



TRABAJO DE GRADO
Opción Seminario-Diplomado.

PetsCare

Corporación Universitaria Remington.

Nombre de la facultad: Ingenierías

Nombre del programa académico: Ingeniería en Sistemas

Isabella Ramirez Franco.

Silvana Ruiz Moreno M.Sc.

Seminario en pensamiento sistémico

2026.

Dedicatoria

Este trabajo es para mis padres, Paola Franco y Oscar Ramírez. Su amor, su apoyo de todos los días y cada sacrificio que han hecho por mí han sido el motor para dar cada uno de mis pasos.

Gracias a ustedes aprendí que ninguna meta es inalcanzable si se trabaja con ganas y dedicación. Este proyecto es el resultado directo de los valores que me enseñaron en casa: el compromiso, la excelencia y las ganas de salir adelante. Gracias por confiar en mí y en mis sueños, sobre todo en esos días difíciles en los que yo misma dudaba.

Con todo mi amor y un agradecimiento infinito.

Agradecimientos

Quiero agradecer sinceramente a los profesores Diego Marín, Cristian Hidalgo y Jorge Gamarra. Sus enseñanzas y los retos que me propusieron a lo largo de estos cinco años fueron fundamentales para mi formación. Gracias a su dedicación y a la exigencia en sus clases pude crecer tanto a nivel profesional como personal. Con ellos aprendí que el verdadero conocimiento va más allá de las aulas de clase. Gracias por escuchar mis ideas, por guiarme en este proceso y por impulsarme siempre a dar lo mejor de mí.

Tabla de Contenidos

Resumen.....	5
Planteamiento del problema.....	6
Marco conceptual y contextual	10
Objetivos	13
Objetivo general.....	13
Objetivos específicos	13
Desarrollo e implementación del aprendizaje.....	14
Caracterización del sistema.....	14
Análisis de oportunidades de mejora	20
Plan de acción	24
Indicadores de seguimiento.....	27
Conclusiones	30
Referencias.....	31

Resumen

Este trabajo se presenta como un enfoque sistemático, pensado en la mejora de la herramienta PetsCare una solución que esta ideada en resolver los problemas de información sobre el cuidado de mascotas, sustituyendo el caos que se puede presentar en la parte administrativa de una veterinaria, por un ecosistema digital eficiente. Esto permitiría la reducción de costos, así mismo mejorar la comunicación entre el dueño de la mascota y el veterinario, consolidando una plataforma web que sea escalable, segura y con un entorno viable para las consultas, registro de tratamientos de nuestros pelidutos, dado que ellos merecen una atención de calidad y así mismo sus dueños llevar un control adecuado de la información asociada a su atención.

Adicionalmente el poder aplicar indicadores de medición para la plataforma permitirá que haya unos registros de seguimiento sobre cómo está realmente funcionando el software y con estos resultados se pueden realizar las mejoras correspondientes en base a las estadísticas obtenidas y así poder robustecer la herramienta.

Palabras clave

Autenticación, Gestión de Mascotas, PostgreSQL, Salud Animal, Python

Planteamiento del problema

Lograr una gestión integral de la información veterinaria representa actualmente un desafío tecnológico complejo para millones de propietarios de una mascota. El verdadero problema está en que no existen herramientas centralizadas, esto hace que los datos sobre vacunas, gastos médicos y cuidados diarios terminen repartidos entre papeles perdidos, chats de WhatsApp y aplicaciones que no se conectan entre sí. Esta distribución va más allá de un simple desorden logístico, afecta de forma directa la prevención médica y el bienestar del animal.

En el día a día, este desorden tiene consecuencias graves, es muy común que un dueño olvide una vacuna o una cita importante simplemente porque el recordatorio se le desapareció. Además, tanto los propietarios como los veterinarios pierden mucho tiempo anotando y duplicando los mismos datos una y otra vez. A esto le sumamos que la gente no sabe con certeza cuánto gasta en sus mascotas y que las plataformas actuales no cuidan bien la privacidad de la información.

La academia ya ha estudiado este fenómeno. Davies et al. (2025) demostraron que ordenar técnicamente los registros veterinarios mejora muchísimo el seguimiento clínico. Pero conectar a todos los actores involucrados y blindar la información sensible siguen siendo deudas pendientes en el sector (Iqbal et al., 2021).

La seguridad de la información es un pilar crítico en este ámbito; al respecto, Tertulino et al. (2024) enfatizan la urgencia de robustecer los esquemas de privacidad de datos. En sintonía con este enfoque normativo, Lustgarten et al. (2020) sostienen que la informática veterinaria debe consolidarse como un enlace permanente entre las innovaciones de software y el ejercicio clínico cotidiano, cuando se carece de una estructura organizada en estas plataformas, los efectos negativos son bastante profundos. Como bien advierten Praczko et al. (2022), la ausencia de una coordinación sistemática en los expedientes clínicos debilita el fundamento empírico indispensable para impulsar la investigación

científica en el sector de la salud animal. Frente a este escenario, el diseño de PetsCare se orienta estratégicamente a mitigar dichas falencias, priorizando la eficiencia y el cuidado del paciente.

El desarrollo de PetsCare hace vincular la innovación tecnológica con una problemática comunitaria real, sirviendo como aporte metodológico inicial al campo emergente de la informática en veterinaria, la estructuración de esta plataforma demanda el diseño de una arquitectura de software robusta, cuyo propósito central será en mitigar la inconsistencia operativa en la administración de datos médicos en las mascotas, superando el uso de soportes físicos o herramientas aisladas.

Desde la perspectiva del impacto social, se busca proveer al usuario un entorno unificado que elimine la dispersión de la información, la centralización de estos expedientes clínicos en la nube no solo agiliza el diagnóstico asistencial, sino que se consolida como un insumo estratégico para la vigilancia en salud pública. Para viabilizar estos requerimientos, se seleccionó un ecosistema tecnológico integrado por React, TypeScript, FastAPI y PostgreSQL, combinación que asegura escalabilidad, alta disponibilidad y un gobierno de datos regido bajo el principio de seguridad por diseño para salvaguardar la información sensible.

