



XUNTA
DE GALICIA

CENTRO DE
FORMACIÓN E
RECURSOS DE FERROL

Inteligencia Artificial para la Sociedad



Francisco Bellas

Sara Guerreiro

Alejandro Romero

Octubre de 2025



Organización del curso

1. Sesión 1: introducción a la IA y aspectos ético-legales
2. Sesión 2: percepción y actuación
3. Sesión 3: representación y razonamiento
4. Sesión 4: aprendizaje automático 1
5. Sesión 5: aprendizaje automático 2
6. Sesión 6: herramientas de IA para la educación (IA generativa)



Sesión 2. Percepción y actuación



IA para la sociedad. Bloque 3

Bloque 3. Fundamentos de la inteligencia artificial

Criterios de evaluación

• CE3.1. Conocer los tipos básicos de sensores utilizados en la inteligencia artificial y la diferencia entre sensorización y percepción.

Objetivos
OBJ1

• CE3.2. Conocer e identificar los tipos básicos de actuadores utilizados en la inteligencia artificial.

OBJ1

• CE3.3. Comprender las formas básicas de representación interna de los datos en los sistemas computacionales, y la problemática de representar el conocimiento del mundo real.

OBJ3

• CE3.4. Comprender el concepto de algoritmo para resolver problemas y diferenciarlo del concepto de algoritmo para aprender un modelo a partir de datos.

OBJ3

• CE3.5. Recoger, representar y analizar conjuntos de datos, utilizando herramientas y software para visualizarlos de forma lógica y coherente.

OBJ3

• CE3.6. Evaluar de manera crítica los resultados obtenidos de los análisis de datos, reflexionando sobre su precisión y fiabilidad.

OBJ3

Contenidos

- La percepción: sensores y obtención de los datos.
- La actuación: movimiento, visualización y comunicación.
- La representación: simbólica y numérica.
- El razonamiento: algoritmos y resolución de problemas.
- El aprendizaje automático: ciencia de los datos.
- El aprendizaje automático: ajuste de modelos y análisis de los resultados.



El agente inteligente





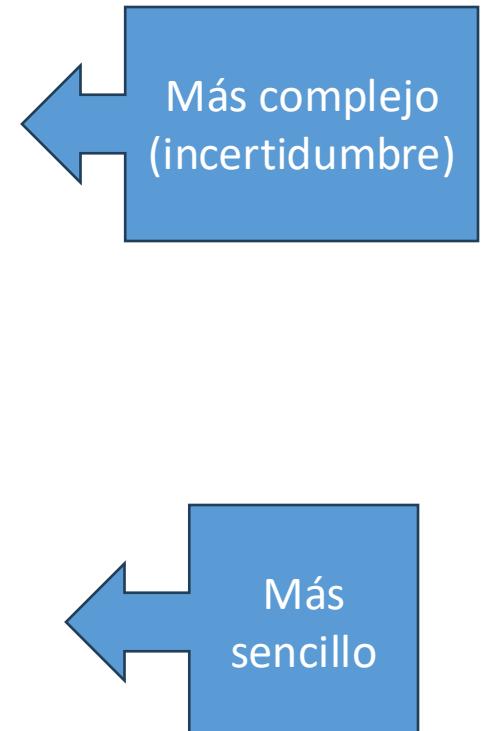
El entorno en IA





El entorno en IA

- Un agente inteligente situado en el **mundo real** tiene **cuerpo físico**:
 - *Con movilidad*: robot aspirador, coche autónomo
 - *Sin movilidad*: edificio inteligente, altavoz inteligente
 - *Embodiment*: el cuerpo impone una serie de restricciones
 - *Sensores y actuadores en el mundo real*
- Un agente inteligente situado en el **mundo virtual** no tiene **cuerpo físico** (habita el entorno digital):
 - *Puede tener sensores y actuadores del mundo real*: sistema recomendación Netflix, chatGPT



Campos de aplicación de la IA

- Hay muchos campos de aplicación
- Robótica
 - Cuerpo físico
 - Situado en el mundo real
- Todos ellos requieren
 - Sensores
 - Actuadores





Percepción en IA



Sensorización vs Percepción

- En humanos, la **sensorización** es la **información** sobre el mundo físico que obtenemos de los sentidos, y la **percepción** es el **proceso** por el que el cerebro selecciona, organiza e interpreta esas sensaciones.
- **Sensorización**
 - Proceso de medir una propiedad física
 - Captar una imagen, captar una señal de ultrasonido
- **Percepción**
 - Proceso de extracción de significado de la sensorización
 - Detección de color, distancia a un objeto



Mundo real vs virtual

- Un agente inteligente está situado en un **mundo real o virtual**
- Los sensores del mundo real miden **propiedades físicas**
 - *Externas*: distancia, temperatura, luz
 - *Internas*: batería, temperatura de CPU
- Los sensores del mundo virtual miden “**propiedades digitales**”
 - *Sensores simulados*: videojuego, simulador 3D, realidad virtual
 - *Agentes puramente digitales*: control de tráfico, gestión de comunicaciones



Tipos de sensores reales

Propiedad física	Sensores
Contacto	Sensor de contacto (bumper), interruptor
Distancia	Ultrasonido, radar, infrarrojos
Nivel de luz	Fotocélulas, cámaras
Rotación	Codificadores de ejes
Aceleración	Acelerómetro
Olor	Sensores químicos
Temperatura	Sensor de temperatura
Inclinación	Giroscopio



Tipos de sensores reales

- Los sensores **pasivos** miden una propiedad física del entorno
 - Contienen un detector que percibe la propiedad a ser medida
- Los sensores **activos** proporcionan su propia señal/estímulo y utilizan la interacción de esa señal con el entorno como la propiedad a medir
 - Contienen un emisor y un detector
- **Incertidumbre inherente a los dispositivos físicos reales:**
 - Ruido en el sensor
 - Limitaciones del sensor
 - Errores en el efecto y actuador
 - Estados parcialmente observables
 - Entorno dinámico



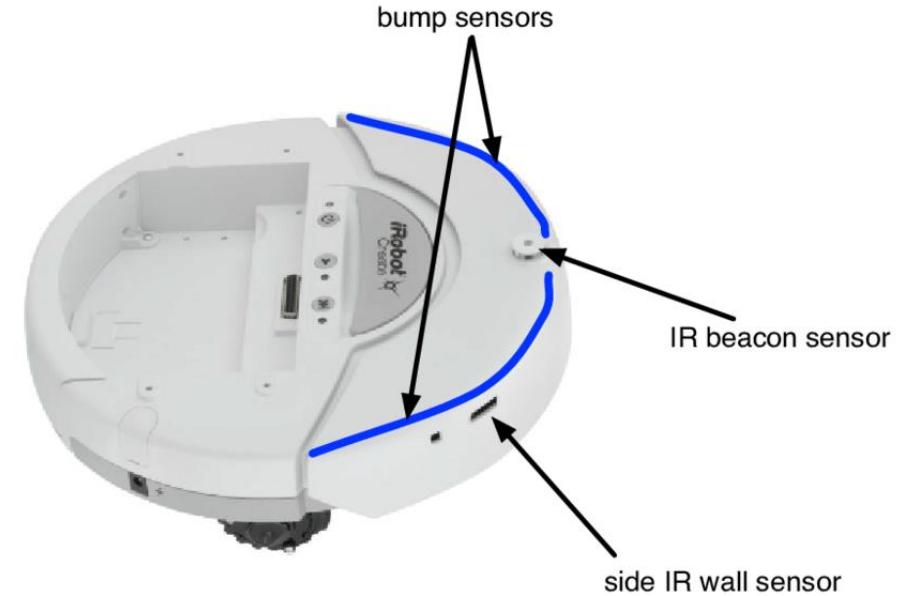
Complejidad de los sensores

- Los sensores no proporcionan un estado, sino cantidades medidas directamente que necesitan ser **procesadas** para ser útiles
- Cuanta más información proporciona un sensor, más procesamiento requiere
- **Sensores simples (menos comunes en IA)**
 - Interruptores, luz, distancia, IMU, GPS
- **Sensores complejos (más comunes en IA)**
 - Cámaras, micrófonos, comunicaciones



Interruptores

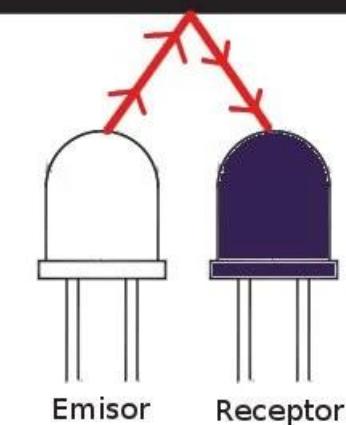
- Los interruptores constituyen el sensor más simple
- Miden el cambio en la corriente resultante de cerrar un circuito eléctrico como consecuencia del contacto físico de un objeto con el interruptor





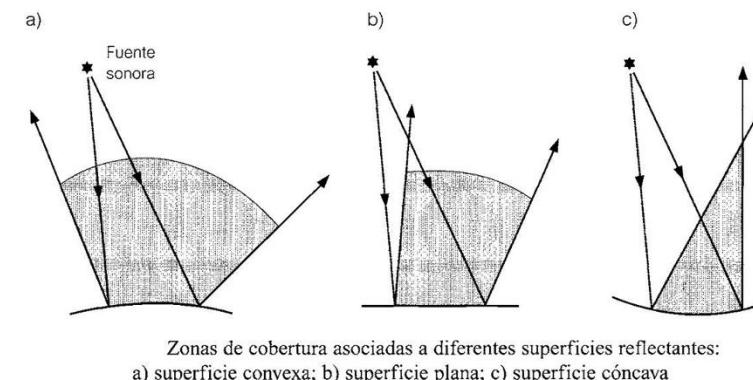
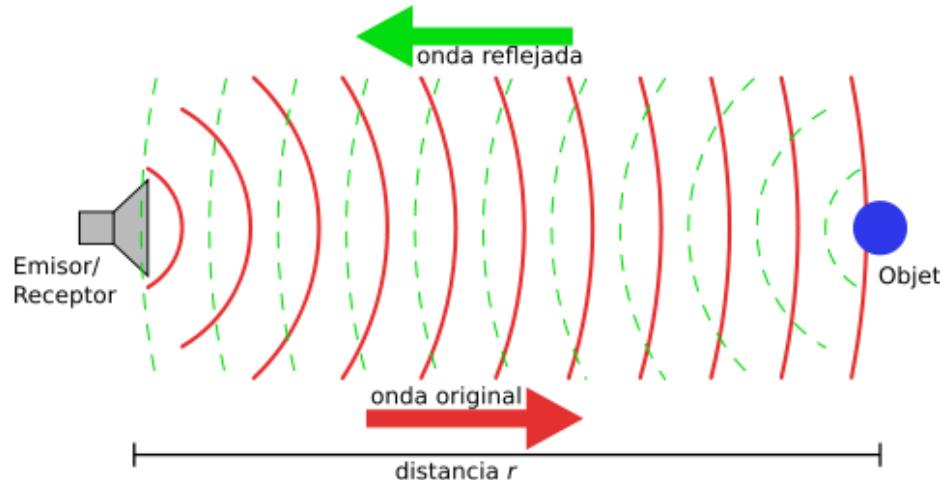
Sensores de luz

- Miden la cantidad de luz que incide en una célula fotoeléctrica
 - Estas células incrementan su resistencia al disminuir el nivel de luz
- **Sensores infrarrojos:** utilizan una frecuencia en el rango infrarrojo (IR)
 - Se utilizan como sensores activos para medir distancias



Sensores de ultrasonido

- Utilizan señales con frecuencias de sonido más allá de las que puede captar el humano
- Se utilizan para detectar distancias y formas de objetos
- Se basan en la ecolocalización (murciélagos y defines):
 - El sonido golpea los objetos a su alrededor y forma ecos que se utilizan para localizar al agente en su entorno

