

TIRGO PHARMA

Katrin Muñoz Errasti
Lucas Campillo de Andrés
Ángel Romero de la Maza
Ingeniería Robótica
2025-2026



Contenido

Introducción	2
Descripción del problema biomédico y contexto.....	2
Justificación del valor de la robótica en el caso escogido.....	3
Análisis de requisitos	4
Funcionales.....	4
Técnicos	4
Plan de trabajo inicial	4
Roles y responsabilidades.....	4
Herramientas de colaboración	5
Normas internas de organización	6
Desglose técnico.....	7
Desarrollo en ROS y software del robot	7
Dispensador físico y electrónica.....	7
Software del dispensador (Raspberry).....	7
IA conversacional para interacción con el paciente.....	7
Conclusión	8

Introducción

El presente informe corresponde al Hito 1 de la asignatura Robótica Aplicada a Servicios Biomédicos. En él se define un caso de uso biomédico en el que la robótica puede aportar un valor diferencial: la dispensación y entrega de medicamentos mediante la integración de un robot TIAGo con un dispensador automático.

Descripción del problema biomédico y contexto

En hospitales y centros de salud, la dispensación de medicamentos es una de las tareas que más tiempo del personal sanitario consume. Este proceso no solo consume mucho tiempo que podría destinarse a otras actividades, sino que también conlleva riesgo de errores humanos como la administración de dosis incorrecta, confusión entre medicamentos similares o retrasos en la entrega.

Además, muchos pacientes tienen dificultades para comprender las indicaciones farmacológicas, lo que compromete el cumplimiento del tratamiento y, en consecuencia, afecta negativamente a su recuperación.

En este contexto, el proyecto propone integrar el robot TIAGo con un dispensador automatizado de medicamentos capaz de liberar distintos tipos de comprimidos en forma de cilindros. Todos los cilindros se depositan en un punto común de recogida, desde donde TIAGo los recoge y los transporta de forma autónoma al paciente.

Durante el diálogo con el paciente se utiliza una interfaz conversacional basada en inteligencia artificial, para identificar las necesidades de la persona atendida. A partir de la interacción, el sistema determina qué tratamiento corresponde al paciente en ese momento. Una vez recogido el medicamento, TIAGo le explica de forma clara cómo debe administrarse.

En nuestro proyecto los actores principales son los pacientes, los cuales reciben la medicación y las instrucciones; el personal sanitario, que carga y supervisa el dispensador; y el propio robot TIAGo, encargado de la recogida, transporte y comunicación.

El entorno previsto es el hospital o centro de salud pese a que su puesta en marcha sea en el aula, su uso será en zonas interiores controladas y con conectividad estable.

En último lugar, entre las restricciones presentes en el proyecto, destacan la necesidad de limitar el sistema a medicamentos previamente autorizados, garantizar la privacidad de los datos de los pacientes, y asegurar la fiabilidad mecánica del dispensador para evitar errores o múltiples entregas.

Justificación del valor de la robótica en el caso escogido

En el estado actual del arte, existen diversos sistemas robóticos en hospitales cuya función principal es el transporte de medicamentos entre la farmacia y las unidades de enfermería, como el robot TUG de Aethon. Sin embargo, estos sistemas no interactúan directamente con el paciente ni incluyen un dispensador automático que libere medicamentos bajo demanda.

Este proyecto introduce un valor añadido diferencial al combinar tres elementos clave:

- Un dispensador automático de medicamentos capaz de almacenar y liberar distintos tipos de comprimidos diferenciables.
- El robot móvil TIAGO recoge, transporta y entrega la medicación directamente al paciente.
- Una interacción activa, en la que el robot diagnostica al paciente, le explica su tratamiento y le entrega el medicamento solo al confirmar la comprensión.

Esta integración permite una cadena de dispensación cerrada, desde la selección del fármaco hasta la entrega final, sin intervención humana intermedia.

Por lo tanto, el impacto esperado se triplica:

- **Para el personal sanitario:** se reduce la carga operativa asociada a la entrega física de medicamentos, liberando tiempo para tareas clínicas de mayor valor.
- **Para el sistema hospitalario:** se optimiza la logística farmacéutica y se mejora la trazabilidad del medicamento.
- **Para el paciente:** se aumenta la adherencia al tratamiento gracias a la explicación personalizada y la participación activa en la decisión de tomar la medicación.

Este enfoque es técnicamente realista con los recursos disponibles y responde directamente a una necesidad clínica documentada: la prevención de errores de medicación y la mejora de la experiencia del paciente en entornos hospitalarios.

Análisis de requisitos

Funcionales

El sistema deberá garantizar el funcionamiento de distintos escenarios.

- **Dispensación programada:** El personal sanitario carga una tolva con distintos medicamentos y cuando alguien requiere de esa medicación el TIAGO irá al punto de recogida, pedirá la medicación específica y la recogerá con el gripper para llevarlo al paciente.
- **Solicitud espontánea del paciente:** Mediante una interfaz conversacional el robot será capaz de solucionar dudas al paciente. Estas resoluciones de dudas podrán ser tanto a cerca de los medicamentos como hacer diagnósticos orientativos tras escuchar ciertos síntomas.
- **Transporte de medicamentos:** El robot deberá estar capacitado de ir a por los medicamentos dispensados y transportarlos de forma segura hasta el punto de entrega y depositarlos.

Técnicos

- Robot elegido: TIAGo++
- Hardware adicional del dispensador:
 - Raspberry Pi 3 como controlador principal del dispensador.
 - Fuente de alimentación de 5V/3A dedicada para la Raspberry y electrónica.
 - Servomotores (SG90 o similares) para accionar cada canal de dispensación.
 - Estructura impresa en 3D o en metacrilato con tolvas para los cuatro tipos de comprimidos.
 - Iluminación LED en el punto de recogida (verde = listo, rojo = error).
 - Entorno de operación: pasillo/lab simulado de hospital.
- Supuestos:
 - El dispensador está precargado con medicación por personal autorizado.