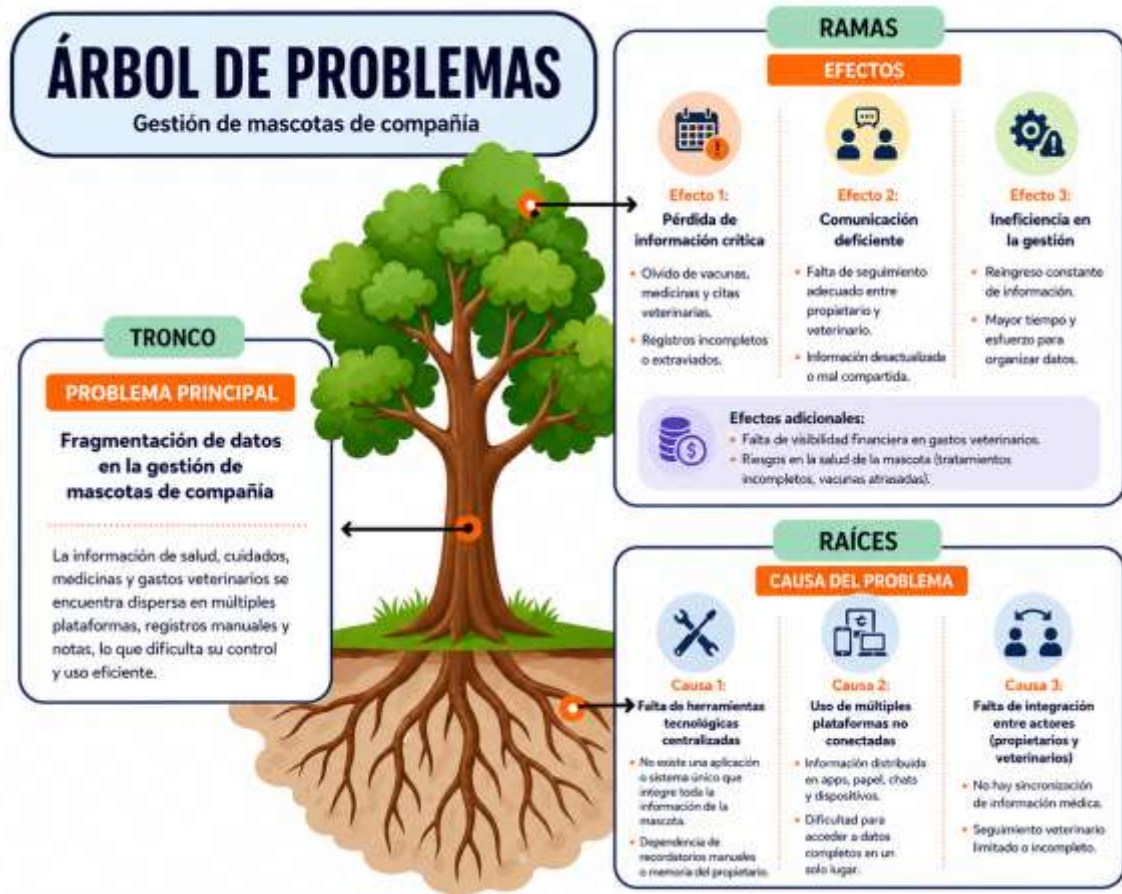


Figura. 1 Imagen generada con Open IA a partir de contenido propio de autor.

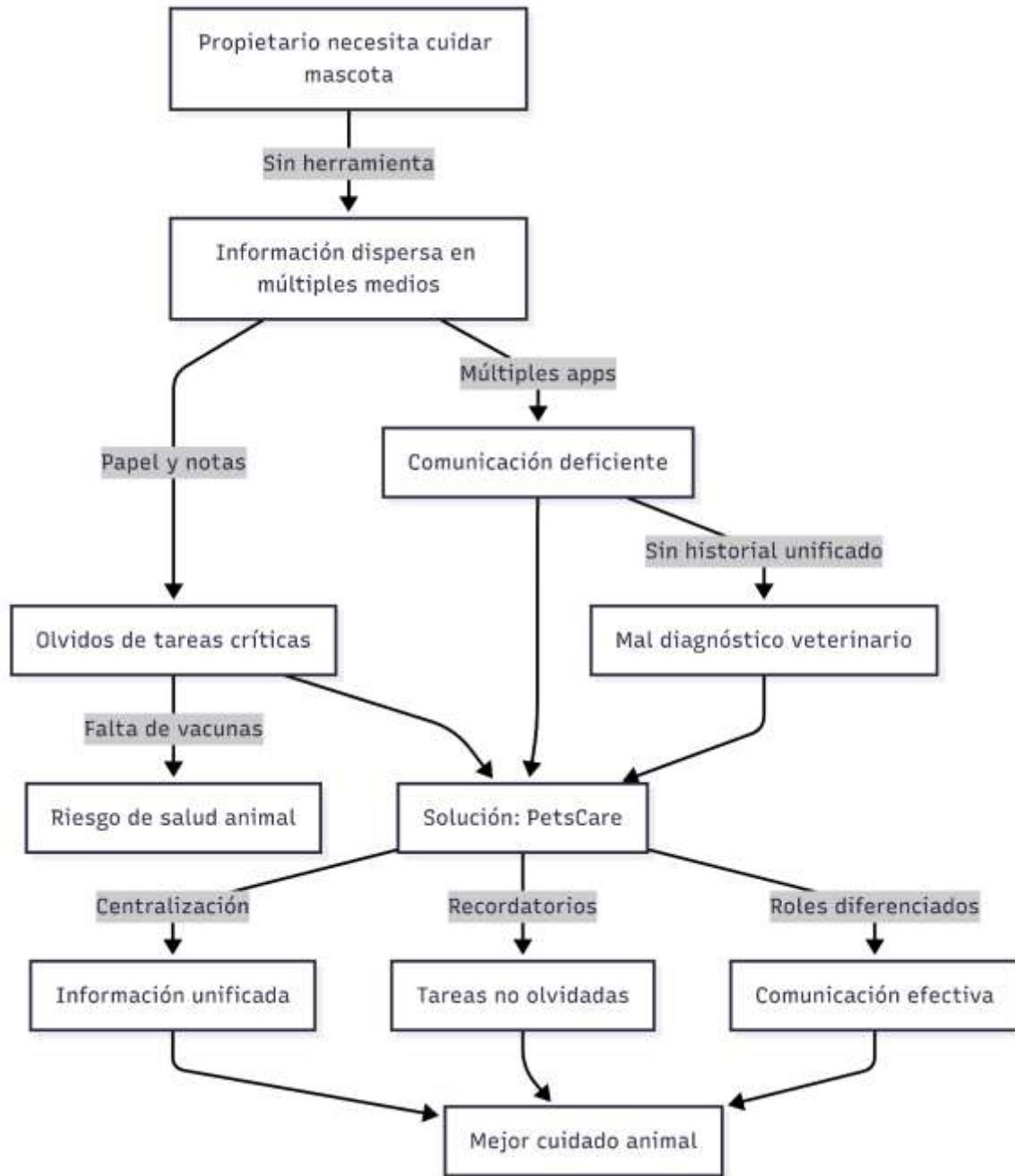


Figura. 2 Elaboración propia

Marco conceptual y contextual

Más allá de una simple implementación tecnológica, la digitalización de los centros veterinarios modernos responde a la necesidad crítica de optimizar los tiempos de atención, con la herramienta PetsCare enfoca su desarrollo en el sector de clínicas para pequeñas especies, donde la información suele visualizarse desvinculada, esta problemática central radica en la fragmentación de los expedientes médicos, mientras los dueños de alguna de estas mascotas exigen agilidad, el registro de la información continua sujeto a soportes físicos o a sistemas legados carentes de la cooperación entre sistemas, frente a este escenario, el proyecto propone consolidar una infraestructura centralizada que conecte de manera segura a veterinarios, laboratorios y usuarios finales. Y al unificar estos registros, se previenen pérdidas de datos que, con ello, se mitiga el riesgo de omisiones o extravíos en los historiales clínicos, optimizando drásticamente los tiempos de respuesta y la eficiencia administrativa de las veterinarias cercanas a nuestro hogar.