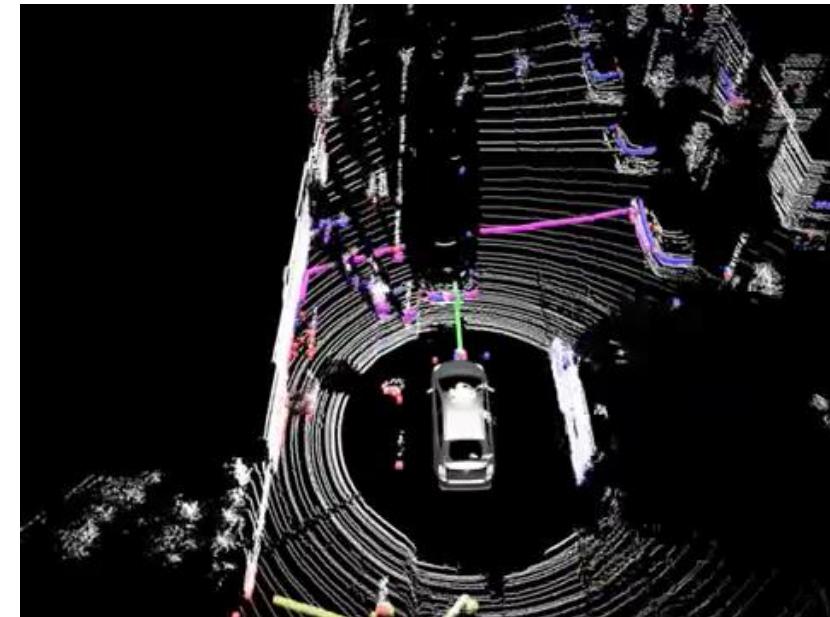




LIDAR (Light Imaging Detection and Ranging)



- Funcionamiento:
 - Emisión de un pulso láser infrarrojo
 - Medición de distancia (tiempo de recorrido x velocidad de la luz)
- Sistema que gira 360°
 - Láser escáner
- Se obtiene una nube de puntos
 - Mapas del entorno
 - Distancias y ubicaciones exactas
- Alta precisión (cm) y rango (150 m)
- Alto precio

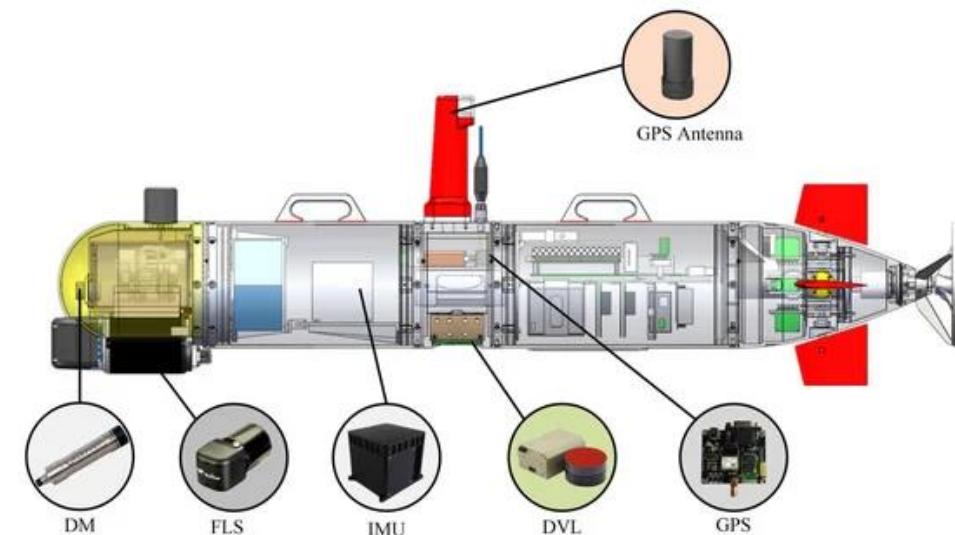


https://youtu.be/nXlqv_k4P8Q



GPS

- El sistema de posicionamiento global (GPS) es un sistema de navegación espacial basado en satélites que proporciona localización temporal en cualquier condición atmosférica en cualquier punto cercano a la superficie de la Tierra donde haya una línea de visión directa para 4 o más satélites.
- Se usa en agentes para localización en exterior
 - Posicionamiento global resuelto
 - Navegación aérea, terrestre o marítima

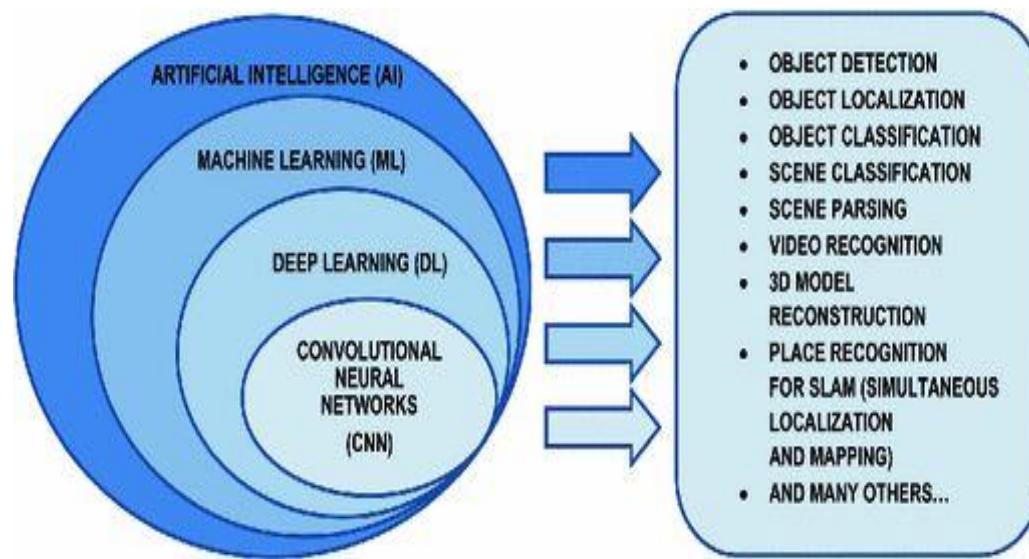


- Las **cámaras** son uno de los principales sensores utilizados en IA por la gran cantidad de información que proporcionan y por el gran abanico de tareas que permiten realizar en el mundo real
- Detección de objetos
- Reconocimiento de objetos
- Seguimiento de objetos
- Detección de caras
- Detección de emociones



Visión en IA

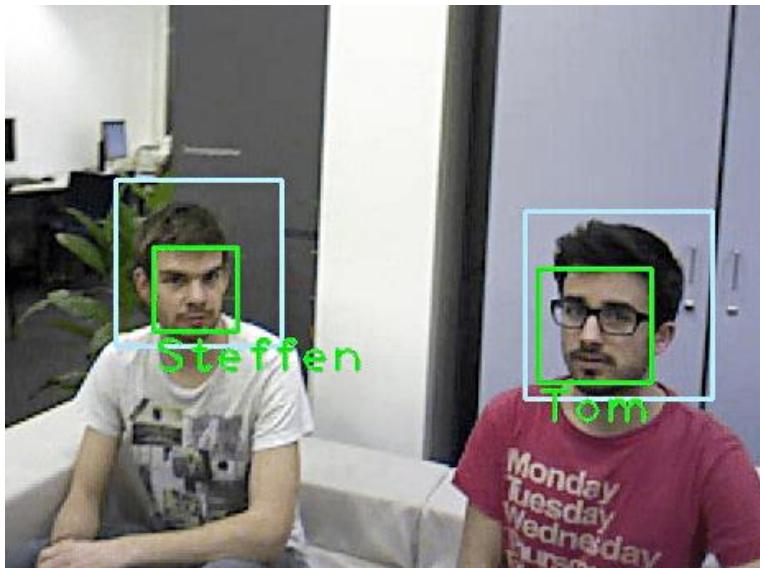
- En IA es fundamental poder **reconocer** objetos en el entorno
 - Técnicas clásicas de visión por computador
 - Técnicas basadas en Deep Learning
 - Ej: YOLO (siglas de You Only Look Once).



https://learnopencv.com/wp-content/uploads/2023/05/yolo-nas-_yolov8_l_inference_compare_traffic_people_distant_v3.mp4

Reconocimiento de personas

- Modelos de aprendizaje automático por visión
- Identifican personas a partir de muestras
- Básico para interacción natural





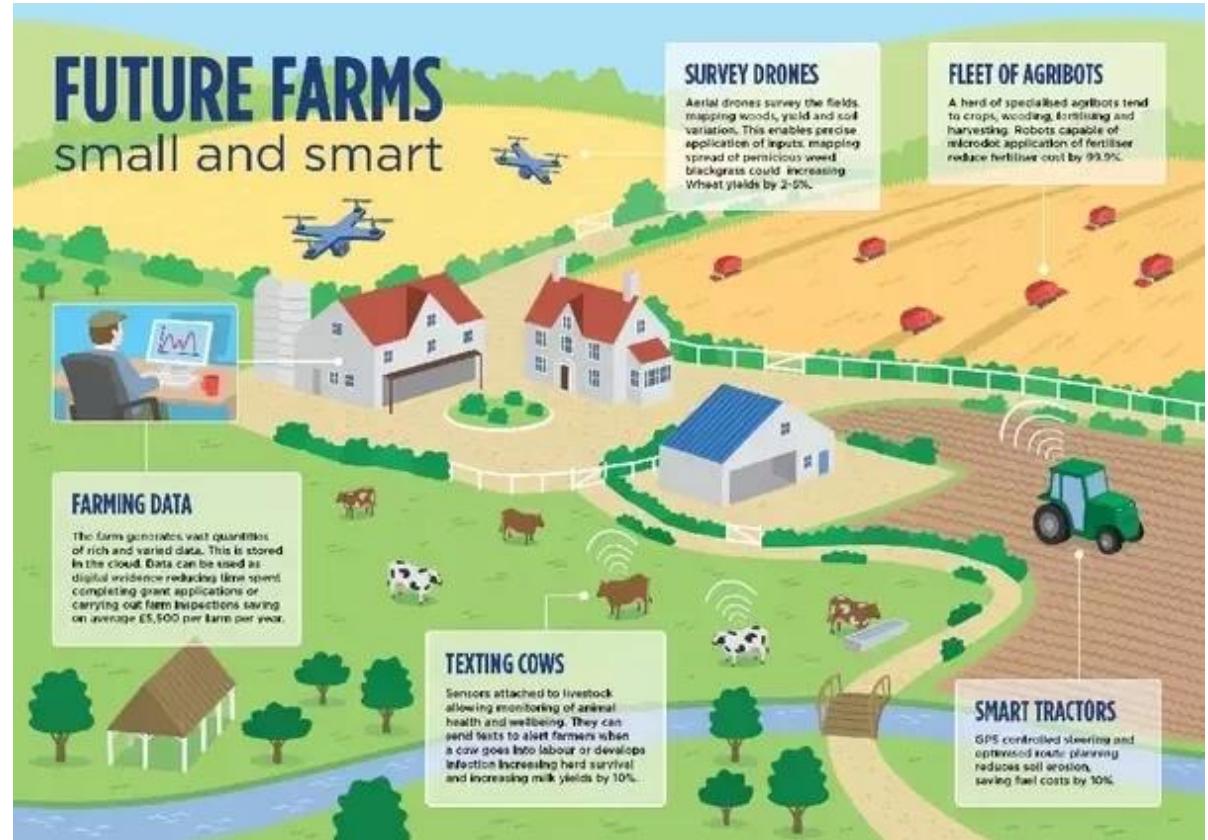
Micrófonos

- Captan señales de audio:
 - Comunicaciones: HCI o interacción persona-máquina, sistemas multi-agente
 - Detección de sonidos: alertas, movimientos, etc
- El audio es muy complejo de tratar por problemas de ruido e interferencias en entornos reales
- Reconocimiento del habla.



