



**DISPENSADOR AUTOMÁTICO DE COMIDA Y AGUA CON CONEXIÓN APP
MÓVIL PARA EL MONITOREO Y DIAGNÓSTICO MÉDICO VETERINARIO
CANINO CON IA.**

MAGREL LONDOÑO GUTIERREZ

202013037

UNIVERSIDAD DEL VALLE

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y CIENCIAS DE LA

COMPUTACIÓN

INGENIERÍA DE SISTEMAS

TULUÁ 2023



**DISPENSADOR AUTOMÁTICO DE COMIDA Y AGUA CON CONEXIÓN APP
MÓVIL PARA EL MONITOREO Y DIAGNÓSTICO MÉDICO VETERINARIO
CANINO CON IA.**

DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

ING. JOSHUA DAVID TRIANA

CODIRECTOR

ING. JUAN SEBASTIAN CORREA

UNIVERSIDAD DEL VALLE

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y CIENCIAS DE LA

COMPUTACIÓN

INGENIERÍA DE SISTEMAS

TULUÁ 2023

Nota de Aceptación

Ing. Joshua David Triana Madrid

Director

Ing. Juan Sebastián Correa

Codirector

Jurador 1

Jurador 2

Dedicatorias

Primero, quiero dedicar este logro a mí por la persistir y nunca rendirme, a mis padres por confiar en mí y siempre animarme, a mi familia y amigos por creer en mi capacidad y siempre elogiar mi dedicación, a mi hermana por acompañarme en mis traspasos y mi novio por escuchar mis frustraciones, y no menos importante a Dios por siempre iluminarme cada vez que lo necesite.

También se lo dedicó a cada una de las personas que hicieron parte de este proceso de mi carrera profesional y que hicieron parte del trabajo de grado.

Agradecimientos

Agradezco primeramente a los profesores Joshua David Triana, Juan Sebastián Correa y Héctor García Arana que hicieron posible la culminación del trabajo de grado y que me acompañaron en este proceso.

Doy mis sinceros agradecimientos a toda la comunidad de la universidad del Valle sede Tuluá que hicieron ameno mis días en la universidad, me acompañaron y me hicieron crecer en el transcurso del proceso.

Y finalmente agradezco al programa tecnología en electrónica por su apoyo en el trabajo de grado y por ser parte de mi crecimiento profesional y personal.

Resumen

El proyecto trata sobre la creación de una aplicación móvil con capacidad de diagnosticar 11 enfermedades y que tiene conectividad a un dispensador automático de comida y agua para perros, que funcionara como herramienta de apoyo para monitorear el apetito del can que es uno de los posibles síntomas que se pueden ingresar a la aplicación móvil.

Para la solución del proyecto fue importante tener conocimiento de las enfermedades a diagnosticar, obtener una base de datos y recopilar información sobre las diferentes técnicas de inteligencia artificial. La implementación de la IA fue importante tener en cuenta las métricas para su evacuación de rendimiento.

Se evidencia los temas a tener en cuenta para la programación del dispensador automático, como el horario de servir el alimento, la cantidad de alimento a servir según su condición y la importancia del agua en el can.

Por último, se evalúa la usabilidad del sistema por medio de preguntas planteadas orientadas a la eficiencia, efectividad y satisfacción.

Palabras claves: técnicas de IA, enfermedad de perros, IoT, SVM, dispensador automático.

Abstract

The project deals with the creation of a mobile application with the capacity to diagnose 11 diseases and that has connectivity to an automatic food and water dispenser for dogs, which will work as a support tool to monitor the appetite of the dog, which is one of the possible symptoms. that can be entered into the mobile application.

For the solution of the project it was important to have knowledge of the diseases to be diagnosed, obtain a database and collect information on the different artificial intelligence techniques. The implementation of the AI was important to take into account the metrics for its performance evaluation.

The issues to be taken into account for the programming of the automatic dispenser are evident, such as the time to serve the food, the amount of food to be served according to its condition and the importance of water in the dog.

Finally, the usability of the system is evaluated through questions posed aimed at efficiency, effectiveness and satisfaction.

Keywords: *AI techniques, dog disease, IoT, SVM, automatic dispenser.*

ÍNDICE GENERAL

1	INTRODUCCIÓN.....	12
1.1	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	12
1.2	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	13
2	MARCO REFERENCIAL	14
2.1	ESTADO DEL ARTE	14
2.1.1	LAS TENDENCIAS EN TRANSFORMACIÓN DIGITAL PARA 2019 [7] 14	
2.1.2	UNA APP DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL ACELERA EL DIAGNÓSTICO DEL NEUMOTORAX [8].....	14
2.1.3	LA IA EN LA MEDICINA VETERINARIA [9]	15
2.1.4	ZOETIS LANZA VETSCAN IMAGYST [10]	15
2.2	ANTECEDENTES	15
2.2.1	DISPENSADOR AUTOMÁTICO PARA MASCOTAS, PROGRAMABLE Y CONTROLADO REMOTAMENTE 2013 (TRABAJO 1)[11]:	15
2.2.2	ANÁLISIS COMPARATIVO DE DOS SISTEMAS EXPEERTOS PARA EL APOYO DIAGNÓSTICO VETERINARIO EN LOS CANINOS 2016 (TRABAJO 2)[12]:	16
2.2.3	ESTUDIO COMPARADO DE LAS TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA EL DIAGNÓSTICO DE ENFERMEDADES EN LA GANADERIA 2018 (TRABAJO 3)[13]:	16
2.3	DISEÑO DE UN DISPENSADOR INTELIGENTE PARA ALIMENTAR MASCOTAS 2019 (TRABAJO 4)[14]:.....	16
2.3.1	PROTOTIPO DE SISTEMA EXPERTO PARA EL DIAGNÓSTICO DE ENFERMEDADES CANINAS 2020 (TRABAJO 5)[4]:.....	17
2.4	MARCO TEORICO.....	18
2.4.1	RACIONALISMOS (DESCARTES)[15]:.....	18
2.4.2	TEORIA COGNITIVA [16]:.....	18
2.4.3	CIENCIAS COGNITIVAS [17]:.....	18
2.4.4	REVOLUCIÓN COGNITIVA [17]:	19
2.4.5	TEORIA DE LA MENTE [17]:.....	19
2.5	MARCO CONCEPTUAL	19
2.5.1	INTELIGENCIA ARTIFICIAL:.....	19
2.5.2	CLASIFICACIÓN AUTOMÁTICA DE DOCUMENTOS[19]:	20
2.5.3	CONTROL AUTOMÁTICO[20]:	21

2.5.4	SISTEMAS DE CONTROL[21]:	21
2.5.5	INTERNET DE LAS COSAS (IoT)[22]:	21
3	OBJETIVOS	22
3.1	OBJETIVO GENERAL	22
3.2	OBJETIVOS ESPECIFICOS	22
4	METODOLOGÍA.....	24
4.1	METODOLOGÍA DESCRIPTIVA.....	24
4.2	INVESTIGACIÓN APLICADA	24
4.3	METODOLOGÍA DE GESTIÓN DE PROYECTO Y DESARROLLO DE SOFTWARE.....	24
5	ENFERMEDADES CANINAS	27
5.1	PREPROCESAMIENTO	28
6	TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL	29
6.1	JUSTIFICACIÓN DE LA TÉCNICA DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL:	29
7	DESARROLLO DE APLICACIÓN MÓVIL	31
7.1	DOCUMENTACIÓN	31
7.1.1	REQUERIMIENTOS	31
7.1.2	DIAGRAMA CASO DE USOS	33
7.1.3	BASE DE DATOS.....	34
7.1.4	HISTORIAS DE USUARIO	34
7.2	ARQUITECTURA.....	36
7.3	FRONTEND	36
7.3.1	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA APLICACIÓN MÓVIL.....	37
7.3.2	INTERFAZ	38
7.4	BACKEND	43
7.4.1	IMPLEMENTACIÓN DE LA IA.....	44
8	IMPLEMENTACIÓN DEL DISPENSADOR AUTOMÁTICO	52
8.1	BENEFICIOS DE UN PROGRAMA DE ALIMENTACIÓN	52
8.2	CANTIDAD DE ALIMENTO A SERVIR	52
8.3	CANTIDAD DE AGUA QUE DEBE CONSUMIR EL CAN	53
8.4	MATERIALES Y DIAGRAMA DE CONEXIÓN DE COMPONENTES	53
8.5	DIAGRAMA DE FLUJO	55
9	USABILIDAD DEL SISTEMA	57

9.1	ENCUESTAS	57
9.2	RESPUESTAS	58
10	CONCLUSIONES.....	68
11	TRABAJOS FUTUROS.....	70
12	ANEXOS	71
13	REFERENCIAS	97

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Antecedentes Vs Criterios.....	18
Tabla 2.	Objetivos específicos y entregables esperados.....	24
Tabla 3.	Criterios vs técnicas de IA seleccionados según las técnicas que aparecían en la tabla 3.	30
Tabla 4.	Requerimientos de la aplicación móvil	33
Tabla 5.	Historia de usuario inicio de sesión.....	35
Tabla 6.	Historia de usuario Nuevo diagnóstico.	35
Tabla 7.	Resultados de las métricas que evalúa el modelo SVM.....	46
Tabla 8.	Resultados de los diagnósticos veterinarios al azar	50
Tabla 9.	Porción de alimento según sus condiciones.	53
Tabla 10.	Peso ideal de un perro según su estatura.	53
Tabla 11.	Componentes del dispensador.	54
Tabla 12.	Formas de medir la usabilidad.....	57
Tabla 13.	Conclusiones y resultados sobre la usabilidad del sistema.....	59
Tabla 14.	Listado de artículos y tesis sobre trabajos que utilizan una o varias técnicas de IA.	96

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.	Idea principal de solución para la formulación del problema planteado anteriormente.	13
Ilustración 2.	Evidencia 1 de la implementación metodología Kanban.....	25
Ilustración 3.	Evidencia 2 de la implementación metodología Kanban.....	26
Ilustración 4.	Evidencia 3 de la implementación metodología Kanban.....	26
Ilustración 5.	Base de datos sobre las enfermedades y sus síntomas.....	28
Ilustración 6.	Diagrama de caso de usos de la aplicación móvil.	33

Ilustración 7.	Diagrama entidad relación base de datos.....	34
Ilustración 8.	Arquitectura del sistema completo.	36
Ilustración 9.	Arquitectura del Frontend implementado.	37
Ilustración 10.	Modelo de navegación con los screens principales de la app IA Health	38
Ilustración 11.	Ventanas de inicio de sesión y registro de app móvil.	39
Ilustración 12.	Ventanas Can y nuevo can.	40
Ilustración 13.	Ventanas Dispensador y Diagnósticos.	41
Ilustración 14.	Ventana para crear nuevo diagnóstico médico veterinario.	42
Ilustración 15.	Arquitectura de la API Django implementada.	43
Ilustración 16.	Clasificación de los datos SVM.	44
Ilustración 17.	Matriz de confusión sin normalizar.....	47
Ilustración 18.	Matriz de confusión normalizada con respecto a las predicciones.	48
Ilustración 19.	Matriz de confusión normalizada con respecto a los valores verdaderos. 49	
Ilustración 20.	Diagrama de conexión de los componentes.	54
Ilustración 21.	Diagrama de flujo del funcionamiento del dispensador.....	55
Ilustración 22.	Diagrama de flujo del sistema automático de cómo se sirve el alimento. 56	
Ilustración 23.	Pregunta 1 con las respectivas respuestas por los usuarios.	60
Ilustración 24.	Pregunta 2 con las respectivas respuestas por los usuarios.	60
Ilustración 25.	Pregunta 3 con las respectivas respuestas por los usuarios.	61
Ilustración 26.	Pregunta 4 con las respectivas respuestas por los usuarios.	61
Ilustración 27.	Pregunta 5 con las respectivas respuestas por los usuarios.	62
Ilustración 28.	Pregunta 6 con las respectivas respuestas por los usuarios.	62
Ilustración 29.	Pregunta 7 con las respectivas respuestas por los usuarios.	63
Ilustración 30.	Pregunta 8 con las respectivas respuestas por los usuarios.	63
Ilustración 31.	Pregunta 9 con las respectivas respuestas por los usuarios.	64
Ilustración 32.	Pregunta 10 con las respectivas respuestas por los usuarios.	64
Ilustración 33.	Pregunta 11 con las respectivas respuestas por los usuarios.	65
Ilustración 34.	Pregunta 12 con las respectivas respuestas por los usuarios.	66
Ilustración 35.	Pregunta 13 con las respectivas respuestas por los usuarios.	66
Ilustración 36.	Pregunta 14 con las respectivas respuestas por los usuarios.	66
Ilustración 37.	Pregunta 15 con las respectivas respuestas por los usuarios.	67

1 INTRODUCCIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Las mascotas se han vuelto un núcleo muy importante para las familias colombianas, según Juan Daniel Oviedo, director del Dane “hace 10 años, menos de un millón de familias gastaban en comida y veterinario para sus mascotas. Ahora ya casi los tres millones de hogares en la encuesta dicen que gastan en sus mascotas, ya sea en alimentación, cuidado, veterinario, entre otras cosas”. A pesar de que a decrecido del número de personas en el hogar se ha ingresado animales de compañía para ocupar esos vacíos. Según Kantar World Panel “3.629.365 hogares que tienen animales de compañía, de los cuales el 60,3% tienen perro, 22,3% gato y 17,4% tienen ambos”[1].

Para muchos no existe una mejor compañía de mascota como el perro, son animales muy cariñosos, fieles, leales y que saben cómo alegrarle la vida de su amo. Sin embargo, como ocurre con cualquier animal de compañía, requiere cuidados para tener buena salud y vida. Existen muchos errores que los dueños de los perros suelen cometer y esto puede afectar su comportamiento, su salud física y mental. Uno de esos problemas es en cuanto la alimentación, no saben que cantidad de comida deben consumir sus mascotas, suelen sobrealimentar al canino. Como se sabe comer de más pone en riesgo la salud de la mascota. EL sobrepeso pueden traer complicaciones medicas como diabetes o afectaciones en las articulaciones[2].

La mala alimentación también puede provocar otras enfermedades como hipertensión y cáncer entre otras advierte Maricela Jiménez, cirujana del Hospital Veterinario de la Universidad del Valle de México. Las enfermedades relacionadas con la obesidad y desnutrición no solo provocan una mala calidad de vida, sino que también disminuye en promedio dos años de vida al can. Ante estas condiciones, un especialista recomienda en primer lugar, una buena administración de la comida de forma balanceada que le permita al canino los nutrientes necesarios, según su edad, talla y estado fisiológico. Es importante establecer horarios de las comidas para que los perros reciban su alimentación a la misma hora para no provocar desórdenes alimenticios[3].

Como anteriormente describí, el 60,3% de las familias colombianas tienen perros, entonces es considerado la mascota preferida por los colombianos, cobra una gran importancia el cuidado de su salud, por ende, es preocupante las enfermedades que los afectan, aunque existan centros veterinarios que ofrecen sus servicios a domicilio 24 horas, su servicio domiciliario nocturno es ineficiente debido a que en muchas ocasiones no responden llamadas desde las 10 pm hasta la 5 am dado que quizás no tengan personal suficiente para prestar su servicio nocturno[4].

A veces no se está pendiente de los perros, debido a que quizás los dueños de los perros no se encuentran todo el día en la casa por sus trabajos u otros deberes que deben cumplir, quizás

los dueños no cuentan con el debido tiempo para estar pendiente de estos animalitos y ellos demandan mucha atención debido a que ellos no se pueden expresar con palabras, si no que ellos se expresan con hechos, por ejemplo: con la cantidad de comida que como y la cantidad de agua que toma al día, si no estamos pendientes de su alimentación a partir de eso nos podemos dar cuenta de que el perro puede que se encuentre indispueto.

El diagnóstico veterinario en algunos lugares es de alto costo y solo se cuenta estrictamente con el dinero para los medicamentos, o viceversa, hoy en día existen otras formas de hacer diagnósticos con la ayuda de la inteligencia artificial, aun que hacer aplicación basada en IA es compleja, tampoco es imposible, ya existen APP haciendo diagnósticos médicos como Mediktor “es un preciso asistente medico basado en inteligencia artificial para el diagnóstico y el soporte a la decisión clínica, este evalúa los síntomas del paciente para diferentes enfermedades”[5]. También hay un APP de diagnóstico veterinario llamado VetScan Imagyst “ que hace diagnósticos precisos de parásitos intestinales en perros y gatos”[6].

Como se ha venido diciendo adquirir una mascota es de una gran responsabilidad, y hacer un diagnóstico oportuno y rápido, mejorara la calidad de vida de la mascota.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo detectar si un perro se encuentra indispueto a tiempo con ayuda de sensores para el monitoreo del estado de apetito del perro y a partir de eso poder hacer un diagnóstico veterinario oportuno con técnicas de inteligencia artificial?



Ilustración 1. Idea principal de solución para la formulación del problema planteado anteriormente.

Fuente: Elaboración propia.

2 MARCO REFERENCIAL

2.1 ESTADO DEL ARTE

A continuación, se hablará de las tendencias y avances relacionadas con la IA.

2.1.1 LAS TENDENCIAS EN TRANSFORMACIÓN DIGITAL PARA 2019 [7]

- En el 2019 el 30% de las grandes compañías aprovecharán el IA obtener ingresos del Data as A service, según Appian.
- Se incorporará un 75% la IA en aplicaciones comerciales empresariales y el 50% interactuarán con estas aplicaciones en el 2021.

2.1.1.1 IA COMO AGENTE DE CAMBIO

- IA está jugando un papel importante para los diferentes procesos. Se fomentará el trabajo digital en un 40% en las empresas incorporando IA y automatización en los procesos a través de la robótica.

2.1.1.2 LA AUTOMATIZACIÓN INTELIGENTE

El cloud computing y la automatización pasaran a enfocarse en tareas de back office a concentrarse en tareas dentro de la misma empresa.

Según un informe de Appint “El futuro del trabajo”:

- Las compañías en un 41% planean incorporar automatización en 2019.
- Las compañías en un 54% de las organizaciones tiene o planean incorporar procesos de machine learning.
- Las empresas en un 75% han incorporado o tienen pensado en incorporar automatización inteligente en el próximo año.

2.1.2 UNA APP DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL ACELERA EL DIAGNÓSTICO DEL NEUMOTORAX [8]

Lo que hace la aplicación es analizar la radiografía y da un aviso inmediato el cual da un diagnóstico y el tratamiento que debería tomar.

2.1.2.1 NOVEDAD TECNOLÓGICA

Esta aplicación fue presentada en el año 2020 ante el Congreso Europeo de Radiología, esta app presenta tecnología de inteligencia artificial. Se trata de una aplicación que fue creada por GE Healthcare que cuando se ingresa la radiografía emite una alerta computarizada si detecta que presenta neumotórax. Durante la presentación de la aplicación, la Dra. Rachel Callcut, de la Universidad de California, que se encargó de dirigir el Centro de Datos en Salud Digital, dijo: “tenemos la posibilidad de utilizar alertas y avisos tempranos y está muy claro que cuanto antes conozca el medico una potencial amenaza para la vida o un hallazgo

importante, más probabilidades habrá de poder realizar una intervención oportuna que quizás puede cambiar la evolución de un paciente”.

2.1.3 LA IA EN LA MEDICINA VETERINARIA [9]

Las enfermedades ERC o enfermedad renal crónica, son enfermedades que si no se diagnostican a tiempo trae consecuencias graves para el paciente y el dueño de la mascota.

Según Jeniffer Ogeer, vicepresidenta de asuntos médicos de Antech Diagnostics, dicen que la enfermedad ERC no se diagnostica hasta que la masa renal se ha reducido un 67%

2.1.3.1 ESTUDIOS Y RESULTADOS

En el colegio Estadounidense de Medicina Interna Veterinaria (ACVIM) en su último foro se presentó un código que hace análisis de datos de 150.000 exámenes de felinos durante 20 años, y que este de pronto podría predecir o dar un diagnóstico de ERC de manera más rápido.

Los expertos mencionan que estos algoritmos son de suma importancia para el apoyo en la medicina veterinaria, dado que nos podría ayudar a predecir si la mascota puede desarrollar ERC.

El uso de la inteligencia artificial es muy necesario en el campo de la veterinaria, cabe resaltar que los estudios realizados han sido del 95% de precisión de los algoritmos planteados.

2.1.4 ZOETIS LANZA VETSCAN IMAGYST [10]

El 8 de junio de 2021, Madrid-España, la compañía Zoetis lanza VetScan Imagyst, es una herramienta que ayuda a los veterinarios a identificar parásitos intestinales en los perros y gatos, ver imágenes y en tan solo 9 min ver los resultados para compartir a los dueños de las mascotas. Esta nueva plataforma emplea IA, la cual tiene la capacidad de un aprendizaje profundo, donde codificando imágenes y empleando algoritmos de IA da como resultado su diagnóstico final.

La aplicación VetScan Imagyst es la solución más reciente con tecnología de vanguardia que se une a Zoetis, comenta Marta Sánchez de Lerín, directora de la Unidad de Animales de Compañía en Zoetis España.

2.2 ANTECEDENTES

2.2.1 DISPENSADOR AUTOMÁTICO PARA MASCOTAS, PROGRAMABLE Y CONTROLADO REMOTAMENTE 2013 (TRABAJO 1)[11]:

Este proyecto consiste en el diseño y fabricación de un dispensador automático para perros y gatos, que puede ser programado y monitoreado de manera local y remota, se desarrolló una aplicación móvil Android para que el usuario interactúe con el dispensador. Desde la aplicación Android, el usuario tiene como opciones programar la cantidad de comida a servir,

además puede programar 3 horarios para servir la comida, alarmas, entre otras opciones. El envío de estos datos a la aplicación móvil se hace mediante una tarjeta SIM.

El propósito del desarrollo de este trabajo fue desarrollar un dispensador de comida automático que se pueda tener en el hogar, que garantice las siguientes condiciones: proporcionar un nivel adecuado de comida, establecer horarios regulares y por último asegurarse que el alimento contenga los nutrientes necesarios para el correcto desarrollo del animal.

2.2.2 ANÁLISIS COMPARATIVO DE DOS SISTEMAS EXPERTOS PARA EL APOYO DIAGNÓSTICO VETERINARIO EN LOS CANINOS 2016 (TRABAJO 2)[12]:

ACODSEVEC está enfocado en dar un apoyo, dando un diagnóstico médico veterinario de algunas enfermedades más comunes en los canes que se presentan en las fundaciones, ya que estos no cuentan con un servicio oportuno por un veterinario, y esto representa un riesgo para la vida de los caninos. Por lo tanto, se dio una solución a este problema que por medio de un estudio, diseño, desarrollo, implementación, comparación y evaluación de dos sistemas expertos que se basan en estrategias de inteligencia artificial para dar soluciones acertadas sobre el diagnóstico de las enfermedades caninas.

Se estudiaron las técnicas de Inteligencia Artificial Redes Neuronales Artificiales Backpropagation y Algoritmo de Clasificación de Documentos, donde se recopiló y procesaron información para probar y entrenar los algoritmos. Esta información está conformada por 463 historias clínicas sobre los perros, donde se determina 11 enfermedades y 122 a 140 síntomas.

