



# **Actividad 2: Creando un Agente**

CE Inteligencia Artificial y Big Data  
Modelos de Inteligencia Artificial  
2024/2025

Guadalupe Luna, Daniel Marín,  
Marta López, Víctor Páez

# Índice

<b>Parte 1: Definición del Agente Inteligente .....</b>	<b>2</b>
<b>Parte 2: Aspectos de nuestro Agente Inteligente .....</b>	<b>2</b>
2.1. Objetivo .....	2
2.2. Entorno.....	3
2.3. Estado .....	3
2.4. Sensores.....	4
2.5. Actuadores.....	4
2.6. Función del Agente .....	7
2.7. Arquitectura.....	8
2.8. Episodios.....	10
<b>Parte 3: Diagrama de flujo .....</b>	<b>12</b>

## Parte 1: Definición del Agente Inteligente

El agente inteligente que hemos decidido crear será un **robot enfermero**. Un robot autónomo y colaborativo diseñado para asistir al personal sanitario en la monitorización de constantes vitales, acceso y actualización de historiales médicos, y diagnóstico preliminar de enfermedades. Además, puede desplazarse físicamente por el hospital, interactuar con pacientes y personal médico, y realizar tareas clínicas y logísticas.

Esto hará que la reducción de la carga del personal médico sea mucho mayor al delegarle tareas rutinarias y logísticas. Habrá mayor precisión y rapidez en la obtención de datos clínicos. El acceso constante al estado del paciente será mucho mayor, mejorando la monitorización en tiempo real. Y también hay una optimización de recursos hospitalarios, permitiendo que los profesionales se centren en tareas críticas.

Sin embargo, se presentan algunos retos como la aceptación del personal y los pacientes, la seguridad de datos ya que este debe ser resistente a ciberataques, y además lleva un costo de implementación y mantenimiento ya que habrá una inversión muy alta en ellos y necesitará un soporte técnico continuo.

## Parte 2: Aspectos de nuestro Agente Inteligente

### 2.1. Objetivo

El objetivo principal del robot enfermero inteligente es mejorar la calidad, eficiencia y seguridad de la atención médica en un entorno hospitalario mediante la automatización de tareas clínicas y logísticas, la asistencia en la toma de decisiones médicas, y el soporte continuo a pacientes y profesionales de la salud. Este agente debe ser un complemento al personal humano, optimizando los recursos disponibles y ofreciendo un monitoreo constante para anticiparse a situaciones críticas. El agente ayudará a los usuarios y al entorno que lo rodea de esta forma:

1. Al Personal Médico
  - Automatizando tareas repetitivas (toma de constantes, transporte de suministros).
  - Asistiendo en diagnósticos preliminares.
  - Reduciendo la carga laboral y facilitando la comunicación interna.
2. A los Pacientes
  - Monitoreando su estado en tiempo real.
  - Ofreciendo orientación básica y compañía empática.
  - Adaptándose a necesidades especiales (movilidad, aislamiento).
3. Al Entorno Sanitario
  - Optimizando flujos de trabajo y evitando errores humanos.
  - Incrementando la seguridad (menos infecciones, rapidez en emergencias).
  - Ahorrando recursos mediante una mayor eficiencia.
4. Tecnología Integrada
  - Conectándose con sistemas hospitalarios y dispositivos médicos.
  - Proporcionando análisis predictivos para anticipar necesidades y riesgos.

## 2.2. Entorno

El entorno en el que el robot enfermero inteligente va a operar es híbrido, combinando elementos tanto físicos como digitales. Este enfoque asegura que el agente pueda interactuar eficazmente con pacientes y personal médico en el mundo real, al tiempo que accede y utiliza información en sistemas digitales para tomar decisiones informadas.