Comunicaciones

- La recepción de datos digitales de otros agentes o sistemas informáticos es una modalidad sensorial
- Las antenas pueden utilizarse como simples receptores (parabólicas) o para comunicación bidireccional (WIFI, Bluetooth, 5G)
- Aspecto clave en los sistemas de IA colectiva





Actuación

Actuadores básicos

- Motores eléctricos
 - Convierte energía eléctrica en energía mecánica
- Motores hidráulicos:
 - Convierte variaciones en la presión hidráulica en energía mecánica
- Motores neumáticos
 - Convierte variaciones en la presión de aire en energía mecánica
- Menos utilizados por su escasa energía mecánica:
 - Materiales foto-reactivos
 - Materiales químicamente reactivos
 - Materiales térmicamente reactivos
 - Materiales piezoelectrómicos





Locomoción

- Mover un sistema de IA por el espacio de forma autónoma y segura es la tarea básica que más se ha tratado en robótica autónoma
- Efectores que posibilitan el movimiento:
 - Patas: saltar, gatear, escalar, etc
 - Ruedas
 - Brazos: gatear, escalar, impulsar, etc
 - Aletas
 - Alas
- En robótica se han utilizado más las ruedas que los brazos o patas porque su control es más sencillo y son más estables.



Manipulación

- **Manipulador:** efector que se utiliza para manejar objetos
 - La **manipulación** es un movimiento realizado por un manipulador y dirigido a un objetivo.
- El **efector final** es la parte del manipulador que afecta al mundo: dedos, pies, puntero, pinza, etc.



<https://youtu.be/tIJME8-au8>

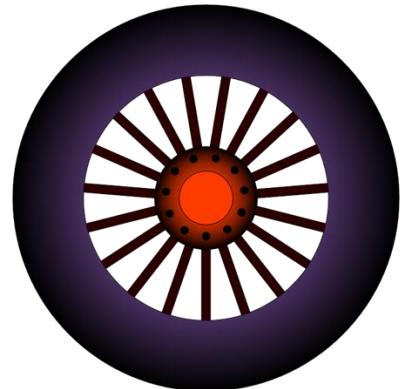
Actuadores y efectores

EFFECTOR

Dispositivo físico responsable de la ejecución final de una acción.

Ejemplo:

- Rueda

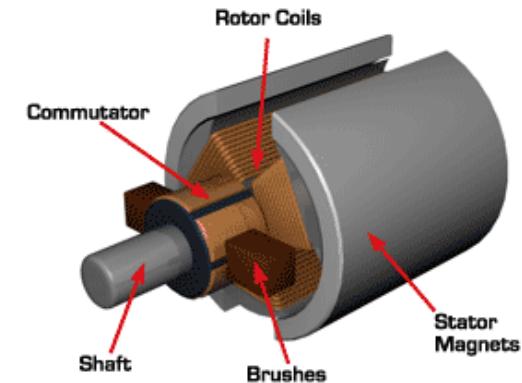


ACTUADOR

Mecanismo que permite que un efector realice una acción.

Ejemplo:

- Motor



Actuadores y efectores

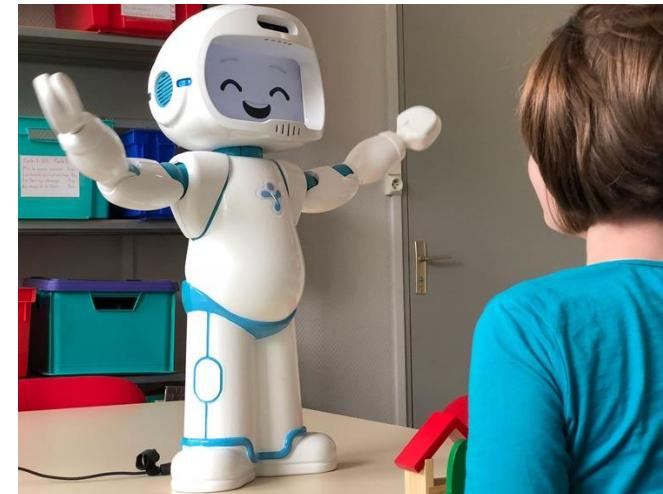


ROBOTS: <https://robots.ieee.org/robots/>



Comunicación

- Comunicarse es una acción, y por tanto, requiere efectores y actuadores
 - Altavoces, pantallas, luces, antenas, etc
 - El actuador más habitual es una CPU o microcontrolador dedicado
- La comunicación puede estar dirigida a otros sistemas IA o a un humano
 - IA colectiva
 - Interacción humano-máquina
- Altavoces:
 - Emiten sonido en el rango audible (interacción con humanos, manifestación de emociones, etc)
- Pantallas:
 - Muestran información visual y escrita



Interacción humano máquina

- De gran relevancia práctica en IA
- Implica:
 - Procesado de lenguaje natural
 - Síntesis y reconocimiento del habla
 - Visión por computador
 - Reconocimiento de personas
 - Fusión sensorial
 - Reconocimiento de emociones
- Interacción natural
 - El humano no “aprende” a usar la máquina, esta se adapta a él.





Ejemplos

- Spot: robot de trabajo.

SENSING

Captures spherical images and comes with an optional PTZ camera with 30x optical zoom for detailed inspections.



MANIPULATION

Enables mobile manipulation for tasks like opening doors and grasping objects.

COMPUTING

Allows for faster prototype development via an onboard processing unit.

POWER

Provides regulated power and an ethernet port for easy payload integration.



Ejemplos



See Spot Work | Boston Dynamics. 2023. YouTube: <https://youtu.be/gvzljfK-PiU>



Ejemplos

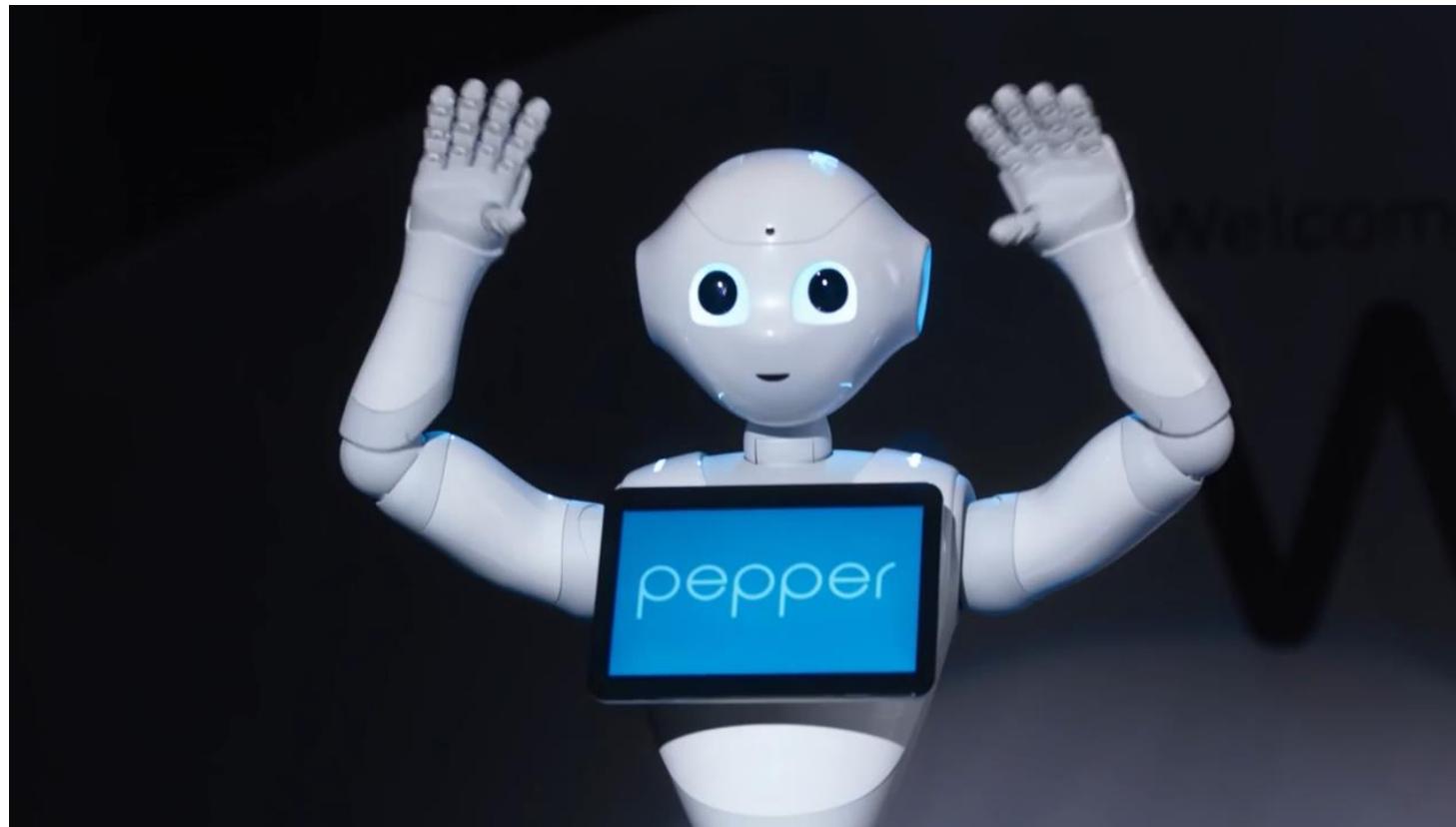


Spot for Safety and Incident Response | Boston Dynamics. 2024. YouTube: https://youtu.be/zFUHi3_oIXk

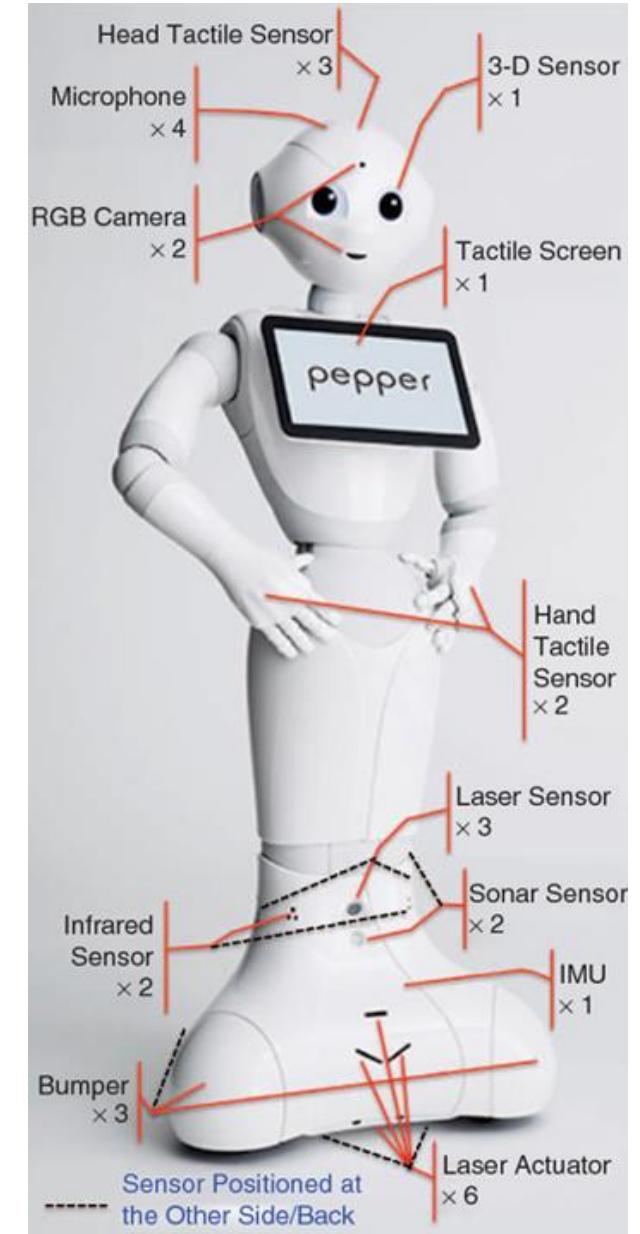


Ejemplos

- Pepper: robot de asistencia.