2.2.3 ESTUDIO COMPARADO DE LAS TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA EL DIAGNÓSTICO DE ENFERMEDADES EN LA GANADERIA 2018 (TRABAJO 3)[13]:

En la presente investigación se estudian técnicas de IA como: las redes neuronales artificiales, el razonamiento basado en casos, las redes bayesianas. Con el propósito de escoger la mejor técnica para el desarrollo de una herramienta de apoyo para realizar diagnósticos de enfermedades en la ganadería con el fin de obtener un mejor grado de precisión en los diagnósticos que se ejecutan y que esta herramienta contribuya en la toma de decisiones, para disminuir las afectaciones en la ganadería, el cuidado de la salud bovina y conservar la masa ganadera.

Como resultado final de un análisis de las técnicas de IA, se reflejó que los resultados más apropiados, para el diagnóstico de enfermedades en la ganadería correspondió con la técnica Redes Bayesianas.

2.3 DISEÑO DE UN DISPENSADOR INTELIGENTE PARA ALIMENTAR MASCOTAS 2019 (TRABAJO 4)[14]:

Este presente trabajo tiene como objetivo diseñar un dispensador inteligente para alimentar las mascotas, para dar solución a la mala alimentación dado que no tiene un control en el horario y ración de la comida. Que será controlado por medio de una aplicación móvil, donde se ingresará el nombre, tamaño, y raza del canino, y esta información será enviada al servidor

local donde el dispensador automático procesara esta información y comparara las variables raza y tamaño, y con esto determinar la cantidad el número de veces que se suministrara la comida al día.

2.3.1 PROTOTIPO DE SISTEMA EXPERTO PARA EL DIAGNÓSTICO DE ENFERMEDADES CANINAS 2020 (TRABAJO 5)[4]:

Este trabajo se realizó con el fin de brindar un apoyo sobre el diagnóstico veterinario, el cual genera posibles tratamiento o procedimientos sobre las 6 enfermedades que se seleccionaron, las enfermedades que se seleccionaron debido a que la mayoría de ellas presentan pocos casos, afectando el desempeño y los resultados de precisión de las técnicas de la IA del prototipo del sistema experto a la hora de diagnosticar las enfermedades caninas.

La aplicación Web PROSEDEC cuenta con un administrador y veterinario.

El administrador tiene opciones como generar diagnósticos, buscar diagnósticos, comparar algoritmos, crear caninos, editar caninos, buscar caninos.

El veterinario cuenta con las opciones generar diagnósticos, buscar diagnósticos, crear caninos, editar caninos, buscar caninos.

TRABAJOS CRITERIOS	PROYECTOS, TESIS, INVESTIGACIONES				
	trabajo 1	trabajo 2	trabajo 3	trabajo 4	trabajo 5
TÉCNICAS DE IA QUE EMPLEARÓN O ESTUDIARÓN	NO APLICA	Algoritmo Backpropagation, algoritmo de Clasificación de Documentos.	Ponderación Lineal (Scoring), Redes Bayesianas, Razonamiento Basado en Casos, Redes Neuronales Artificiales.	NO APLICA	Redes Bayesianas, Árboles de Decisión, Máquina de Soporte Vectorial, Random Forest.
APP MÓVIL	SI	NO	SI	SI	NO
APP WEB	NO	SI	NO	NO	SI
VIGENTE	SI	SI	SI	SI	SI

LENGUAJE PROGRAMACIÓN ÚLTIMA GENERACIÓN (5GL)	NO	SI	SI	NO	SI
MICROCONTROLADOR	Atmega644	NO APLICA	NO APLICA	ARDUI NO UNO	NO APLICA

Tabla 1. Antecedentes Vs Criterios
Fuente: Elaboración propia.

2.4 MARCO TEORICO

2.4.1 RACIONALISMOS (DESCARTES)[15]:

“Pienso, por lo tanto existo”, es una corriente filosófica que actúa el papel de la razón en la adquisición del conocimiento. El termino de “Racionalismo” se llama toda posición filosófica que prima el uso de la razón frente a otras instancias como la, autoridad, lo racional, la experiencia empírica, la fe. El racionalismo es muy usado en la historia de la filosofía para fundamentar el conocimiento: la cual el conocimiento descansa en la razón.

2.4.2 TEORIA COGNITIVA [16]:

Construye modelos de la mente humana que tratan de desvelar la arquitectura de ese conjunto de actitudes, creencias, deseos y capacidades que constituyen el yo, son la base del comportamiento inteligente, y raíz de la posición específica que ocupa el hombre en el universo. Estos modelos tienen su origen en la investigación sobre algoritmos y ordenadores que Turing y Von Neumann concibieron como base científica para una nueva visión del ser humano.

2.4.3 CIENCIAS COGNITIVAS [17]:

Las ciencias cognitivas son teorías que explican en entorno a las funciones de la mente. Estudian la cognición, los sistemas cognitivos, la inteligencia.

Las ciencias cognitivas comprenden un amplio conjunto de ciencias y diciplinas como:

- Neurociencias
- Psicología
- Psicolingüística

- inteligencia artificial
- etología
- antropología
- filosofía.

La cognición hace referencia a tareas de elaboración, adquisición, recuperación, utilización de información para resolver problemas.

El procesamiento de información es propio de la mente humana y la inteligencia artificial.

2.4.4 REVOLUCIÓN COGNITIVA [17]:

La revolución cognitiva es la interdisciplina de las investigaciones, la analogía entre cerebro y ordenador, la cognición entendida como procesamiento de información, las supuestas mentalistas para explicar la actividad humana y crítica del conductismo.

2.4.5 TEORIA DE LA MENTE [17]:

El término “teoría” en “teoría de la mente”. La mente, entendida como un sistema de conocimientos e indiferencias que permite interpretar y predecir la conducta de los demás, merece el calificativo de “teoría”, puesto que no es directamente observable y sirve para predecir y modificar el comportamiento.

2.5 MARCO CONCEPTUAL

2.5.1 INTELIGENCIA ARTIFICIAL:

En una primera aproximación podemos definir IA como una ciencia que tiene como objetivo el diseño y construcción de máquinas capaces de imitar el comportamiento inteligente de las personas. Una rama especializada de la información que investiga y produce razonamiento por medio de máquinas automáticas y pretende fabricar artefactos dotados de la capacidad de pensar. Existen dos ramas en las que se ha cimentado el desarrollo y consolidación de la IA: la ingeniería y la lógica matemática [16].

En 1956, cuando se celebró en el Instituto de Tecnología de Massachussets, el Simposio sobre Teoría de la Información. El acontecimiento congregó a los investigadores más notables. Los informáticos Allen Newell y Herbert Simón presentaron la “Maquina de la Teoría Lógica”, que era un avance de lo que pronto se configuraría como inteligencia artificial [17].

- Tipos de inteligencia artificial[18]:

Según Stuart Russell y Peter Norving expertos en ciencias de la computación, dicen que hay varios tipos de inteligencia artificial, que serían:

- Sistemas que piensan como humanos: automatizan actividades como la resolución de problemas, toma de decisiones, el aprendizaje. Como por ejemplo las redes neuronales artificiales.
- Sistemas que actúan como humanos: son sistemas que realizan tareas de forma similar de como lo hace el ser humano. Como por ejemplo los robots.
- Sistemas que piensan racionalmente: se intenta emular el pensamiento lógico racional de las personas, se investiga de cómo lograr que las maquinas puedan percibir, razonar y actuar en consecuencia. Como por ejemplo los sistemas expertos se engloban en este grupo.
- Sistemas que actúan racionalmente: son aquellas que idealmente tratan de imitar de manera racional el comportamiento de la persona. Como por ejemplo los agentes inteligentes.

2.5.2 CLASIFICACIÓN AUTOMÁTICA DE DOCUMENTOS[19]:

Sobre un conjunto de elementos consiste en aplicar técnicas de inteligencia artificial, para así ordenarlos por categorías o clases. Pero, también se puede asignar un documento a una definida categoría o clase con utilizar estas técnicas.

La clasificación automática de documentos se puede dividir en:

- Clasificación supervisada
- Clasificación no supervisada

Las técnicas de clasificación automática de documentos más usadas según el tipo de clasificación existen:

- Técnica de aprendizaje supervisado para clasificaciones supervisada. Son técnicas que intentan reducir una función que partiendo de la colección de archivos (clasificación manual), tomando un documento de entrada sea capaz de predecir la clase o categoría a la que corresponde ese documento. Dependiendo del tipo de colección de documento o tipo de documentos a clasificar, se utilizarán unas técnicas u otras, desde algoritmos de clasificación bayesianos, redes neuronales, arboles de decisiones...
- Para clasificaciones no supervisadas, se utilizan algoritmos de clustering. Cuando no se disponen de un conjunto de documentos previos clasificados, a partir, de las propiedades de los documentos, agruparlos (clustering) según su similitud entre sí.

2.5.3 CONTROL AUTOMÁTICO[20]:

Es un término que nos ha acompañado por milenios y está muy presente en la industrialización. Esto se debe a que todo lo que nos rodea está conformado por sistemas dinámicos, el cual estos pueden ser representados aproximadamente por formulaciones matemáticas (por lo general ecuaciones diferenciales) donde pueden ser controlados mediante el uso de las herramientas provistas por la teoría de control.

2.5.4 SISTEMAS DE CONTROL[21]:

Es un sistema que está compuesto por un grupo de elementos (actuadores, sistema, punto de referencia, controlador...) que permite ejercer control, teniendo como objetivo tener una salida deseada del sistema.

- Componentes básicos de un sistema de control se pueden describir mediante:
 - Objetivos de control: El objetivo de un sistema de control es controlar la salida en alguna forma prescrita mediante las entradas a través de los elementos del sistema de control.
 - Componentes del sistema de control:

entrada (objetivos) -> SISTEMA DE CONTROL -> salida(resultados).
 - Resultados o salidas: son las variables controladas, el resultado de la variable deseada.

2.5.5 INTERNET DE LAS COSAS (IoT)[22]:

Es un término que engloba una variedad de tecnologías diferentes. El IoT se ha descrito como “un concepto que interconecta dispositivos informáticos integrados identificables de forma única, que se espera que ofrezca comunicación humano-máquina (H2M) que reemplace el modelo existente de comunicación máquina-máquina”. También se dice que son “aplicaciones habilitadas para internet basada en objetos físicos y el entorno que se integra sin problemas en la red de información”. De forma más concreta, la OCDE definió la IoT como “comunicación de máquina a máquina (M2M)” y la comisión europea describe la IoT simplemente como algo que “fusiona mundos virtuales y físicos... donde los objetos y las personas están interconectados a través de redes de comunicación e informan su estado”.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar de una aplicación móvil para el diagnóstico veterinario para perros utilizando técnicas de inteligencia artificial e implementar un dispensador con control automático para el monitoreo del estado de apetito del perro.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

OBJETIVO ESPECÍFICO	ENTREGABLE	RESULTADO
1) Revisión de literatura sobre enfermedades caninas y literatura sobre IA que sean apropiadas para el diagnóstico veterinario.	<ul style="list-style-type: none"> - Documentación sobre las enfermedades y sus respectivos significados sobre de que se trata la enfermedad. - Tabla sobre artículos, papers y tesis sobre investigaciones vinculadas a las técnicas de inteligencia artificial aplicada en el campo de los diagnósticos médicos. 	<ul style="list-style-type: none"> - 5 ENFERMEDADES CANINAS. - 6 TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL.
2) Realizar preprocesamiento de datos de las enfermedades caninas con sus respectivos síntomas	<ul style="list-style-type: none"> - Ilustración sobre la base de datos a manipular para la implementación de la técnica de IA. 	<ul style="list-style-type: none"> - 5.1PREPROCESAMIENTO
3) Desarrollar app móvil con técnica IA para el diagnóstico de	Documentación: <ul style="list-style-type: none"> - Requerimientos . 	<ul style="list-style-type: none"> - 7 DESARROLLO DE APLICACIÓN MÓVIL.

enfermedades caninas	<ul style="list-style-type: none"> - Diagrama de caso de usos. - Diagrama de entidad relación. - Ilustración del sistema completo (interacción entre frontend y el backend) - Ilustración del diseño frontend implementado. - Evidencias de algunos prototipos interfaz. - Ilustración del diseño backend implementado. - Evidencias sobre los diagnósticos médicos realizados con la técnica de IA implementada. 	
4) Implementar un dispensador automático de comida y agua con sensores para el monitoreo.	<ul style="list-style-type: none"> - Tabla de componentes para el diseño del dispensador. - Diagrama de conexión de los componentes. - Diagrama de flujo del funcionamiento del dispensador. 	- 8 IMPLEMENTACIÓN DEL DISPENSADOR AUTOMÁTICO
5) Realizar pruebas de usabilidad del sistema.	<ul style="list-style-type: none"> - Encuestas 	- 9 USABILIDAD DEL SISTEMA

Tabla 2. **Objetivos específicos y entregables esperados.**
Fuente: Elaboración propia.

4 METODOLOGÍA

Para el desarrollo del proyecto se tuvo en cuenta las siguientes metodologías.

4.1 METODOLOGÍA DESCRIPTIVA

- **Método:** se utilizó la investigación cuantitativa dado que desde un principio el trabajo fue de carácter exploratoria y puesto que en el primer y segundo objetivo específico del proyecto se consideró recopilar datos cualitativos.
- **Instrumentos de investigación que se utilizaron:**
 - Encuestas.
 - Antecedentes (historiales clínicos canino médico, literatura involucrados con temas de diagnóstico, inteligencia artificial, prototipo de dispensador automático).
 - Web.
- **Análisis de datos:** según el segundo objetivo específico se aplicó análisis comparativo constante con el objetivo de encontrar patrones comunes y poder clasificar las enfermedades canicas en síntomas o características.

4.2 INVESTIGACIÓN APLICADA

El objetivo principal del proyecto e investigación fue dar solución al planteamiento del problema, esto consistió en utilizar la metodología de investigación aplicada, donde se emplearon conocimientos (programación móvil, usabilidad, electrónica, programación de microcontroladores, desarrollo de software) y teorías para dar respuestas al problema inicial. Como resultado se obtuvo una innovación tecnológica y/o producto según los objetivos específicos 3 y 4.

4.3 METODOLOGÍA DE GESTIÓN DE PROYECTO Y DESARROLLO DE SOFTWARE

- Kanban permitió una completa visualización del flujo de trabajo. Se pudo acceder al tablero Kanban desde cualquier parte con internet, dado esto fue útil por la virtualización. Esto permitió la facilidad para rendir informes en cualquier momento.
- Algunos de los beneficios que se implementaron de Scrum permitió aprobar diferentes etapas sin la necesidad de pasar por todos los procesos de aprobación (ciclo de trabajo) aumentando la flexibilidad y productividad en la realización del producto completo. Dio facilidad de hacer entrega temprana mostrando funcionalidades útiles del producto antes de que estuviera completamente desarrollado, como por ejemplo la realización de los diagnósticos. Se facilitó la incorporación de nuevos requisitos que no se habían visto en el momento de documentar los requerimientos, así permitiendo modificar funciones implementadas durante el desarrollo.

DOCUMENTACIÓN (ACTIVIDADES)		
fecha de Finalización	Cronograma de actividades	Estado
2/3/2022	Recopilación de información sobre técnicas de IA	Hecho
30/3/2022	Tabla y conclusiones de la IA a implementar	Hecho
27/4/2022	Recopilación de información sobre las enfermedades caninas	Hecho
4/5/2022	Documentación de requerimientos	Hecho
11/5/2022	Documentación de diagrama de casos de uso, historial de usuario	Hecho
25/5/2022	Documentación diagrama entidad-relación y implementación de base de datos en Mysql	Hecho
8/6/2022	Documentación de tipo de arquitectura completa a implementar	Hecho
16/6/2022	Documentación arquitectura del frontend y backend	Hecho
7/7/2022	Busqueda de información y documentación de la cantidad de alimento y agua que debe consumir un perro según su peso, edad y estatura	Hecho
21/7/2022	Diseño y documentación de las conexiones de los componentes electronicos	Hecho
4/8/2022	Diseño y documentación de los diagramas de flujo del funcionamiento del dispensador automático	Hecho
15/3/2023	Diseño y documentación de la encuesta planteada para analizar la usabilidad del sistema	Hecho
10/5/2023	Documentación y analisis sobre las respuestas de las encuestas planteadas sobre todo el sistema	Hecho

Ilustración 2. Evidencia 1 de la implementación metodología Kanban.
Fuente: elaboración propia

APLICACIÓN MÓVIL (ACTIVIDADES)		
fecha	Cronograma de actividades	Estado
14/9/2022	ventana de inicio Sesión y registro (interfaz)	Hecho
28/9/2022	ventana principal(can, diagnostico) (interfaz)	Hecho
12/10/2022	ventana can (interfaz)	Hecho
26/10/2022	ventana can y diagnostico (interfaz)	Hecho
26/10/2022	vantana diagnostico (interfaz)	Hecho
30/11/2022	ventana can y diagnostico validacion de entradas	Hecho
11/1/2023	diagnostico medico veterinario backend	Hecho
25/1/2023	conexión a base de datos	Hecho

Ilustración 3. Evidencia 2 de la implementación metodología Kanban
Fuente: elaboración propia.

DISPENSADOR (ACTIVIDADES)		
fecha	Cronograma de actividades	Estado
27/1/2023	Programación de motor	Hecho
3/2/2023	Programación de sensor de nivel de agua y sensor de galga	Hecho
10/2/2023	Programación de envio de datos al servidor parte 1	Hecho
17/2/2023	Programación de envio de datos al servidor parte 2	Haciendo
24/2/2023	Programación de envio de datos al servidor parte 3	Qué hacer
3/3/2023	Comprobación del código completo parte 1	Haciendo

Ilustración 4. Evidencia 3 de la implementación metodología Kanban.
Fuente: elaboración propia.

5 ENFERMEDADES CANINAS

Las enfermedades para diagnosticar dependieron de los datos que proporcionaron algunas clínicas veterinarias. Las clínicas no poseían base de datos, así que los datos recolectados solo fueron 463 diagnósticos en total y los posibles síntomas que puede poseer un perro son 122 según los historiales clínicos, pero pueden ser aún más.

El sistema experto podrá diagnosticar las siguientes enfermedades:

- **Hemoparásitos:** Esta enfermedad causa devastación de los glóbulos rojos, es provocada mayormente por la garrapata (*Rhipicephalus Sanguineus*)[23].
- **Coccidiosis:** Esta enfermedad afecta a los cochorros de 4 a 6 meses procedentes de albergues o criaderos con mala higiene, es un parasito que afecta los intestinos[24].
- **Parvovirus:** Es una enfermedad intestinal es una de las principales muertes en cachorros que no son vacunados[25].
- **Gastroenteritis:** Es una afección aguda que provoca vomito y/o diarrea[26].
- **Amebiasis:** Esta enfermedad es provocada por una infección en e intestino grueso, a veces del hígado o otros órganos, es causado por un parasito (protozoico unicelular *Entamoeba histolytica* ameba)[26].
- **Cistitis:** Es una infección urinaria que puede ser de originaria por una bacteria que ocasiona una inflamación de la vejiga y Uretra[27].
- **Traqueítis:** Es una inflamación producida en la tráquea por causas infecciosas o no[28].
- **Dermatitis:** Es una infección cutánea que aparece a nivel local también conocido como dermatitis húmeda o piotraumática, afecta a todas las razas, pero mayormente a los de pelo largo o abundante[29].
- **Demodicosis:** Esta enfermedad ocasiona inflamación subcutánea y perdida de pelo, la enfermedad suele padecerla perros jóvenes menores de 2 años[29].
- **Moquillo:** El moquillo canino es una enfermedad viral de alta mortalidad, es muy contagiosa, afecta el aparato respiratorio, digestivo y en casos muy avanzados el sistema nervioso que es la etapa final[25].
- **Otitis:** es una inflamación producida en el oído que puede causar mucho dolor y llegando a casos extremos sordera.[30]

Los posibles síntomas que se podrá ingresar al sistema experto son los siguiente:

Dolor en la parte posterior, Anorexia, Decaimiento, Dolor renal, Disminución de apetito, Duerme mucho, Brote abdominal, caída de pelo, Cambio de color de pelo, Agitación, Fiebre alta, Tos, lagañas, Dolor lumbar, Letargo, Ganglios aumentados, Mucosas pálidas, Queratitis, Baba espesa, Fiebre, Ojos rojos, Ataque canino, Bebe poca agua, Vomito amarillo, Sarro leve, No camina Jadeo, Moco, Depresión, Dolor abdominal craneal, Dolor abdominal, No bebe agua, Sensibilidad renal, orina con sangre, 'defeca con sangre, mal aliento, pálida, diarrea sanguino luenta, alterada inquieta, Diarrea, Alopecia, Presencia de garrapatas, pulgas, Vomito, prurito intenso, Prurito, ectoparásitos, obeso, Eritema en región dorso lumbar, Eritema en oídos, pioderma, Eritema, Diarrea verdosa, mucosas congestionadas, no hace necesidades fisiológicas, camina encorvado, Heces con moco, ataxia, diarrea mucosa, cojera,

pápulas, temblores musculares, taquipnea, Nariz seca, Diarrea muy liquida, Diarrea mal oliente, Vomito amarillo con pintas de sangre, Borborismos aumentados, Expectoración, Tos con sangre, Convulsiones, Estridor traqueal, Estornudos frecuentes, congestión ocular, tos seca, ojos irritados, secreción Salival abundante, inflamación de ganglios faríngeos, Dolor zona faríngea, lesión en piel, Seborrea seca, Postulas, descamación, inflamación, Orina turbia, Orina maloliente, Dificultad al orinar, Diarrea verdosa, secreción nasal mucosa, Sonidos respiratorios, Hiperqueratosis de los pulpejos, secreción nasal verdosa, retención de líquidos, Vomito con sangre, Heces con parásitos, parásitos externos, Bradicardia, comezón orejas, cerumen, cabeceo, irritación en las orejas, dolor en las orejas, Dolor, secreción ótica, ácaros (Otodectes), piel enrojecida, mal olor, erupciones ventrales con contaminación bacteriana, lesiones por contacto al pasto, piel seca, hongos, escamas en la piel, granos en el estómago, mucosas rojas, áreas de lesión infecciosa en piel, oídos congestionados, infección en la piel, malestar general, debilitación general, secreción oídos café lodosa y mal olorosa, deshidratación, anemia.

5.1 PREPROCESAMIENTO

En la manipulación y transformación de los datos que se obtuvieron, como lo son las historias clínicas. Lo que se realizó fue tener una columna de enfermedades y cada enfermedad va a estar representada entre 1.0 y 11.0, los síntomas estarán representados entre 0.0 y 1.0 donde 1.0 indica que ese síntoma está presente en la enfermedad según el historial clínico, entonces aparte de la columna enfermedades habrá otras 122 columnas donde estarán ubicados los síntomas. A continuación, en la ilustración se mostrará los datos después de la manipulación y transformación de cómo queda la base del conocimiento para la IA a implementar.