1. Entorno Físico:
  - Áreas clave: habitaciones de pacientes, salas de consulta, emergencias, farmacia y almacenes.
  - Movilidad: Navegación autónoma en pasillos, ascensores y espacios estrechos, con prevención de colisiones.
  - Higiene y seguridad: Diseño estéril y materiales antibacterianos, adaptado para entornos críticos como UCI.
2. Entorno Digital:
  - Integración con sistemas hospitalarios como historias clínicas electrónicas y dispositivos médicos en red.
  - Conectividad en tiempo real mediante WiFi y 5G, con protocolos avanzados de ciberseguridad.
  - Procesamiento en la nube para análisis y diagnósticos basados en inteligencia artificial.
3. Factores Humanos:
  - Interacción empática y multilingüe con pacientes.
  - Interfaces accesibles para personal médico (pantallas táctiles, comandos de voz).
  - Capacitación y familiarización para facilitar su integración.
4. Condiciones Operativas:
  - Ambiente controlado con alta precisión en tareas clínicas.
  - Adaptabilidad a cambios en la carga de trabajo, flujos de personas y emergencias inesperadas.

El **robot enfermero inteligente** interactuará directamente con pacientes, médicos y enfermeros, proporcionando información, apoyo diagnóstico, y transporte de suministros, además de integrarse con sistemas digitales hospitalarios para el monitoreo y toma de decisiones en tiempo real. Sin embargo, deberá enfrentar desafíos como la congestión en áreas concurridas, la variabilidad en diseños y flujos de trabajo de diferentes hospitales, y la necesidad de operar de manera robusta y continua en un entorno crítico y dinámico donde se requiere precisión y adaptabilidad constante.

## 2.3. Estado

El estado del robot enfermero inteligente abarca los componentes físicos, cognitivos y funcionales que permiten su operación eficiente en un entorno hospitalario. Este estado puede dividirse en las siguientes dimensiones:

1. Estado Físico
  - Estructura Robusta: Materiales estériles y antibacterianos para operar en un entorno hospitalario.
  - Nivel de Energía: Monitoreo constante de la batería para garantizar autonomía suficiente durante turnos prolongados.
  - Mantenimiento: Sistema de autodiagnóstico para identificar y notificar problemas mecánicos o técnicos en tiempo real.
2. Estado Cognitivo
  - Capacidad de Aprendizaje: Uso de aprendizaje automático para adaptarse a flujos de trabajo y patrones en cada hospital.
  - Toma de Decisiones: Evaluación en tiempo real de datos de pacientes y situaciones clínicas para priorizar tareas.
  - Memoria Operativa: Almacenamiento temporal y seguro de información necesaria para la ejecución de tareas inmediatas.
3. Estado Funcional

- Disponibilidad: Indicación clara de si el robot está en uso, disponible o en mantenimiento.
- Conectividad: Estado de la conexión a sistemas hospitalarios, redes WiFi o 5G, y sincronización con dispositivos médicos.
- Estado de Tareas: Registro de tareas completadas, pendientes y en proceso para asegurar una gestión eficiente.

## 2.4. Sensores

El robot enfermero inteligente contará con una amplia variedad de sensores diseñados para garantizar precisión, seguridad y adaptabilidad en su entorno. Estos sensores pueden agruparse en las siguientes categorías:

### 1. Sensores de Percepción del Entorno

- Sensores LIDAR: Para mapear espacios y evitar obstáculos durante la navegación autónoma.
- Cámaras RGB y de Profundidad: Para identificar objetos, personas y situaciones críticas como caídas.
- Micrófonos: Para capturar comandos de voz y monitorear sonidos inusuales como alarmas médicas.
- Sensores de Proximidad: Para maniobras precisas en espacios reducidos y evitar colisiones.

### 2. Sensores Clínicos

- Medidores de Frecuencia Cardíaca y Oxígeno en Sangre: Integrados en superficies táctiles para monitorear constantes vitales.
- Termómetros Infrarrojos: Para medir la temperatura corporal sin contacto.
- Sensores de Presión y Contacto: Para interactuar con dispositivos médicos o transportar suministros de manera segura.

### 3. Sensores de Diagnóstico

- Análisis de Imágenes Médicas: Cámaras especializadas para procesar y evaluar radiografías o imágenes de lesiones superficiales.
- Detectores de Anomalías: Sensores para analizar patrones respiratorios y alertar sobre posibles emergencias.