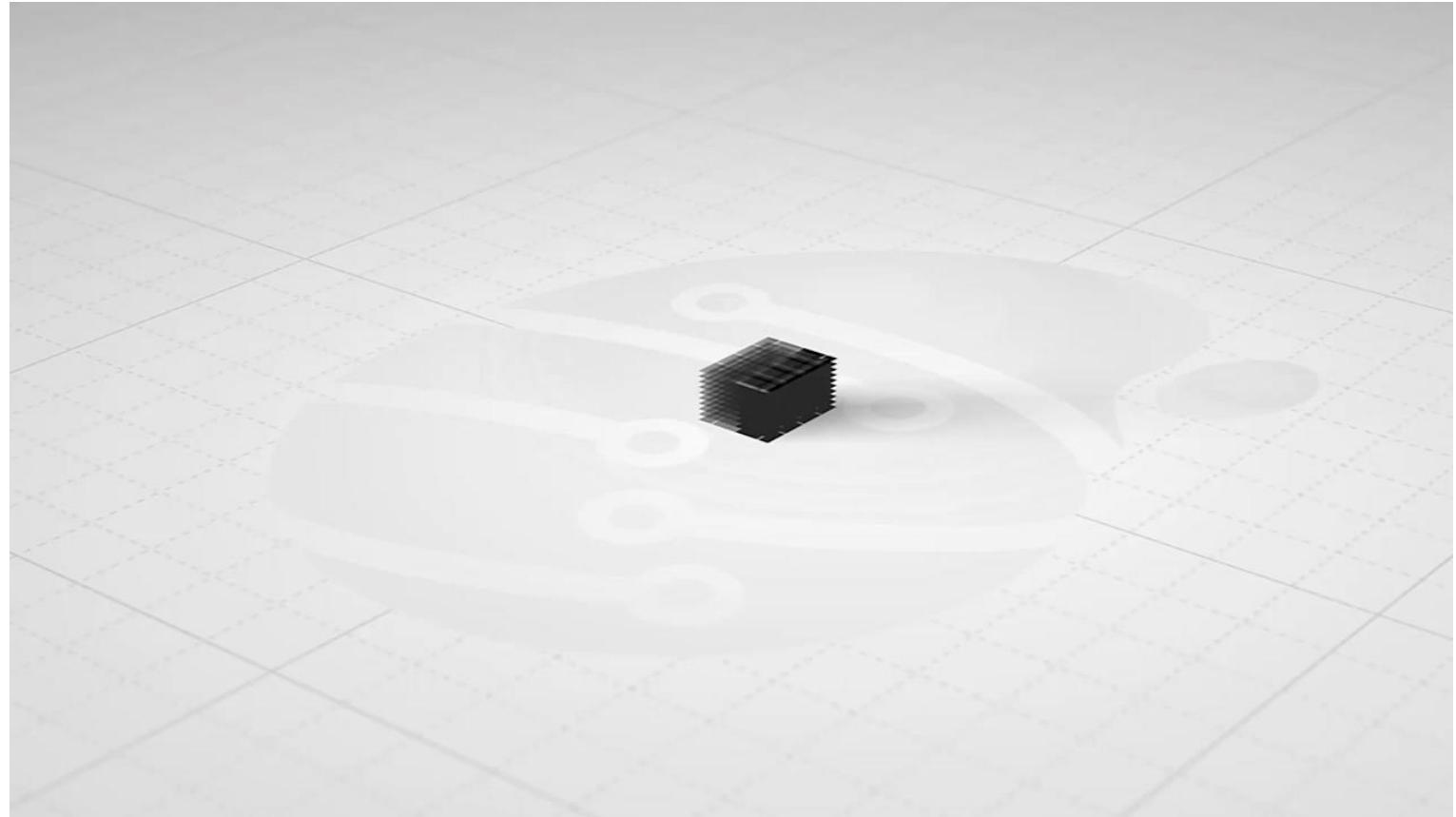
Meet Pepper the Robot | Softbank Robotics. 2016. YouTube: <https://youtu.be/kr05reBxVRs>





Ejemplos

- Pepper:
 - Demo de su integración con chatGPT.
 - Interacción natural.



RobotLAB Innovates - Pepper's ChatGPT Integration Demo. 2024. YouTube: <https://youtu.be/SsQGAtEuhY0>

Ejemplos de actividades bloque 3

- **Sensorización**

- Comprender el entorno mediante la captura de datos y su análisis.
- [Presentación, guía del profesor y cuaderno del estudiante.](#)

- **Sensorización y actuación**

- Robótica simulada
- Múltiples robots: thymio, lego, robobo, ...
- Actividad práctica con Robobo.





Actividad práctica



Robobo

- Robot educativo
 - Educación Primaria
 - Educación Secundaria
 - Universidad
 - Investigación
- Base robótica móvil
- Smartphone
 - Última tecnología
 - Actualizado continuamente





Computer vision

Two high-res cameras and face, color and shape detection libraries available.



Speech recognition and text to speech

Built-in Android speech libraries fully accessible.



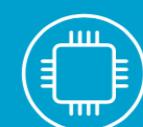
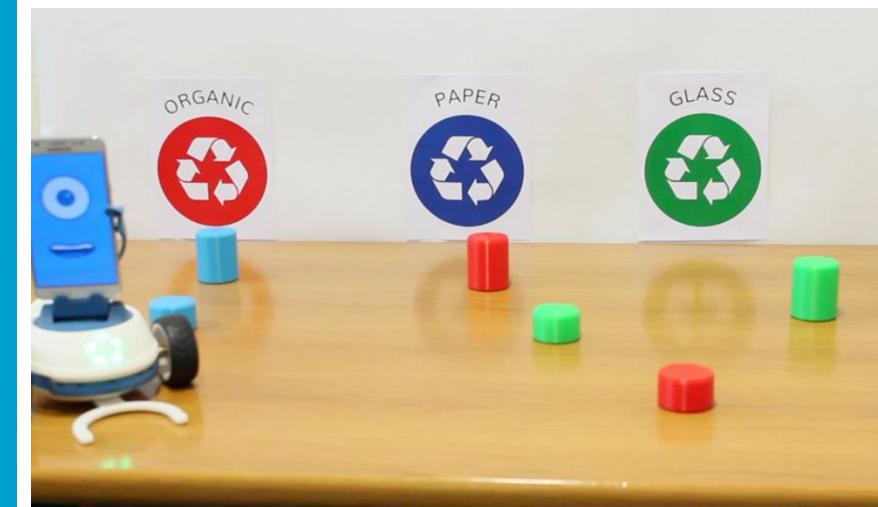
Emotion production

Robobo face expressions and original sounds to show realistic emotions.



Inertial measurement unit

Accelerometer, gyroscope and magnetometer can be easily used.



Computing power

Powerful processor allows running cutting edge algorithms onboard.



Communications

WiFi, 4G and Bluetooth allow to share information, connect to the internet, send and receive messages, etc.



Android OS features

Several built-in apps and services available.

<https://theroboboproject.com/robobo-smartphone-robot/>



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Posibilidades de programación





Programación de Robobo

Elementos requeridos

1. Ordenador
 - Buscador (Chrome o Firefox)
2. Conexión a internet
3. RoboboSim
 1. MacOS
 2. Windows
 3. Linux





Pasos a seguir

1. Descargar e instalar [RoboboSim](#)
2. Abrir RoboboSim
3. Abrir Chrome o Firefox y cargar la interfaz de Robobo de Scratch 3:
<http://scratch.theroboboproject.com>
4. Conectar Scratch 3 con RoboboSim:
 - Robobo IP: localhost



RoboboSim

- Documentación básica
 - https://education.theroboboproject.com/scratch3_es
 - <https://github.com/mintforpeople/robobo-programming/wiki/Unity>

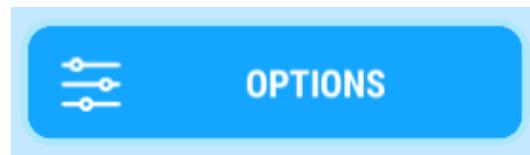




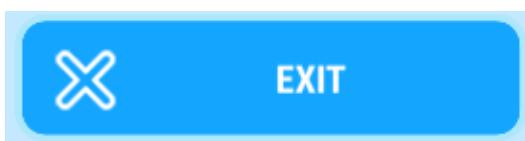
Interfaz



- Permite acceder a la selección de los diferentes mundos simulados.



- Lleva al menú de configuración y opciones. Estas opciones alteran el comportamiento del simulador y permiten ajustarlo a nuestras necesidades



- Sale de la aplicación del simulador y la cierra. Este comportamiento es idéntico a usar el botón de cerrar ventana de la barra de título del programa.



Interfaz

< BACK

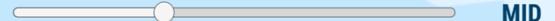
Options

Activate Random Behaviour in Worlds

Use Simpler Physics Model (Beta)

Robot Status Frequency

MID



Phone Battery Duration (Mins)

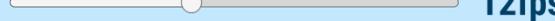
2h



Horizontally Flip Front Camera

Camera Stream FPS

12fps



Visualize Audio as Speech Bubbles

Audio Text Speed

SLOW

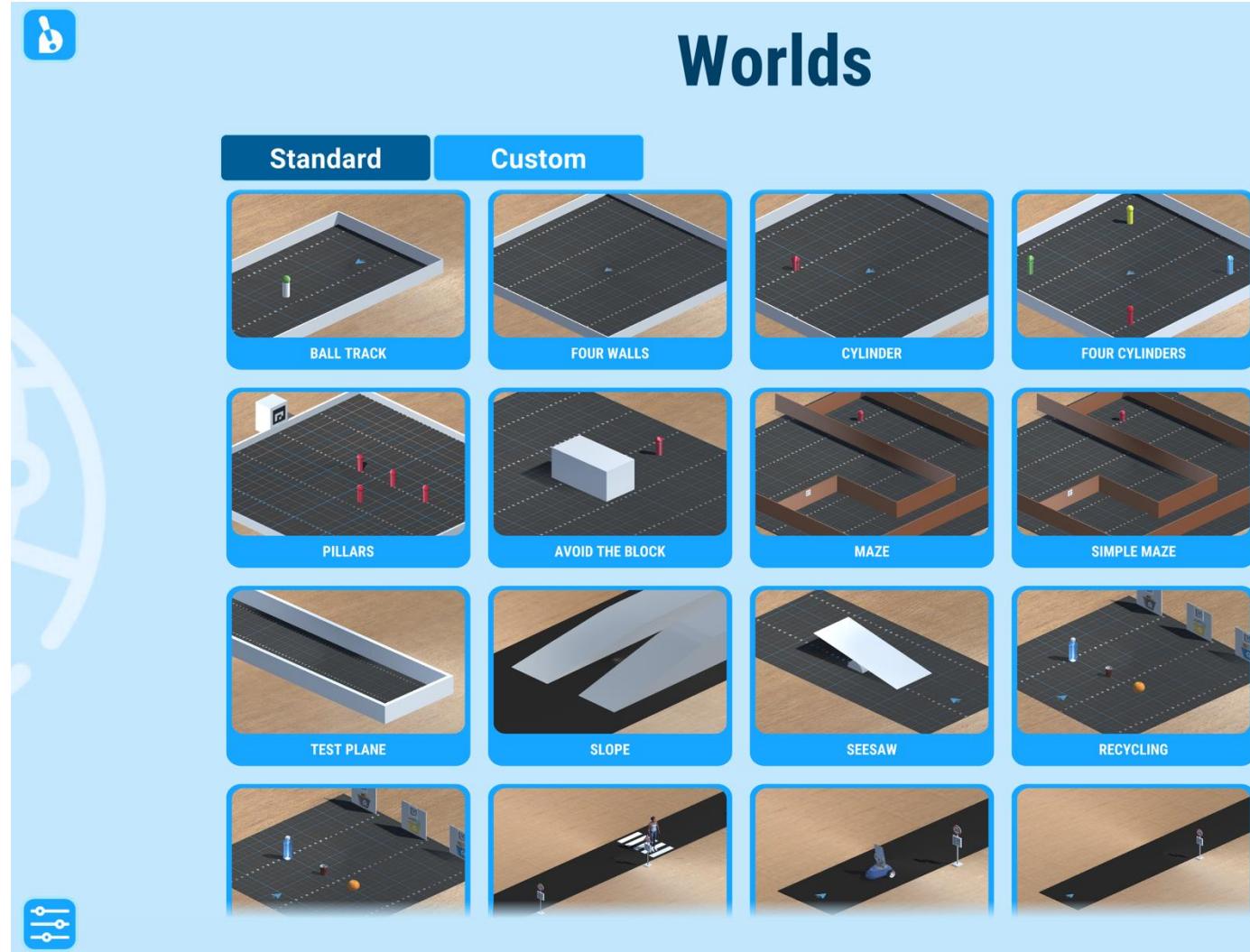


Artificial Voice Type

[esES] Jorge (Enhanced) (MALE) ▾



Interfaz



The screenshot displays a user interface titled "Worlds" for selecting environments. It features two main categories: "Standard" and "Custom".