Registros Médicos Electrónicos Veterinarios (REMV)

La adopción de registros médicos electrónicos supera el almacenamiento básico de diagnósticos y tratamientos, constituyendo una estrategia fundamental para centralizar el historial clínico y asistencial de nuestra mascota. En este panorama de rápida evolución tecnológica, Wulcan et al. (2025) destacan cómo la incorporación de modelos avanzados de lenguaje optimiza la extracción automatizada de datos, lo que incrementa la precisión en el análisis de casos clínicos, esta capacidad se complementa con el procesamiento de lenguaje natural, herramienta computacional que traduce la narrativa médica tradicional en datos legibles por los sistemas informáticos; al respecto, Boguslav et al. (2026) argumentan que la optimización de estos algoritmos asegura una categorización altamente precisa de las patologías, de este modo, la experiencia registrada por el especialista durante la consulta se formaliza en una base de conocimiento estructurada, esencial para el diseño de tratamientos eficaces y el robustecimiento de los indicadores de salud pública animal.

Monitoreo de protocolos médicos e impacto sanitario

La gestión automatizada de la información clínica representa un soporte esencial para asegurar la calidad de las intervenciones terapéuticas veterinarias, particularmente en el control de terapias antimicrobianas, un desafío bastante crítico de salud pública que vincula la actividad clínica local con la seguridad sanitaria global. Bajo este panorama, Alhassan et al. (2025) sostienen que los programas de optimización del uso de antimicrobianos representan un imperativo ético en la medicina contemporánea. Para viabilizar este control, las plataformas de software de gestión deben integrar módulos de auditoría asistida y alertas automatizadas que prevengan errores de prescripción, impidan interacciones medicamentosas adversas y garanticen la adherencia cronológica a las terapias con el fin de preservar el bienestar del paciente.

Infraestructura de salud digital y optimización operativa

En la actualidad, las plataformas de salud digital aplicadas al ámbito veterinario se estructuran como redes interconectadas que convergen la analítica de datos con los flujos de trabajo diarios de los usuarios. Esta integración de procesos permite que la gestión operativa sea mucho más fluida; en este sentido, Bök y Micucci (2024) demuestran que la adopción de dichos entornos centralizados no solo incrementa sustancialmente la eficiencia interna de las clínicas, sino que optimiza el rendimiento general de los servicios asistenciales mediante la estandarización de la información. Al mismo tiempo, el uso de estas herramientas cambia por completo la forma en que el médico se comunica con el dueño de la mascota, haciendo que el flujo de información sea mucho más rápido y transparente. El verdadero motor de este cambio es el deep learning; un avance que, de acuerdo con Xiao et al. (2025), potencia la capacidad de diagnóstico al procesar volúmenes masivos de historiales digitales.

Si miramos la parte técnica y regulatoria, Duggirala et al. (2025) advierten que la inteligencia artificial está rediseñando por completo las reglas de la medicina veterinaria.

El cambio se ejecuta desde dos tendencias: La primera es la optimización preventiva que consiste en programar de forma automática los avisos de vacunas o citas es la vía más eficiente para asegurar el compromiso del dueño de la mascota. La segunda es la inteligencia de datos, según Boguslav et al. (2026), migrar los relatos de consulta hacia datos estructurados hace que cada caso clínico sume valor a la investigación y a la mejora de los protocolos médicos.

Al final, esta arquitectura de software no es un esfuerzo aislado; refuerza el compromiso mutuo entre la medicina humana y la veterinaria. Automatizar los procesos y digitalizar los historiales clínicos son los requerimientos técnicos base para hacer frente a las amenazas de salud global (Alhassan et al., 2025).

Objetivos

Objetivo general

Desarrollar la plataforma web PetsCare con el fin de integrar la gestión de mascotas y garantizar el cumplimiento estricto de los protocolos de salud veterinaria; el sistema se estructurará a partir de una arquitectura de microservicios y registros electrónicos interoperables, asegurando un manejo de datos escalable y seguro mediante el marco metodológico SCRUM y tecnologías de soporte como Supabase y JWT.

Objetivos específicos

- Analizar cómo interactúan los propietarios, veterinarios y administradores dentro del sistema para detectar fallos en la comunicación. El fin es mapear estas dependencias y proponer un flujo de datos que realmente funcione para los tres roles.
- Construir la arquitectura técnica mediante microservicios y una base de datos PostgreSQL normalizada. Se priorizará la sincronización en tiempo real y la seguridad con JWT-Supabase para que el acceso a los datos médicos sea siempre protegido.
- Establecer los estándares técnicos que debe cumplir la plataforma, fijando límites para los tiempos de carga y diseñando un esquema que garantice que las alertas lleguen correctamente a la mayoría de los usuarios.

Desarrollo e implementación del aprendizaje

Caracterización del sistema

Cuando decidí trabajar en este proyecto, me di cuenta de que muchas personas aman a sus mascotas, pero no tienen un lugar centralizado para organizarse. No es culpa de nadie es que simplemente no existe una solución que funcione bien. Los propietarios andan guardando información en notas del celular, apuntes de papel, recordatorios dispersos en diferentes apps o plataformas. Es caótico.

PetsCare nace de esa necesidad real. Es mi respuesta a un problema que veo en mi entorno y que miles de personas viven cada día.

Como única desarrolladora de este proyecto, mi prioridad ha sido la especialización sobre la cantidad. En lugar de construir una herramienta genérica, he centrado PetsCare en resolver la gestión técnica y médica con precisión.

Mi enfoque actual:

- **Gestión de Identidad:** Registro técnico de la mascota (perfil, chip, datos biométricos).
- **Control de Salud:** Un historial clínico digital para vacunas, tratamientos y visitas.
- **Gestión de Gastos:** Una herramienta analítica para el control financiero del cuidado animal.
- **Automatización de Eventos:** Sistema de notificaciones programadas para evitar descuidos en tratamientos.
- **Arquitectura de Roles:** Estructura de permisos diferenciados para propietarios y especialistas.
- **Enfoque de seguridad por diseño:** aplicación de técnicas de cifrado y alineación con estándares de privacidad como GDPR.