### 4. Sensores Operativos

- Monitoreo de Energía: Sensores que evalúan el nivel de batería y optimizan el consumo energético.
- Sensores Táctiles: Para garantizar una interacción segura y efectiva con objetos y pacientes.
- Medidores de Peso y Carga: Para controlar el transporte seguro de suministros o medicamentos.

## 2.5. Actuadores

Los actuadores son componentes clave que permiten al robot enfermero interactuar con su entorno físico de manera efectiva. Estos dispositivos convierten las señales eléctricas generadas por el sistema de control del robot en acciones mecánicas, ópticas, o de otro tipo. A continuación, se describen los principales actuadores necesarios para las funciones específicas del robot enfermero:

### 1. Actuadores de Movimiento y Navegación

#### - Motores de Tracción:

- Tipo: Motores eléctricos de corriente continua (DC) o motores brushless (BLDC).
- Función: Permiten el desplazamiento del robot por el hospital, garantizando movimientos precisos y suaves en diferentes tipos de superficies.
- Características: Control de velocidad variable, baja vibración y alta eficiencia energética.

- **Actuadores de Dirección:**
  - Tipo: Servomotores.
  - Función: Controlan las ruedas direccionables o las articulaciones que ajustan la orientación del robot.
  - Características: Respuesta rápida y precisión en giros.
- **Actuadores de Elevación y Ajuste:**
  - Tipo: Motores lineales.
  - Función: Ajustan la altura del robot o partes móviles (bandejas, compartimentos) para adaptarse a diferentes pacientes o entornos.
  - Características: Movimiento suave y alta capacidad de carga.

## 2. Actuadores para Manipulación

- **Brazos Robóticos:**
  - Tipo: Actuadores eléctricos o neumáticos.
  - Función: Permiten al robot realizar tareas manuales como tomar muestras, manipular objetos (medicamentos, instrumentos médicos) y abrir puertas o cajones.
  - Características: Alta precisión, capacidad de manejar objetos delicados.
- **Pinzas Robóticas:**
  - Tipo: Microactuadores hidráulicos o piezoeléctricos.
  - Función: Facilitan la manipulación de objetos pequeños y delicados, como jeringas o frascos de medicamentos.
  - Características: Control de fuerza ajustable para evitar daños.

## 3. Actuadores para Interacción

- **Pantalla Táctil y Retroalimentación Háptica:**
  - Tipo: Actuadores piezoeléctricos.
  - Función: Proporcionan retroalimentación táctil en la pantalla para una experiencia interactiva con usuarios humanos.
  - Características: Sensación táctil precisa y rápida.
- **Actuadores de Gestos:**
  - Tipo: Servomotores pequeños en áreas visibles (como una “cara” o panel interactivo).
  - Función: Realizan gestos visibles como inclinación o movimiento de partes móviles para expresar empatía o señalar información.
  - Características: Atraen la atención y mejoran la experiencia del usuario.

## 4. Actuadores de Comunicación

- **Altavoces y Emisores de Audio:**
  - Tipo: Actuadores electroacústicos.
  - Función: Reproducen mensajes de voz o sonidos para interactuar con pacientes y personal médico.
  - Características: Audio claro y ajustable en volumen.
- **Actuadores de Luz:**
  - Tipo: LEDs RGB.
  - Función: Indicadores visuales que comunican el estado del robot (por ejemplo, alerta médica, modo de espera, o navegación en curso).
  - Características: Alta visibilidad, bajo consumo energético.

## 5. Actuadores para Higiene

- **Desinfección por Luz Ultravioleta (UV-C):**
  - Tipo: Lámparas UV-C motorizadas.
  - Función: Desinfectan superficies alrededor del robot para minimizar la propagación de infecciones.
  - Características: Activación segura en áreas desocupadas para evitar riesgos al personal.
- **Rociadores Desinfectantes:**
  - Tipo: Microactuadores de bombas peristálticas.
  - Función: Pulverizan líquidos desinfectantes en áreas críticas.
  - Características: Cobertura uniforme y control de cantidad.