Standard:

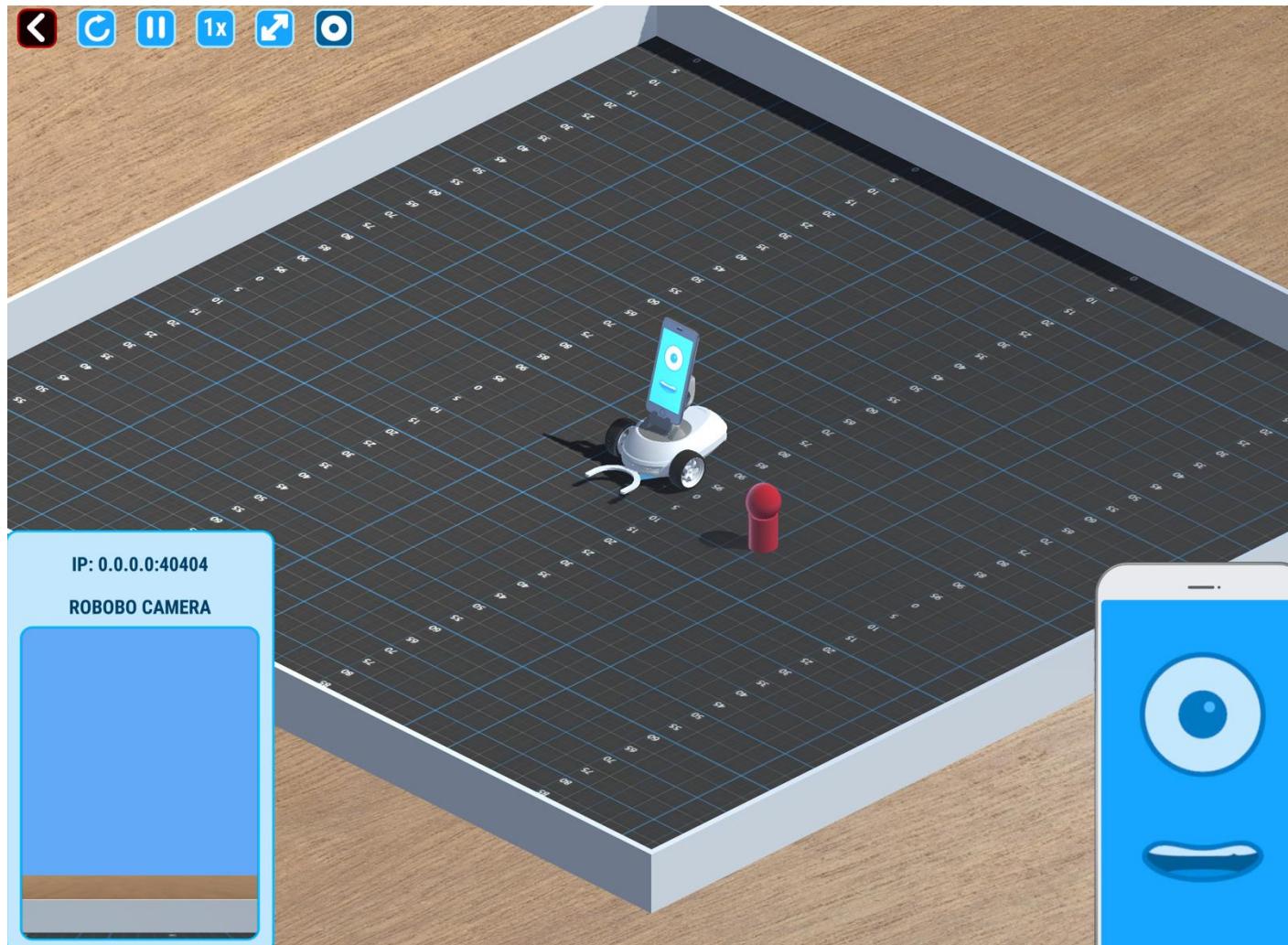
- BALL TRACK
- FOUR WALLS
- CYLINDER
- FOUR CYLINDERS

Custom:

- PILLARS
- AVOID THE BLOCK
- MAZE
- SIMPLE MAZE
- TEST PLANE
- SLOPE
- SEESAW
- RECYCLING
- BASKETBALL
- PEDESTRIAN
- HOVERBOARD
- INCLINE



Interfaz



- **Atrás:** Termina la simulación y vuelve a la anterior vista.
- **Pausa/Play:** Detiene o reanuda la simulación
- **Reinicio:** Reinicia la simulación, devolviendo el robot a la posición inicial indicada en el mundo por el ícono de la flecha azul en el suelo y los diferentes elementos interactuables a su estado y posiciones originales.
- **Centrado/Libre:** Alterna el modo de control de la cámara para estar siempre ubicada sobre la posición del robot en el mundo, siguiéndolo cuando se desplaza, o para que se quede fija en el punto deseado, pudiendo moverla y rotarla con el ratón.
- **Ojo de Robobo:** Activa y desactiva la interfaz de perspectiva del robot, que nos permite ver la cámara del teléfono y la expresión del Robobo en tiempo real, así como interactuar sobre la cara del Robobo con el ratón, simulando toques y gestos en la pantalla del teléfono.



Controles por teclado

- **Click Derecho y arrastre:** Rotación de la cámara sobre el robot o sobre el punto fijo deseado.
- **Click Central y arrastre:** En el modo de cámara no centrada sobre el robot, permite desplazar la cámara libremente.
- **Scroll con la rueda:** Permite hacer zoom en la simulación, acercando o alejando la cámara según se requiera.
- **Tecla Escape:** Equivalente a pulsar el botón “Atrás”. Termina la simulación y vuelve a la anterior vista, habitualmente la ventana de selección de mundo.
- **Barra Espaciadora:** Equivalente a pulsar el botón “Pausa/Play”. Detiene o reanuda la simulación.
- **Tecla Retroceso:** Equivalente a pulsar el botón “Reinicio”. Reinicia la simulación, devolviendo el robot a la posición inicial indicada en el mundo por el ícono de la flecha azul en el suelo y los diferentes elementos interactuables a su estado y posiciones originales. Se reinician otros elementos como el estado de los motores o la descarga de la batería.
- **Tecla C:** Equivalente a pulsar el botón “Centrado/Libre”. Alterna el modo de control de la cámara para estar siempre ubicada sobre la posición del robot en el mundo, siguiéndolo cuando se desplaza, o para que se quede fija en el punto deseado, pudiendo moverla y rotarla con el ratón.
- **Tecla Enter/Retroceso:** Equivalente a pulsar el botón “Ojo de Robobo”. Activa y desactiva la interfaz de perspectiva del robot, que nos permite ver la cámara del teléfono y la expresión del Robobo en tiempo real, así como interactuar sobre la cara del Robobo con el ratón, simulando toques y gestos en la pantalla del teléfono.



Scratch 3

The screenshot shows the Scratch 3 interface with a project titled "Robobo". The stage area is currently empty, showing a small cat sprite at the top right. The script editor on the left contains the following blocks:

- Movimiento: Connect to robobo with ip [192.168.0.39]
- Apariencia: Disconnect Robobo
- Eventos: Stop all motors
- Control: Move wheels with speed R: [10] L: [10]
- Sensores: Move wheels with speed R: [10] L: [10] for [5] seconds
- Operadores: Move pan to position [0] with speed [10]
- Variables: Move tilt to position [90] with speed [10]
- Mis bloques: Set led [all] to color [blue]
- Robobo: Set Robobo emotion to [normal]
- Robobo: Say [Hola mundo] and wait [true]
- Robobo: Play [purr v] sound
- Robobo: Play note [A4] for [1] seconds and wait
- Robobo: Read [R v] wheel position

The right side of the interface features a "ROBOBO CONNECTION" panel with an IP input field and a "Connect" button. Below it are panels for "WHEELS" (Left and Right wheels), "PAN & TILT" (Pan and Tilt sliders), "IR SENSORS RAW" (Front-C, Front-R, Front-RR, Back-R, Back-L, Back-C), "BATTERY" (Base and Smartphone battery levels), and "AUDIO SENSORS" (Frequency sliders C through B).



Bloques Scratch

Code **Costumes** **Sounds**

Events

- when green flag clicked
- when space key pressed
- when this sprite clicked
- when backdrop switches to fondo1
- when loudness > 10
- when I receive message1
- broadcast message1
- broadcast message1 and wait

Motion

Looks

Sound

Events

Control

Sensing

Operators

Variables

My Blocks

Robobo

Code **Costumes** **Sounds**

Variables

Make a Variable

- mi variable

set mi variable to 0

change mi variable by 1

show variable mi variable

hide variable mi variable

Make a List

My Blocks

Make a Block

Motion

Looks

Sound

Events

Control

Sensing

Operators

Variables

My Blocks

Robobo

Operators

- + - * /
- pick random 1 to 10
- > 50
- < 50
- = 50
- and
- or
- not
- join apple banana
- letter 1 of apple
- length of apple
- apple contains a ?
- mod
- round
- abs of

Control

- wait 1 seconds
- repeat 10
- forever
- if then
- if then else
- wait until
- repeat until
- stop all
- when I start as a clone
- create clone of myself
- delete this clone



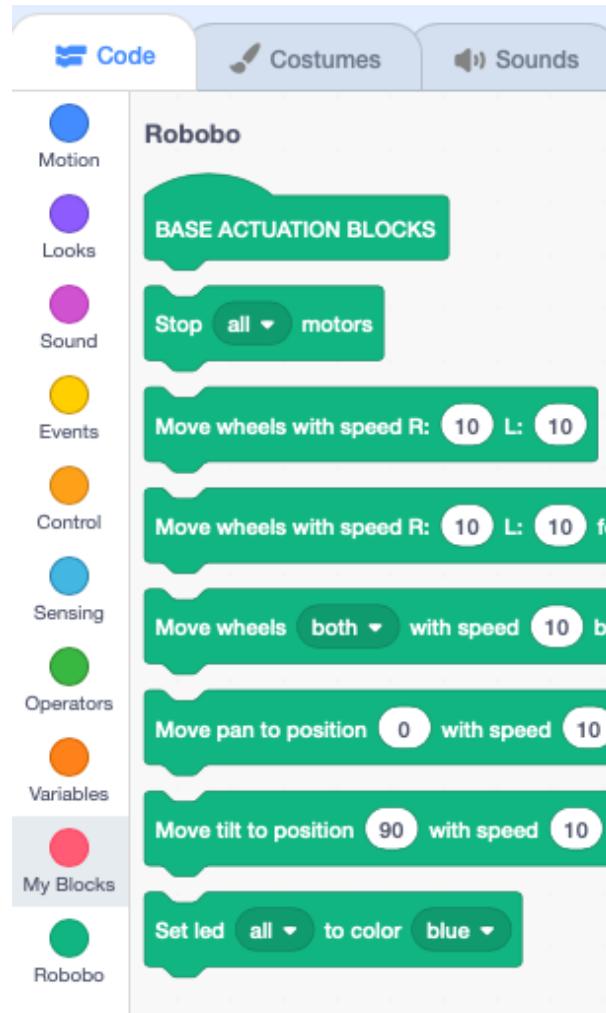
Scratch 3

- Bloquea de Robobo
 - 1. Conexión
 - 2. Base:
 - Actuadores: motores, LEDS
 - Sensores: encoders, IR, batería
 - 3. Smartphone:
 - Actuadores: pantalla, micrófono
 - Sensores: camara, pantalla, altavoz