Enfermedad	Dolor en la p	Anorexia	Decaimiento	Dolor renal	Disminución	Duerme más	Brote abdomen	Caída de pel	Cambio de c	Agitación	Fiebre alta	Tos	Lagunas	Dolor lumbal	Letargo	Gan
1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	1.0	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	1.0	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	1.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
1.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Ilustración 5. Base de datos sobre las enfermedades y sus síntomas.

Fuente: elaboración propia.

Lo resaltado en rosado en el cuadro son las enfermedades, lo resaltado en naranja hace referencia a los síntomas y lo que está en azul son los síntomas representados en 1 y 0 según sea el caso de si se presentó o no el síntoma en dicha enfermedad.

6 TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Las técnicas de inteligencia artificial son diferentes algoritmos aplicados en diferentes ámbitos del conocimiento como la medicina, sistemas de apoyo a la decisión, robótica, entre otros.

6.1 JUSTIFICACIÓN DE LA TÉCNICA DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL:

La elección de la técnica de IA a implementar dependió de 23 artículos que se mostrarán en la tabla 14 ubicada en la sección de los anexos, los 23 artículos que se escogieron tratan sobre diagnosticar enfermedades (en humanos, plantas y animales) utilizando alguna técnica de inteligencia artificial.

A continuación, se mostrará una tabla que se trata de criterios vs técnicas de IA con el fin de calificar las técnicas que se escogieron según la tabla que se mencionó anteriormente, las calificaciones en cada criterio están entre 0 y 1, al final se encuentra el total de la suma por cada técnica de inteligencia artificial.

Criterios	REDES BAYESIANAS	REDES NEURONALES	MAQUINA DE VECTORES DE SOPORTE (SVM)	RAZONAMIENTO BASADO EN CASOS (CBR)	RAZONAMIENTO BASADO EN REGLAS (RBR)	PERCEPTRÓN MULTICAPA (MPL)	LOGICA DIFUSA	CONOCIMIENTO INCIERTO	ALGORITMO DE CLASIFICACIÓN DE DOCUMENTOS
técnicas utilizadas para diagnosticar más de dos enfermedades	0.13	0.17	0.22	0.04	0.09	0	0.04	0.04	0.04
técnicas utilizadas para diagnosticar enfermedades de animales	0.13	0.09	0.17	0.04	0.04	0	0	0.04	0.04
técnicas utilizadas solo	0.13	0.09	0.17	0.04	0.04	0	0	0.04	0.04

para hacer diagnósticos de enfermedades a canes									
Precisión del diagnóstico	0.73	0.9	0.98	0.9	0.82	0.8	0.7	0.9	0.87
Flexibilidad	0.4	0.5	0.8	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Fácil comprensión, interpretabilidad y uso	0.17	0.22	0.35	0.04	0.09	0.09	0.13	0.04	0.04
TOTAL	1.6	1.88	2.56	1.32	1.34	1.19	1.17	1.32	1.33

Tabla 3. Criterios vs técnicas de IA seleccionados según las técnicas que aparecían en la tabla 3.

Fuente: elaboración propia.

La técnica de inteligencia que se implemento es **soporte de maquina vectorial (SVM)**, según la tabla anterior obtuvo el puntaje más alto dado los criterios evaluados, demostrando que ha obtenido mucha más precisión (casi de un 100%) a comparación de otras técnicas de IA según los autores que han usado SVM para el diagnóstico de enfermedades. De acuerdo con las tesis y trabajos de investigación encontrados, SVM es la técnica más utilizada en el momento de hacer diagnóstico de enfermedades, dando a entender su fácil comprensión, interpretabilidad y uso, en el momento de implementar, es mucho más flexible de combinar con otras técnicas de IA y por último se destaca que SVM ha sido ejecutada en proyectos para diagnosticar enfermedades en los canes.

7 DESARROLLO DE APLICACIÓN MÓVIL

7.1 DOCUMENTACIÓN

7.1.1 REQUERIMIENTOS

APLICACIÓN MÓVIL
<i>Iniciar sesión:</i> <ul style="list-style-type: none">- Contenga una página inicial para iniciar sesión- Si el usuario no ha creado cuenta se pueda registrar- Puede crear una cuenta sin necesidad de haber comprado el dispensador- Para crear una cuenta se requerirá un correo, nombre y contraseña.- El usuario puede ingresar el correo (entrada de tipo string)- El usuario puede ingresar el nombre (entrada de tipo string)- El usuario puede ingresar la contraseña (entrada de tipo string)- El usuario puede actualizar correo, nombre y contraseña para iniciar sesión.- El usuario para iniciar sesión solo necesita ingresar correo y contraseña.
<i>Can</i> <ul style="list-style-type: none">- El usuario puede ingresar el peso del perro (entrada de tipo float)- El usuario puede ingresar la edad del perro (entrada de tipo int)- El usuario puede ingresar tamaño del perro (entrada de tipo float)- El usuario puede ingresar el nombre del perro (entrada de tipo string)- El usuario puede ingresar el ID del dispensador si lo ha adquirido. (entrada de tipo string)- La aplicación permitirá por cada usuario tener uno o más perros registrados.- El usuario puede editar los parámetros del can.
<i>Dispensador</i> <ul style="list-style-type: none">- El sistema automáticamente determina la cantidad de alimento que debe servir al perro conforme a los datos de peso, edad y tamaño.- El usuario puede visualizar si su mascota a consumido la cantidad de alimento necesaria al día según su peso, edad y altura.- El sistema le permitirá al usuario visualizar la cantidad de alimento consumido por la mascota en el día.- El sistema debe indicar si el perro ha consumido la cantidad de alimento necesario según los parámetros de peso, edad y altura.- El sistema visualizara los horarios de servir el alimento.

- El sistema visualizara el historial de alimentación del can.

Diagnóstico

- El sistema genera un diagnóstico médico veterinario según los síntomas que ingrese el usuario.
- El sistema notificara al usuario indicando que el perro puede encontrarse enfermo si se detecta cambios significativos según la cantidad de alimento que ha consumido el perro en el día.
- El usuario puede consultar diagnósticos registrados de su mascota.
- El sistema proporciona un tratamiento según la enfermedad diagnosticada por el sistema.
- El sistema solo puede diagnosticar 11 enfermedades (demodicosis, traqueítis, parvovirus, coccidios, hemoparásitos, gastroenteritis, cistitis, dermatitis, moquillo, otitis)
- El usuario puede seleccionar los siguientes síntomas para hacer el diagnóstico ('Dolor en la parte posterior', 'Anorexia', 'Decaimiento', 'Dolor renal', 'Disminucion de apetito', 'Duerme mucho', 'Brote abdominal', 'Caída de pelo', 'Cambio de color de pelo', 'Agitacion', 'Fiebre alta', 'Tos', 'Laganas', 'Dolor lumbar', 'Letargo', 'Ganglios aumentados', 'Mucosas palidas', 'Baba espesa', 'Fiebre', 'Ojos rojos', 'Ataque canino', 'Bebe poca agua', 'Vomito amarillo', 'Sarro leve', 'No camina', 'Jadeo', 'Moco', 'Depresion', 'Dolor abdominal craneal', 'Dolor abdominal', 'No bebe agua', 'Sensibilidad renal', 'orina con sangre', 'defeca con sangre', 'mal aliento', 'palida ', 'diarrea sanguinolienta', 'alterada inquieta', 'Diarrea', 'Alopecia', 'Presencia de garrapatas', 'pulgas', 'Vomito', 'prurito intenso', 'Prurito', 'ectoparasitos', 'obeso', 'Eritema en region dorso lumbar ', 'Eritema en oidos', 'pioderma', 'Eritema', 'Diarrea verdosa', 'mucosas congestionadas', 'no hace necesidades fisiologicas', 'camina encorbado', 'Heces con moco', 'ataxia', 'diarrea mucosa', 'cojera', 'papulas', 'temblores musculares', 'taquinea', 'Nariz seca', 'Diarrea muy liquida', 'Diarrea mal oliente', 'Vomito amarillo con pintas de sangre', 'Borborismos aumentados', 'Especturacion', 'Tos con sangre', 'Convulsiones', 'Estridor traqueal', 'Estornudos frecuentes', 'Congestion ocular', 'tos seca', 'ojos irritados', 'secrecion salival abundante', 'Inflamacion de ganglios faringeos', 'Dolor zona faringea', 'Lesion en piel', 'Seborrea seca', 'Postulas', 'Descamacion', 'Inflamacion', 'Orina turbia', 'Orina maloliente', 'Dificultad al orinar', 'Diarrea verdosa', 'Secrecion nasal mucosa', 'Sonidos respiratorios', 'Hiperqueratosis de los pulpejos', 'Secrecion nasal verdosa', 'Retencion de liquidos', 'Vomito con sangre', 'Heces con parasitos', 'Parasitos externos', 'Bradicardia', 'comezon orejas', 'serumen', 'cabeceo', 'irritacion en las orejas', 'dolor en las orejas', 'Dolor', 'Secrecion otica', 'acaros (Otodectes)', 'piel enrojecidad', 'mal olor', 'erupciones ventrales con contaminacion bacteriana.', 'lesiones por contacto al pasto', 'piel seca', 'hongos ', 'escamas en la piel', 'granos

en el estomago', 'mucosas rojas', 'areas de lesion infesiosa en piel', 'oidos congestionados', 'infesion en la piel', 'malestar general', 'debilitacion general', 'secrecion oidos cafe lodosa y mal olorosa', 'deshidratacion', 'anemia')

Tabla 4. *Requerimientos de la aplicación móvil*
Fuente: elaboración propia.

7.1.2 DIAGRAMA CASO DE USOS

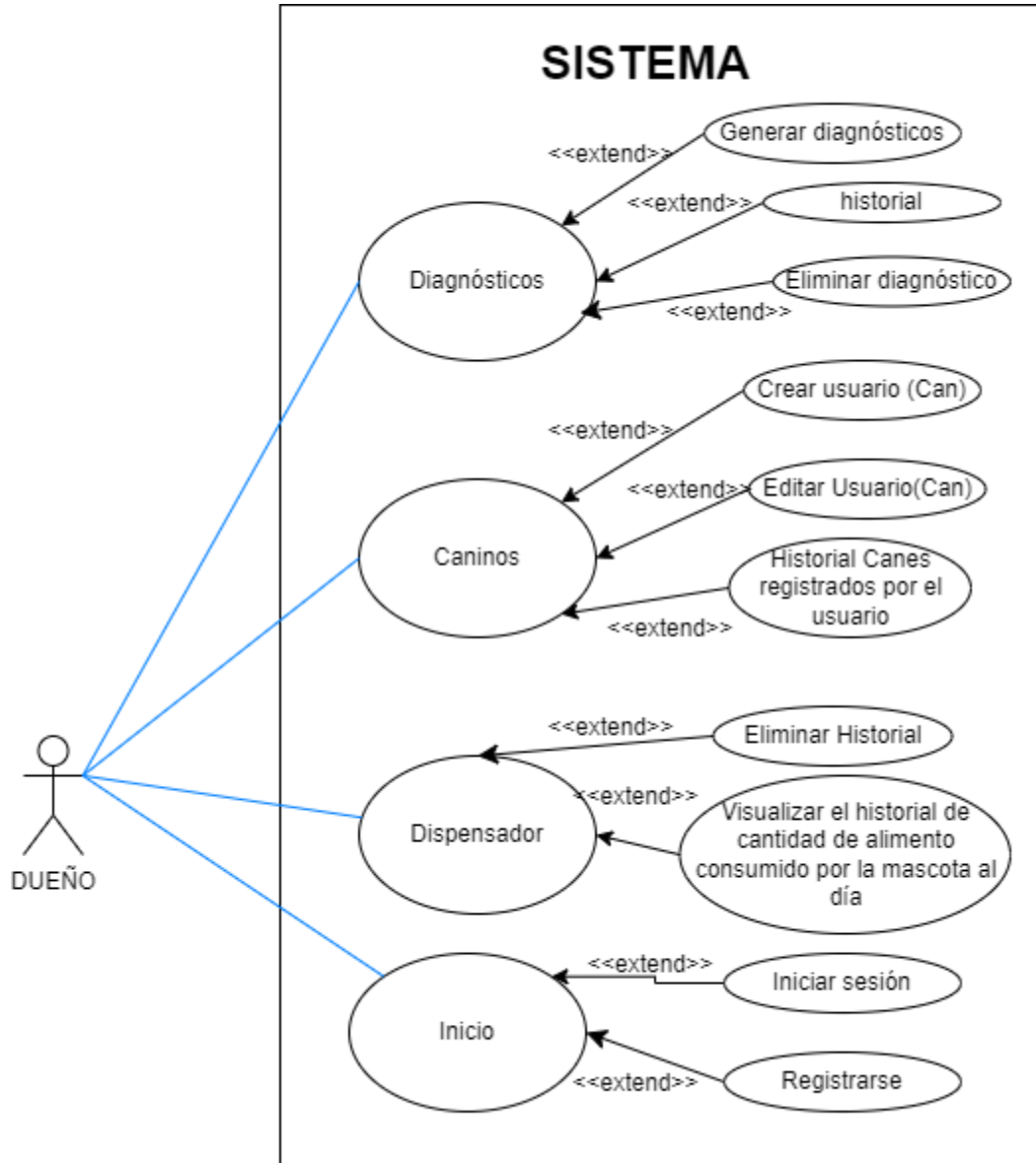


Ilustración 6. *Diagrama de caso de usos de la aplicación móvil.*
Fuente: elaboración propia.

7.1.3 BASE DE DATOS

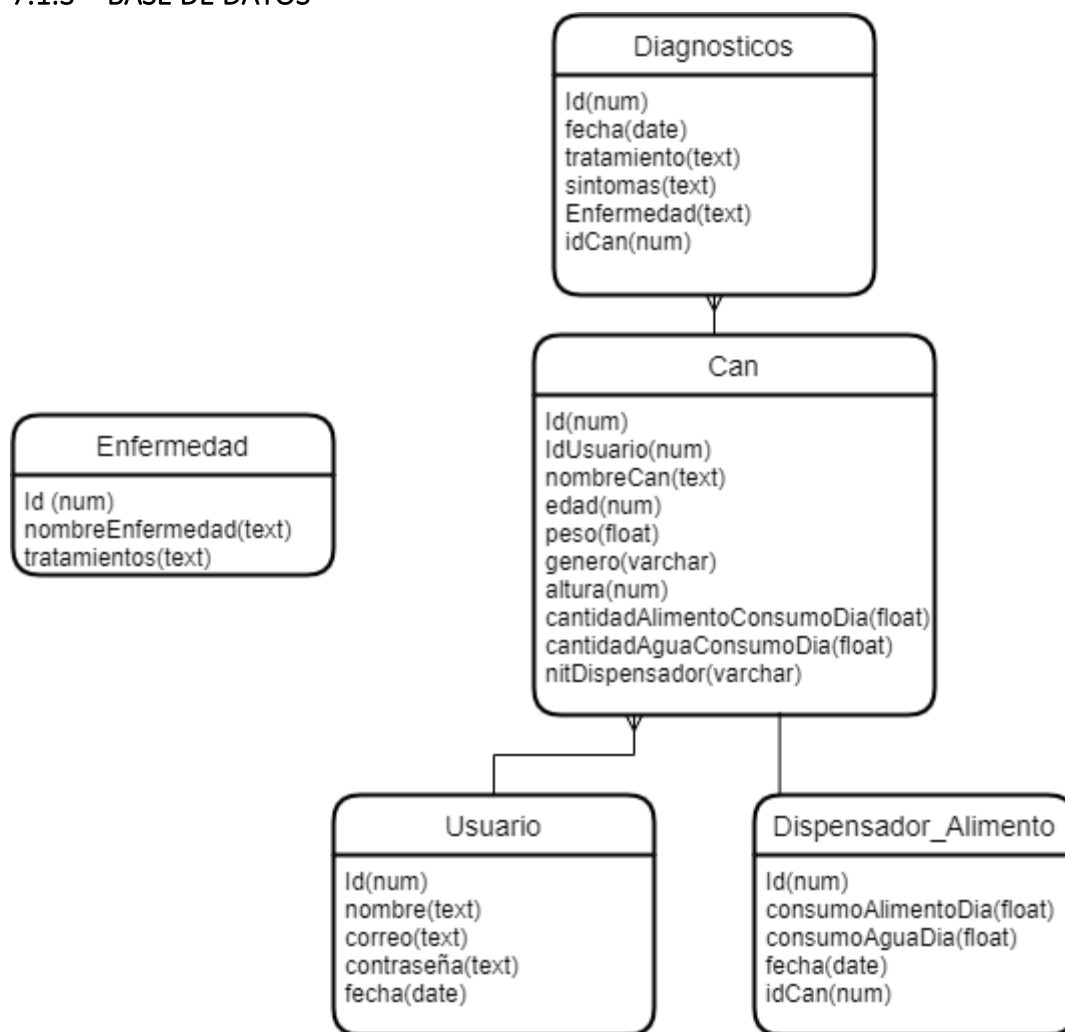


Ilustración 7. Diagrama entidad relación base de datos.
 Fuente: elaboración propia.

7.1.4 HISTORIAS DE USUARIO

En las siguientes tablas se muestra algunas de las historias de usuario creadas para el desarrollo del sistema.

HISTORIA DE USUARIO #1	
Titulo	Inicio de sesión Screen

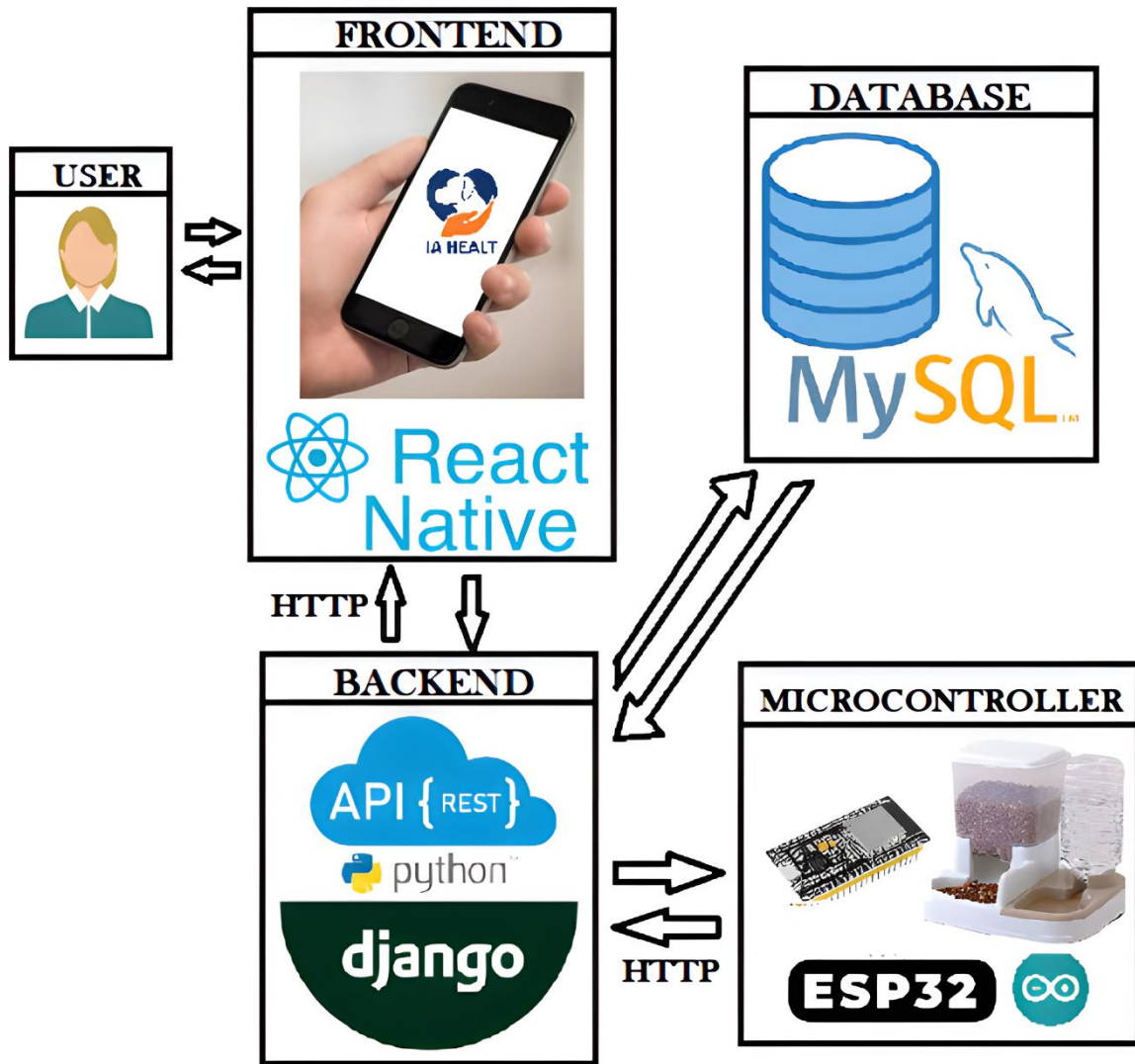
Id	1	Modulo	Inicio de sesión
Descripción			
Se encarga de poder iniciar sesión a la app a los usuarios ya registrados, para iniciar sesión se solicita correo y contraseña.			
Prioridad	1	Dependencia	No hay
Pruebas del sistema			
- Intentar acceder al sistema con un correo y contraseña ya existentes.			

Tabla 5. Historia de usuario inicio de sesión
Fuente: Elaboración propia.

HISTORIA DE USUARIO #2			
Titulo	Nuevo diagnóstico Screen		
Id	6	Modulo	Nuevo diagnóstico
Descripción			
Se encarga de poder diagnosticar la enfermedad del perro a partir de los síntomas seleccionados el usuario, los resultados se visualizarán en la ventana diagnósticos donde se ve reflejado los historiales.			
Prioridad	1	Dependencia	Diagnósticos
Pruebas del sistema			
- Seleccionar síntomas que padece el perro, para diagnosticar dicha enfermedad, a partir de eso arrojar tratamiento también.			

Tabla 6. Historia de usuario Nuevo diagnóstico.
Fuente: elaboración propia.

7.2 ARQUITECTURA



*Ilustración 8. Arquitectura del sistema completo.
Fuente: elaboración propia.*

7.3 FRONTEND

El desarrollo del frontend se realizó con expo, react native y JavaScript, la app solo fue diseñada para instalar en dispositivos con sistemas operativos Android.

React native utiliza ha JavaScript como puente que convierte la lógica en un código nativo para Android, A continuación, se mostrara como es la arquitectura que se utilizó para el desarrollo del Frontend, mostrando los componentes que se implementaron en la aplicación móvil.