## 6. Actuadores de Precisión Médica

- **Actuadores de Sensores Médicos Integrados:**
  - Tipo: Microactuadores en dispositivos médicos.
  - Función: Ajustan sensores como oxímetros o monitores de presión arterial para un contacto adecuado con el paciente.
  - Características: Movimientos suaves y seguros para evitar incomodidad.
- **Jeringas Automatizadas:**
  - Tipo: Actuadores electromecánicos.
  - Función: Administran dosis controladas de medicamentos en procedimientos médicos específicos.
  - Características: Alta precisión y confiabilidad.

## 7. Actuadores para Recarga y Estacionamiento

- **Sistema de Acoplamiento Automático:**
  - Tipo: Actuadores magnéticos o mecánicos.
  - Función: Conecta el robot a estaciones de carga eléctrica o módulos de suministro.
  - Características: Precisión en el acoplamiento y capacidad de recarga rápida.

## 8. Actuadores de Seguridad

- **Sistemas de Freno:**
  - Tipo: Electromecánicos.
  - Función: Detienen el movimiento del robot en situaciones de emergencia.
  - Características: Respuesta rápida y confiable.
- **Cápsulas de Resguardo:**
  - Tipo: Actuadores neumáticos.
  - Función: Cierran compartimentos médicos o de almacenamiento ante posibles riesgos.
  - Características: Aseguran medicamentos o instrumentos sensibles.

Estos actuadores trabajan en conjunto para garantizar que el robot enfermero cumpla con su objetivo de manera segura, precisa y eficiente en un entorno hospitalario.

## 2.6. Función del Agente

La función del robot enfermero inteligente se centra en la **asistencia proactiva, eficiente y segura** en entornos hospitalarios. Esto implica monitorear el estado de los pacientes, realizar tareas logísticas, interactuar con el personal médico, y proporcionar apoyo diagnóstico y clínico, con el objetivo de optimizar los flujos de trabajo, reducir la carga del personal sanitario y mejorar la calidad de atención a los pacientes. A continuación, se desglosan las funciones clave del agente:

### 1. Monitoreo Continuo del Paciente

- Mide constantes vitales en tiempo real.
- Registra datos en el expediente médico y genera alertas ante anomalías.

### 2. Diagnóstico Preliminar

- Recopila síntomas y antecedentes.
- Sugiere posibles diagnósticos y pruebas adicionales con IA.

### 3. Asistencia Clínica

- Realiza tareas como administración de medicamentos o toma de muestras.
- Apoya en procedimientos clínicos específicos.

### 4. Interacción con Pacientes

- Comunica información básica y brinda soporte empático.
- Se adapta a idiomas y necesidades culturales.

### 5. Soporte Logístico

- Transporta medicamentos, muestras o equipos.
- Organiza y desinfecta espacios hospitalarios.

### 6. Gestión y Seguridad de Datos Médicos

- Actualiza y protege el expediente médico.
- Asegura el acceso seguro a la información del paciente.

### 7. Respuesta a Emergencias

- Detecta y responde a situaciones críticas (paradas cardíacas, caídas).
- Actúa como primer respondedor en emergencias.

### 8. Aprendizaje y Mejora Continua

- Aprende patrones de uso y mejora su eficiencia.
- Adapta su comportamiento con retroalimentación.



## 9. Apoyo Educativo

- Educa a pacientes y familiares sobre tratamientos.
- Capacita al personal médico en el uso de tecnologías.

En general, **optimizar la atención médica**, reduciendo la carga del personal, mejorando la calidad del cuidado y asegurando seguridad y eficiencia en los hospitales.

## 2.7. Arquitectura

Este agente combina algoritmos avanzados de inteligencia artificial (IA), capacidades de navegación autónoma y módulos de interacción humano-robot, enfocados en mejorar la atención médica. El agente está diseñado y compuesto de la siguiente manera:

### Componentes del Sistema

#### 1. Motor de Razonamiento

El motor de razonamiento es el núcleo del sistema, encargado de tomar decisiones basadas en datos médicos, sensores y contexto del entorno.