Fuera de alcance:

Siguiendo con el propósito de proteger la calidad y seguridad de esta herramienta, se establecen unos límites para el alcance del software, por el momento las funciones como lo son la telemedicina, el comercio de animales o las herramientas de red social. PetsCare es una solución de gestión técnica y no como sustituto de la consulta médica profesional.

El Problema: El Caos de la Información Dispersa

Tenemos el siguiente escenario de Nicolas, que muestra con exactitud esta problemática, es dueño de dos perros y su historial médico vive repartido entre infinitos papeles imantados en su nevera, y así mismo correos electrónicos sin validar del veterinario y hasta en su propia memoria. La novedad no es culpa del dueño, sino un vacío operativo real que surge de la inexistencia de una plataforma unificada para la gestión de datos clínicos.

Para verificar esta gran problemática en la dispersión actual, la solución que propongo con PetsCare se estructura sobre una plataforma técnica eficiente que se centra en cuatro pilares fundamentales:

1. Centralización del historial médico: La meta es unificar la hoja de vida de la mascota en un solo lugar. Así, cualquier dato clínico será totalmente confiable y cargará rápido en la pantalla cuando el usuario lo necesite.
2. Alertas automáticas contra el error humano: Consiste en programar notificaciones para el cuidado diario del animal. Con este sistema evitamos que al dueño se le pase una vacuna o un tratamiento médico importante por un simple descuido.
3. Control de datos: Aquí el dueño toma el el papel de administrador del sistema. Facilitando el acceso al veterinario de forma controlada cuando la situación lo amerite, como respuestas en vivo del estado de la mascota.
4. Seguridad desde el diseño: Aplicamos un diseño defensivo desde el código. Toda la información sensible se mantiene encriptada para proteger la privacidad de las cuentas y evitar fallos de seguridad en la plataforma.

Esta herramienta de PetsCare no se diseñó solo como un simple conjunto de varias funciones independientes, sino como una solución estructural a las fallas de comunicación que no permiten un buen cuidado animal. Desde un enfoque sistémico, la función de los módulos se centra en evitar los malos hábitos basados en el papel y los recuerdos, como lo hablábamos del ejemplo de Nicolas.

La viabilidad del prototipo se fundamenta en la integración de dos componentes arquitectónicos esenciales. En primer lugar, se implementó un control de acceso basado en roles que interconecta de manera síncrona a propietarios, médicos veterinarios y administradores con una base de datos centralizada; esta disposición garantiza la persistencia y disponibilidad de la información de manera remota una vez concluida la asistencia presencial. En segundo lugar, se integró un módulo de gestión de identidad digital diseñado para unificar los expedientes clínicos y mitigar el riesgo de redundancia o duplicación de registros. Con este esquema, el historial clínico se actualiza en tiempo real, consolidándose como un instrumento confiable para el seguimiento inmunológico y terapéutico diario.

Paralelamente, los flujos de trabajo automatizados dentro de la plataforma van a reducir los fallos operativos derivados del olvido o la falta de seguimiento por parte del dueño de la mascota, en cuanto a la seguridad de la infraestructura, se aplican mecanismos de cifrado de datos enfocados en sobrepasar los marcos normativos globales y asegurar la privacidad del ecosistema digital. Y por último, la inclusión de herramientas de analítica financiera permite graficar los costos históricos de asistencia, induciendo al usuario a adoptar un enfoque de inversión preventiva y planificada en salud pública veterinaria basándose en el análisis de datos reales.

PetsCare no nace de una idea casual, sino de la revisión de las problemáticas existentes en el sector veterinario. Al armar la matriz de hallazgos, nos dimos cuenta de que cuando a alguien se le pasa una vacuna, el verdadero problema no es la mala memoria, sino que los sistemas actuales están totalmente desconectados. Casi siempre reaccionamos solo cuando

el animal ya está enfermo. Con PetsCare queremos romper ese mal hábito, por eso, conectar el historial médico con las alertas automáticas para que lleguen al celular o al correo es la clave para cambiar este comportamiento, logrando que las mascotas vivan más tiempo y con mejor calidad de vida.