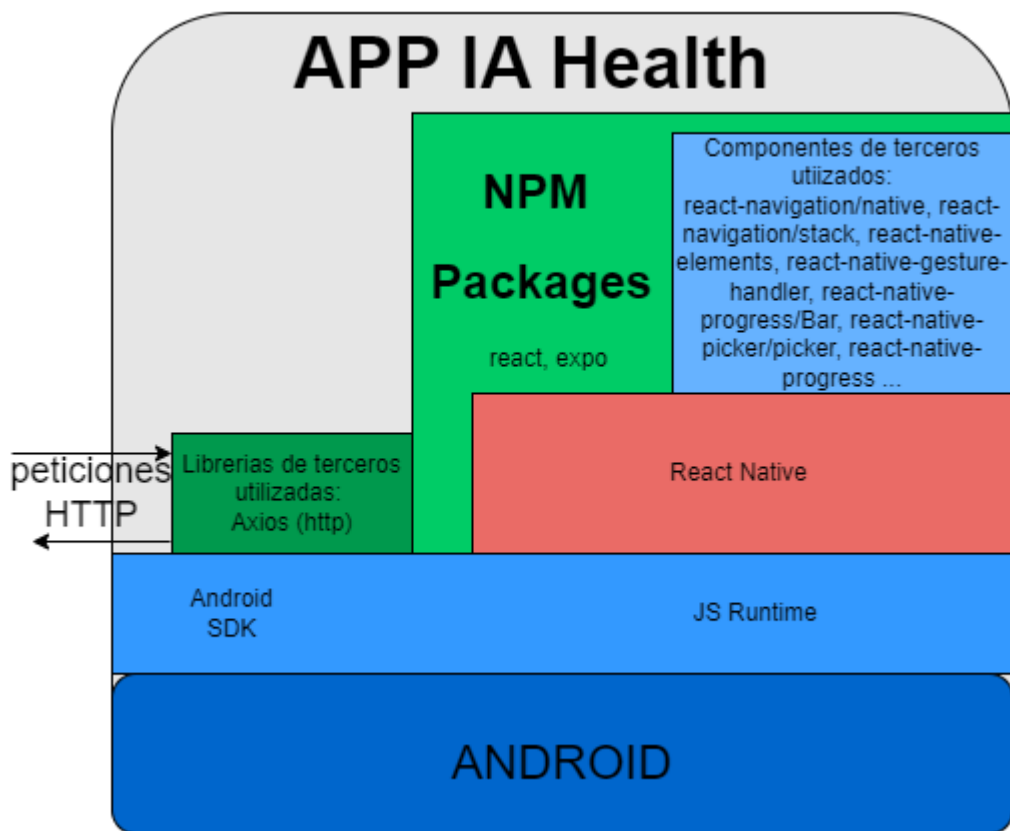


Ilustración 9. Arquitectura del Frontend implementado.
Fuente: elaboración propia.

7.3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA APLICACIÓN MÓVIL

La aplicación posee 5 ventanas principales, las cuales son:

- Inicio de sesión: Esta ventana permite iniciar sesión a la app IA Health
- Registro: Esta ventana permite registrarse como usuario nuevo a IA Health
- Can: Es la ventana principal después de iniciar sesión, permite visualizar los canes que tiene registrado el usuario que inicio sesión, la pantalla posee 4 botones importantes, los cuales son: crear nuevo can, editar can, diagnósticos y dispensador, por cada can en la lista tendrá los botones editar, diagnósticos y dispensador.
- Diagnósticos: En la ventana se muestra principalmente el historial del can seleccionado. Posee 3 botones, uno es para hacer nuevos diagnósticos, otro para editar un diagnóstico y por último el de eliminar diagnóstico.
- Dispensador: Esta opción sirve si el usuario agrego un nit del dispensador existente, si se agregó correctamente se visualizará la cantidad de alimento y agua consumida por fechas según como lo registre el dispensador automático a la base de datos. Se mostrará por pantalla por medio de un texto si el can consumió la cantidad de comida

requerida según su peso y altura, también se muestra una barra de progreso por cada día el consumo de alimentación requerida, si las barras están completas es porque cumplió la meta del día.

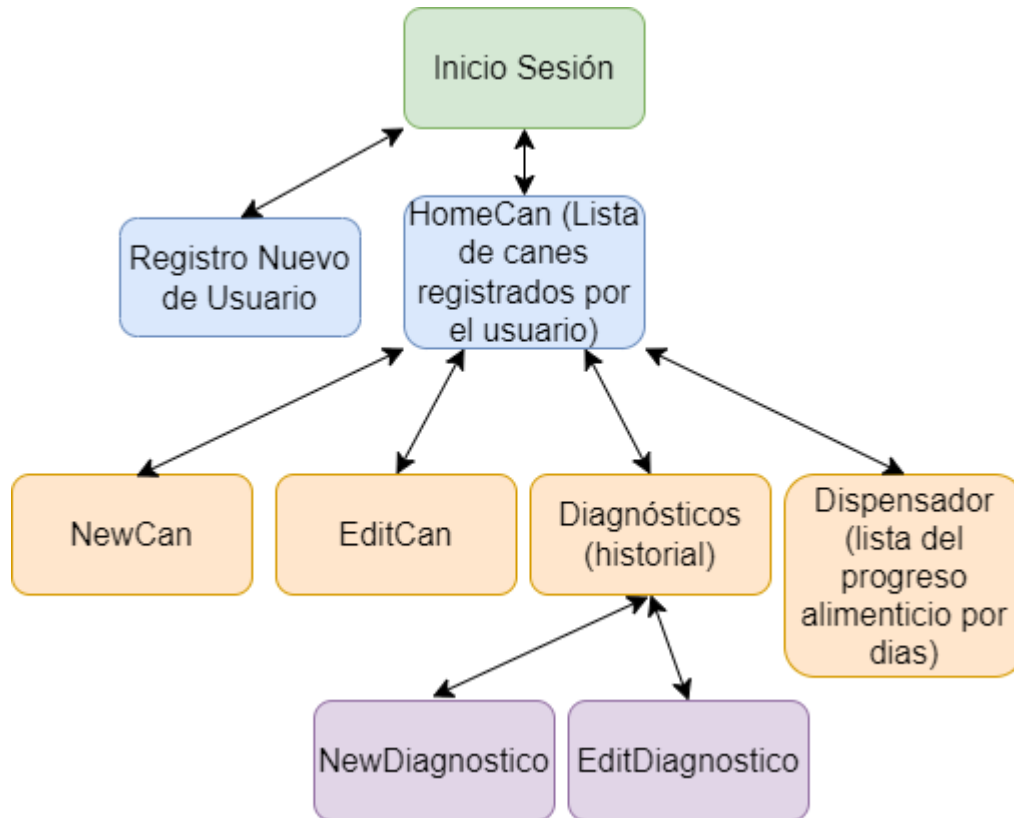


Ilustración 10. *Modelo de navegación con los screens principales de la app IA Health*
Fuente: elaboración propia



7.3.2 INTERFAZ


A continuación, se muestra algunas de las ventanas de como se ve la aplicación móvil IA Healt.


INICIO DE SESIÓN

←

REGISTRO










INICIAR SESIÓN

REGISTRARSE







REGISTRARSE

|||

□

<

|||

□

<

Ilustración 11. Ventanas de inicio de sesión y registro de app móvil.
Fuente: elaboración propia.

←

CAN

←

NUEVO CAN

+ NUEVO CAN

Nombre Can: Rubio

Edad: 3

Peso: 25 Kg

Genero: M

Altura: 40 cm

Cantidad de alimento que debe consumir en el día:
625 gr

Cantidad de agua que debe tomar en el día: 1 lt

Nit dispensador: 323232

EDITAR Rubio

DIAGNOSTICOS

DISPENSADOR

Nombre Can: Kira

+ GUARDAR

Nombre del Can

Edad

Peso (Kg)

Altura (cm)

Nit dispensador

♀♂

▼

*Ilustración 12. Ventanas Can y nuevo can.
Fuente: elaboración propia.*

40

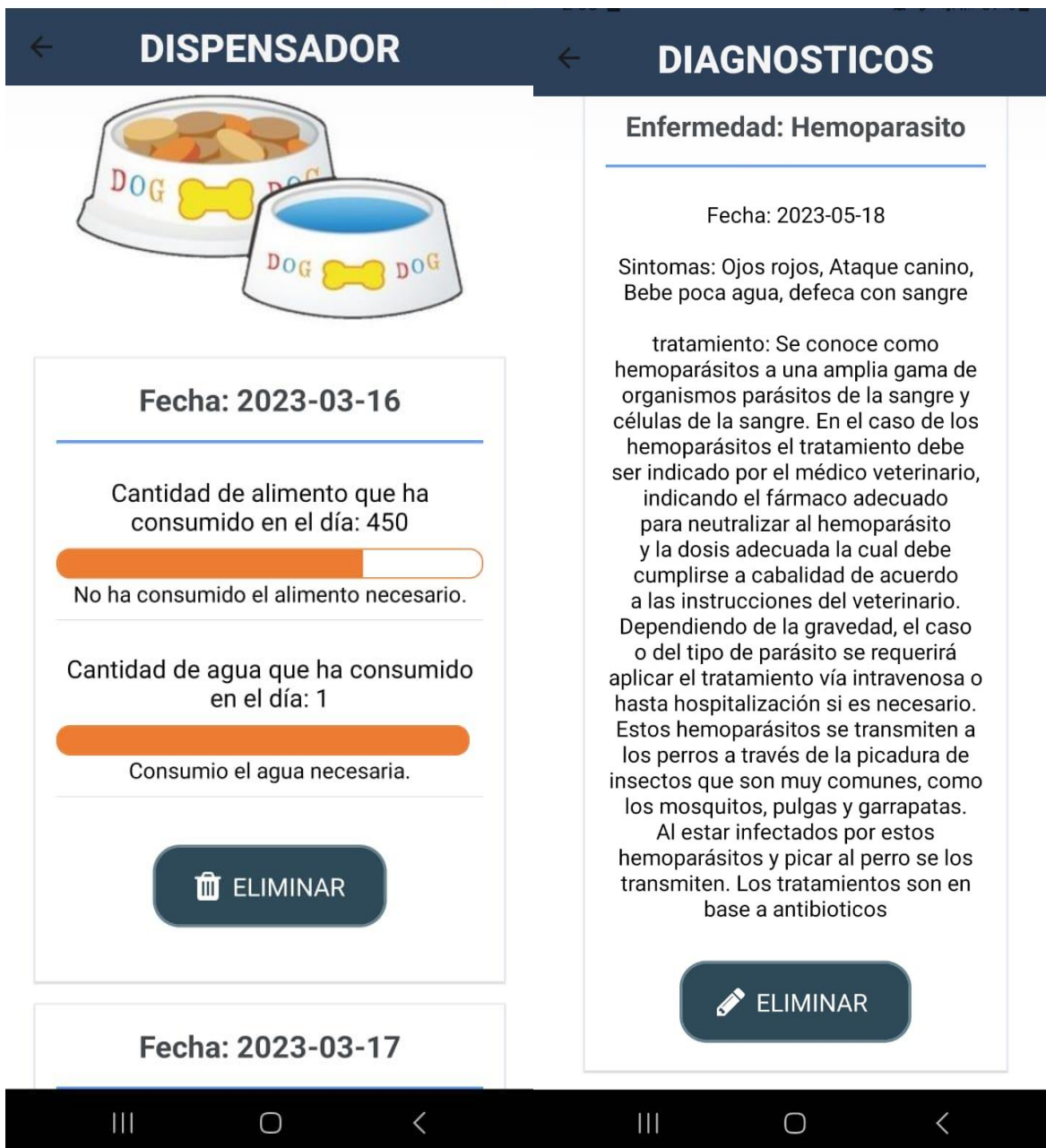




Ilustración 13. Ventanas Dispensador y Diagnósticos.
Fuente: elaboración propia.

NUEVO DIAGNOSTICO





Fecha YYYY-MM-DD

Si posees un dispensador que se conecte a la aplicación el te informa si el perro se siente sin apetito y si no ha tomado suficiente agua.

Selecciona los síntomas que presenta tu perro:

☐ Dolor en la parte posterior

☐ Anorexia

☐ Decaimiento

☐ Dolor renal

☐ Disminucion de apetito

|||

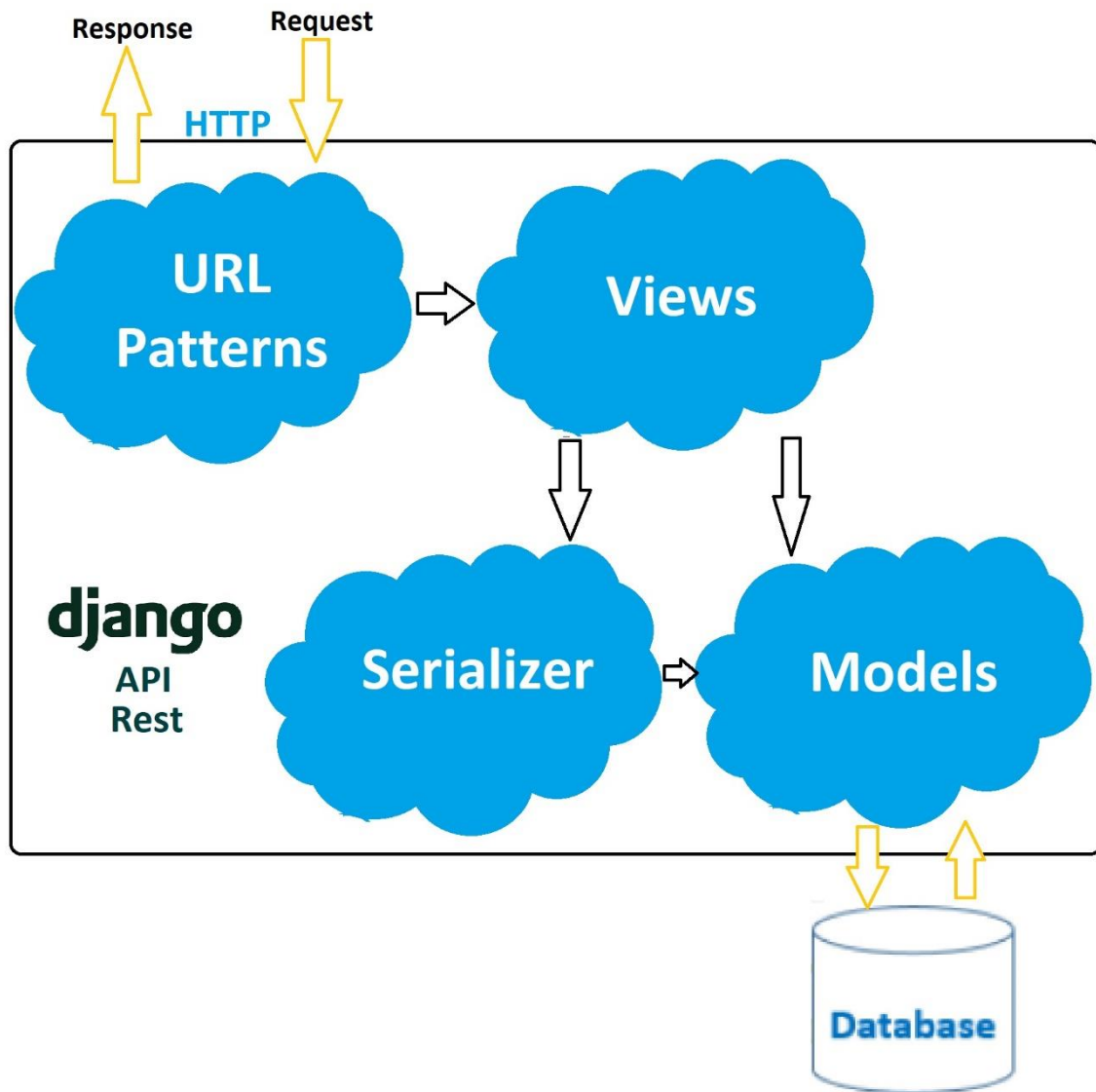
<

Ilustración 14. Ventana para crear nuevo diagnóstico médico veterinario.
Fuente: elaboración propia.

42

7.4 BACKEND

El desarrollo del Backend es con Django, en el mismo Backend se implementó la IA para el diagnóstico médico veterinario. Con ayuda de Django se creó un api con el fin de ser el medio de comunicación entre la aplicación móvil, la base de datos y el dispensador.



*Ilustración 15. Arquitectura de la API Django implementada.
Fuente: elaboración propia.*

7.4.1 IMPLEMENTACIÓN DE LA IA

La técnica de IA implementada fue SVM (Soporte de maquina vectorial), SVM es un conjunto de algoritmos que hace parte de la categoría aprendizaje supervisado de Machine Learning, esta técnica es muy utilizado para resolver problemas de regresión y clasificación.

Básicamente lo que hace el SVM es encontrar un hiperplano que separe de la mejor forma posible dos clases diferentes de puntos de datos[51].

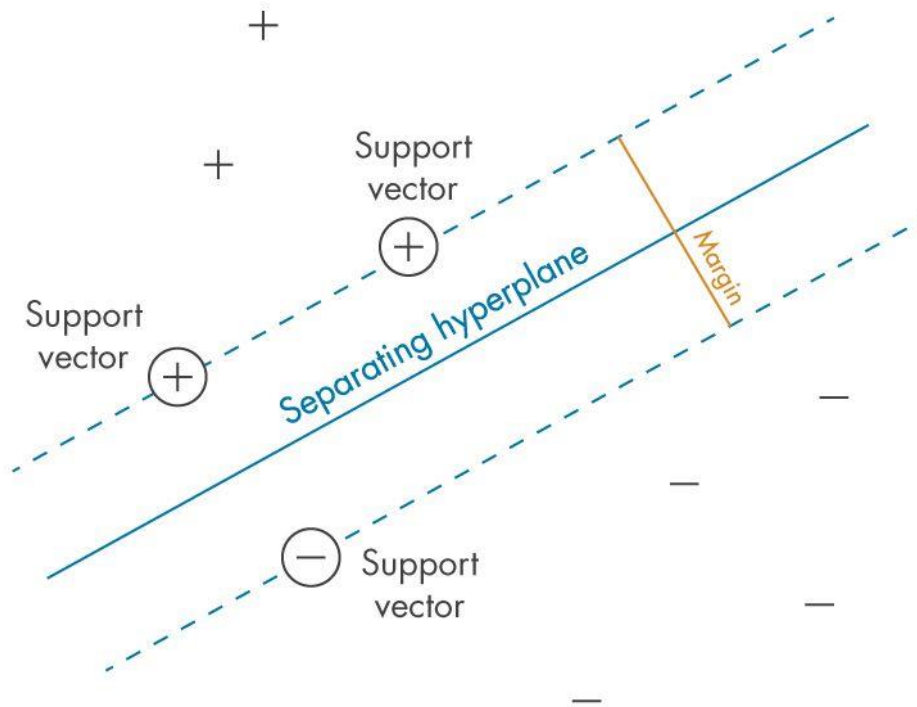


Ilustración 16. Clasificación de los datos SVM.

Fuente: mathworks.

Para implementar la técnica se utilizaron las librerías de scikit-learn de Python y se importa SVC que es el modelo SVM que se utilizó.

SVC (Support Vector Classifier): Un clasificador de vector de soporte es utilizado para adecuar los datos que se le proporciona, devolviendo como resultado un hiperplano “ideal” que categoriza los datos. La clasificación puede ser de tipo “linear”, “rbf”, “poly”, “sigmoid”.

7.4.1.1 CONJUNTO DE DATOS DE ENTRENAMIENTO Y TESTEO

Antes de obtener los datos para entrenar la IA primero extrajo los datos X y Y, en este caso la X son los síntomas que padece el perro y Y es la enfermedad. Para separar los datos de entrenamiento y prueba se utilizó `traint_test_split` que es una función de Python.

Test_size: esta variable me indicara de que tamaño son los datos que se va a entrenar y a testear en este caso será 71% para entrenar y 29% para testear.

Random_state: si no se implementa esta variable y se deja predeterminado producirá resultados diferentes en las variables para entrenar y testear el modelo, en este caso se implementó una semilla de valor 41 para obtener siempre un mismo resultado, el valor 41 fue el más favorable para este caso según los síntomas y enfermedades en la base de datos. (Las semillas más populares son 0 y 42).

7.4.1.2 AJUSTE DE HIPERPARAMETROS

Antes de probar el modelo SVC, se analizaron que parámetros se ajustabann mejor.

los mejores parámetros que se ajustaron a la IA fueron:

C = 2.0 (parámetro de regularización, el valor de C debe ser estrictamente positivo, su valor predeterminado es 1).

Gamma = 1.0 (coeficiente kernel, Gamma no puede ser negativo).

Kernel = 'linear' (especifica el tipo de kernel que se utilizara en el modelo, si no se indica que tipo de kernel, por defecto se utilizara 'rbf').

7.4.1.2.1 SUPPORT VECTOR MACHINE (SVM)

Posteriormente se procedió a medir el rendimiento del algoritmo, para la evolución del modelo predictivo, se tuvo en cuenta lo siguiente:

Accuracy: indica el porcentaje total de valores correctamente clasificados.

Precisión: indica el porcentaje de valores clasificamos positivos realmente como positivos.

Recall: indica el porcentaje de cuantos valores positivos son correctamente clasificados.

F1: es utilizado cuando el conjunto de datos es desbalanceado, combina la métrica de precisión y recall, para obtener un valor más objetivo.

Auc: es el área bajo la curva ROC, el valor es entre 0 y 1 entre más alto es el valor, es mejor el clasificador.

EVALUACIÓN DEL MODELO SVM

METRICAS	RESULTADOS	
	Decimales	Porcentaje
Accuracy score	0.837	83.7%
Precision score	0.837	83.7%
Recall score	0.837	83.7%
F1 score	0.837	83.7%
Roc auc score	0.910	91.0%

Tabla 7. Resultados de las métricas que evalúa el modelo SVM

Fuente: elaboración propia.

Según las principales métricas usadas en machine learning como se muestra en la tabla.7 demostro resultados muy favorables, aunque no se obtiene un porcentaje del 100% es muy cercano.

Matriz de confusión: es una tabla que muestra una diagonal de verdaderos positivos y verdaderos negativos, la matriz muestra la relación de las predicciones VS el resultado real, Gracias a la matriz se puedo medir y analizar el desempeño del algoritmo de aprendizaje supervisado.

A continuación, en la ilustración 17 muestra la matriz de confusión sin normalizar, donde se puede analizar que las enfermedades amebiasis, demodicosis y moquillo no se obtuvieron diagnósticos acertados, esto se debió que hay pocos datos que alimentaban la base de datos para diagnosticar esas dichas enfermedades, dado que hay enfermedades donde no se obtuvo aciertos esto nos muestra la razón por la que las métricas anteriormente no dio resultados del 100%.