Plan de trabajo inicial

Roles y responsabilidades

- **Responsable de desarrollo en ROS y simulación**
Configuración de mapas, navegación autónoma de TIAGO, creación del nodo puente con el dispensador y validación en Docker.
- **Responsable de dispensador físico y electrónica**
Diseño CAD e impresión 3D de tolvas, émbolos y rampa común. Montaje mecánico y conexiónado de servos, fuente y Leds.
- **Responsable de software en Raspberry y HRI**
Programación del control de servos en Python, implementación de API REST/WebSocket, integración con IA conversacional.

Los responsables de cada parte se mantendrán fijos, pero todos los miembros colaborarán en todas las áreas (ROS, mecánica/electrónica y software) para aprender lo máximo posible de cada una y favorecer el trabajo en equipo.

Herramientas de colaboración

El equipo adoptará un conjunto de herramientas modernas de ingeniería de software para garantizar transparencia, trazabilidad y calidad en el desarrollo:

- **Git y GitHub:** se ha creado un repositorio privado en GitHub durante el Hito 1, al que todos los miembros accederán con sus cuentas personales universitarias. Cada estudiante realizará commits firmados con su identidad real, lo que permitirá evaluar individualmente las contribuciones.
- **Issue tracking:** se utilizarán GitHub Issues para descomponer el trabajo en tareas concretas (p. ej., “Implementar nodo puente ROS–dispensador”, “Diseñar flujo de diálogo inicial”), asignar responsables, establecer prioridades y documentar decisiones técnicas. Cada issue incluirá etiquetas, si corresponde, estará vinculado a un Pull Request. Además, los issues se organizarán por *milestones* (ej. diseño dispensador, integración web, pruebas en simulación).
- **Branching strategy:** se seguirá un flujo de ramas basado en:
 - **main:** rama protegida que contiene únicamente código estable y validado en pruebas reales o demostraciones.
 - **develop:** rama de integración donde se fusionan funcionalidades completas antes de ser promovidas a *main*.
 - **feature/, bugfix/, docs/:** ramas efímeras que parten de *develop* para implementar funcionalidades específicas. Tras su finalización y revisión, se fusionarán de nuevo en *develop* y se eliminarán.
 - Solo cuando *develop* esté suficientemente probada e integrada, se hará *merge* en *main*, garantizando que *main* siempre se mantenga en estado seguro y listo para entrega o demo.
- **Code review:** todo Pull Request deberá ser revisado por al menos un compañero distinto del autor antes de su fusión. La revisión evaluará legibilidad, estilo, eficiencia y cumplimiento de requisitos.
- **Docker:** se definirá un Dockerfile que encapsule un entorno con las dependencias del proyecto y los paquetes personalizados. Esto permitirá que cualquier miembro pueda replicar el entorno de desarrollo y trabajar en simulación del TIAGo o en la Raspberry sin conflictos de configuración.

Normas internas de organización

- **Reuniones semanales:** al menos una reunión fija y posibles extraordinarias.
- **Actas:** resumen de decisiones, tareas asignadas. Las actas serán solamente de los hechos relevantes y estarán subidas en el repositorio para su consulta.
- Criterios de aceptación de PRs:
 - El código debe ser legible, comentado y seguir un estilo consistente.
 - Código funcional probado en simulación/hardware.
 - No debe introducir regresiones (romper funcionalidades existentes).
 - Documentación mínima (README, comentarios en el código).
 - Revisión positiva de otro miembro.
- **Definición de “hecho”**, una tarea se considerará completada únicamente cuando:
 - El código o documento esté en una rama revisada y fusionada en dev (o main si es estable).
 - El componente está implementado, probado en su entorno correspondiente (simulación o hardware).
 - La documentación asociada (comentarios, README, diagramas) esté actualizada.

Desglose técnico

El proyecto se organiza en cuatro grandes bloques interdependientes, que abarcan desde la robótica móvil hasta la inteligencia artificial conversacional. A continuación se detallan las tareas clave por área técnica, sin asignación de personas, con el objetivo de guiar la ejecución del proyecto de forma modular y escalable.

Desarrollo en ROS y software del robot

- Navegación y control de TIAGO
- Nodo puente con dispensador
- HRI (Human–Robot Interaction)
- Pruebas en simulación (Docker/Gazebo)

Dispensador físico y electrónica

- Diseño mecánico
- Fabricación
- Electrónica de control
- Señalización

Software del dispensador (Raspberry)

- Control de servos (Python)
- API REST/WebSocket
- Integración con interfaz móvil
- Lógica de seguridad

IA conversacional para interacción con el paciente

- Arquitectura de la IA
- ASR (Reconocimiento de voz, es-ES)
- NLU (Intenciones y entidades)
- Políticas y reglas farmacéuticas (no prescripción)
- Privacidad y seguridad
- Evaluación de calidad

Conclusión

La propuesta presentada plantea un sistema robótico innovador que va más allá del simple transporte de medicamentos, integrando dispensación automática, interacción con el paciente y trazabilidad completa. El diseño combina aspectos mecánicos, electrónicos y de software, apoyándose en buenas prácticas de colaboración (GitHub, Docker, code review) que garantizan un desarrollo transparente y escalable.

Aunque todavía se trata de un planteamiento inicial, el proyecto evidencia viabilidad técnica y relevancia clínica, aportando beneficios tanto al personal sanitario como a los pacientes y al propio sistema hospitalario. La solidez del análisis de requisitos y la organización del trabajo constituyen una buena base para las siguientes fases de desarrollo.