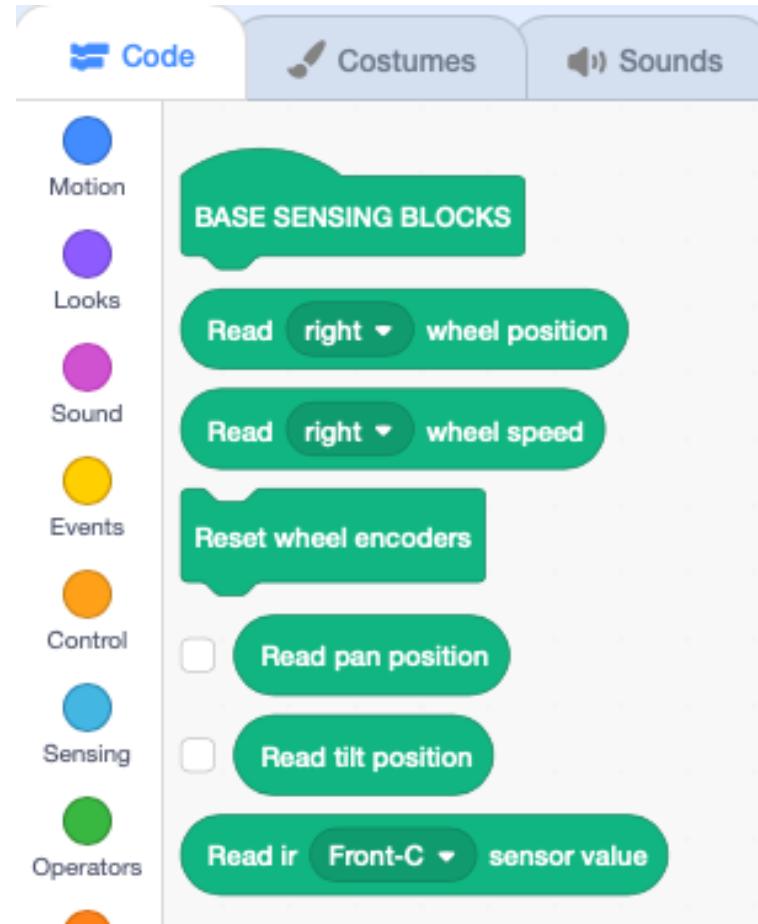


Bloques de los actuadores de la base



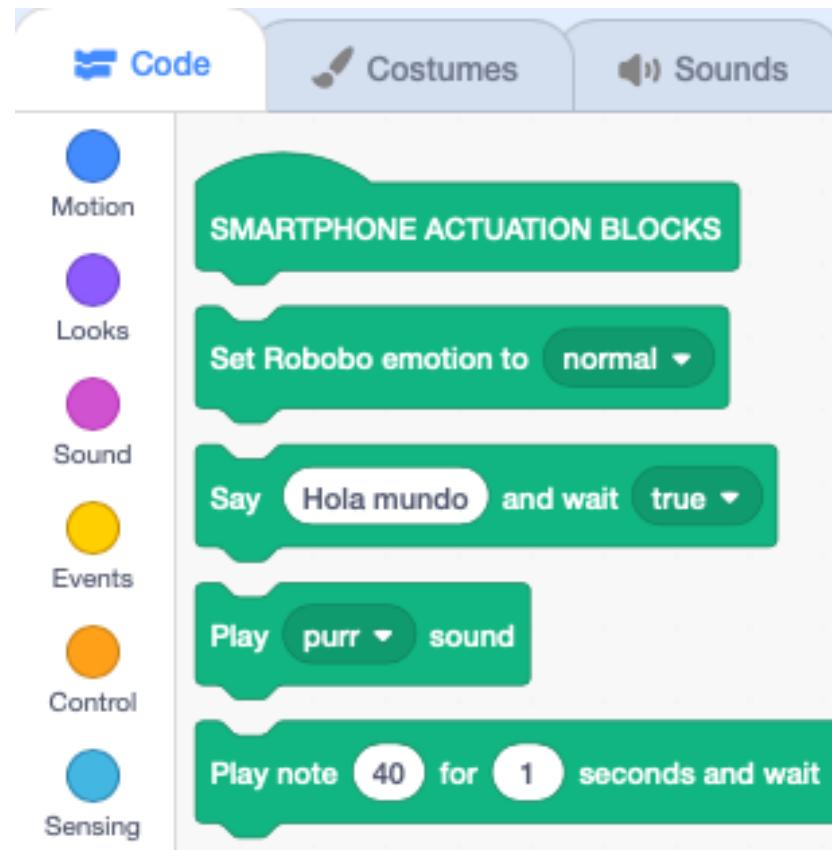


Bloques de los sensores de la base





Bloques de actuación del Smartphone

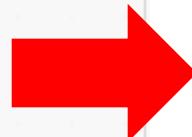




Bloques de los sensores del Smartphone

The Scratch interface shows the 'Code' tab selected. On the left, a sidebar lists categories: Motion, Looks, Sound, Events, Control, Sensing, Operators, Variables, My Blocks, and Robobo. A red box highlights the 'SMARTPHONE SENSING BLOCKS' category, which contains the following blocks:

- Read base battery level
- Read face sensor
- Reset face sensor
- Read clap counter
- Reset clap counter
- Read last note note
- Reset last note
- Read green blob x
- Reset color blobs



Por ahora,
solo el
robot real

The Scratch interface shows the 'Code' tab selected. A vertical list of sensor blocks is shown:

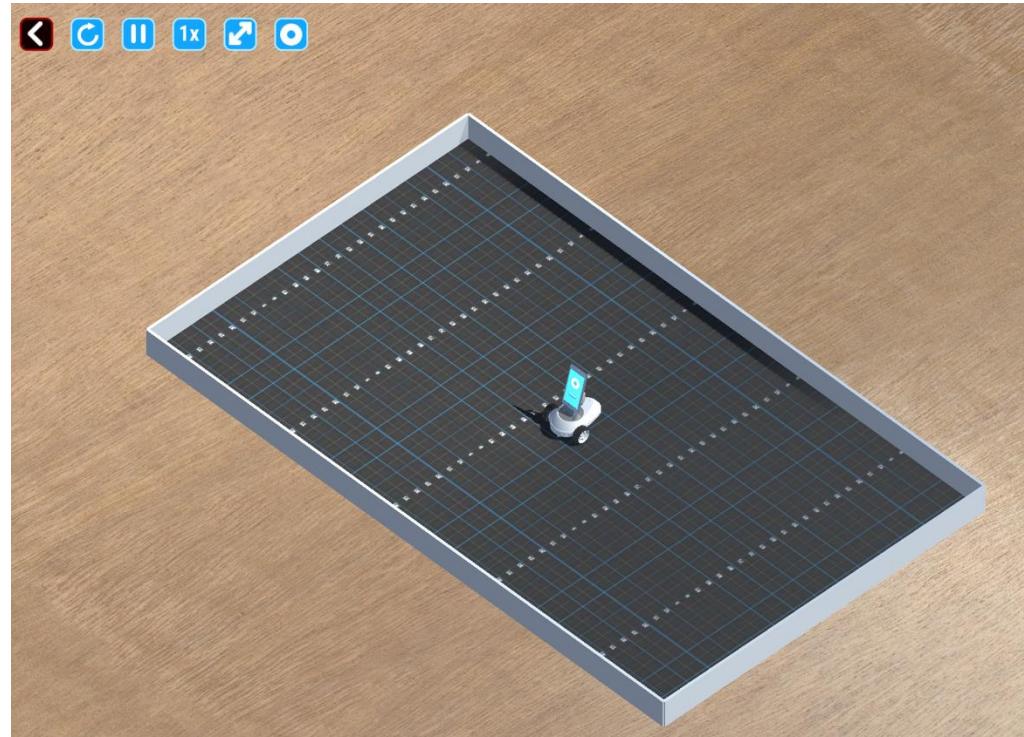
- Read green blob x
- Reset color blobs
- Set active blobs R: false G: true
- Read fling sensor
- Reset fling sensor
- Read tap on x
- Reset tap sensor
- Read acceleration on x axis
- Read orientation on yaw axis
- Read brightness sensor
- Read QR id
- Reset QR



RETO 1 PROPUESTO

Programar a Robobo para que:

1. Avance recto.
2. Se pare cuando detecte que se encuentra cerca de la pared (con modo aleatorio de los mundos activado).
3. El robot pondrá cara de sorpresa y dirá: “Uf, casi choco”.





RETO 1 PROPUESTO

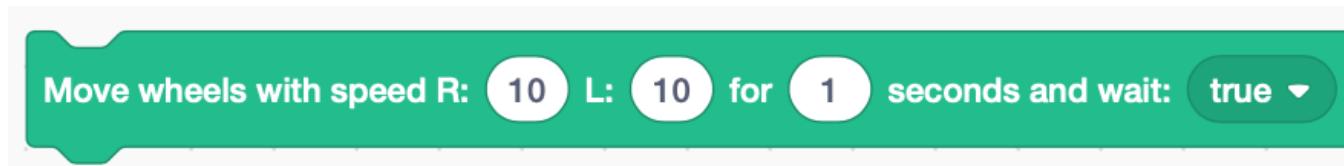
- Objetivos de aprendizaje de IA:
 - Sensores simples: infrarrojos.
 - Actuadores básicos: motores.
 - Actuadores interacción natural: habla, sonidos, expresiones.
 - Comportamiento autónomo: uso de sensores.



Mover las ruedas

Id mirando los bloques en
<http://education.theroboboproject.com>

1. Cargad el mundo llamado “Four Walls”
2. Probad el siguiente bloque:



3. Haced que Robobo se mueva marcha atrás en línea recta durante 4 segundos
4. Haced que Robobo gire 180° a la derecha y luego a la izquierda

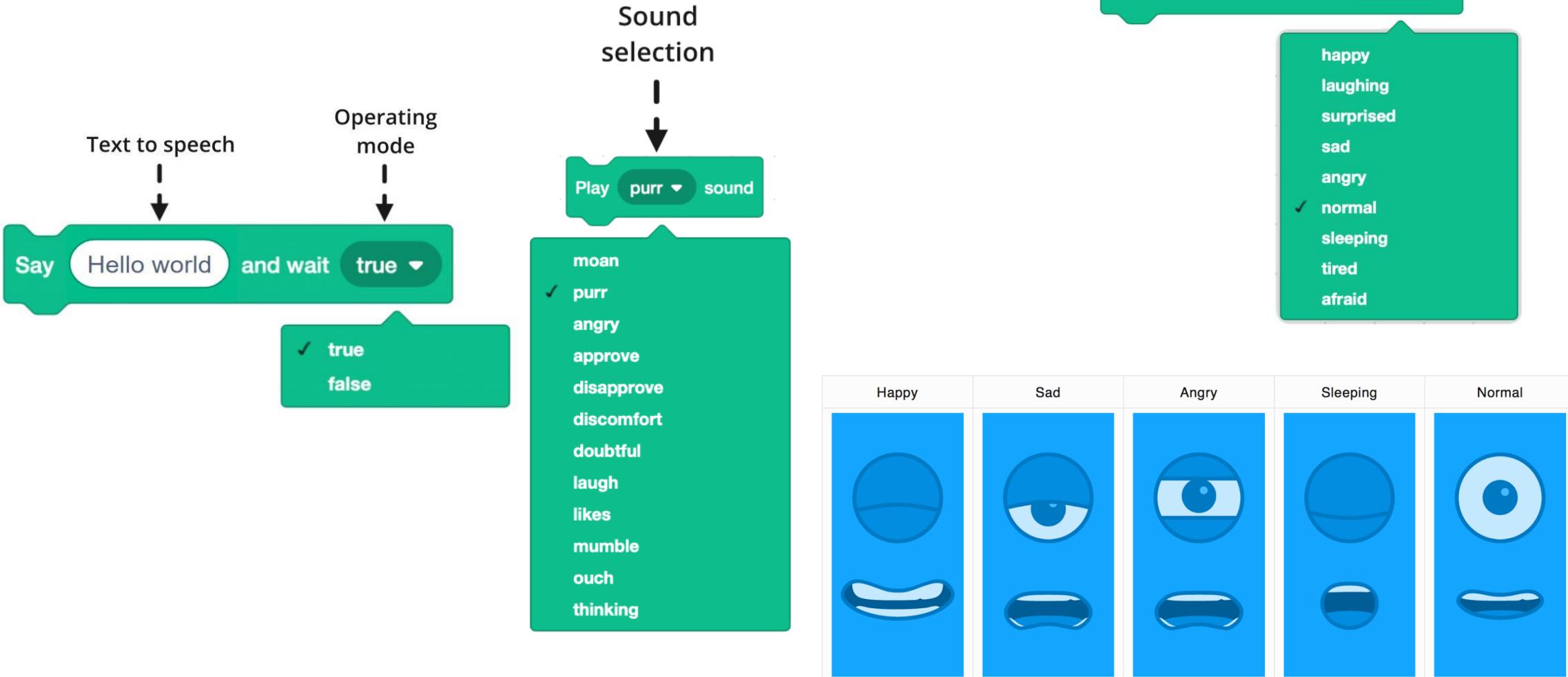


Mover las ruedas

```
Move wheels with speed R: -10 L: -10 for 4 seconds and wait: true
Move wheels with speed R: -10 L: 10 for 3.6 seconds and wait: true
Move wheels with speed R: 10 L: -10 for 3.6 seconds and wait: true
```