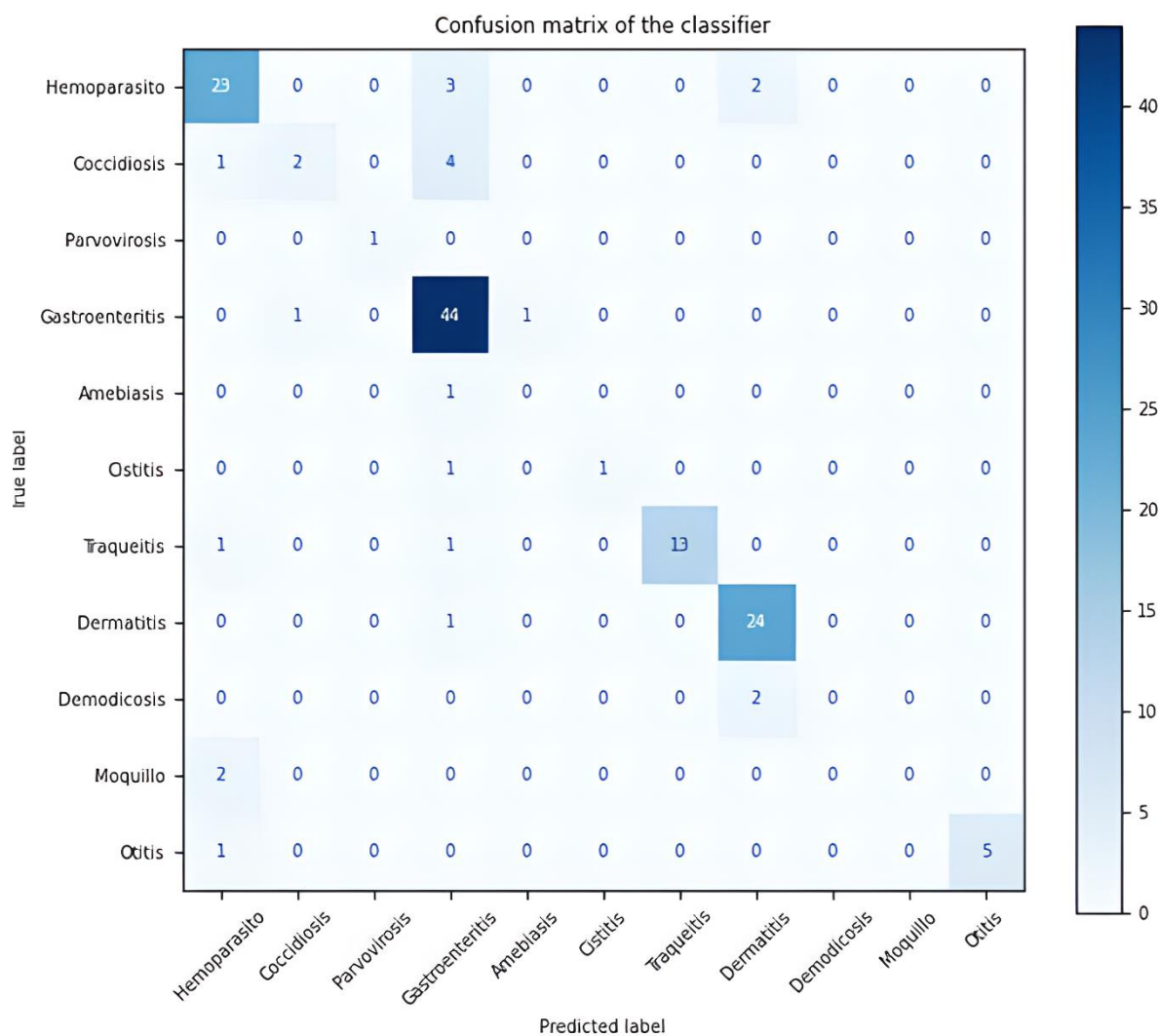


Ilustración 17. Matriz de confusión sin normalizar.
Fuente: elaboración propia.

En la ilustración 18 se muestra la matriz de confusión normalizado sobre las condiciones de predicción (columnas).

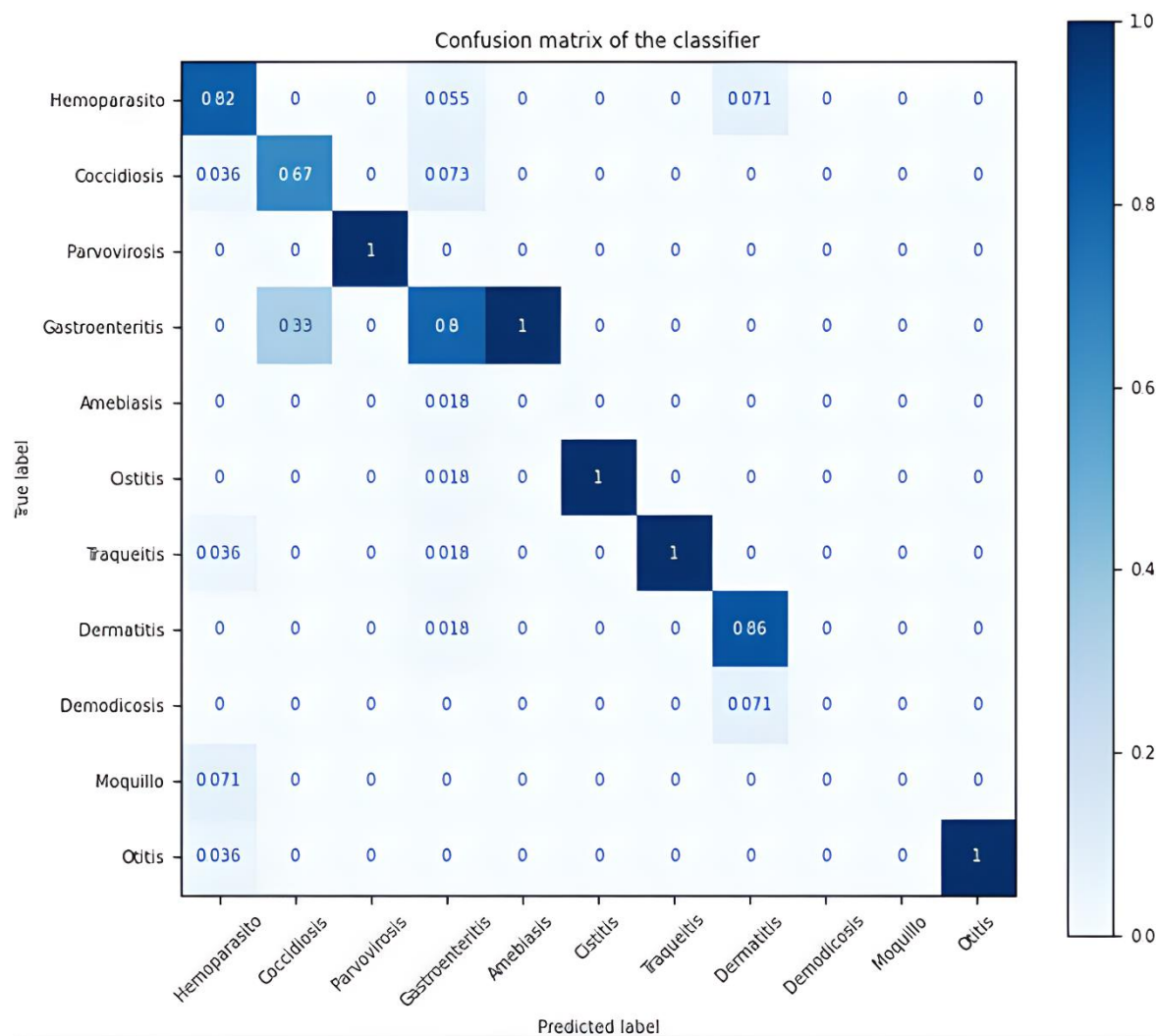


Ilustración 18. *Matriz de confusión normalizada con respecto a las predicciones.*
Fuente: elaboración propia.

En la ilustración 19 muestra la matriz de confusión normalizado sobre las condiciones de true (filas).



Ilustración 19. Matriz de confusión normalizada con respecto a los valores verdaderos.
Fuente: elaboración propia.

7.4.1.3 DIAGNÓSTICO DE PRUEBA DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL IA

Se realizó pruebas a la técnica de inteligencia artificial que se implementó, se tomaron 3 casos de prueba al azar con el fin de mirar cómo se comportaba el algoritmo.

Los síntomas son 122, en el índice **5 ENFERMEDADES CANINAS** se describe cada uno de los síntomas que el usuario puede ingresar al sistema, si se presenta el síntoma se representa con 1 de lo contrario 0.

Casos de pruebas al azar para diagnosticar son los siguientes:

Como resultado arroja que los primeros síntomas ingresados el perro padece Otitis (10), los segundos síntomas ingresados el perro padece Hemoparásitos (0) y por último padece Dermatitis (7), como conclusión el diagnóstico médico veterinario fue correcto para los tres diagnósticos que se realizaron al azar.

8 IMPLEMENTACIÓN DEL DISPENSADOR AUTOMÁTICO

La implementación del dispensador automático tuvo como objetivo, ser una herramienta de apoyo para detectar el síntoma de pérdida de apetito y deshidratación, además ayudar al usuario a mantener un horario fijo, controlando las porciones al can, ayudando a mejorar su calidad de vida.

8.1 BENEFICIOS DE UN PROGRAMA DE ALIMENTACIÓN

El horario de alimentación es fundamental en los perros, esto ayuda a tener un estilo de vida saludable a continuación, se hablará de los beneficios:

- El horario en las comidas ayuda a detectar la pérdida de apetito, que suele ser el primer signo de que las mascotas no se sienten bien.
- Poner horarios fijos facilita al perro a controlar mejor la cantidad de alimento a ingerir y evita que pida el alimento en otra hora del día.
- Es beneficioso los horarios para el alimento, esto permite controlar en el momento de defecar y evita problemas de salud como gastritis, obesidad, colitis, diarrea y anemias.
- Servir la misma cantidad de alimento en el día evita enfermedades y genera un hábito saludable al canino.
- Servir el alimento dos veces al día es lo más apropiado para su salud, preferiblemente el alimento de por la mañana sea entre las 7 AM o 8 AM, el segundo plato de comida lo más recomendado es después de 12 horas de haber servido el primer plato, pero no se puede pasar de las 12 horas, controlar las porciones de comida es importante porque evita el sobre peso y esto a su vez evita más consecuencias como enfermedades osteoarticulares, cáncer, entre otros problemas.
- Las rutinas y horarios proporcionan sensación de calma, estabilidad, genera equilibrio en el can, evitando ansiedad o estrés.
- El agua es vital para el can, así que no necesita un horario, es importante siempre tener servido el agua.

8.2 CANTIDAD DE ALIMENTO A SERVIR

En el momento de servir el alimento hay que tener varios factores en cuenta, como la estatura de los perros, su peso y edad.

CONDICIÓN	Cantidad diaria de comida
Perros senior (+9 años)	2% de su peso
Perros con obesidad	2% de su peso
Perros de raza pequeña (<3 kg)	4 – 6% de su peso
Perro adulto (1 año hasta 9 años)	2-2.5% de su peso

Tabla 9. Porción de alimento según sus condiciones.
Fuente: mi perro come barf [52].

Para calcular la ración diaria del perro solo se debe multiplicar su peso en Kg por el porcentaje que corresponde según la tabla.

Es importante saber cuándo un perro esta con obesidad, dado que la tabla también nos indica que no es lo mismo dar la porción de comida a un perro obeso a un perro que se encuentra en su peso normal.

Tipos de perros	Peso según el tamaño del perro	Altura (se mide del hombro al piso)
Razas mini toy o enanos	1-4Kg	15-24 cm
Razas pequeñas	5-14 Kg	25-30 cm
Razas medianas	15-25 Kg	31-40 cm
Razas grandes	26-50 Kg	41-60 cm
Razas gigantes	51-82 Kg	Mayor a 60 cm

Tabla 10. Peso ideal de un perro según su estatura.
Fuente: elaboración propia [53][54].

8.3 CANTIDAD DE AGUA QUE DEBE CONSUMIR EL CAN

El consumo de agua es sumamente importante para todo ser vivo, sin excepción los perros, no existe una cantidad establecida de agua que deba consumir el can al día, pero por lo general un perro que consuma alimento seco beberá de 30 a 50 ml de agua diaria por kilo. Es importante mantenerle agua limpia y fresca a su disposición. Si el can consume muy poco o mucha agua puede ser indicio que algo no se encuentra bien en él [55].

8.4 MATERIALES Y DIAGRAMA DE CONEXIÓN DE COMPONENTES

A continuación, se muestra los componentes y como se conectaron entre sí para el correcto funcionamiento del dispensador automático.

Materiales y componentes del dispensador.	
- Microcontrolador módulo ESP32 WIFI.	- Sensor de nivel de agua analógico.

- Celda de carga 10Kg sensor de fuerza o peso + Convertidor (HX177).	- Madera y cartón.
- Display OLED 1.3" 128x64 I2C SH1106.	- Envase plástico.
- Driver Dual L298N (Puentes H).	- Cable UTP.
- Motor Reductor.	- Batería de 5 y 12 V.

Tabla 11. Componentes del dispensador.

Fuente: elaboración propia.

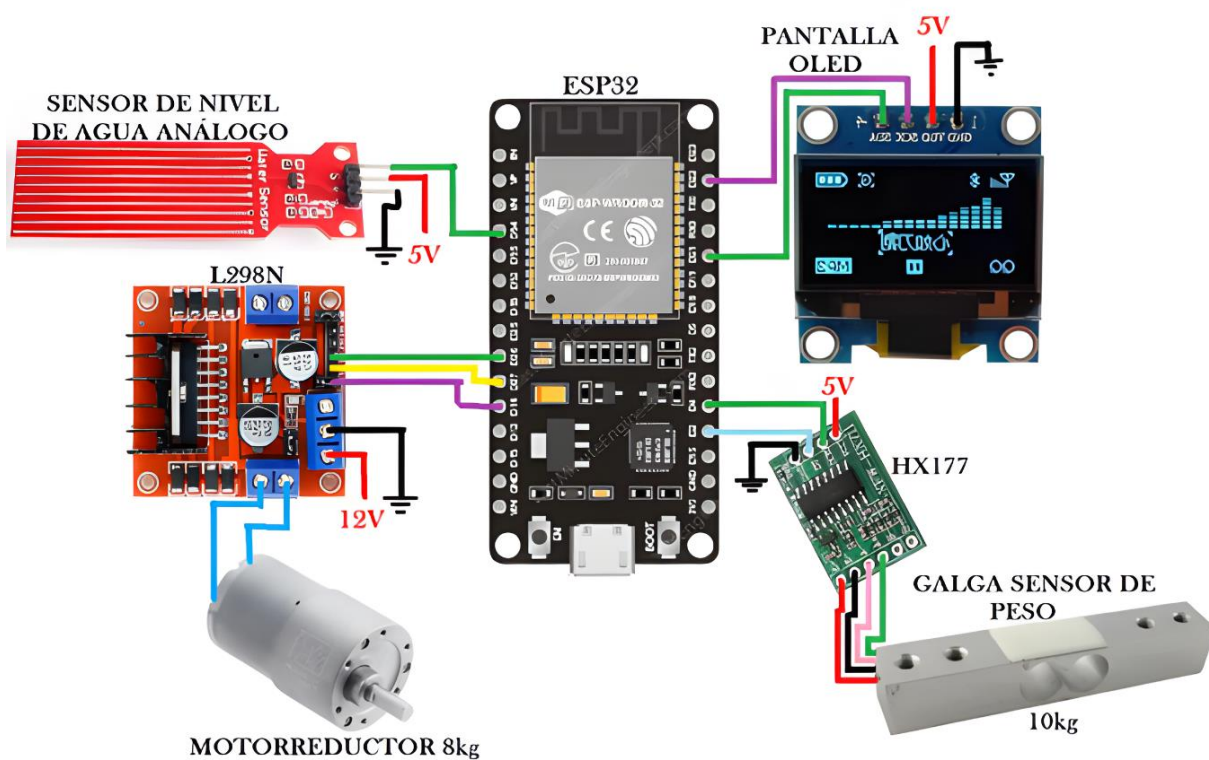


Ilustración 20. Diagrama de conexión de los componentes.

Fuente: elaboración propia.

8.5 DIAGRAMA DE FLUJO

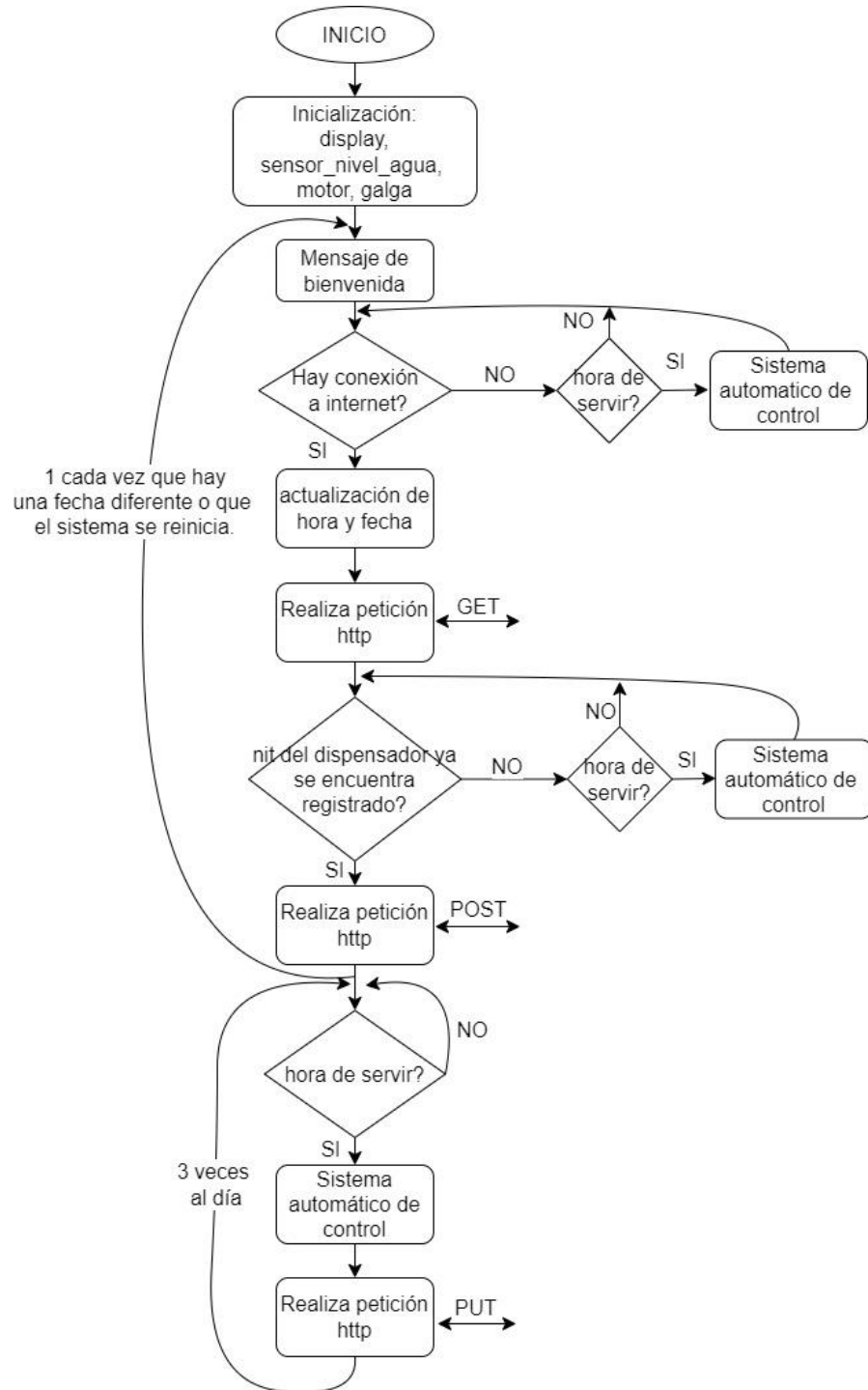


Ilustración 21. Diagrama de flujo del funcionamiento del dispensador.
Fuente elaboración propia.

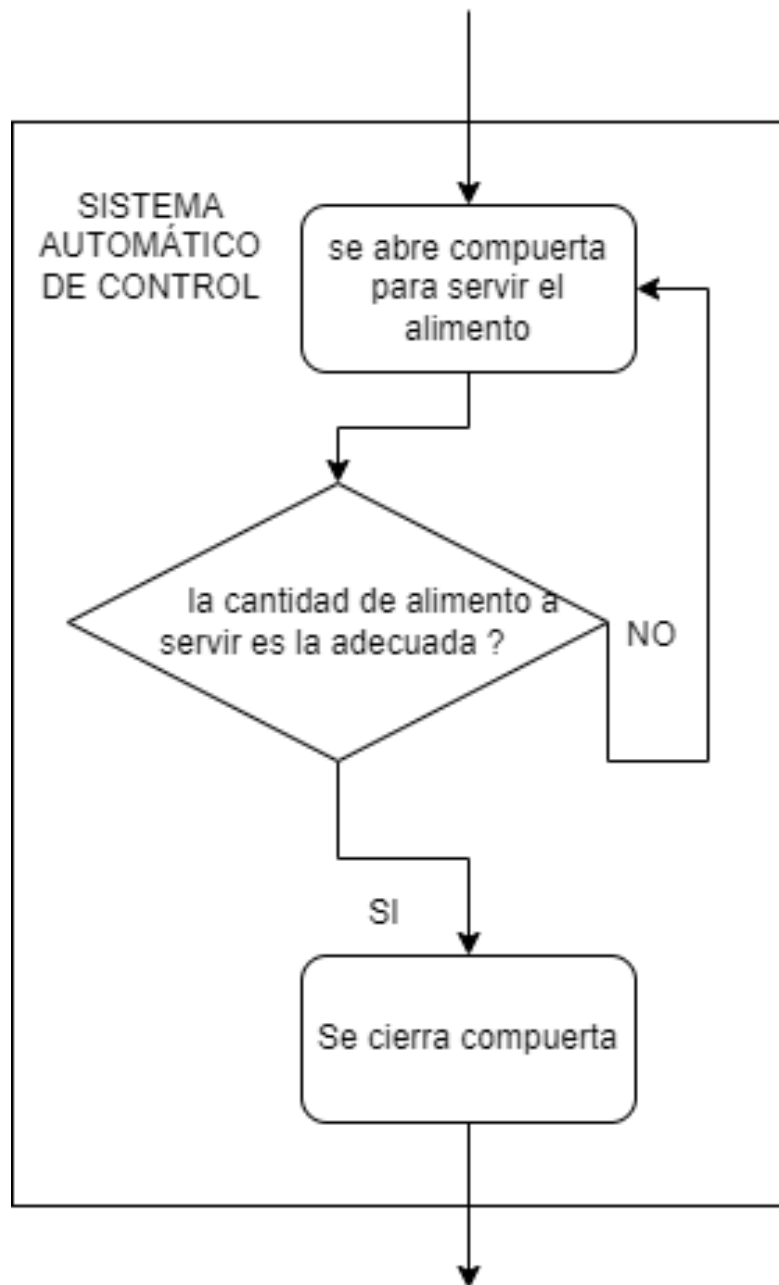


Ilustración 22. Diagrama de flujo del sistema automático de cómo se sirve el alimento.
Fuente: elaboración propia

9 USABILIDAD DEL SISTEMA

La usabilidad del sistema es uno de los factores más importantes en el momento de medir la calidad de un producto de software. La definición más utilizada de usabilidad se rige en la norma ISO 9241-11, la cual usabilidad se comprende como “el grado con el que un producto puede ser usado por usuarios específicos para alcanzar objetivos específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción”[56].

