personales, Historial, Juguemos Encuesta, Informato	Ejecución Ok	Ok	Rodrigo Ysla
2	Luego se selecciona el Boton de Juguemos Encuesta dentro del Módulo Principal	Verificar y Validar que al ejecutar los procesos terminen correctamente Imagen 2: a.- Se visualiza mensaje PopUp de "¡Atencion!: 1.- Para empezar, recuerda escoger solo una opcion, para cada pregunta. 2.- Si no entiendes una pregunta apoyate con tus papis, ellos te ayudaran." b.- Se visualiza los TextView de: - Puntaje - Pregunta c.- Se visualiza una pregunta d.- Se visualiza y permite seleccionar las opciones de: - No - Si	Ejecución Ok	Ok	Rodrigo Ysla
3	Luego se selecciona el Boton de Confirmar Ruta: Logeo > Principal > Juguemos Encuesta > Confirmar	Verificar y Validar que al ejecutar los procesos terminen correctamente Imagen 3: a.- Se limpian las opciones de Si y No b.- Se suma +10 si la respuesta es correcta en TextView Puntaje. c.- Se actualiza el contador del TextView Pregunta. d.- Muestra mensaje "Por favor solo escoger una opcion". e.- Se mantiene en la pregunta si se selecciona dos opciones.	Ejecución Ok	Ok	Rodrigo Ysla
4	Se responden las 9 preguntas y se registra su estado de Salud y se muestra mensaje	Verificar y Validar que al ejecutar los procesos terminen correctamente Imagen 3: a.- Puntaje superior a 55 mensaje PopUp "Tus respuestas indican que vas mejorando cada dia. Sigamos asi para derrotar a este enemigo silencioso." b.- Puntaje menor a 55 mensaje PopUp "Para derrotar a este enemigo silencioso debemos seguir las indicaciones." c.- Se visualiza el Boton Terminar	Ejecución Ok	Ok	Rodrigo Ysla

Figura 101.Pruebas unitarias caso 3

Elaboración: los autores

Anexo 14. Prototipo de Gestión de Padres

Gestión Padres

Seccion: 4° Grado ▾

Profesor: Lis Rosales ▾

Fecha: 06-08-2020 ▾

Nombre	Avance
SOLIS SANCHEZ, DANIELA	
CARRANZA SALAS, SANDRA JANETH	
CAJAS PUPUCHE, DANIEL ANTONIO	
CAJUSOL AMPUERO, MAHALY BRIGGITTE	
DAVILA LUGUEN, KEISY YANINA	

---- Buscar Padre ---

Agregar Nuevo

Registrar

Figura 102. Gestión de padres

Elaboración: los autores

Avance

Padre: SOLIS SANCHEZ, DANIELA

Hijo: ANICAMA SOLIS, JORGE

Seccion: 4° Grado

Grado de Anemia: Leve

Nivel de Hemoglobina: 10.9

Descripción	Fecha
Siguió Recomendación	28-07-2020
No Siguió Recomendación	29-07-2020
Siguió Recomendación	30-07-2020
Siguió Recomendación	31-07-2020
Siguió Recomendación	01-08-2020
No Siguió Recomendación	02-08-2020
Siguió Recomendación	03-08-2020
No Siguió Recomendación	04-08-2020
Siguió Recomendación	05-08-2020
Siguió Recomendación	06-08-2020

Estado de Anemia: Anemia Disminuida

Nueva Hemoglobina: --- Grado ---

Registrar

Figura 103. Avance

Elaboración: los autores

Anexo 15. Acta de Aceptación

	UNIVERSIDAD SAN MARTÍN DE PORRES FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA	
	ACTA DE ACEPTACION PROYECTO	FECHA EMISIÓN: 06/08/2020