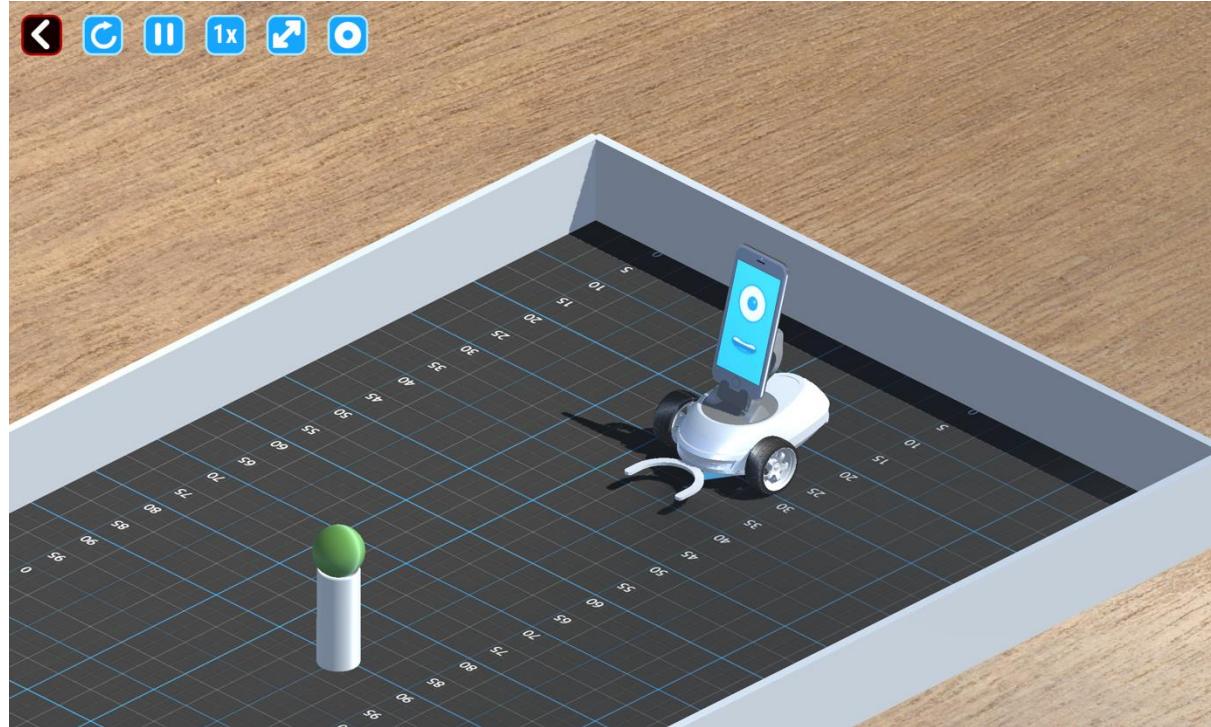
Interacción natural





Reto 2 propuesto

- Programar a Robobo para que atrape la pelota de color verde
 - La posición de la pelota varía cada vez que la alcanza





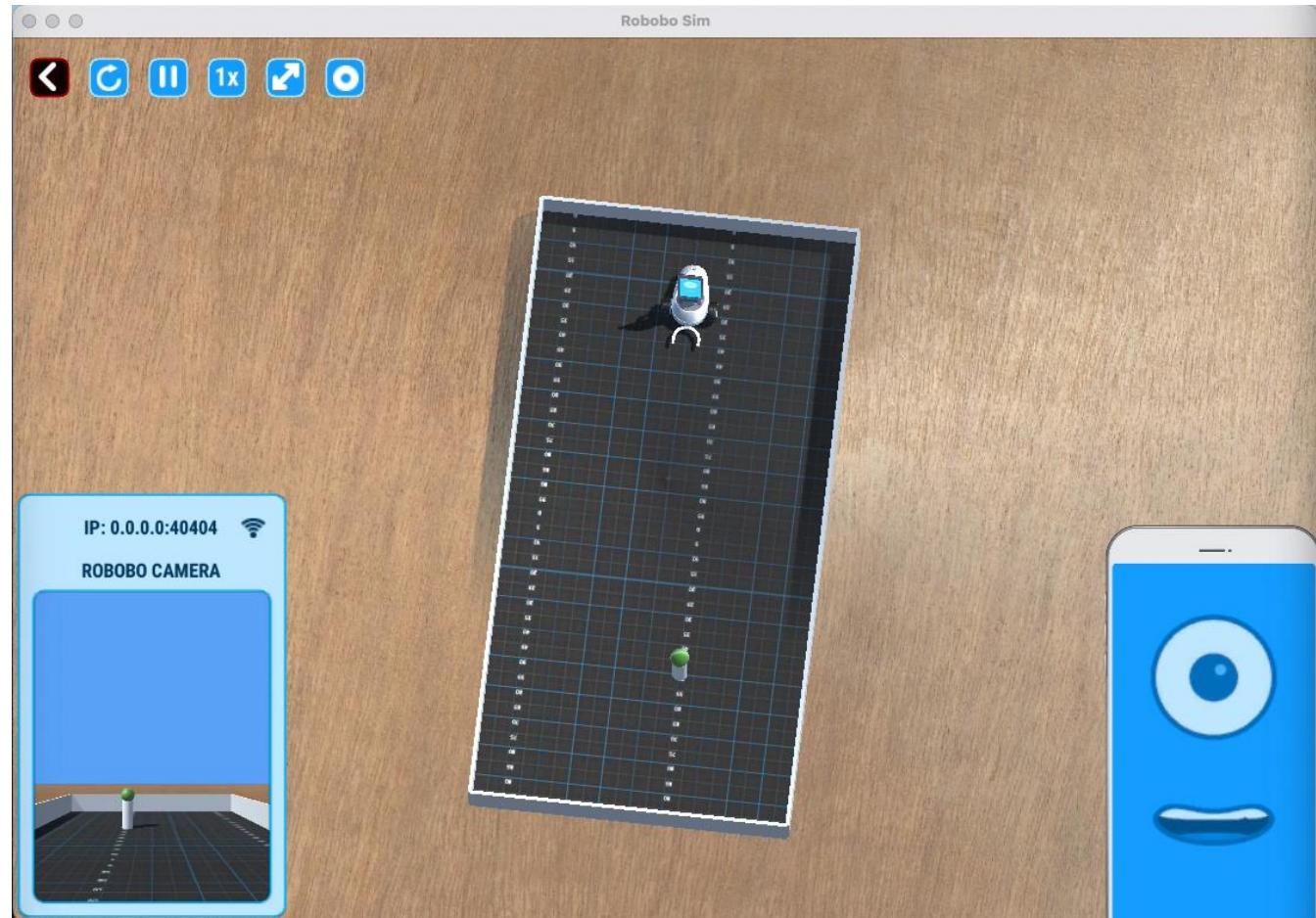
Reto 2 propuesto

- Objetivos de aprendizaje de IA:
 - Sensores simples: *infrarrojos*
 - Sensores complejos: *visión*
 - Actuadores básicos: *motores*
 - Actuadores interacción natural: *habla, sonidos, expresiones*
 - *Comportamiento autónomo: uso de sensores*



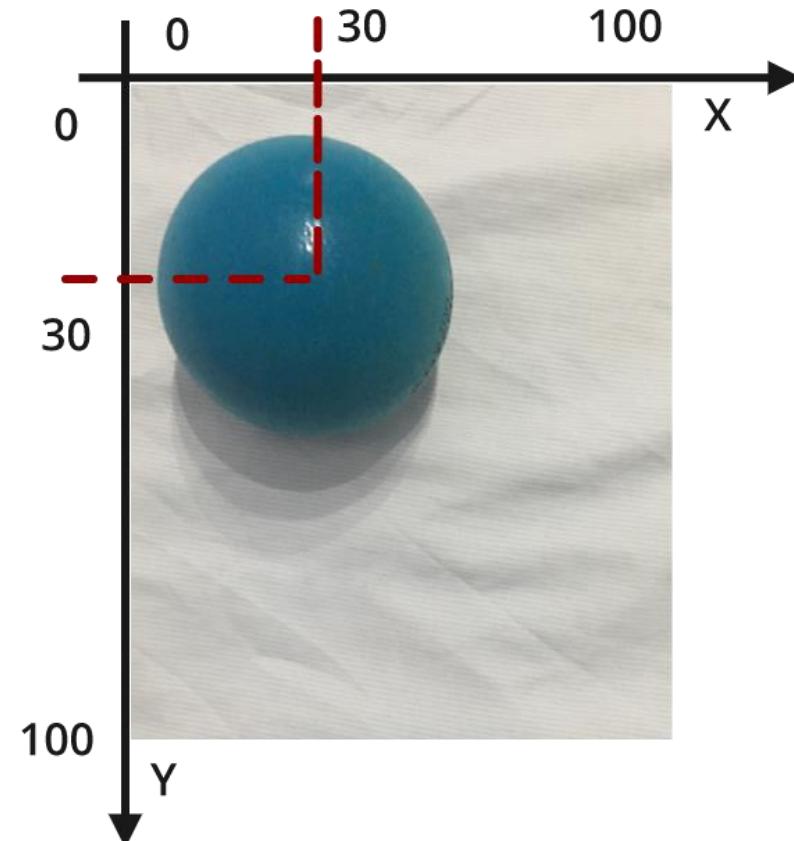
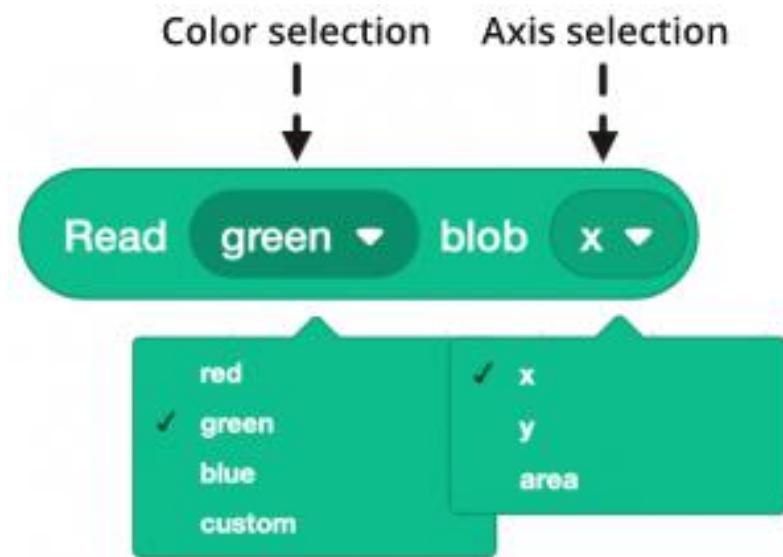
Pasos a dar

1. Detectar si el robot ve la pelota a izquierda, derecha o de frente.
2. Girar el cuerpo del robot hacia la pelota.
3. Avanzar hacia la pelota.
4. Parar.