ATRIBUTOS	MÉTRICAS
Efectividad	- Tareas resueltas en un tiempo limitado.
Eficiencia	- Capacidad de cumplir con las funciones
Satisfacción	- Nivel de dificultad - Agrado o no agrado - Preferencias

Tabla 12. *Formas de medir la usabilidad.*

Fuente: elaboración propia.

9.1 ENCUESTAS

Solo se realizó la encuesta a personas que tienen como mascotas los perros, dado que el sistema está enfocado en los canes, las encuestas se crearon con ayuda de Google formulario.

Las encuestas se desarrollaron con el fin de analizar qué tan fácil es de utilizar el sistema, si se cree útil el prototipo propuesto en el trabajo de investigación, entre otras cosas, es importante considerar que tan satisfecho se encuentra la población a la cual va dirigido el producto realizado por medio del trabajo de investigación.

La encuesta se va a enfocar en la usabilidad del sistema, la eficiencia de realizar el diagnóstico médico veterinario con la aplicación y la importancia del dispensador automático de comida y agua.

- ¿Cree que el sistema es bastante fácil de utilizar?
- ¿Cree que las diferentes funciones de la aplicación se encuentran bien integradas?
- ¿Recomendaría la aplicación IA Healt a otras personas?
- ¿Qué tan cómodo se sintió utilizando la aplicación?
- ¿Cree que el diseño, colores y estructura de la aplicación son adecuados? (Satisfacción)
- ¿Qué tan útil considera la herramienta IA Healt?

- ¿Qué tan fácil fue realizar diagnósticos para tu mascota?
- ¿Qué tan rápido fue la respuesta en el momento de realizar el diagnóstico?
- ¿Considera que la herramienta es confiable? ¿y si no la cree confiable, que puede mejorar para ser confiable?
- ¿Cree que el dispensador automático de comida y agua cumple con el objetivo de servir el alimento a tiempo y monitorear el estado del apetito del can?
- ¿Cree importante el uso de la aplicación móvil con el dispensador automático?
- ¿Qué le pareció que el dispensador estuviera hecho de material reciclable?
- ¿Considera que el sistema completo cumple con sus funciones?
- ¿En general como les pareció el prototipo de dispensador automático con la aplicación IA Healt?
- ¿Qué recomendaciones daría para mejorar en un futuro el sistema completo de aplicación móvil y dispensador?

9.2 RESPUESTAS

A continuación, con la encuesta se analiza la eficacia, eficiencia y satisfacción del sistema usado por 15 usuarios. Las ilustraciones desde la 23 hasta la 37 se evidencia las respuestas dadas por los interesados, la mayor parte de las respuestas son positivas evidenciando el éxito del sistema, donde los usuarios dan recomendaciones como mejoras para el futuro del producto evaluado.

EVALUACIÓN	RESULTADOS
Efectividad	<ul style="list-style-type: none"> - Tareas resueltas en un tiempo limitado: En la ilustración 11 se nota que los usuarios le dieron puntuaciones altas entre 4 y 5, la cual el 67% de las respuestas dijeron que es muy rápido diagnosticar y el 33% que es rápido el sistema.
Eficiencia	<ul style="list-style-type: none"> - Capacidad de cumplir con las funciones: En la ilustración 31 se evidencia respuestas de alguno de los usuarios que realizaron diagnósticos que ya les habían realizado con anterioridad a sus perros y dicen que la respuesta fue la misma. En la ilustración 32 los usuarios llegaron a una conclusión, que el dispensador cumple aun 100% con sus funciones. Finalmente, en la ilustración 35 los usuarios afirman que en general el

	sistema cumple con todas sus funciones.
Satisfacción	<ul style="list-style-type: none"> - Nivel de dificultad: El nivel de dificultad que presento el uso del producto fue muy bajo, como se presenta en las ilustraciones 23, 26 Y 29, se evidencia que no presento muchas dificultades, el uso fue fácil tanto en el manejo de la app como del dispensador y que es intuitivo. - Agrado o no agrado: en las ilustraciones 24,25, 27 y 34 se evidencia que fue de gran agrado el sistema, donde el 100% de los usuarios encuestados recomendaría el producto, se tuvo un gran impacto positivo por el dispensador hecho por materiales reciclable. los colores y funciones del sistema los usuarios estuvieron de acuerdo que estuvo muy bien acoplado y visualmente muy agradable. - Preferencias: En las ilustraciones 25 y 28 se evidencia de forma positiva que recomendarían el sistema y que les seria de mucha utilidad para el cuidado de su perro.

Tabla 13. **Conclusiones y resultados sobre la usabilidad del sistema**

¿Cree que el sistema es bastante fácil de utilizar? la escala más baja significa que no es fácil y la mas alta que es muy fácil.

15 respuestas

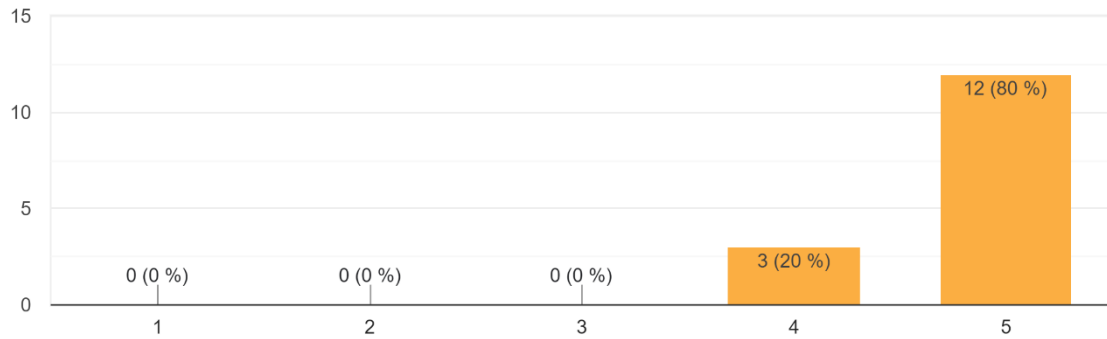


Ilustración 23. Pregunta 1 con las respectivas respuestas por los usuarios.
Fuente: elaboración propia.

¿Cree que las diferentes funciones de la aplicación se encuentran bien integradas?

15 respuestas

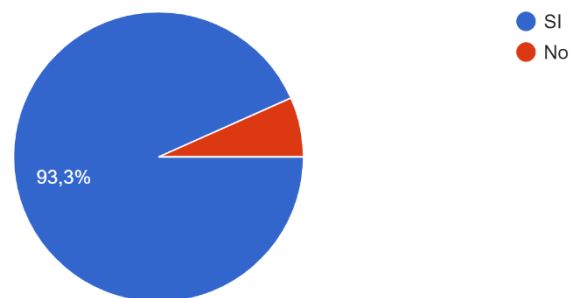


Ilustración 24. Pregunta 2 con las respectivas respuestas por los usuarios.
Fuente: elaboración propia.

¿Recomendaría la aplicación IA Healt a otras personas?

15 respuestas

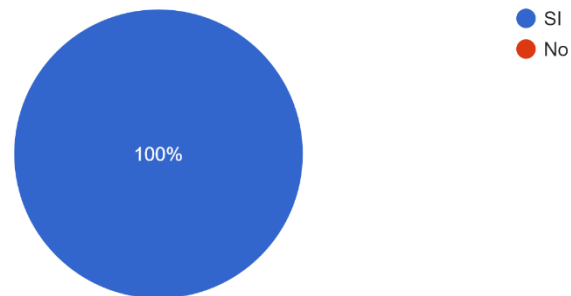


Ilustración 25. Pregunta 3 con las respectivas respuestas por los usuarios.
Fuente: elaboración propia.

¿Qué tan cómodo se sintió utilizando la aplicación? la escala más baja se refiere a muy incómodo y la escala más alta muy cómodo

15 respuestas

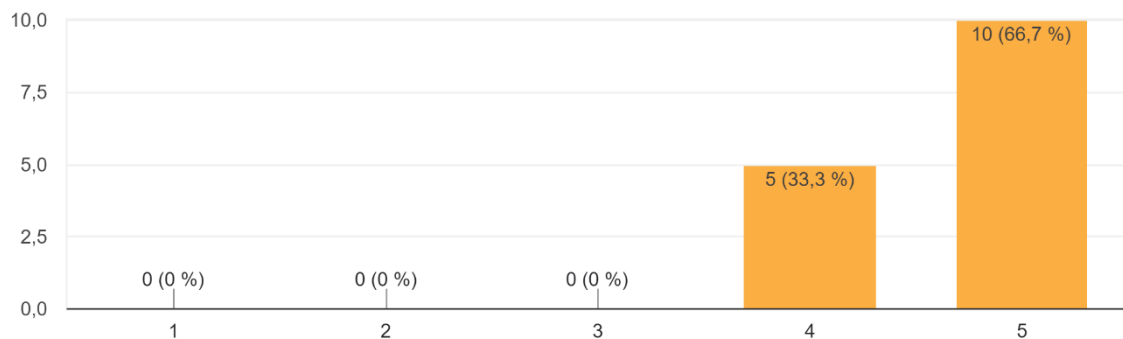


Ilustración 26. Pregunta 4 con las respectivas respuestas por los usuarios.
Fuente: elaboración propia.

¿Cree que el diseño, colores y estructura de a aplicación son adecuados? la escala más baja no son nada adecuados, la escala más alta son muy adecuados.

15 respuestas

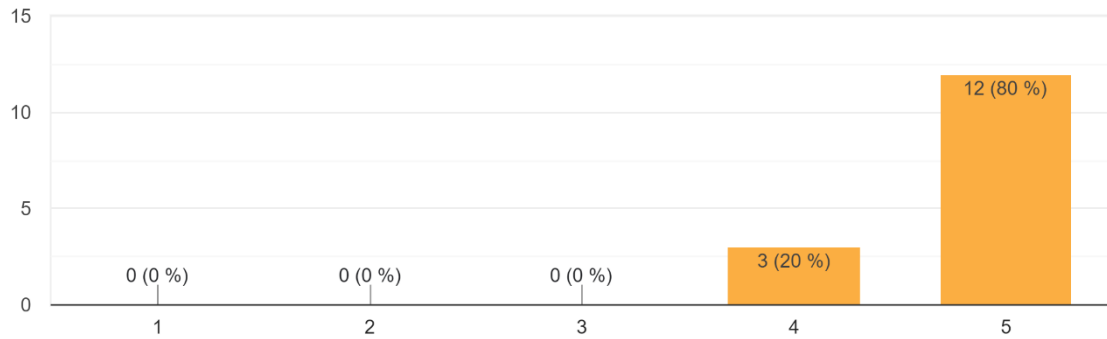


Ilustración 27. *Pregunta 5 con las respectivas respuestas por los usuarios.*
Fuente: elaboración propia.

¿Qué tan útil considera la herramienta IA Healt? la escala más baja nada útil, la escala más alta muy útil

15 respuestas

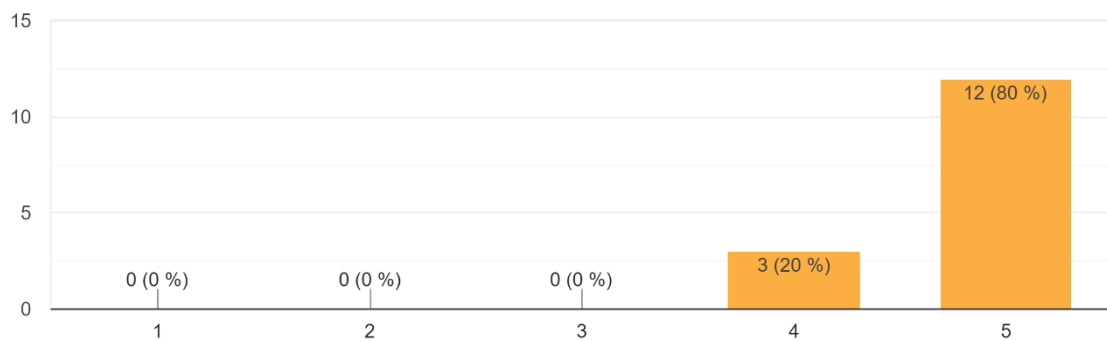


Ilustración 28. *Pregunta 6 con las respectivas respuestas por los usuarios.*
Fuente: elaboración propia.

¿Qué tan fácil fue relizar diagnósticos para tu mascota? la escala más baja significa que no es fácil y la mas alta que es muy fácil.

15 respuestas

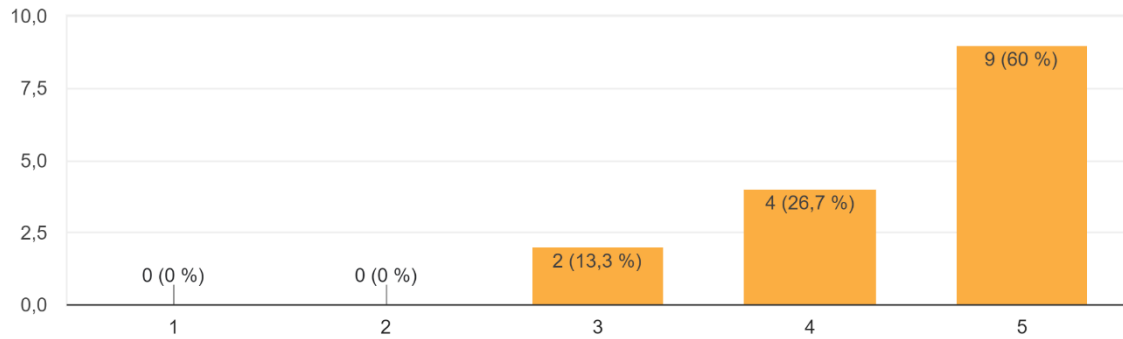


Ilustración 29. *Pregunta 7 con las respectivas respuestas por los usuarios.*
Fuente: elaboración propia.

¿Qué tan rápido fue la respuesta en el momento de realizar el diagnóstico? la escala más baja mulento, la escala más alta muy rápido.

15 respuestas

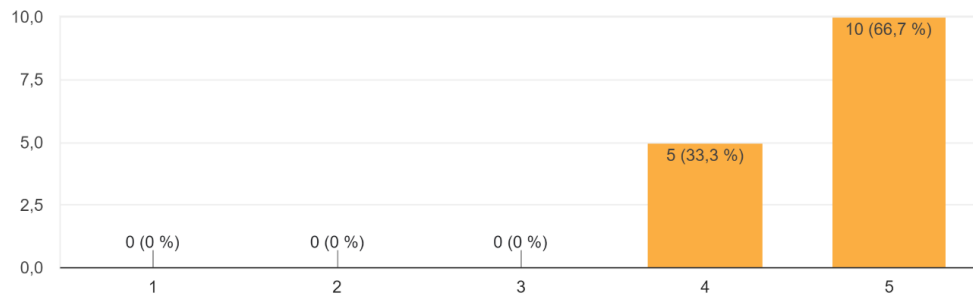


Ilustración 30. *Pregunta 8 con las respectivas respuestas por los usuarios.*
Fuente: elaboración propia.

¿Considera que la herramienta es confiable? ¿y si no la cree confiable, que puede mejorar para ser confiable?

15 respuestas

me parece confiable, aunque tiene puntos por mejorar en el momento de diagnosticar

En parte me parece confiable porque diagnostique una enfermedad que mi perro habia padecido antes y el diagnostico fue el mismo, seria bueno que pudiera diagnosticar mas enfermedades.

al parecer se ve confiable, me interesaria verla vs con un veterinario y ver que los diagnosticos sean los mismos.

hice un diagnostico que le habian hecho a mi perro hace tiempo y considio con la respuesta, me parecio interesante probar asi la aplicación, asi que por mi parte me parece confiable

seria mas confiable si estuviera monitoreada las respuestas del diagnostico por un veterinario, porque puede pasar de que falle, pero en general es confiable

en mi punto de vista se ve que es confiable, se nota que la investigación fue amplia para llegar a obtener este producto

si me parece confiable

Ilustración 31. Pregunta 9 con las respectivas respuestas por los usuarios.
Fuente: elaboración propia.

¿Cree que el dispensador automático de comida y agua cumple con el objetivo de servir el alimento a tiempo y monitorear el estado del apetito del can?

15 respuestas

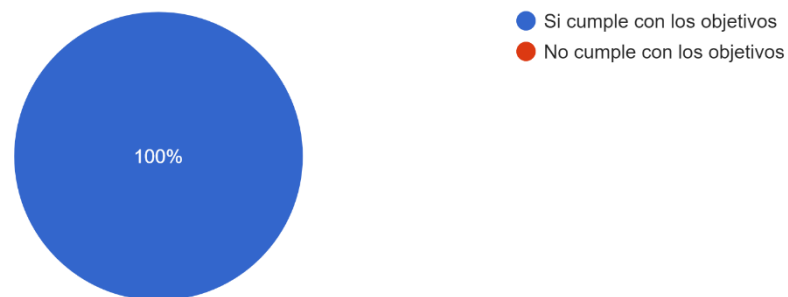


Ilustración 32. Pregunta 10 con las respectivas respuestas por los usuarios.
Fuente: elaboración propia.

¿Cree importante el uso de la aplicación móvil con el dispensador automático? la escala más baja nada imortante, la escala más alta muy importante

15 respuestas

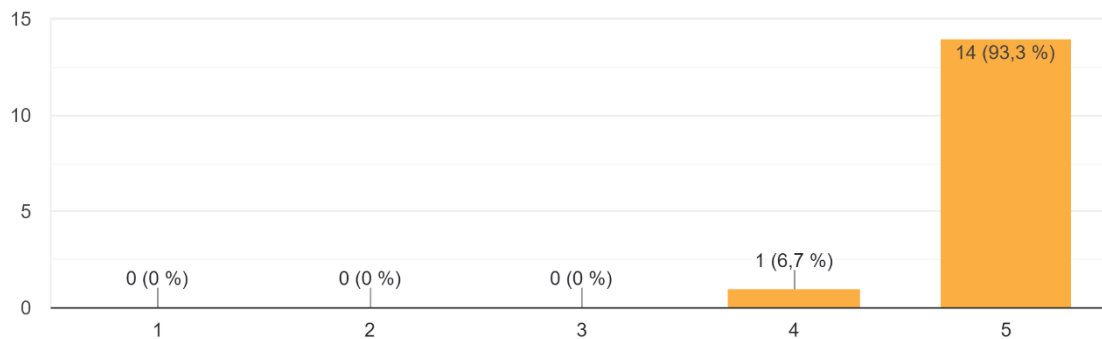


Ilustración 33. Pregunta 11 con las respectivas respuestas por los usuarios.
Fuente: elaboración propia.

¿Qué le pareció que el dispensador estuviera hecho de material reciclable?

15 respuestas

esta super, es importante conservar el medio ambiente

me parece una buena forma de reutilizar material, para tener un nuevo proposito

esta muy bueno, pero seria bueno que el armazon no fuera de cartón, si no mas bien en otro material mas resistente

me parece un acto muy bonito, esto demuestra que hay personas que se preocupan por el medio ambiente

esta muy bueno pero el armazon de carton lo cambiaria por otro tipo de material mas recistente al agua

super bueno, algo innnovador

muy buena acción por el medio ambiente

es bonito que piensen en el medio ambien, estos proyectos asi valen la pena, que piensan en el medio ambiente y en los animalitos

Ilustración 34. Pregunta 12 con las respectivas respuestas por los usuarios.
Fuente: elaboración propia.

¿Considera que el sistema completo cumple con sus funciones?

15 respuestas

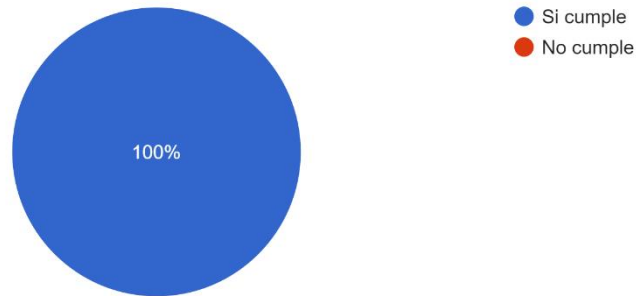


Ilustración 35. Pregunta 13 con las respectivas respuestas por los usuarios.
Fuente: elaboración propia.

¿En general como le pareció el prototipo del dispensador automático con la aplicación IA Healt?

15 respuestas

me parece muy completo, me parece interesante que sepa cual es la cantidad de alimento y agua debe consumir mi mascota y con base a esto me alerte si consumo lo adecuado
me parece muy bueno, dado que tiene en cuenta la alimentación del perrito y es importante estar pendiente de eso, y que pueda detectar que no ha comido como parte del sintoma para ingresar me parece muy interesante
esta super bien, permite estar pendiente de la salud de mi perro, ojala siga mejorando y incluyendo mas cosas
muy bueno para llevar un control alimenticio y poder estar mas pendiente de la salud de mi perro
me parece interesante que se pueda estar pendiente de mi perro apartir de la tecnologia, es de mi agrado dado que mantengo muy ocupada, esto me daría un alivio y tranquilidad porque su salud estaria vigilada
me parece algo innovador no habia visto una propuesta asi, y se ve que seria muy util para personas que no pueden estar muy pendientes de sus mascotas.

Ilustración 36. Pregunta 14 con las respectivas respuestas por los usuarios.
Fuente: elaboración propia.