ACTA DE ACEPTACIÓN

NOMBRE DEL PROYECTO						
APP DE RECOMENDACIONES ALIMENTARIAS PARA REDUCIR LA MALA ALIMENTACIÓN EN CASOS DE ANEMIA EN NIÑOS DE LA I.E. N° 8163 "SANTIAGO APÓSTOL DE PUNCHAUCA"						
NOMBRE DEL CLIENTE						
Carmen Rosa Valderrama Calistro						
DECLARACIÓN DE LA ACEPTACIÓN FORMAL						
Por la presente se deja constancia de que el Proyecto ha sido corroborado por la directora, Carmen Valderrama Calistro, por lo que concluye que el proyecto ha cumplido sus fases exitosamente.						
Se brindo la siguiente información al cliente: <ul style="list-style-type: none"> • Acta de constitución • Diagramas de flujo de los procesos • Historias de usuario • Criterios de aceptación de las historias de usuario • Plan de prueba • Aplicación • Acta de Aceptación. 						
OBSERVACIONES ADICIONALES						
El proyecto ha sido desarrollado dentro de los tiempos planificados, siendo la fecha de término el 15 de agosto del 2020						
ACEPTADO POR						
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">NOMBRE DEL CLIENTE</th> <th style="text-align: left;">FECHA</th> <th style="text-align: left;">FIRMA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Carmen Rosa Valderrama Calistro</td> <td style="text-align: center;">18/08/2020</td> <td style="text-align: center;">   Carmen Rosa Valderrama Calistro DIRECTORA CPPe N° 0108891493 </td> </tr> </tbody> </table>	NOMBRE DEL CLIENTE	FECHA	FIRMA	Carmen Rosa Valderrama Calistro	18/08/2020	  Carmen Rosa Valderrama Calistro DIRECTORA CPPe N° 0108891493
NOMBRE DEL CLIENTE	FECHA	FIRMA				
Carmen Rosa Valderrama Calistro	18/08/2020	  Carmen Rosa Valderrama Calistro DIRECTORA CPPe N° 0108891493				

Figura 104. Acta de aceptación
Elaboración: los autores

Anexo 16. Acta de Aceptación de Documentación

Índice

Introducción	2
1. Propósito.....	2
2. Requisitos Generales	2
Características de la Acta	3
1. Autores	3
2. Fecha de Demostración.....	3
3. Criterios aprobados por la validación.	3
4. Elementos Pendientes	3
5. Firmas de aprobación	3

Universidad San Martín de Porres	
App de recomendaciones alimentarias para reducir la mala alimentación en casos de anemia en niños del colegio “Santiago Apóstol de Punchauca”	

Introducción

1. Propósito

Por el presente documento se deja en evidencia la presentación de la documentación requerida para el proyecto de: “App de recomendaciones alimentarias para reducir la mala alimentación en casos de anemia en niños del colegio “Santiago Apóstol de Punchauca”, que tuvo inicio el 02 de mayo del 2020, y con fecha de estimación de fin de proyecto en 14 de agosto del 2020.

2. Requisitos Generales

Los requerimientos generales que el sistema presenta son los siguientes:

- Administrador Alumnos

Permite al administrador poder ingresar de manera masiva a los alumnos de todo el centro educativo, con el fin de hacer seguimiento y poder tener un mejor margen de estudio.

- Reporte de Comidas

Permite tener conocimiento de las comidas más demandadas, menos demandadas y tener conocimiento de cuales están teniendo un mayor impacto dentro del tratamiento de los alumnos del centro educativo.

- Reporte de Alumnado

Permite tener manejo de los alumnos que van ingresando y van desarrollando su tratamiento.

- Reporte de Alimentos

Permite tener mayor control, basándose en índices de sus alumnos y su progreso.

<p>Universidad San Martín de Porres</p>	
<p>App de recomendaciones alimentarias para reducir la mala alimentación en casos de anemia en niños del colegio "Apóstol de Punchauca"</p>	

Características de la Acta

1. Autores

- Bendezu Castilla, Renzo Paul
- Ysla Parra, Rodrigo Alex Augusto

2. Fecha de Demostración

Se realiza la demostración del prototipo el día 03 de agosto de 2020.

3. Criterios aprobados por la validación.

Las historias de usuarios se encuentran realizadas y finalizadas correctamente.

Las pruebas unitarias se encuentran realizadas y finalizadas correctamente.

Los prototipos de las pantallas de la aplicación se encuentran realizadas y finalizadas correctamente.

4. Elementos Pendientes

No queda ningún elemento pendiente.