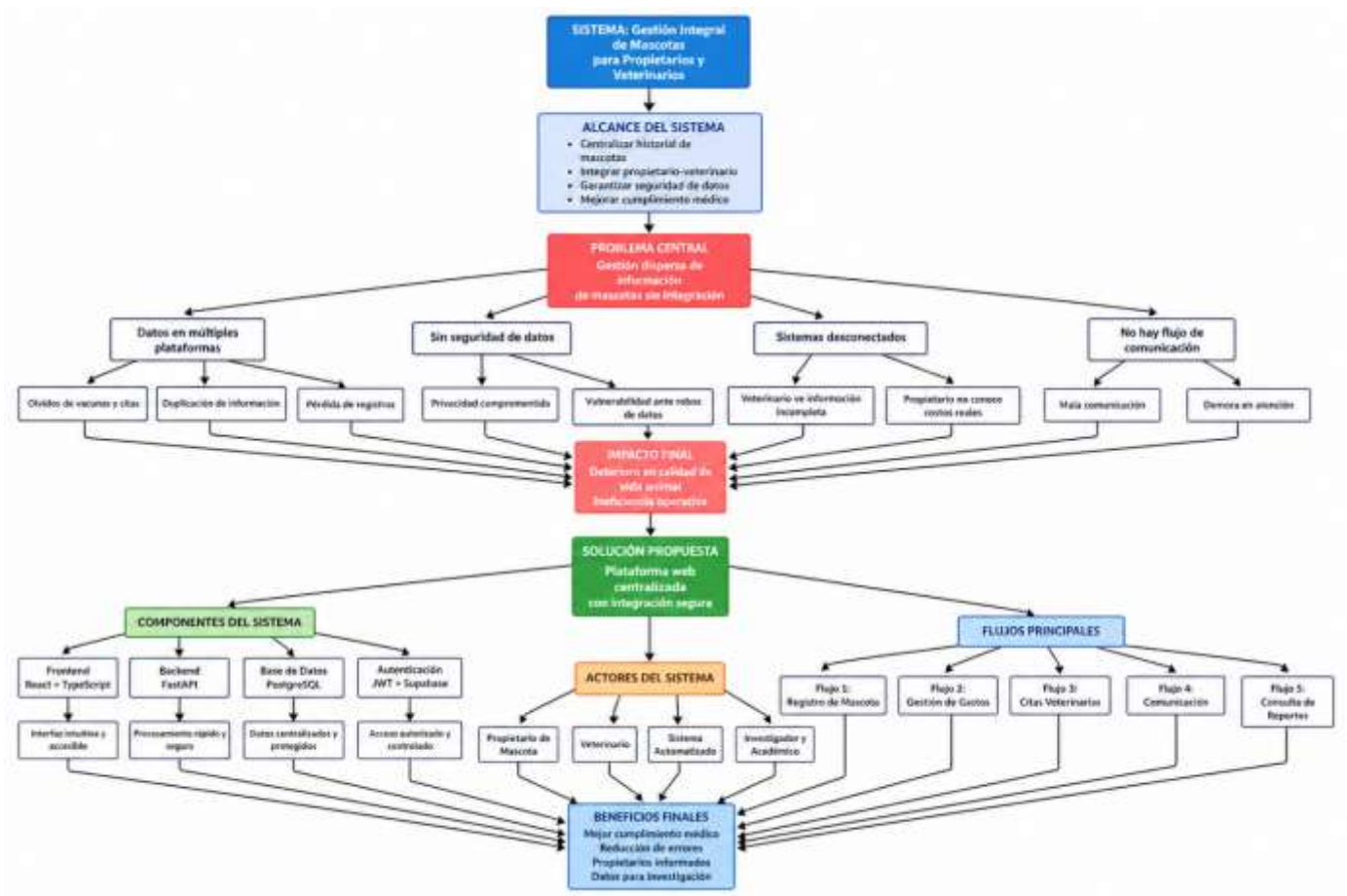


Figura 3. Elaboración propia

Para cumplir con los objetivos del seminario, el proyecto entrega un prototipo funcional de alto nivel de detalle. No se trata de un simple diseño visual o una pantalla estática; la idea es montar una arquitectura de software escalable que funcione bien y que apunte a solucionar los problemas de organización que tienen las veterinarias hoy en día.

1. Arquitectura y Lógica de Control

El control de los permisos y la seguridad en la herramienta se delega en una arquitectura basada en un modelo de Control de Acceso Basado en Roles (RBAC). El despliegue de este esquema técnico persigue dos objetivos principales:

- Gestión de datos segmentada por perfiles: Definir estructuras de información personalizadas y aisladas para Administradores, Veterinarios y Propietarios, garantizando la integridad de los accesos.
- Facilidad de uso del sistema: Construir una estructura de componentes reutilizables en la parte visual para el cliente, esto reduce la redundancia de código y asegura una interfaz coherente, intuitiva y con una curva de aprendizaje mínima para el usuario.

2. Impacto del Prototipo Funcional

El desarrollo del prototipo operativo buscará transformar el manejo de datos estáticos en un ciclo de vida de la información dinámico (CRUD). Los pilares de esta mejora serán:

- Interfaz Adaptativa: Uso de Next.js 15 para desplegar un dashboard inteligente que se ajuste automáticamente según las necesidades de cada rol.
- Especialización de Módulos: Centralización del registro de mascotas, creación de un timeline cronológico de salud y un panel de control de gastos para una visión 360° del paciente.
- Automatización de Negocio: Implementación de alertas preventivas y persistencia de sesión segura para elevar los estándares de fiabilidad del sistema.

3. Modelo de Interoperabilidad Técnica

Como resultado del mejoramiento, el sistema no será una isla de información. Se propone un modelo de interoperabilidad sistémica donde, a través de una API estandarizada, se facilite la futura integración con laboratorios clínicos y centros de zoonosis, eliminando silos de datos y agilizando el intercambio de información médica.

4. Validación y Resultados Esperados

Para asegurar el éxito de esta mejora, se contempla un proceso de validación posterior estructurado en tres niveles críticos:

- **Garantía Técnica:** Evaluación de la seguridad bajo estándares OWASP y pruebas de estrés para asegurar el rendimiento de la arquitectura.
- **Optimización de Usabilidad:** Sesiones de prueba con usuarios reales (propietarios y especialistas) para refinar la eficiencia de la interfaz de usuario.
- **Rigor Clínico:** Auditoría por parte de profesionales veterinarios para garantizar que los registros digitales cumplan estrictamente con los protocolos médicos y legales vigentes.

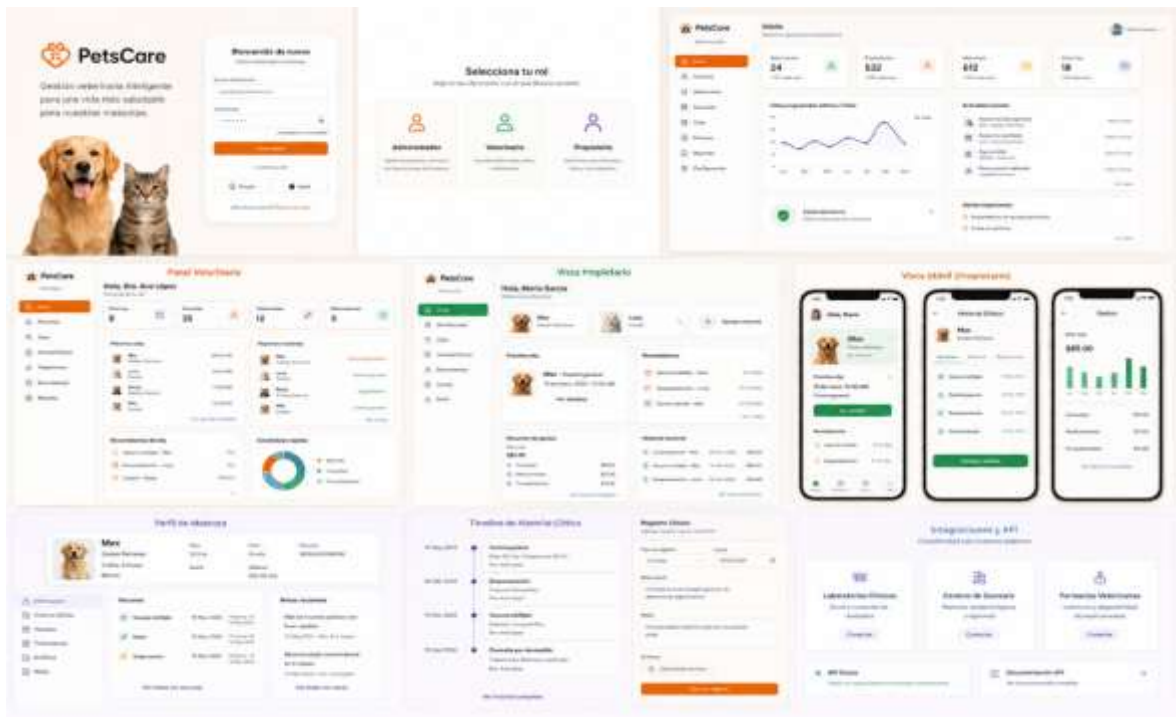


Figura 4. Prototipo visual de la plataforma PetsCare. Elaborado con Open IA (2026)

Análisis de oportunidades de mejora

1. Fortalezas

- Validación del Problema: La necesidad de centralizar la información de salud animal es real y observable en el mercado actual.
- Stack Tecnológico Moderno: Uso de arquitecturas escalables (FastAPI, PostgreSQL, React/Next.js) que permiten el crecimiento sin necesidad de refactorización inmediata.
- Seguridad desde el Diseño: Implementación nativa de estándares de privacidad (GDPR), encriptación y Row-Level Security (RLS) en la base de datos.
- Modelo de Negocio Escalable: Estructura freemium que permite la rentabilidad con una baja tasa de conversión a usuarios premium.
- Diferenciación Técnica: Integración de perfiles para propietarios y veterinarios en una sola plataforma, superando a las plataformas que funcionan solo como diarios locales.