Detección de color

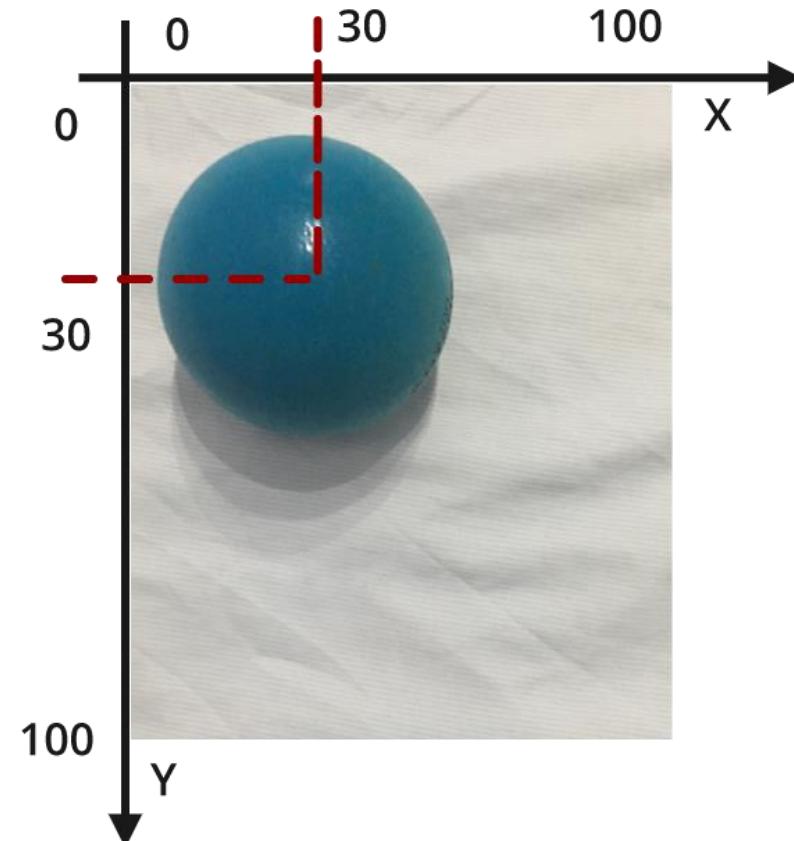




Pasos a dar: paso 1

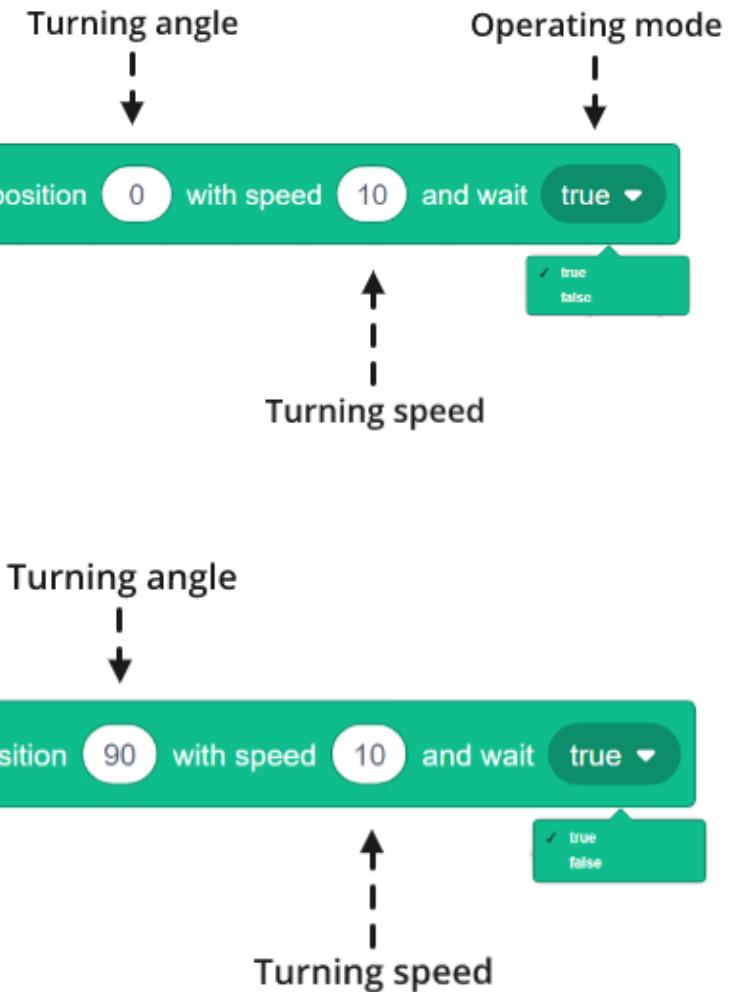
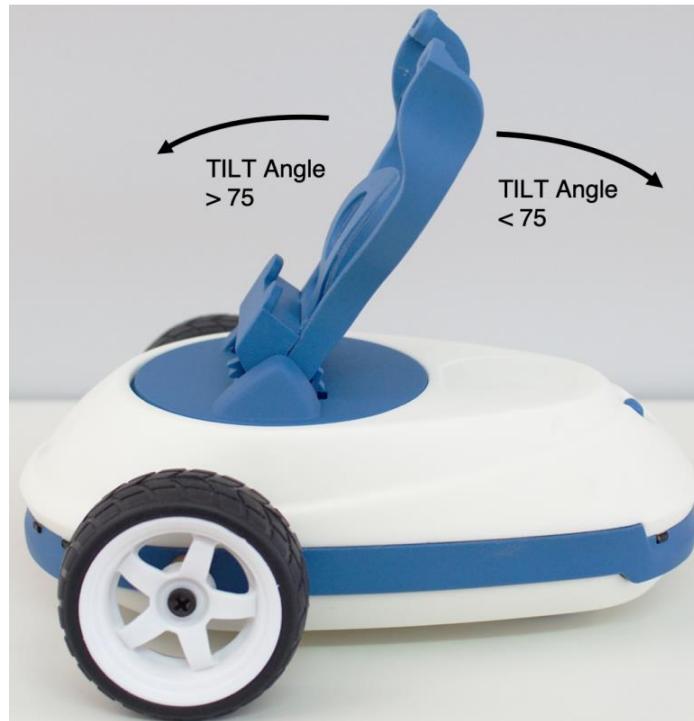
Utilizando el bloque de detección de color se puede saber donde está la pelota de color:

- Izquierda: $x < 45$
- Centro: $45 < x < 55$
- Derecha: $x > 55$



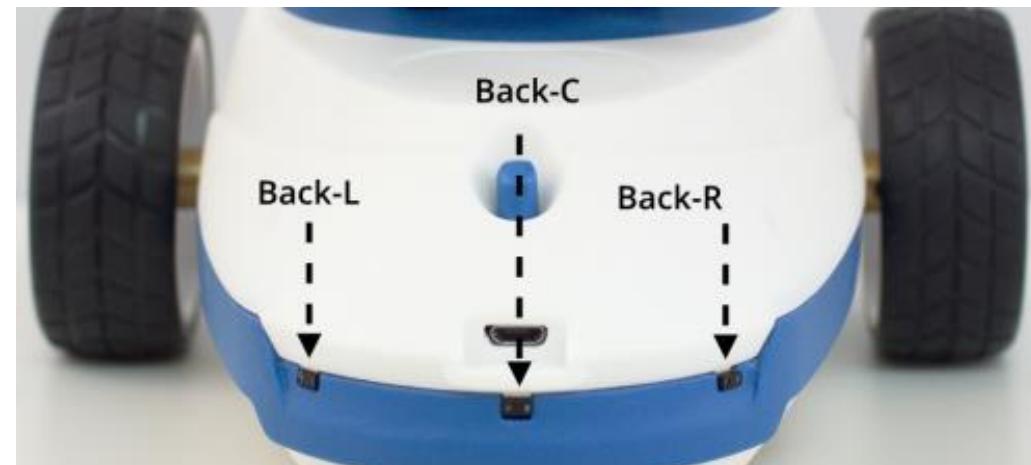
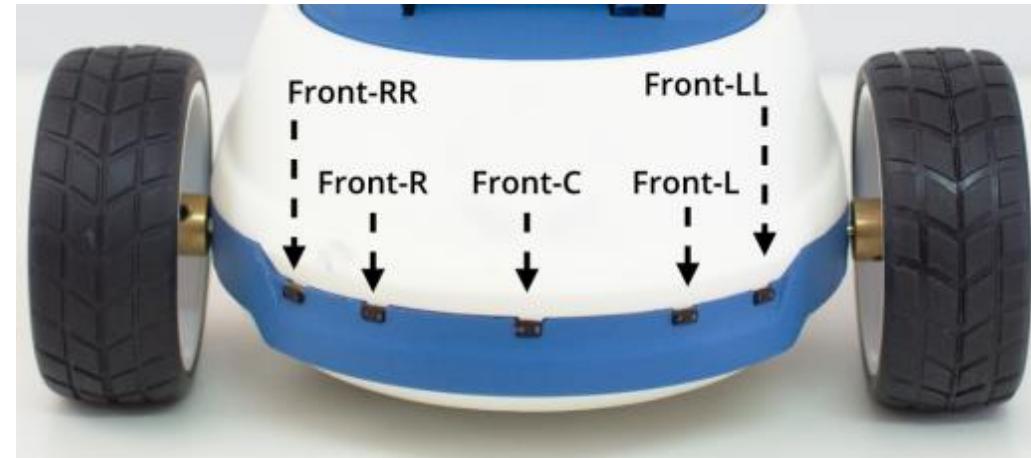
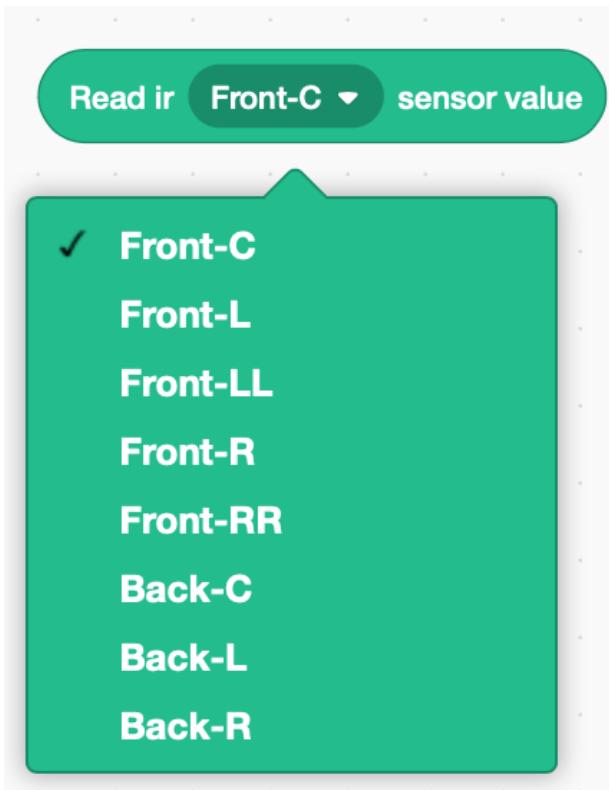


PAN-TILT





Infrarrojos





XUNTA
DE GALICIA

CENTRO DE
FORMACIÓN E
RECURSOS DE FERROL

Inteligencia Artificial para la Sociedad



Sara Guerreiro

sara.guerreiro@udc.es

Octubre de 2025