¿Qué recomendaciones daría para mejorar en un futuro el sistema completo (aplicación móvil y dispensador)

15 respuestas

ojala pudiera diagnosticar mas enfermedades y no limitarse

que el dispensador lo pueda programar desde la app, y la app pueda diagnosticar mas enfermedades

que se agrande las posibilidades de que la aplicación tenga medicos veterinarios como apoyo en la aplicación para aclarar dudas

que el dispensador sea de unmaterial mas resistente y que la aplicación pueda mejorar su bases de datos, ampliandola.

que pueda hacer unos cambios en el dispensador apartir de la aplicación movil, en general me parece muy chevere

todo esta bien pero seria interesante que el prototipo tuviera una camara y que se pueda observar el can desde otro lado

que pueda diagnosticar mas enfermedades en un futuro, me parece un gran avance para la comunidad y mas que los diagnosticos son tan caros

***Ilustración 37. Pregunta 15 con las respectivas respuestas por los usuarios.
Fuente: elaboración propia.***

10 CONCLUSIONES

- El tener disponibilidad de base de datos para entrenar la IA fue crucial para el avance del proyecto, entre mayor cantidad de datos disponibles, más precisa y eficiente fue la IA en el momento de diagnosticar las enfermedades y la predicción de resultados, aunque se quedó corto para detectar enfermedades dado que solo tiene capacidad de diagnosticar 11 enfermedades.
- Fue muy importante basarse en la literatura para escoger la técnica de IA la cual se iba a implementar dado que proporciona información detallada y actualizada sobre las técnicas de IA utilizadas en diversos campos, incluyendo la medicina veterinaria. La revisión sistemática permitió obtener información detallada sobre las fortalezas y debilidades de las técnicas existentes, y compararlas entre sí. Además, también ayudo a identificar las limitaciones y desafíos actuales del uso de la IA en la medicina veterinaria.
- El uso de las técnicas de IA trae muchos beneficios en el momento de realizar diagnósticos médicos veterinarios, son mucho más precisos, más rápidos y eficientes, en el caso de IA Healt se nota la rapidez en el momento de realizar los diagnósticos y alcanzando una exactitud del 84%, pudo ser más preciso, pero requería de más datos para alimentar la base del conocimiento.
- El dispensador automático de comida y agua es una herramienta muy útil para garantizar a los perros que tenga acceso a comida y agua, Sin embargo, por si solo no puede identificar una enfermedad en el perro, pero si puede identificar cambios bruscos en el apetito del perro y colaborar con la aplicación IA Healt para realizar diagnósticos oportunos si el dueño lo cree necesario.
- El uso de SVM en la aplicación IA Healt reduce riesgos de diagnósticos erróneos por su precisión y eficiencia, esto se debe a que puede clasificar grandes conjuntos de datos con rapidez.
- Según las métricas accuracy, recall, F1-score y ROC la calidad y rendimiento del modelo SVM propuesto obtuvo un porcentaje por encima del 83% que relativamente es muy favorecedor, no se obtuvo un valor del 100% dado que los datos obtenidos no son equitativos, como por ejemplo de una enfermedad se obtienen más datos que de otra, eso hace que el rendimiento baje, eso quiere decir que el conjunto de los datos este desequilibrado y hay una clase dominante que no se clasifica correctamente.
- El hecho de que la IA pueda diagnosticar 11 enfermedades en perros es un avance muy positivo en la medicina veterinaria, pero es importante considerar también la opinión medica veterinaria dado que es un proyecto en crecimiento y es significativo comparar la experiencia vs la IA.
- Al monitorear la cantidad de comida y agua que consume un can durante el día, el dispensador ayuda a detectar patrones alimentarios, así ayudando al dueño para identificar si el perro puede encontrarse indispuerto y así detectar problemas de salud más rápido.
- El dispensador es una gran ayuda tanto para el can como para su dueño, ya que se asegura de que el can reciba la cantidad adecuada de comida y agua todos los días.

Esto es especialmente importante para los perros con problemas de sobrepeso que requieren una dieta especial.

- Las ventajas que se pueden evidenciar que los dueños de los canes puedan utilizar IA healt es:
 - Accesibilidad: La app para diagnosticar enfermedades en perros proporciona una solución rápida y accesible a los dueños de mascotas que pueden preocuparse por la salud de sus perros.
 - Ahorro de tiempo: Al tener la APP para realizar diagnósticos, los propietarios pueden ahorrar tiempo y dinero en visitas al veterinario para obtener una opinión profesional sobre la salud de su mascota.
 - Detección temprana: La app puede ayudar a los usuarios a detectar enfermedades en una etapa temprana y recibir tratamiento inmediato para evitar que la enfermedad empeore.
 - Educación: La app de diagnósticos también puede ser una herramienta educativa para los propietarios de los perros al proporcionar información sobre los síntomas, tratamiento de las enfermedades.
 - Comodidad: La app ofrece una opción conveniente para los dueños que tienen dificultades para transportar a su perro a una clínica veterinaria.
- IA healt es una herramienta valiosa, pero es importante que los dueños de los perros tengan en cuenta que no pueden reemplazar completamente la opinión y tratamiento de un veterinario profesional.
- Implementar Django para crear el API REST fue muy ventajoso dado que se programa en PYTHON fue muy fácil implementar la IA con ayuda de las librerías que proporciona Python. Además la forma de comunicarse entre el frontend, el dispensador y la base de datos fue muy sencilla, Django proporciona una forma fácil de definir las rutas y métodos HTTP.
- El ESP32 es un microcontrolador de bajo costo, pero con grandes beneficios, las ventajas que ofrece enviar datos a un servidor de forma rápida y segura, potente procesador, bajo consumo de energía y gran cantidad de pines de entrada/salida, soporta protocolos de comunicación HTTP perfectos para conectar con Django y otros frameworks.
- En el momento de desarrollar el proyecto fue importante la interdisciplina para lograr culminar con éxito los objetivos planteados. La colaboración a través de las diferentes áreas de conocimiento permitió una comprensión más completa y profunda del problema en cuestión, para así llegar a una solución más efectiva y creativa. Las disciplinas combinadas fueron sistemas, electrónica y medicina veterinaria.

11 TRABAJOS FUTUROS

- Mejorar la base del conocimiento para aumentar la eficiencia, precisión en los diagnósticos.
- Agregar mas sensores al dispensador para aumentar la capacidad de detectar más síntomas en los perros, como por ejemplo un sensor de temperatura corporal.
- Agregar mas enfermedades a la base del conocimiento con el fin de ser un sistema más completo.
- Agregar un foro para realizar preguntas sobre enfermedades y síntomas de los perros con miembros profesionales del tema incluidos.
- Incluir a profesionales médicos veterinarios como administradores para ofrecer orientación a los usuarios sobre las enfermedades y tratamientos.
- Incluir un calendario para que cada usuario guarde información sobre las vacunas de sus perros que es fundamental llevar un control.
- Como la aplicación es orientado a usuarios con bajo conocimiento en la medicina veterinaria, crear una base de conocimiento con síntomas mas generales que el usuario pueda entender para realizar los diagnósticos.
- Los datos producidos del dispensador podrían ser analizados para identificar patrones y tendencias en la incidencia de enfermedades en perros. Esta información podría ser útil para identificar brotes de enfermedades y tomar medidas preventivas.
- Colaboración con veterinarios: se podría trabajar en colaboración con veterinarios para integrar la aplicación en la atención médica veterinaria. Los veterinarios podrían utilizar para complementar los exámenes físicos y mejorar la precisión del diagnóstico.
- A partir de los datos que recopila el dispensador se pueden utilizar para recomendar al dueño cambios en la dieta.
- Generar tratamientos más acuerdo a su edad, tamaño y peso de cada can (tratamientos personalizados).

12 ANEXOS

LITERATURAS Y PAPERS SOBRE TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL							
	NOMBRE	AUTORES	AÑO	PALABRAS CLAVES	RESUMEN	TÉCNICA DE IA	
						escogió	No escogió
1	Medical Diagnostic Systems Using Artificial Intelligence (AI) Algorithms: Principles and Perspectives[31]	simarjeet Kaur, jimmy singla, lewis Nkenyereye, sudan jha, deepak prashar, gyanendra prasad joshi, shaker el-sappagh, md. saiful islam, S. M Riazul islam	2020	IA, cardiología, enfermedades, lógica difusa, aprendizaje (IA), hígado, informático de diagnóstico médico, diagnóstico de pacientes, técnicas de IA, predicción de enfermedad es del corazón	Una enfermedad está formada por signos o síntomas que son interpretados por expertos clínicos. El diagnóstico se ha definido como el método de identificar una enfermedad a partir de sus signos y síntomas para concluir su patología. El diagnóstico también se puede definir como el método para averiguar qué enfermedad se basa en los síntomas y signos de un individuo lógico difusa, aprendizaje automático y aprendizaje profundo.	lógica difusa, aprendizaje automático, aprendizaje profundo	

2	A Comparative Study of Breast Cancer Detection based on SVM and MLP BPN Classifier[32]	Soumadip Ghosh, Sujoy Mondal, Bhaskar Ghosh	2014	Cáncer de mama, Procesamiento de datos, Clasificación, PCA, MLP NN, retropropagación, Máquinas de vectores soporte	<p>MLP utilizando Backpropagation NN (MLP BPN) y Support Vector Machine (SVM) y, posteriormente, evaluar su rendimiento en términos de diferentes medidas de rendimiento como Exactitud, precisión, recuperación, medida F, estadística Kappa, etc.</p> <p>El mejor algoritmo basado en los datos de cáncer de mama es el clasificador SVM. El clasificador SVM también tiene el error promedio más bajo en comparación con MLP BPN. Estos resultados sugieren que, entre los dos algoritmos de aprendizaje automático probados, el clasificador SVM tiene el potencial de mejorar significativamente los métodos de clasificación convencionales para su uso en el campo médico o, en general, de la bioinformática (en la tabla esta la comparación entre los dos métodos realizados en MATLAB, en la tabla habla de dimensiones</p>	Support Vector Machine (SVM)	MLP utilizando Backpropagation NN (MLP BPN)
---	--	---	------	--	--	------------------------------	---

					que es el número de atributos de entrada).		
3	Estudio comparado de las técnicas de Inteligencia Artificial para el diagnóstico de enfermedades en la ganadería[13]	Neilys GONZÁLEZ, Maikel Y. LEYVA, Katya M. FAGGIONI, Paúl J. ÁLVAREZ	2018	Técnicas de Inteligencia Artificial, diagnóstico de enfermedades, clasificación, predicción, toma de decisiones	<p>técnicas de IA comparadas ponderación Wi, Razonamiento basado en casos, redes neuronales, redes bayesianas. La técnica de IA que refleja resultados para el diagnóstico de enfermedades en la ganadería correspondió con el uso de las redes bayesianas.</p> <p>Resultado que está en correspondencia con el estado del arte relacionado con el uso de las técnicas de Inteligencia Artificial que con frecuencia se utilizan para el diagnóstico de enfermedades. (en el documento está la tabla de comparación de las técnicas).</p>	redes bayesianas	ponderación Wi, Razonamiento basado en casos, redes neuronales

4	Medical Self-Diagnostic System Using Artificial Neural Networks[33]	Malika h Aljurayfani, sundus Alghernas, Amal Shargabi	2019	autodiagnóstico médico, Red neuronal artificial, predicción	<p>propone un sistema que predice la disponibilidad de cáncer de cuello uterino en función de los síntomas de las pacientes. El sistema se entrena y prueba utilizando una red neuronal artificial basada en un conjunto de datos de información de pacientes con cáncer de cuello uterino.</p> <p>El entrenamiento y las pruebas se llevaron a cabo utilizando un método de red neuronal artificial. Más específicamente, se aplicó el clasificador de perceptrón multicapa (MLP). MLP es una clase de red neuronal artificial de avance. Luego, el modelo entrenado se usó para predecir la disponibilidad de la enfermedad del cáncer de cuello uterino para una paciente, es decir, si la enfermedad existe (positivo) o no existe (negativo). El clasificador MLP fue elegido después de probar otros dos clasificadores y encontrar que daba la mayor precisión.</p>	" método de red neuronal" perceptrón multicapa (MLP)	base ingenua, regresión logística
---	---	---	------	---	--	--	-----------------------------------

					Hay dos clasificadores: base ingenua y regresión logística. (en el documento está la tabla de comparación).		
--	--	--	--	--	---	--	--

5	Web-based Patient Support System Using Artificial Intelligence to Improve Health Monitoring and Quality of Life[34]	MU Ashwin kumar, KR Ananda kumar	2012	Reglas de asociación, árboles de decisión, procesamiento de datos	<p>Hablan de diferentes módulos, el módulo de predicción utiliza técnicas de redes neuronales para predecir enfermedades o condiciones de los pacientes en función de casos similares anteriores. En base de datos se encuentran pacientes y pacientes-enfermedad se utilizarán para entrenamiento y pruebas</p> <p>El módulo de diagnóstico consiste en un sistema experto y técnicas de lógica difusa para realizar tareas de diagnóstico. Se definirá un conjunto de reglas utilizando las bases de datos de pacientes y pacientes-enfermedad, así como el conocimiento experto en el dominio de la enfermedad. El sistema experto utiliza las reglas para diagnosticar la enfermedad del paciente en función de sus condiciones o síntomas actuales. Además, La lógica difusa está integrada para mejorar el razonamiento cuando se trata de datos difusos. La</p>	redes neuronales para predicción, para diagnóstico lógico difusa	
---	---	----------------------------------	------	---	--	--	--

					<p>combinación de sistema experto y lógica difusa que forma un sistema híbrido (experto-difuso) podría aumentar el rendimiento del sistema.</p> <p>Dado que la toma de decisiones clínicas requiere inherentemente un razonamiento bajo incertidumbre, los sistemas expertos (Shortliffe, 1987) y la lógica difusa (Meng, 1996) serán técnicas adecuadas para tratar con evidencia parcial y con la incertidumbre con respecto a los efectos de las intervenciones propuestas. Para las tareas de predicción, se ha demostrado que las redes neuronales producen mejores resultados en comparación con otras técnicas (como las estadísticas) (Partridge et al., 1996; Machado, 1996).</p>		
--	--	--	--	--	--	--	--

6	Artificial intelligence system to support the clinical decision for influenza[35]	Edna Márquez, Valeria Barrón	2019	aprendizaje automático, sistema de decisión de apoyo, diagnóstico médico, influenza, inteligencia artificial	<p>Probaron dos algoritmos supervisados y dos no supervisados.</p> <p>Usamos métodos supervisados porque tenemos la entrada y salida establecidas para el proceso de entrenamiento.</p> <p>Perceptrón multicapa (MLP). Esta es una red neuronal artificial, Máquina de vectores de soporte (SVM) usamos algunos no supervisados como la cuantificación vectorial (VQ) y Agrupación difusa (c-means).</p> <p>La máquina de vectores de soporte, con una precisión de 0,9524, una sensibilidad de 0,9715 y una especificidad de 0,9285 es el mejor método. Con MLP hicimos muchos experimentos para encontrar la mejor arquitectura, y con 38 neuronas ocultas tenemos buenos resultados.</p> <p>Los métodos no supervisados c-means y VQ tienen los resultados con menor precisión, sensibilidad</p>	<p>supervisados La máquina de vectores de soporte (SVM) y Perceptrón multicapa MPL con 38 neuronas ocultas tienen buenos resultados</p>	no supervisados c-means y VQ
---	---	------------------------------	------	--	---	---	------------------------------

					<p>y especificidad. (3346 muestras en total: 1484 controles y 1862 casos, los métodos intentaron dividir los controles y casos Las muestras se dividieron en dos conjuntos: uno para entrenamiento y otro para prueba, los conjuntos se crearon</p> <p>mediante validación cruzada con 5 veces.) (en el documento hay tabla de comparación de los resultados)</p>		
--	--	--	--	--	---	--	--

7	Medical Predictions: Naive Bayes Classifier vs Artificial Neural Networks[36]	Adriana Albu, Madalina Sofia Pasca, Cristian G. Zimbru	2019	sistemas expertos, inteligencia artificial, clasificador bayesiano, redes neuronales artificiales, predicciones medicas	<p>comparan el clasificador Naive Bayes y las redes neuronales artificiales utilizadas para evaluar un mismo problema predicción de hepatitis B.</p> <p>Dos de los métodos de IA más utilizados en el dominio de la toma de decisiones médicas son el clasificador bayesiano y las redes neuronales artificiales. La comparación entre ellos es debatida por los investigadores durante más de dos décadas</p> <p>Ambos métodos son buenos clasificadores, pero su desempeño está fuertemente relacionado con la calidad y cantidad de los datos procesados. Sería necesaria una base de datos más grande, pero esto podría generar un inconveniente adicional: datos faltantes. Afortunadamente, las ANN pueden gestionar este aspecto. Por otro lado, es preferible el clasificador bayesiano ingenuo, ya que proporciona probabilidades como resultado, y esto lo</p>	redes neuronales ANN, inferencia Bayesiana	
---	---	--	------	---	--	--	--

					<p>convierte en una herramienta confiable. (base de datos de 165 pacientes 150 de entrenamiento y 15 de prueba) 73,33% precisión de inferencia bayesiana y 80% ANN</p>		
--	--	--	--	--	--	--	--

8	Review on Artificial Intelligence Techniques for Medical Diagnosis[37]	Ruchi, Jimmy Singla, Amar Singh, Harshpreet Kaur	2020	CNN (red neuronal de convolución), SVM (máquina de vectores de soporte), RF (bosque aleatorio), precisión de clasificación	<p>Las técnicas discutidas son SVM, RF, CNN y KNN. En la mayoría de las estrategias, se requiere preprocesamiento y el manejo de grandes conjuntos de datos es un problema. La red neuronal con aprendizaje profundo se puede utilizar para manejar grandes conjuntos de datos. El aprendizaje profundo es capaz de manejar conjuntos de datos basados tanto en imágenes como en texto. El resultado obtenido con CNN es de 2 a 3% mejor en comparación con otros mecanismos. Esto significa que CNN se puede utilizar para futuras mejoras con texto y con conjuntos de datos de imágenes. En el futuro, la optimización se puede realizar junto con CNN para lograr una mejor precisión de clasificación.</p> <p>tiene tablas de ventaja y desventaja de las 4 técnicas</p>	CNN	
---	--	--	------	--	---	-----	--

9	ANÁLISIS COMPARATIVO DE DOS SISTEMAS EXPERIMENTOS PARA EL APOYO DIAGNÓSTICO VETERINARIO EN LOS CANINOS (ACOD SEVEC)[12]	CARLOS ANDRÉS CABRERA MATA BAJÓY, CHRISTIAN DAVID NORENA VALENCIA	2016	sistemas expertos, inteligencia artificial, redes neuronales, caninos, diagnósticos de enfermedad es, empresas veterinarias, medicina veterinaria	comparación de dos sistemas expertos. e estudiaron las técnicas de Inteligencia Artificial Redes Neuronales Artificiales Backpropagation y Algoritmo de Clasificación de Documentos. los resultados en tiempo de entrenamiento de los algoritmos tuvieron un promedio, en el mejor de los casos, para la Backpropagation de 22.1 segundos y el algoritmo de Clasificación de Documentos de 0.128 segundos. Por lo anterior, se determinó que el algoritmo que mejor da resultado de acuerdo con las pruebas es el algoritmo de Clasificación de Documentos, aunque comparando los resultados de diagnóstico con una persona experta ambos tuvieron un 66.67% se comportaron de forma similar.	Algoritmo de Clasificación de Documentos	Redes Neuronales Artificiales Backpropagation
---	---	---	------	---	---	--	---

10	PROTO TIPO DE SISTEMA EXPER TO PARA EL DIAGNÓSTICO DE ENFERMEDADES CANINAS (PROSEDEC)[41]	LEIDY JOHANA PÉREZ MURILLO, HAROLD ESTEBAN SERRANO CALLEJAS	2020	Sistema experto, Inteligencia Artificial, Enfermedad canina, Prototipo, Historias clínicas.	Se compararon las técnicas Redes Bayesianas, árbol de decisiones de clasificación, Kernel-SVM, Random Forest de Clasificación teniendo en cuenta los mejores casos de las pruebas realizadas, se descarta el algoritmo Random Forest de Clasificación y se decide implementar Kernel-SVM.	kernel-SVM	Redes Bayesianas, árbol de decisiones de clasificación, Random Forest de Clasificación
11	Sistema experto para el diagnóstico de enfermedades virales caninas basado en redes bayesianas[38]	Magui Esther SarZuri Alcón	2015	Diagnóstico, enfermedad es virales, caninos, redes bayesianas, sistemas expertos	Sistema experto donde escoge los síntomas que siente el canino y a partir de las redes bayesianas se diagnostica la posible enfermedad las posibles enfermedades que puede diagnosticar son: parvovirus, moquillos o distemper, rabia, hepatitis infecciosa, traqueo bronquitis o tos de las perreras, coronavirus, rotavirus. variables de entrada a manejar página 41	redes bayesianas	

1 2	sistema experto para el diagnóstico de la enfermedad coronaria (isquemia)[39]	maritza irma quisbert espejo	20 13	coronaria, diagnóstico, sistema experto.	Utilizando lógica difusa ayuda a diagnosticar enfermedades coronarias. El prototipo del Sistema Experto para el diagnóstico de la Enfermedad Coronaria esta desarrollado en SWI PROLOG. Los antecedentes los cuales se basó, eran sistemas expertos que utilizan lógica difusa	lógica difusa	
1 3	sistema experto para el diagnóstico de enfermedades infecciosas del ganado vacuno[40]	Heber Iván Mejía Cabrera , Daysi Marilyn Vidarte Medina y Luis Vives Garnique	20 13	enfermedades infecciosas, bovinos, diagnóstico, redes neuronales. sistema experto.	El uso de redes neuronales como técnica de solución al diagnóstico resulto muy favorable, se obtuvieron resultados alentadores, de 33 casos de prueba mostrados el sistema inteligente generó un resultado igual al emitido por el médico en un 100%.	redes neuronales	

14	Research of fish disease diagnosis expert system based on artificial neural networks[41]	Changhui Deng, WeiWang, jun gu, Xiangnan Cao, chan ye	2013	Redes neuronales, Experto en Sistemas, enfermedad de los peces, diagnóstico	Este sistema utilizó el diagnóstico previo de enfermedades del experto en peces para entrenar la red neuronal y simplificó el proceso de adquisición de conocimientos del sistema experto tradicional. Cuando se establece el sistema, los usuarios pueden seleccionar el módulo del mecanismo de inferencia de la red neuronal en el sistema. Luego, ingresando los síntomas correspondientes observados, el mecanismo de inferencia podrá buscar en la base de conocimientos o el conocimiento almacenado en la base de datos y calcular los datos automáticamente. Por último, los resultados se muestran en la interfaz hombre-máquina (HMI) y el sistema completa el diagnóstico de las enfermedades de los peces	redes neuronales	
----	--	---	------	---	--	------------------	--

15	Uncertain Knowledge Representation and Inferential Strategy in the Expert System of Swine Disease Diagnosis[42]	Chutchada-Nusai, Sirisak Cheechang	2014	representación del conocimiento, experto en Sistemas, diagnóstico de la enfermedad porcina	sistema experto para el diagnóstico de enfermedades porcinas que más afectan en Tailandia en los criaderos de cerdos, la base del diagnóstico es modelo novedoso de representación del conocimiento incierto y la estrategia de inferencia utilizando la determinación del peso significativo de cada síntoma. A partir de los resultados del diagnóstico de nuestro sistema experto, encontramos que podía diagnosticar con precisión en un 92 %.	conocimiento incierto y estrategia de inferencia	
----	---	------------------------------------	------	--	--	--	--

1 6	Animal Disease s Diagnos is Expert System Based on HSMC- SVM[4 3]	Huahua Lian, Wenxin g Bao, Yunhui Wang.	20 12	HSMC- SVM, diagnóstico de enfermedad es animales, sistema experto	Diseñaron un sistema experto para el diagnóstico de enfermedades para animales, como es tan amplio el tema de animales se enfocaron en las vacas. Por medio de experimentos, encontramos que la velocidad de entrenamiento de HSMC-SVM es más rápida que la de C- SVM y nu-SVM, pero la precisión es casi la misma que la de ambos. El análisis muestra que, HSMC- SVM cuesta para aumentar la velocidad de entrenamiento, y alcanza un 90% de precisión en la clasificación. Es claramente factible en las ocasiones en que las categorías de clasificación son más y el número de muestras es mayor.	HSMC- SVM	C- SVM, nu- SVM
--------	--	--	----------	--	---	--------------	--------------------------