2. Debilidades

- Limitación de Recursos: Tiempo y presupuesto reducidos al ser un proyecto gestionado por un equipo pequeño dentro de un marco académico.
- Falta de Histórico: Ausencia de una base de usuarios establecida y métricas de retención reales.
- Brecha de Dominio: Conocimiento profundo del área informática, pero dependencia de consultoría externa para los flujos de trabajo específicos de medicina veterinaria.
- Dependencia de Terceros: Uso crítico de servicios externos (Supabase, Stripe) que limitan el control total sobre la infraestructura.

3. Oportunidades

- Integración con IoT: Posibilidad de conectar el sistema con dispositivos vestibles (wearables) para monitoreo biométrico en tiempo real.

- Analítica Predictiva con IA: Aplicación de modelos de aprendizaje automático para identificar riesgos de salud basados en el historial clínico.
- Ecosistema de Servicios: Expansión hacia un marketplace que conecte a los usuarios con servicios complementarios (grooming, seguros, farmacias).

4. Amenazas

- Riesgos de Ciberseguridad: Posibles vulnerabilidades que comprometan la privacidad de los datos sensibles de los usuarios.
- Entorno Competitivo: Entrada de grandes empresas tecnológicas o clínicas con mayores presupuestos de marketing al mercado de plataformas pet-tech.
- Cambios regulatorios: actualizaciones legales que afectan el tratamiento y almacenamiento de historiales clínicos electrónicos.

MATRIZ DOFA



Figura 5. Elaboración propia con apoyo de Open IA (2026).

Tabla 1. Matriz Iceberg

Matriz de síntomas, patrones, estructuras y modelos mentales				
Síntoma o evento visible	Patrón observado	Estructura que lo explica	Modelo mental posible	Oportunidad de mejora
Propietario olvida vacunas de mascota	Se repite cada año; datos perdidos en papeles; citas no confirmadas	Ausencia de sistema de recordatorios; información dispersa en múltiples medios; sin automatización	La salud de mi mascota es responsabilidad solo mía; no necesito tecnología	Implementar sistema de notificaciones automáticas integrado con calendario
Veterinario no tiene historial completo	Cada consulta requiere reingreso de datos; paciente no conoce su propio historial	Información fragmentada entre propietario-clínica; sin sistema de integración; falta de seguridad para compartir	La información veterinaria debe estar solo en la clínica; el propietario no necesita verla	Crear plataforma centralizada donde propietario y veterinario compartan historial
Propietario no sabe cuánto gasta en mascotas	Gastos dispersos (farmacia, clínica, tienda); facturas desorganizadas; sin categorización	Sin herramienta de tracking; información en papel/SMS/correos; sin análisis agregado	Los gastos de mascota no son importantes de documentar	Implementar módulo de gastos con categorización automática y reportes

Clínica veterinaria pierde clientes	Pacientes van a otras clínicas; mal seguimiento de citas; comunicación deficiente	No hay recordatorios a propietarios; información del paciente no sincronizado; sin canal de comunicación directo	Los propietarios deben recordar solos sus citas; no es responsabilidad mía mantenerlos informados	Integrar sistema de notificaciones que beneficie a clínica y propietario
Mascota se pierde y no hay identificación clara	Microchip registrado, pero datos no accesibles; propietario sin fotos/descripción digital	Información de identificación dispersa; sin registro centralizado; sin acceso rápido en emergencia	La identificación de mascota es responsabilidad de la clínica, no del propietario	Crear perfil digital completo de mascota con datos y fotos para emergencias
Propietario toma decisiones de salud sin datos	Automedicación; visitas innecesarias; retrasos en tratamientos	Sin historial clínico accesible; sin capacidad de análisis de patrones; sin seguimiento de síntomas	No necesito datos previos para saber qué está mal; confío en mi intuición	Proporcionar acceso a historial y análisis de patrones de salud

Plan de acción

Pasar la plataforma PetsCare de un prototipo académico a un entorno de producción comercial exige una planificación por fases. El objetivo de este plan de acción es desplegar las funciones de manera ordenada, priorizando la estabilidad de la arquitectura en el corto plazo. Al mismo tiempo, esto asegura que el sistema pueda escalar en el futuro para soportar un flujo creciente de usuarios sin poner en riesgo la disponibilidad del servicio.

1. Estabilización y Blindaje Técnico

Antes del despliegue masivo en producción, la prioridad es garantizar la alta disponibilidad del sistema y protegerlo contra vulnerabilidades. Para lograrlo, se programó la ejecución de auditorías de seguridad y pruebas de penetración como por ejemplo pentesting, que permitan mitigar fallos estructurales, optimizar los algoritmos de cifrado y diseñar planes de contingencia. Bajo esta premisa, se optó por una arquitectura multiproveedor para el almacenamiento y las transacciones financieras. De esta forma, si un servicio de terceros llega a fallar, la plataforma redirige las peticiones por vías alternativas de manera automática, protegiendo el uptime y evitando la caída del servicio.

2. Nuevas funciones y mejoras

Tras consolidar la infraestructura de seguridad, la siguiente fase contempla el despliegue de funciones avanzadas para elevar el valor operativo del sistema, en el primer paso consiste en integrar la plataforma con collares inteligentes para mascotas, permitiendo recibir y procesar datos biométricos en tiempo real. Asimismo, se desarrollará un módulo de agendamiento que conectará directamente a los propietarios con las veterinarias aliadas más cercanas. De este modo, PetsCare trasciende el concepto de una base de datos estática para convertirse en un ecosistema integral de gestión.

3. Indicadores

El control de calidad de PetsCare se basa en evaluar cuantitativamente su rendimiento a través de KPI específicos. El análisis se enfoca en dos puntos clave, la latencia en el tiempo de respuesta de las API y la tasa de éxito al entregar las notificaciones de salud a los dueños de las mascotas. Monitorear estas variables de forma continua permite detectar y corregir errores en el código fuente antes de que lleguen a producción. De este modo, evitamos caídas en el servicio durante los picos de demanda y aseguramos la escalabilidad del sistema, siguiendo las buenas prácticas de la ingeniería de software.