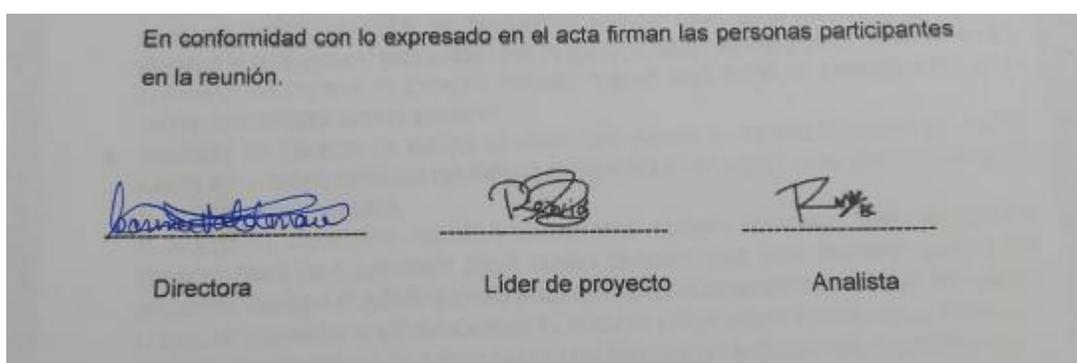


Figura 105. Plan de pruebas
Elaboración: los autores

Anexo 17. Interacción de contenedores

Tabla 17. Iteración Contenedores

Interacción de contenedores					
Contenedor	Componentes	Interacción	Descripción	Módulos	Localidad
Aplicación Móvil	Aplicación Móvil	Android V4.0.1	Ambiente de desarrollo del software, entrega y recibe la información necesaria para el análisis y pruebas en cada opción	Ambiente de Desarrollo de Usuario - Docente -Doctor	Container
Aplicación Rest	Autenticación de Usuario	Authentication Firebase	Permite iniciar sesión de los usuarios por correo electrónico	Login al sistema por parte de los Usuarios - Docente - Doctor	Container Modelo Backend
	Controlador de Variables	Desarrollo Android Java	Mantenimiento de variables para análisis posteriores dentro del sistema.	Mantenimiento de los módulos de Alimentos, Comidas y Jugamos Encuesta. Se tendrá presente el guardar los datos específicos, según se referencia en el sistema. Comunicación con Dataset para almacenaje de datos en BD.	Container Modelo Backend
	Análisis de datos	Desarrollo Júpiter- Anaconda	Integración de información para elaboración de lógica inteligente	Análisis de datos para las variables de entradas del Módulo de Registro, por parte del Administrador y Modulo de Alientos, por parte del Usuario	Container Modelo Backend
	Pruebas de Algoritmo	Desarrollo Júpiter- Anaconda	Mediante árbol de decisiones con matriz de confusión y análisis de variables más importantes	Resultado de Análisis de variables en el módulo de Comidas por parte del Usuario. Comunicación con Data Set para almacenaje de Comidas seleccionadas en BD.	Container Modelo Backend

	Recomendar	Modelo Bd. y Python	Análisis de data para entrega de dietas según variables más importantes.	Resultado de análisis de variables en los módulos de Desayuno, Almuerzo y Cena.	Container Modelo Backend
	Dataset	Esquema BD con Json	Proporciona información de BD a través de clases declaradas en las fuentes del sistema	Se integrarán data seleccionada por los módulos solicitantes tanto para el algoritmo, como para las variables de entrada.	Container Modelo Backend
Base de Datos	Base de Datos	Google Cloud Platform / FireBase	Almacena información de manera segura (encriptación), para su análisis. Permite almacenar credenciales y/o registro de accesos.	Modulo Historial de alimentos por el Usuario y módulo de historial para medicamentos por el Doctor. Sera alimentada por Dataset.	Container
Modelo Predictivo	Modelo Predictivo	Lenguaje Python	Facilita al usuario el manejo de data a nivel de programación orientada a Machine Learning, las cuales se realiza las recomendaciones bajo predicción	Módulos de Reporte por parte del Administrador y futura implementación de Gestión de Padres	Container
Manejo de Data	Manejo de Data	Pickle csv	Versionamiento e Integración de data para exportar.	Los módulos a utilizar serán Comidas para el manejo de la data exportada para el Usuario en aplicativo, para directores o Profesores para conocer desempeño y Doctor para conocer sus preferencias.	Container

Fuente: Elaboración de los autores

Anexo 15. Prueba de Stress

Para esta prueba se utilizó el programa StressStimulus que es una herramienta para realizar pruebas de cargas para aplicaciones ya sea aplicaciones web o móviles.