17	Animal Disease Diagnoses Expert System Based on SVM[44]	Long Wan, Wenxin g Bao	2010	SVM, diagnóstico de enfermedades, sistema experto	vectorial es una buena aplicación en el campo del diagnóstico de enfermedades animales. presentamos un modelo de sistema experto de diagnóstico de enfermedades animales basado en SVM desde la perspectiva del diagnóstico de enfermedades animales. Los resultados experimentales mostraron que el modelo puede llevar a cabo el diagnóstico de enfermedades animales con mayor precisión y rapidez en condiciones de pequeñas muestras. se enfocan en las enfermedades de los ganados.	SVM	
----	---	------------------------	------	---	---	-----	--

18	A Three-Stage Expert System Based on Support Vector Machines for Thyroid Disease Diagnosis[45]	Hui-Ling Chen, Bo Yang, Gang Wang, Jie Liu, Yi-Dong Chen & Da-You Liu	2012	diagnóstico de enfermedad es de la tiroides, apoyo, máquinas vectoriales, expertos en sistemas, puntuación del pescador, optimización de Enjambre de partículas	<p>un sistema experto de tres etapas basado en un enfoque híbrido de máquinas de vectores de soporte (SVM) para diagnosticar la enfermedad de la tiroides.</p> <p>El sistema propuesto se ha comparado con otros dos métodos relacionados, incluido el SVM basado en la técnica de búsqueda Grid (Grid-SVM) y el SVM basado en la búsqueda Grid y el análisis de componentes principales (PCA-Grid-SVM) en términos de precisión de clasificación. Los resultados experimentales demuestran que FS-PSO-SVM supera significativamente a los demás. Además, en comparación con los métodos existentes en estudios anteriores, el sistema propuesto ha logrado la precisión de clasificación más alta reportada hasta ahora por el método de validación cruzada (CV) de 10 veces, con una precisión media del 97,49 % y una precisión máxima del</p>	FS-PSO-SVM	Grid-SVM, PCA-Grid-SVM
----	--	---	------	---	---	------------	------------------------

					98,59. % Con esperanza. se implementó en MATLAB.		
1 9	DZC DIAG: mobile applicati on based on expert system to aid in the diagnosi s of dengue, Zika, and chikung unya[46]	Adriana Peter Rodríguez de Araújo, María Carolina Macedo de Araujo, Thiago Coutinho Cavalcanti, Cláudia Fernanda de Lacerda Vidal, Marilú Gomes Netto Monte da Silva	20 20	virus Chikunguña , dengue, experto en sistemas, salud, virus zika	un sistema experto basado en reglas En este trabajo se propone el uso de un sistema experto para apoyar a los médicos en el diagnóstico de dengue, zika y Chikunguña. Implementamos la inteligencia artificial en una aplicación móvil Android fácil de usar que envía informes a un servidor FTP ubicado en el Laboratorio de Ingeniería Biomédica de la Universidad Federal de Pernambuco/Brasil. La precisión del 96,88 % de la inteligencia artificial propuesta mostró que nuestra aplicación móvil demostró una mayor confiabilidad en comparación con el diagnóstico de los médicos.	basado en reglas	

20	Machine Learning Model Based Expert System for Pig Disease Diagnosis[47]	Khumukcham Robindro, Ksh. Nilakanta Singh, Leishangthem Sashikumar Singh	2021	Experto en Sistemas, algoritmos de aprendizaje automático, enfermedades de los cerdos, SVM	<p>Se implementa un sistema experto para el diagnóstico de enfermedades de los cerdos con el método SVM.</p> <p>Este sistema intenta resolver el problema entrenando y comparando el rendimiento de 9 algoritmos de ML diferentes. Los algoritmos son: clasificador KNN, clasificador de regresión logística, clasificador de centroide más cercano, SVM, árboles de embolsado, clasificador de bosque aleatorio, clasificador de aumento de gradiente, clasificador XGBoost.</p> <p>SVM logró la mayor puntuación de precisión que fue de un 98%, después siguen los clasificadores Logistic Regression y Random Forest, ambos con puntuación final del 96%</p>	SVM	KNN, clasificador de regresión logística, clasificador de centroide más cercano, árboles de embalsado, clasificador de aumento de gradiente, clasificador XGBoost
----	--	--	------	--	--	-----	---

21	Web Based Expert System for Diagnosis of Cattle Disease[48]	Engidu K. Gebre-Amanuel, Fekade Getahun Taddesse, Fekade Getahun Taddesse	2018	Razonamiento basado en casos, razonamiento basado en reglas, sistema experto, razonamiento híbrido, sistema basado en el conocimiento, diagnóstico de enfermedades.	<p>sistema experto con razonamiento híbrido combinando CBR (razonamientos basado en casos) y RBR (motor de razonamiento basado en reglas) para el diagnóstico de enfermedades del ganado en japon, Tokio y sugerir posibles tratamientos.</p> <p>Los síntomas proporcionados por un usuario se toman como consulta y la solución se busca a partir de un caso similar en la base de casos.</p> <p>El RBR interviene cuando el CBR no consigue identificar una sola enfermedad. Además, los problemas resueltos por el motor RBR se almacenan como experiencias que se utilizarán como fuente de datos para el módulo de aprendizaje de CBR. El prototipo se evaluó mediante pruebas de rendimiento del sistema y pruebas de aceptación del usuario con resultados correspondientes de 91,67% y 82,34% respectivamente.</p>	CBR y RBR	
----	---	---	------	---	--	-----------	--

22	A Mobile App for Diagnosing Horses' Diseases[49]	Khalaf Alsalem	2019	enfermedades de los caballos, autodiagnóstico, tratamientos para caballos, aplicación de caballos	<p>proponen desarrollo de prototipo para el diseñar una aplicación móvil para el diagnóstico de enfermedades de los caballos con java</p> <p>donde se utiliza una técnica de inteligencia artificial basada en la inferencia bayesiana.</p> <p>Intel XDK, es el kit de desarrollo, que utilizaron para desarrollar la aplicación.</p>	inferencia bayesiana	
----	--	----------------	------	---	---	----------------------	--

23	Application of SVM based on hybrid kernel function in heart disease diagnoses[50]	Yuan Bin Mo, shuihua xu	2010	máquina de vectores de soporte (SVM), función del núcleo, función de núcleo híbrido, optimización de enjambre de partículas (PSO)	<p>En este artículo, construimos un modelo SVM basado en la función del kernel híbrido y lo aplicamos en el diagnóstico de enfermedades cardíacas.</p> <p>En este documento, se propone en primer lugar la combinación de funciones del núcleo tipo K con el núcleo lineal y el núcleo polinomial. Se construyen combinaciones lineales con diferentes funciones del núcleo y se usa el algoritmo PSO para optimizar el parámetro de penalización C. Por último, la comparación de SVM con el núcleo de este documento con el SVM con kernel general, y los resultados muestran que el SVM con el kernel de este documento tiene un mejor rendimiento.</p> <p>los experimentos verifican que el modelo de SVM basado en la función híbrida es práctico.</p>	SVM	
----	---	-------------------------	------	---	---	-----	--

Tabla 14. Listado de artículos y tesis sobre trabajos que utilizan una o varias técnicas de IA.

Fuente: elaboración propia.

13 REFERENCIAS

- [1] Pet Industry - Gerencia, “Un nuevo hogar colombiano - Pet Industry,” Mar. 16, 2020. <https://petindustry.co/gerencia/un-nuevo-hogar-colombiano/> (accessed Oct. 01, 2021).
- [2] EL TIEMPO, “Perros: Si tienes una mascota evita hacer esto - Mascotas - Vida - ELTIEMPO.COM,” Sep. 21, 2021. <https://www.eltiempo.com/vida/mascotas/perros-si-tienes-una-mascota-evita-hacer-esto-619707> (accessed Oct. 05, 2021).
- [3] Diario Veterinario, “La importancia de la alimentación en mascotas para evitar sobrepeso y enfermedades,” May 25, 2020. <https://www.diarioveterinario.com/t/1967024/importancia-alimentacion-mascotas-evitar-sobrepeso-enfermedades> (accessed Oct. 05, 2021).
- [4] L. J. Pérez Murillo and H. E. Serrano Callejas, “PROTOTIPO DE SISTEMA EXPERTO PARA EL DIAGNÓSTICO DE ENFERMEDADES CANINAS (PROSEDEC) PROTOTIPO DE SISTEMA EXPERTO PARA EL DIAGNÓSTICO DE,” Universidad Del Valle, 2020.
- [5] C. Sanofi, “Mediktor y el test basado en IA para detectar COVID-19 | Campus Sanofi,” 2020. <https://campussanofi.es/2020/04/16/mediktor-la-primera-app-que-evalua-los-sintomas-del-paciente/> (accessed Oct. 11, 2021).
- [6] A. Comunicación, “Zoetis lanza VetScan® Imagyst, una nueva solución diagnóstica impulsada por Inteligencia Artificial - Axon Comunicacion. Expertos en soluciones integrales y formación en veterinaria,” 2021. <https://axoncomunicacion.net/zoetis-lanza-vetscan-imagyst-una-nueva-solucion-diagnostica-impulsada-por-inteligencia-artificial/> (accessed Oct. 11, 2021).
- [7] Winecta, “¿Cuáles son las tendencias en Transformación Digital en 2019?,” Jan. 23, 2019. <https://www.wincta.com/tendencias-en-transformacion-digital-2019/> (accessed Oct. 12, 2021).
- [8] Editorial Océano S.L, “Una App de Inteligencia Artificial acelera el diagnóstico del neumotórax,” 2020. <https://magazine.oceanomedicina.com/e-health/una-app-de-inteligencia-artificial-acelera-el-diagnostico-del-neumotorax> (accessed Oct. 12, 2021).
- [9] Revista PetLovers, “IA Inteligencia artificial podría detectar enfermedades en mascotas,” 2020. <https://www.revistapetlovers.com/ia-inteligencia-artificial-podria-detectar-enfermedades-en-mascotas/> (accessed Oct. 14, 2021).
- [10] Zoetis, “LanzamientoImagyst | Zoetis ES,” 2021. <https://www.zoetis.es/noticias/lanzamientoimagyst.aspx> (accessed Oct. 14, 2021).

- [11] J. D. León Quenguan and D. Rueda Almario, “DISPENSADOR AUTOMÁTICO DE COMIDA PARA MASOTAS, PROGRAMABLE Y CONTROLADO REMOTAMENTE,” Universidad Del Valle, 2013.
- [12] C. A. Cabrera Matabajoy and C. D. Noreña Valencia, “ANÁLISIS COMPARATIVO DE DOS SISTEMAS EXPERTOS PARA EL APOYO ‘ DIAGNOSTICO VETERINARIO EN LOS CANINOS (ACODSEVEC),” Universidad Del valle, 2016.
- [13] C. N. González, C. M. Leyva, K. M. Faggioni, and P. J. Álvarez, “Estudio comparado de las técnicas de Inteligencia Artificial para el diagnóstico de enfermedades en la ganadería,” *CISCI 2018 - Decima Septima Conf. Iberoam. en Sist. Cibern. e Informatica, Decimo Quinto Simp. Iberoam. en Educ. Cibern. e Informatica, SIECI 2018 - Memorias*, vol. 1, pp. 9–13, 2018.
- [14] C. Jhonny, “Diseño de un dispositivo inteligente para alimentar mascotas,” UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL, 2019.
- [15] H. G. Javier and S. G. Sebastián, “[El racionalismo de Descartes],” 2011, pp. 1–19.
- [16] L. Álvarez Munarriz, *Fundamentos de la inteligencia artificial*. Secretariado de Publicaciones, Universidad de Murcia, 1994.
- [17] E. G. García, “Teoria de la mente y ciencias cognitivas,” pp. 1–35, 2007.
- [18] IBERDROLA, “¿Qué es la Inteligencia Artificial? - Iberdrola,” 2021. <https://www.iberdrola.com/innovacion/que-es-inteligencia-artificial> (accessed Oct. 15, 2021).
- [19] ITELLIGENT, “Machine Learning & NPL: cómo funciona un clasificador de documentos,” Jan. 16, 2019. <https://itelligent.es/es/pln-clasificacion-automatica-documentos/> (accessed Oct. 15, 2021).
- [20] M. M. D. Rubén and R. M. D. R. A, “SISTEMAS DE CONTROL MODERNO VOLUMEN I: sistemas de tiempo continuo,” T. de Monterrey, Ed. 2013.
- [21] K. Benjamin, *Sistemas De Control Automático Séptima Edición*. 1996.
- [22] Ghafele and Roya, “JOURNAL OF INTELLECTUAL PROPERTY AND ENTERTAINMENT LAW WHAT YOUNG INNOVATIVE COMPANIES WANT : FORMULATING BOTTOM-UP PATENT POLICY FOR THE INTERNET OF THINGS,” p. 23, 2017.
- [23] M. F. Ruiz, J. Barolin, C. Candellero, R. n Zimmermann, J. Jaime, and F. . Aguirre, “Hemoparásitos en caninos : coinfección de Ehrlichia canis y piroplasmas en un canino de la ciudad de Santa Fe,” pp. 2–3, 2018.

- [24] W. Commons, J. Mills, and C. C. By-sa, “Coccidiosis en perros,” pp. 1–3, 2018.
- [25] M. C. Brusa, “Compendio de enfermedades de los caninos y felinos domésticos,” in *Compendio de enfermedades de los caninos y felinos domésticos*, 2020. doi: 10.35537/10915/37329.
- [26] E. I. MEDINA AZURDIA, “ESTUDIO DE LA GASTROENTERITIS EN CANINOS Y SU RELACION CON EPOCA DEL AÑO, EDAD, RAZA, SEXO Y ESTADO DE VACUNACIÓN EN LOS PACIENTES, EN DOS HOSPITALES PRIVADOS Y EL HOSPITAL DE LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA EN LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS,” UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA, 2001. [Online]. Available: <https://cursa.ihmc.us/rid=1R440PDZR-13G3T80-2W50/4>. Pautas-para-evaluar-Estilos-de-Aprendizajes.pdf
- [27] Anicura, “Infección de orina en perros: síntomas y tratamiento | AniCura España.” <https://www.anicura.es/consejos-de-salud/perro/consejos-de-salud/infeccion-de-orina-en-perros-sintomas-y-tratamiento/> (accessed Apr. 13, 2023).
- [28] M. Besteiros, “TODO sobre la TRAQUEÍTIS en perros - Síntomas, causas y tratamiento,” Jan. 31, 2019. <https://www.expertoanimal.com/traqueitis-en-perros-sintomas-causas-y-tratamiento-24016.html> (accessed Apr. 13, 2023).
- [29] J. Laverde, “Actualización De Las Principales Dermatopatías En Perros Y Gatos, Diagnostico Y Tratamiento.,” 2018. [Online]. Available: <https://repository.udca.edu.co/bitstream/11158/1437/1/DERMATOPATÍAS.pdf>
- [30] C. R. Sánchez, E. S. Calle, P. N. Falcón, and J. C. Pinto, “Bacterial isolation in canine ear infections and its antimicrobial susceptibility,” *Rev. Investig. Vet. del Peru*, vol. 22, no. 2, pp. 161–166, 2011.
- [31] S. Kaur *et al.*, “Medical Diagnostic Systems Using Artificial Intelligence (AI) Algorithms: Principles and Perspectives,” *IEEE Access*, vol. 8, pp. 228049–228069, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3042273.
- [32] S. Ghosh, S. Mondal, B. Ghosh, and S. Member, “A Comparative Study of Breast Cancer Detection based on SVM and MLP BPN Classifier,” pp. 1–4.
- [33] M. Aljurayfani, S. Alghernas, and A. Shargabi, “Medical self-diagnostic system using artificial neural networks,” *2019 International Conference on Computer and Information Sciences, ICCIS 2019*. 2019. doi: 10.1109/ICCISci.2019.8716386.
- [34] U. M. Ashwinkumar and K. R. Anandakumar, “A web-based patient support system using artificial intelligence to improve health monitoring and quality of life,” *Proceedings - 2012 2nd International Conference on Advanced Computing and*

Communication Technologies, ACCT 2012. pp. 101–105, 2012. doi: 10.1109/ACCT.2012.16.

- [35] E. Marquez and V. Barrón, “Artificial Intelligence system to support the clinical decision for influenza,” no. Ropec, pp. 0–4, 2019.
- [36] A. Albu, M. Pasca, and C. Zimbru, “Medical Predictions_ Naive Bayes Classifier vs Artificial Neural Networks _ Enhanced Reader.pdf.” 2019.
- [37] Ruchi, J. Singla, A. Singh, and H. Kaur, “Review on artificial intelligence techniques for medical diagnosis,” *Proc. 3rd Int. Conf. Intell. Sustain. Syst. ICISS 2020*, pp. 735–738, 2020, doi: 10.1109/ICISS49785.2020.9316035.
- [38] S. A. M. Esther, “SISTEMA EXPERTO PARA EL DIAGNÓSTICO DE ENFERMEDADES VIRALES CANINAS BASADO EN REDES BAYESIANAS,” UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS, 2015. [Online]. Available: [http://www.zonaeconomica.com/analisis-financiero/cuentas-cobrar%0Ahttp://www.redalyc.org/pdf/290/29012059009.pdf%0Ahttps://www.faeditorial.es/capitulos/gestion-morosidad.pdf%0Ahttps://unadmexico.blackboard.com/bbcswebdav/institution/DCSBA/Bloque 1/NA/02/N](http://www.zonaeconomica.com/analisis-financiero/cuentas-cobrar%0Ahttp://www.redalyc.org/pdf/290/29012059009.pdf%0Ahttps://www.faeditorial.es/capitulos/gestion-morosidad.pdf%0Ahttps://unadmexico.blackboard.com/bbcswebdav/institution/DCSBA/Bloque%201/NA/02/N)
- [39] M. I. Q. Espejo, “SISTEMA EXPERTO PARA EL DIAGNOSTICO DE LA ENFERMEDAD CORONARIA (ISQUEMIA) POSTULANTE : Maritza Irma Quisbert Espejo TUTOR METODOLOGICO : M . Sc Miguel Cotaña Mier ASESOR : M . Sc Franz Cuevas Quiroz,” 2013.
- [40] H. I. Mejía Cabrera, M. D. Vidarte Medina, and L. Vives Garnique, “Sistema experto para el diagnóstico de enfermedades infecciosas del ganado vacuno,” *Memorias del II Congr. Binacional Investig. Cienc. y Tecnol. las Universidades*, pp. 553–560, 2013, [Online]. Available: [https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/11145/1/Sistema experto para el diagnostico de enfermedades infecciosas del ganado vacuno.pdf](https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/11145/1/Sistema%20experto%20para%20el%20diagnostico%20de%20enfermedades%20infecciosas%20del%20ganado%20vacuno.pdf)
- [41] C. Deng, W. Wang, J. Gu, X. Cao, and C. Ye, “Research of fish disease diagnosis expert system based on artificial neural networks,” *Proc. 2013 IEEE Int. Conf. Serv. Oper. Logist. Informatics, SOLI 2013*, no. 2011003, pp. 591–595, 2013, doi: 10.1109/SOLI.2013.6611483.
- [42] C. Nusai, “Uncertain Knowledge Representation and Inferential Strategy in the Expert System of Swine Disease Diagnosis,” 2014.
- [43] H. Lian, W. Bao, and Y. Wang, “Animal Diseases Diagnosis Expert System Based on HSMC-SVM,” vol. 199, pp. 1036–1041, 2012, doi: 10.4028/www.scientific.net/AMM.198-199.1036.
- [44] L. Wan and W. Bao, “Animal Disease Diagnoses Expert System Based on SVM,” pp.

539–545, 2010.

- [45] H. L. Chen, B. Yang, G. Wang, J. Liu, Y. D. Chen, and D. Y. Liu, “A three-stage expert system based on support vector machines for thyroid disease diagnosis,” *J. Med. Syst.*, vol. 36, no. 3, pp. 1953–1963, 2012, doi: 10.1007/s10916-011-9655-8.
- [46] A. P. R. de Araújo, M. C. M. de Araujo, T. C. Cavalcanti, C. F. de Lacerda Vidal, and M. G. N. M. da Silva, “DZC DIAG: mobile application based on expert system to aid in the diagnosis of dengue, Zika, and chikungunya,” *Med. Biol. Eng. Comput.*, vol. 58, no. 11, pp. 2657–2672, 2020, doi: 10.1007/s11517-020-02233-6.
- [47] K. R. B and K. N. Singh, *Machine Learning Model Based Expert System for Pig Disease Diagnosis*. Springer Singapore, 2021. doi: 10.1007/978-981-16-0493-5.
- [48] E. K. Gebre-Amanuel, F. G. Taddesse, and A. T. Assalif, “Web based expert system for diagnosis of cattle disease,” *MEDES 2018 - 10th Int. Conf. Manag. Digit. Ecosyst.*, pp. 66–73, 2018, doi: 10.1145/3281375.3281400.
- [49] K. Alsalem, “A mobile app for diagnosing horses’ diseases,” *2019 Int. Conf. Comput. Inf. Sci. ICCIS 2019*, 2019, doi: 10.1109/ICCISci.2019.8716481.
- [50] Y. Mo and S. Xu, “Application of SVM Based on Hybrid Kernel Function in Heart Disease Diagnoses,” pp. 15–18, 2010, doi: 10.1109/ICICCI.2010.96.
- [51] The MathWorks, “Support Vector Machine (SVM) - MATLAB & Simulink.” <https://la.mathworks.com/discovery/support-vector-machine.html> (accessed Apr. 13, 2023).
- [52] J. Da Silva, “Cómo calcular la ración de comida para perros adultos en la dieta BARF,” Jul. 06, 2019. <https://miperrocomebarf.com/como-calcular-la-ration-diaria-de-comida-en-la-dieta-barf-ejemplos/> (accessed Apr. 13, 2023).
- [53] El universo, “¿Cómo saber si un perro será grande o pequeño? | Sociedad | La Revista | El Universo,” Dec. 05, 2020. <https://www.eluniverso.com/larevista/2020/12/04/nota/8072458/como-saber-si-perro-sera-grande-o-pequeno/> (accessed Apr. 13, 2023).
- [54] Full Life, “Full Life® - Perros de raza pequeña, mediana y grande, ¿conoces las diferencias?,” Dec. 03, 2020. <https://fulllife.com.mx/nutre-cada-momento/perros-de-raza-pequena-mediana-y-grande-conoces-las-diferencias> (accessed Apr. 13, 2023).
- [55] Nature’s Variety, “¿CUÁNTA AGUA NECESITAN LOS PERROS AL DÍA? | Nature’s Variety.” <https://www.naturesvariety.com/es/perro/consejos/cuanta-agua-necesitan-los-perros-al-dia> (accessed Apr. 13, 2023).
- [56] J. G. Enriquez and S. I. Casas, “Usabilidad en aplicaciones móviles,” *Inf. Científicos*

- *Técnicos UNPA*, vol. 5, no. 2, pp. 25–47, 2014, doi: 10.22305/ict-unpa.v5i2.71.