Tabla 2. Estructura del plan de acción de PetsCare

Fase	Actividad Principal	Responsable	Tiempo Estimado	Recursos Necesarios	Resultado Esperado	Forma de Verificación
-------------	----------------------------	--------------------	------------------------	----------------------------	---------------------------	------------------------------

Estabilización y Blindaje	Auditoría de seguridad y pruebas de penetración (Pentesting) bajo estándares OWASP.	Especialista en Ciberseguridad / Desarrolladora	4 semanas	Herramientas de análisis estático (SAST) y dinámico (DAST).	Sistema con vulnerabilidades mitigadas y cifrado robusto.	Reporte técnico de cierre de brechas de seguridad.
Estabilización y Blindaje	Diseño e implementación de redundancia en la base de datos y servicios de terceros.	Arquitecta de Software	3 semanas	Infraestructura en la nube (AWS/Azure) y servicios de backup.	Alta disponibilidad del sistema ante fallos externos.	Prueba de conmutación por error (Failover test) exitosa.
Evolución Funcional	Investigación y prototipado de integración con dispositivos IoT (wearables).	Desarrolladora Backend / Hardware Specialist	8 semanas	Kit de desarrollo IoT y protocolos de comunicación (MQTT/HTTP).	Capacidad de procesamiento de datos biométricos en tiempo real.	Prototipo de conexión sensor-plataforma validado.
Evolución Funcional	Desarrollo del módulo de agendamiento y vinculación con clínicas veterinarias aliadas.	Desarrolladora Fullstack	6 semanas	API Gateway y servicios de calendario (Google/Outlook).	Ecosistema funcional de servicios compartidos.	Módulo de citas operativo en entorno de pruebas.
Control y Métricas	Definición e implementación de KPIs de rendimiento y calidad del software.	Líder de Calidad (QA)	Continuo	Herramientas de monitoreo (New Relic / Prometheus).	Sistema optimizado con tiempos de respuesta menores a 200ms.	Dashboard de métricas de rendimiento en tiempo real.
Control y Métricas	Evaluación de la tasa de adherencia a tratamientos mediante alertas automáticas.	Analista de Datos	4 semanas	Herramientas de analítica y logs del sistema.	Incremento medible en la puntualidad de cuidados preventivos.	Reporte estadístico de efectividad de notificaciones.

Indicadores de seguimiento

Para demostrar que PetsCare es viable en la práctica y no solo en la teoría, el plan de desarrollo incluye indicadores clave de rendimiento como lo son los KPI, estas métricas van más allá de un simple registro de números; son herramientas de análisis pensadas para obtener datos objetivos que guíen la optimización del código en las próximas iteraciones. Con este enfoque, nos aseguramos de que cualquier evolución del software responda de forma estricta a las necesidades y flujos de trabajo reales de los centros veterinarios.

1. Control técnico y de seguridad

Para ganar la confianza de los usuarios, nos pusimos una meta estricta, después de la primera auditoría de seguridad, el equipo tendrá menos de un mes para arreglar todos los fallos críticos que se encuentren. Para hacer esto bien, vamos a seguir los pasos para reparar fallas que proponen Marchand-Melsom y Nguyen Mai (2020). La idea con esto es asegurar que la aplicación sea segura antes de lanzarla. En cuanto al servicio, la meta es un tiempo de actividad del 99%. Si la plataforma se cae más de lo debido, el sistema de alertas de salud pierde sentido, así que la estabilidad es innegociable para finales de año, basándose en los estándares de disponibilidad de Dasari (2025).

2. Validación con el usuario y el sector

No basta con que el código funcione; los veterinarios tienen que sentir que la plataforma les ayuda. Mi meta es que 8 de cada 10 profesionales que prueben los flujos de trabajo den su visto bueno clínico, aplicando las pautas de usabilidad para aplicaciones de salud de Nasr et al. (2023). A nivel de usuario, mediré la retención: espero que al menos el 60% de quienes prueben la versión beta sigan activos después de un mes, meta alineada con los análisis de permanencia en ecosistemas móviles de Bilal y Muhammad (2026). Si el Net

Promoter Score (NPS) se mantiene por encima de los 30 puntos, sabremos que vamos por buen camino en cuanto a la lealtad del cliente (Morgan & Rego, 2023).

3. Expansión y acuerdos

Finalmente, la viabilidad del modelo depende de las alianzas. Para el cierre de 2026, el objetivo es haber firmado con al menos cinco veterinarias piloto. Esto validará si el marketplace es realmente atractivo para los negocios locales, apoyándose en las teorías de innovación y liderazgo de mercado de Stremersch et al. (2022). Si alguna de estas métricas baja de niveles críticos (como un tiempo de actividad menor al 90%), se activará una revisión técnica de emergencia para ajustar la arquitectura.

Tabla 3. Indicadores clave de rendimiento del proyecto

Categoría	Indicador	Meta	Plazo de cumplimiento	Frecuencia
Seguridad	Resolución de fallos críticos	100%	Diciembre de 2026	Mensual
Operación	Disponibilidad del servicio (Uptime)	99%	Diciembre de 2026	Semanal
Producto	Retención de usuarios beta (4 sem.)	60%	Diciembre de 2026	Mensual
Mercado	Alianzas con veterinarias piloto	5 acuerdos	Diciembre de 2026	Trimestral

Clínico	Aceptación de flujo veterinario	80%	Diciembre de 2026	Quincenal
---------	---------------------------------------	-----	----------------------	-----------

Para que los objetivos de PetsCare sean medibles, he definido las siguientes fórmulas que permitirán monitorear el progreso real del proyecto:

- Seguridad del sistema: Se medirá con la tasa de corrección de fallos (Marchand-Melsom & Nguyen Mai, 2020).

$$\text{Corrección} = (\text{Vulnerabilidades resueltas} / \text{Total detectado}) \times 100$$

Meta: 100% de errores críticos cerrados en 30 días.

- Disponibilidad técnica: Calculado sobre el tiempo total de operación mensual (Dasari, 2025).

$$\text{Uptime} = ((\text{Tiempo total} - \text{Tiempo caído}) / \text{Tiempo total}) \times 100$$

Meta: 99% de disponibilidad para finales de año.

- Retención de usuarios: Porcentaje de beta testers que siguen usando la app tras un mes (Bilal & Muhammad, 2026).

$$\text{Retención} = (\text{Usuarios activos mes 2} / \text{Usuarios iniciales}) \times 100$$

Meta: Lograr un 60% de permanencia mínima.

- Validación del sector: Nivel de aceptación clínica entre especialistas consultados (Nasr et al., 2023).

$$\text{Aceptación (\%)} = (\text{Número de veterinarios a favor} / \text{Total de veterinarios consultados}) \times 100$$

Meta: Que el 80% valide el flujo técnico propuesto.