- Funciones:
  - Analizar constantes vitales en tiempo real y generar alertas.
  - Interpretar datos del expediente médico electrónico (EME).
  - Priorizar tareas en función de la gravedad del estado del paciente.
- Tecnología:
  - Basado en sistemas expertos para decisiones clínicas (reglas médicas predefinidas).
  - Integración con redes semánticas para razonamiento contextual.

#### 2. Sistema de Aprendizaje Automático (Machine Learning)

Permite al robot mejorar continuamente su capacidad de diagnóstico y respuesta mediante la interpretación de patrones médicos y de comportamiento.

- Modelos utilizados:
  - Redes neuronales profundas (Deep Learning): Para el análisis de datos médicos complejos como imágenes de rayos X, ECG, o resonancias magnéticas.
  - Modelos supervisados: Entrenados en bases de datos médicas para diagnóstico de enfermedades.
  - Modelos de clustering no supervisado: Para identificar correlaciones desconocidas en datos clínicos.

- **Arquitectura:**
  - Transformers: Para el procesamiento de lenguaje natural (PLN) en interacciones con pacientes y personal médico.
  - Redes Convolucionales (CNN): Para el análisis de imágenes médicas.

### 3. Sistema de Movilidad Autónoma

El robot enfermero está diseñado para desplazarse con seguridad en el entorno hospitalario.

- **Componentes:**
  - Sensores de navegación: Cámaras 3D, sensores LiDAR, y ultrasonidos para detección de obstáculos.
  - Motores y actuadores: Para movimiento preciso y suave en pasillos y habitaciones.
  - Algoritmos de localización y mapeo (SLAM): Permiten crear mapas del entorno y localizar al robot en tiempo real.
- **Tecnología:**
  - Algoritmos de aprendizaje por refuerzo profundo (Deep Reinforcement Learning) para optimizar rutas y evitar congestión en pasillos.

### 4. Interfaz de Usuario (UI)

El sistema incluye una interfaz de usuario intuitiva que permite la interacción eficiente con pacientes y personal médico.

- **Componentes:**
  - Pantalla táctil: Ofrece visualización de datos médicos y opciones interactivas.
  - Asistente de voz: Basado en procesamiento de lenguaje natural para comunicación fluida.
  - Aplicación móvil: Permite monitorear y controlar el robot de forma remota.
- **Tecnología:**
  - Integración con APIs de PLN como GPT para mejorar la comprensión y generación de lenguaje.

### 5. Módulo de Seguridad y Privacidad

Este módulo asegura que el acceso a datos médicos y operaciones esté protegido contra vulnerabilidades.

- **Características:**
  - Encriptación de extremo a extremo para la transmisión de datos.
  - Autenticación multifactor para usuarios médicos.
  - Registro de auditorías para rastrear accesos y modificaciones en el sistema.
- **Cumplimiento normativo:** Compatible con normativas como HIPAA y GDPR.

En cuanto a la arquitectura el agente presenta diversas arquitecturas para cumplir con las múltiples funciones requeridas:

Redes Neuronales Convolucionales (CNN):

- Aplicación: Diagnóstico de imágenes médicas.
- Ejemplo: Identificación de neumonía en radiografías de tórax.

Transformers:

- Aplicación: Procesamiento de lenguaje natural.
- Ejemplo: Interpretación de preguntas médicas o generación de explicaciones para pacientes.

Sistemas de Recomendación:

- Aplicación: Proponer tratamientos o pruebas adicionales basados en datos históricos del paciente.

Algoritmos de Clasificación:

- Aplicación: Determinar el nivel de urgencia de una condición médica.
- Modelos: Árboles de decisión, Gradient Boosting Machines (GBM).

Aprendizaje por Refuerzo:

- Aplicación: Optimizar rutas de navegación dentro del hospital.
- Algoritmo: Proximal Policy Optimization (PPO).