Se ejecutó el programa en las siguientes funcionalidades:

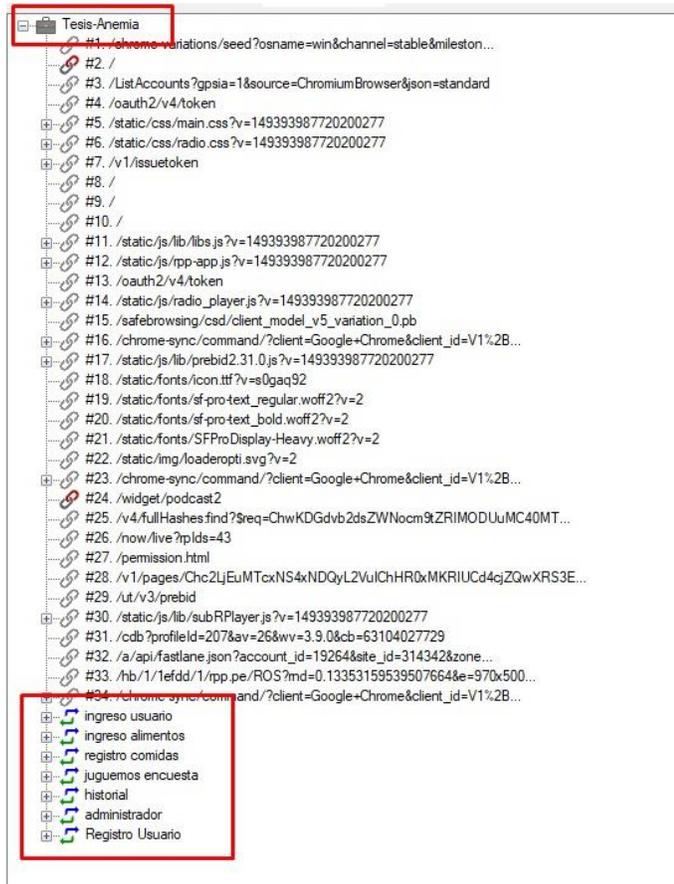


Figura 106. Menú general pruebas
Elaboración: los autores

Registro de Alimentos:

En esta funcionalidad según el software utilizado no presentó ningún error en la ejecución, saltaron 2 notificaciones con respecto al tiempo de respuesta en el proceso ejecutado

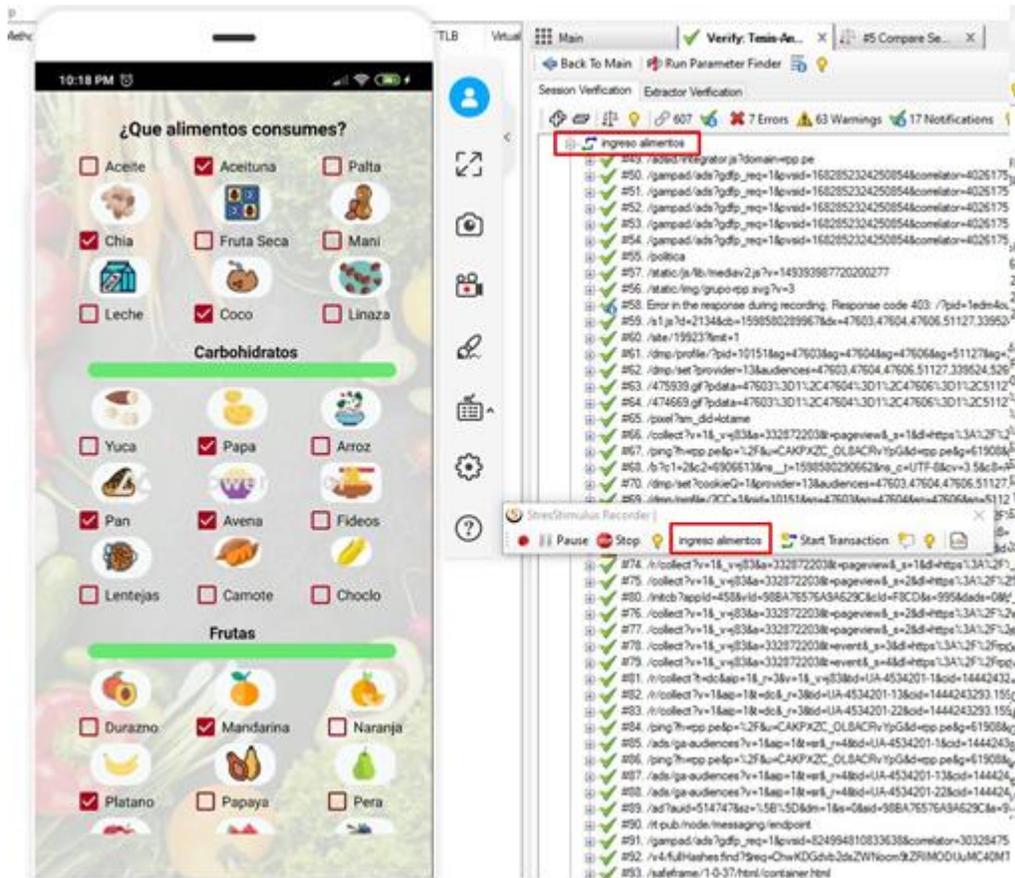


Figura 107. Prueba registro de alimentos
Elaboración: los autores

Registro Desayuno:

En esta funcionalidad según el software utilizado presentó 1 error en la ejecución que hace referencia a un error de respuesta de código 404, saltaron 4 advertencias sobre los códigos que no está coincidiendo con lo requerido.

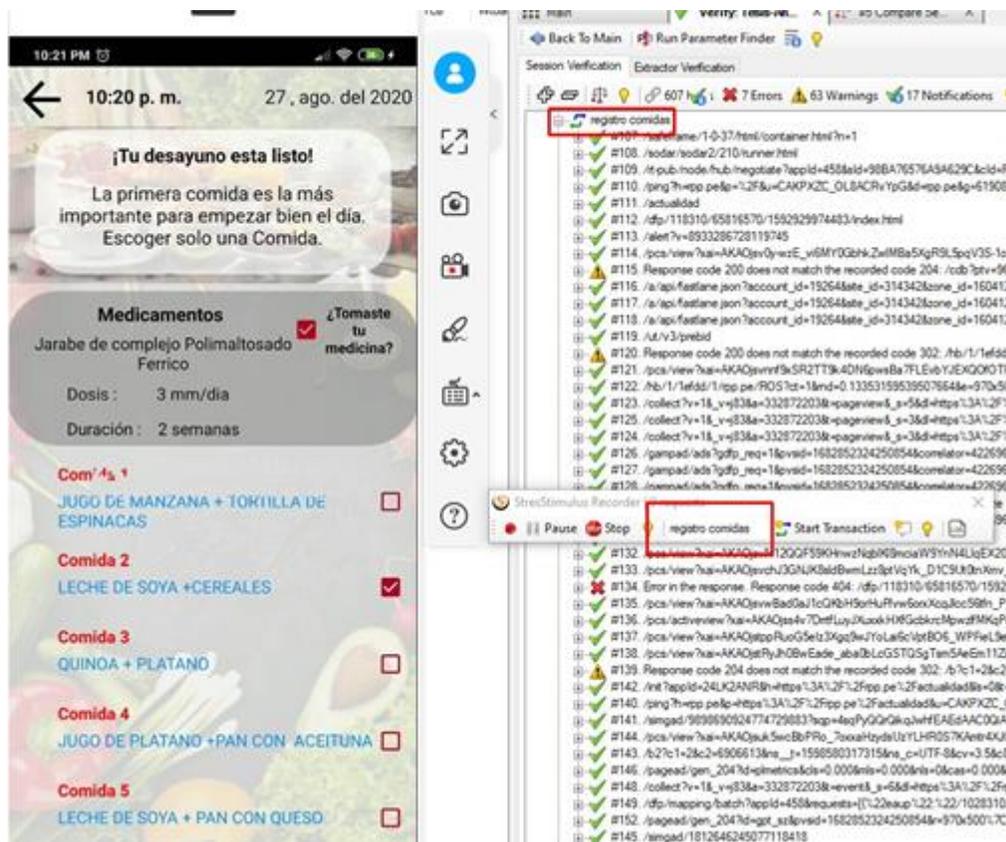


Figura 108. Prueba registro desayuno
Elaboración: los autores

Juguemos

En esta funcionalidad según el software utilizado no presentó ningún error en la ejecución, salto 1 advertencia referido al tamaño del archivo (Imagen) utilizada.