Conclusiones

Aplicar los conceptos del seminario en el desarrollo de PetsCare consolidó las bases de ingeniería de software del proyecto, especialmente la necesidad de alinear el código con la arquitectura desde el inicio, al trabajar con la metodología Scrum funcionó mucho mejor gracias a que definimos una arquitectura de microservicios desde el principio. Esto nos permitió aislar los componentes, asegurando que el sistema sea escalable y tolerante a fallos, además, al meter la seguridad desde el primer día, evitamos acumular deuda técnica, lo que va a reducir bastante los costos de mantenimiento a futuro.

Cuando nos sentamos a modelar los requisitos, saltó a la vista que los usuarios necesitaban cosas muy distintas: el dueño de la mascota quería una interfaz simple y limpia, pero el veterinario exigía un expediente clínico completo, resolvimos este cruce en la base de datos usando PostgreSQL y políticas de seguridad a nivel de fila, con este diseño, si el módulo de citas se llega a caer o degradar, el historial médico no se ve afectado ni pierde disponibilidad.

En la parte de calidad, cambiamos las evaluaciones subjetivas por métricas SMART basadas en la latencia, lo que nos facilitó ir directo a refactorizar el código. Por último, pensamos la evolución de PetsCare en tres pasos primero, integrar telemetría e IoT para leer datos biométricos en tiempo real; segundo, usar machine learning para predecir riesgos de salud según la raza; y tercero, migrar hacia un modelo de marketplace que se adapte al negocio veterinario.

Referencias

Davies, H., Petrou, E., Aoun, M., Radford, A. D., Singleton, D., Noble, P.-J. M., & Killick, D. R. (2025). Developing electronic health records as a source of real-world data: A pharmacoepidemiological proof-of-concept study using SAVSNET. *Frontiers in Veterinary Science*, 12, 1550468. <https://www.frontiersin.org/journals/veterinary-science/articles/10.3389/fvets.2025.1550468/full>

Iqbal, N., Jamil, F., Ahmad, S., & Kim, D. (2021). A novel blockchain-based integrity and reliable veterinary clinic information management system using predictive analytics for provisioning of quality health services. *IEEE Access*, 9, 8069–8098. <https://ieeexplore.ieee.org/document/9314077/>

Lustgarten, J. L., Zehnder, A., Shipman, W., Gancher, E., & Webb, T. L. (2020). Veterinary informatics: Forging the future between veterinary medicine, human medicine, and One Health initiatives. *JAMIA Open*, 3(2), 306–317. <https://academic.oup.com/jamiaopen/article/3/2/306/5819226>

Praczko, D., Temesi, G., Hoffman, C. L., Lam, H. P., Parikh, H., Long, J., & Creevy, K. E. (2022). Development and evaluation of a survey instrument to assess the research suitability of veterinary electronic medical records: The Dog Aging Project. *Frontiers in Veterinary Science*, 9, 941036. <https://www.frontiersin.org/journals/veterinary-science/articles/10.3389/fvets.2022.941036/full>

Tertulino, R. A. dos S., Santos, C. H. S., & Sousa, P. R. B. de. (2024). Privacy in electronic health records: A systematic mapping study. *Journal of Public Health*, 32, 100016. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10389-022-01795-z>

Alhassan, M. Y., Kabara, M. K., Ahmad, A. A., et al. (2025). Revisiting antibiotic stewardship: Veterinary contributions to combating antimicrobial resistance globally.

Bulletin of the National Research Centre, 49(1), 45.
<https://link.springer.com/article/10.1186/s42269-025-01317-3>

Boguslav, M. R., Kiehl, A., Kott, D., & Strecker, G. J. (2026). Fine-tuning foundational models to code diagnoses from veterinary health records. *PLOS Digital Health*, 3(1), e0001147. <https://journals.plos.org/digitalhealth/article?id=10.1371/journal.pdig.0001147>

Bök, P. B., & Micucci, D. (2024). The future of human and animal digital health platforms: Convergence and integration models. *Journal of Reliable Intelligent Environments*, 10(1), 45–62. <https://link.springer.com/article/10.1007/s40860-024-00232-0>

Duggirala, H. J., Johnson, J. L., Tadesse, D. A., et al. (2025). Artificial intelligence and machine learning in veterinary medicine: A regulatory perspective on current initiatives and future prospects. *American Journal of Veterinary Research*, 86(S1), 285–300. <https://avmajournals.avma.org/view/journals/ajvr/86/S1/ajvr.24.09.0285.xml>

Wulcan, J. M., Jacques, K. L., Lee, M. A., & Kovacs, S. L. (2025). Classification performance and reproducibility of GPT-4 for information extraction from veterinary electronic health records. *Frontiers in Veterinary Science*, 12, 1490030. <https://www.frontiersin.org/journals/veterinary-science/articles/10.3389/fvets.2024.1490030/full>

Xiao, S., Dhand, N. K., Wang, Z., & Hu, K. (2025). Review of applications of deep learning in veterinary diagnostics and animal health. *Frontiers in Veterinary Science*, 13, 1511522. <https://www.frontiersin.org/journals/veterinary-science/articles/10.3389/fvets.2025.1511522/full>

Marchand-Melsom, A., & Nguyen Mai, D. B. (2020). Automatic repair of OWASP Top 10 security vulnerabilities: A survey. *Proceedings of the IEEE/ACM International*

Conference on Software Engineering, 1245–1256.
<https://doi.org/10.1145/3387940.3392200>

Dasari, H. (2025). Implementing site reliability engineering (SRE) in legacy retail infrastructure. *Journal of Engineering & Applied Computing*, 45(3), 234–248.
<https://emergingsociety.org/index.php/eftajet/article/view/238>

Bilal, M., & Muhammad, A. (2026). The apps graveyard: A longitudinal analysis of app mortality and retention patterns across iOS and Android ecosystems (2015–2025). *Mobile Information Systems*, 2026, 1–15. <https://dl.acm.org/doi/full/10.1145/3796315.3796324>

Morgan, N. A., & Rego, L. L. (2023). Pricing strategy and performance in business markets. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 51(1), 120–137.
<https://doi.org/10.1007/s11747-022-00845-y>

Nasr, E., Alsaggaf, W., & Sinnari, D. (2023). Developing usability guidelines for mHealth applications (UGmHA). *Multimodal Technologies and Interaction*, 7(3), 26.
<https://doi.org/10.3390/mti7030026>

Stremersch, S., Camacho, N., Keko, E., & Wuyts, S. (2022). Grassroots innovation success: The role of self-determination and leadership style. *International Journal of Research in Marketing*, 39(2), 396–414.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167811621000847?via%3Dihub>