## 2.8. Episodios

El desarrollo de los episodios en nuestro agente puede adoptar un enfoque basado en episodios discretos o una interacción continua, dependiendo de la tarea que el agente esté ejecutando. Aquí describo cómo se organizarían estas interacciones y su impacto en el comportamiento del agente:

### Interacción Continua

En este modo, el agente opera de manera constante, monitoreando en tiempo real y reaccionando ante eventos que ocurren en su entorno. Este enfoque es ideal para funciones como:

- Monitoreo constante de constantes vitales: Detecta anomalías en tiempo real y responde inmediatamente.
- Navegación autónoma: Evalúa el entorno continuamente para ajustarse a cambios en rutas y evitar obstáculos.
- Asistencia al personal médico: Responde dinámicamente a nuevas instrucciones o eventos emergentes.

Características:

- Flujo ininterrumpido: No hay un inicio ni fin explícito de un episodio.
- Memoria a corto plazo: Se toman decisiones basadas en el estado actual del entorno y los datos recibidos, sin necesidad de segmentación.

Ejemplo:

- El robot monitoriza la saturación de oxígeno de un paciente y, al detectar un valor crítico, emite una alerta al personal médico mientras actualiza el expediente en tiempo real.

### Interacción por Episodios Discretos

En este caso, las tareas del robot se dividen en episodios independientes, donde cada episodio tiene un inicio, un desarrollo y un final claro. Este enfoque es adecuado para tareas específicas con objetivos definidos, como:

- Diagnóstico médico preliminar: Analizar los síntomas y datos de un paciente para proponer un diagnóstico.
- Tareas de logística: Entregar medicamentos a una habitación específica y registrar la tarea como completada.
- Intervenciones educativas: Explicar un procedimiento médico a un paciente y recibir retroalimentación.

### Desarrollo de un Episodio

1. Inicio del Episodio:
  - Se identifica una tarea o evento que activa el episodio (por ejemplo, una alerta médica o una instrucción del personal).
  - El agente recopila la información inicial necesaria (estado del paciente, ubicación, recursos disponibles).
2. Desarrollo:
  - El robot realiza las acciones necesarias para cumplir con la tarea:
    - Toma de decisiones mediante el motor de razonamiento.
    - Uso de modelos de IA para procesar datos y generar resultados.
    - Navegación autónoma hacia el destino o ejecución de procedimientos médicos.
3. Cierre del Episodio:
  - La tarea se marca como completada y el agente registra los resultados (por ejemplo, actualización en el expediente médico, envío de un informe al personal).
  - Los datos relevantes del episodio se almacenan para ser utilizados en tareas futuras.

Ejemplo: Un episodio de diagnóstico puede incluir:

1. El robot recibe instrucciones para evaluar a un paciente.
2. Recolecta constantes vitales y síntomas ingresados por el personal.
3. Procesa los datos con su modelo de diagnóstico y genera una lista de posibles enfermedades.
4. Informa al personal médico y registra el diagnóstico en el expediente.

### Relación entre Episodios

En el caso de episodios discretos, cada uno puede influir en los siguientes a través del almacenamiento de información relevante. El sistema utiliza esta información para mejorar sus decisiones y ajustarse al contexto.

### Transición entre Episodios:

- Transferencia de conocimiento: Datos aprendidos en un episodio (por ejemplo, una condición médica detectada en un paciente) se integran al modelo para afectar futuras decisiones.
- Feedback y aprendizaje: El robot recibe retroalimentación (manual o automática) sobre el éxito de su actuación en el episodio, ajustando sus modelos o prioridades.

**Impacto:**

- Mejora la precisión del diagnóstico gracias al aprendizaje acumulativo.
- Adapta sus estrategias de navegación o interacción con pacientes según experiencias previas.
- Integra conocimiento del entorno hospitalario (por ejemplo, rutas preferidas o patrones en las condiciones de los pacientes).

**Comparación y Selección de Estrategia**

La decisión entre interacción continua y episodios discretos depende de la naturaleza de las tareas. En un hospital, un diseño híbrido sería óptimo:

- Interacción continua para monitoreo y respuesta inmediata a emergencias.
- Episodios discretos para tareas específicas y bien definidas que requieren un inicio y fin claro.

**Parte 3: Diagrama de flujo**