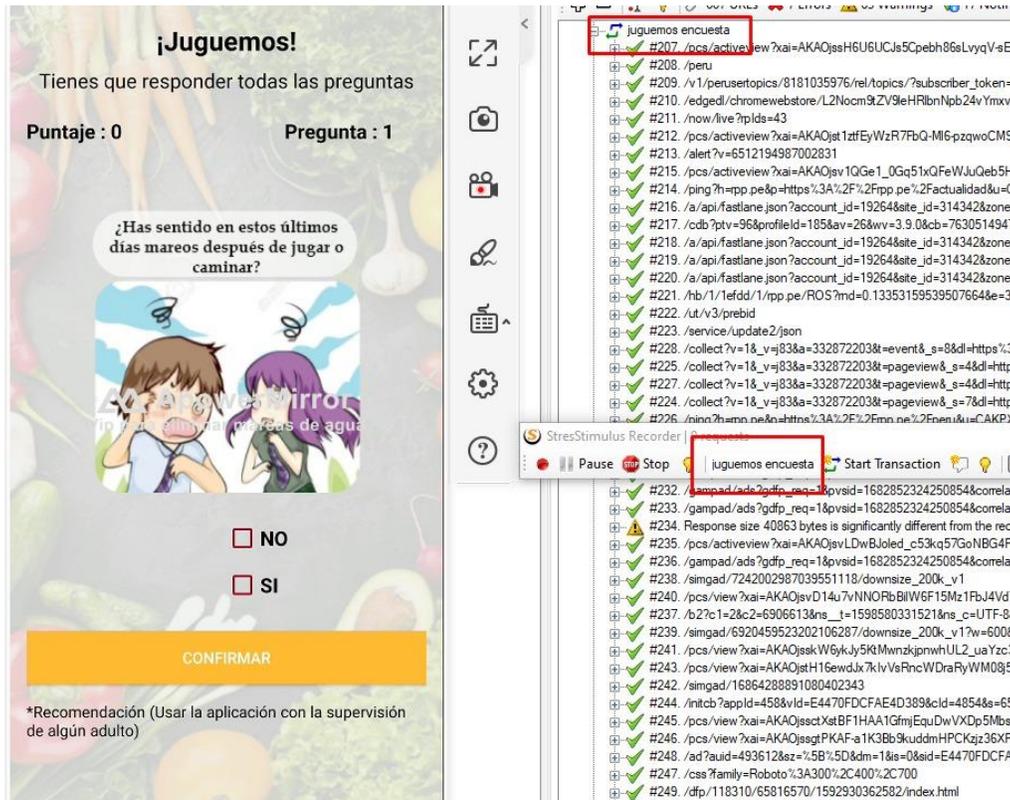


Figura 109. Prueba juguemos
Elaboración: los autores

Evolución total de la aplicación

En esta funcionalidad según el software utilizado presentó un total de 7 errores, 64 advertencias y 17 notificaciones. Por otro lado, el software de pruebas realizó sobrecarga a la aplicación realizando una emulación de navegación de usuario y soporto 607 conexiones.

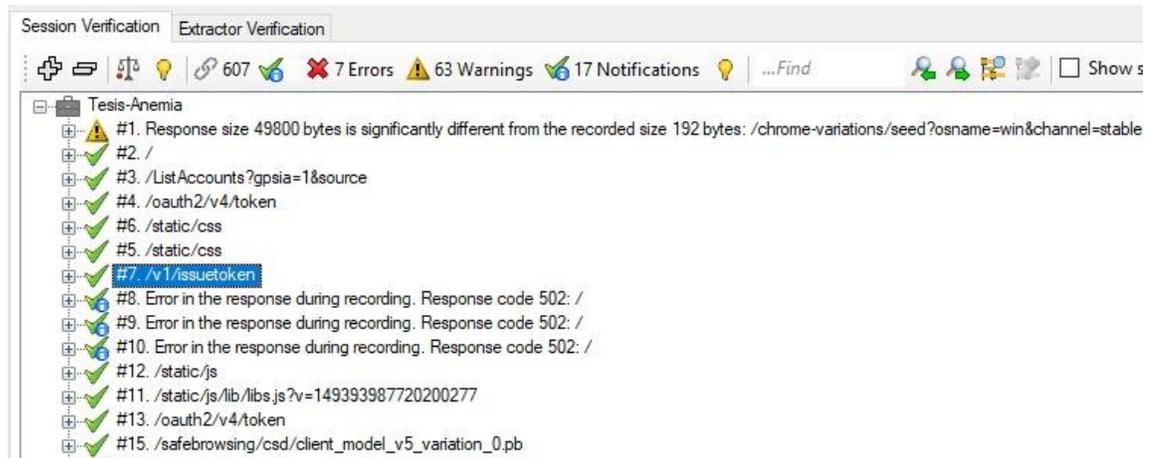


Figura 110. Prueba aplicación en general
Elaboración: los autores