



CENTRO DE
FORMACIÓN E
RECURSOS DE VIGO

Inteligencia Artificial para la Sociedad



Francisco Bellas (UDC)

Martín Pérez (Uvigo)

Hugo López (Uvigo)

Septiembre de 2024



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)



Sesion 2. Percepción y actuación



IA para la sociedad. Bloque 3

Bloque 3. Fundamentos de la inteligencia artificial	
Criterios de evaluación	Objetivos
• CE3.1. Conocer los tipos básicos de sensores utilizados en la inteligencia artificial y la diferencia entre sensorización y percepción.	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	
<ul style="list-style-type: none">• 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





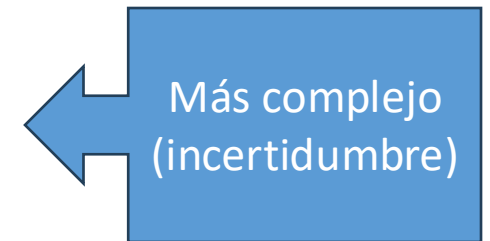
El entorno en IA





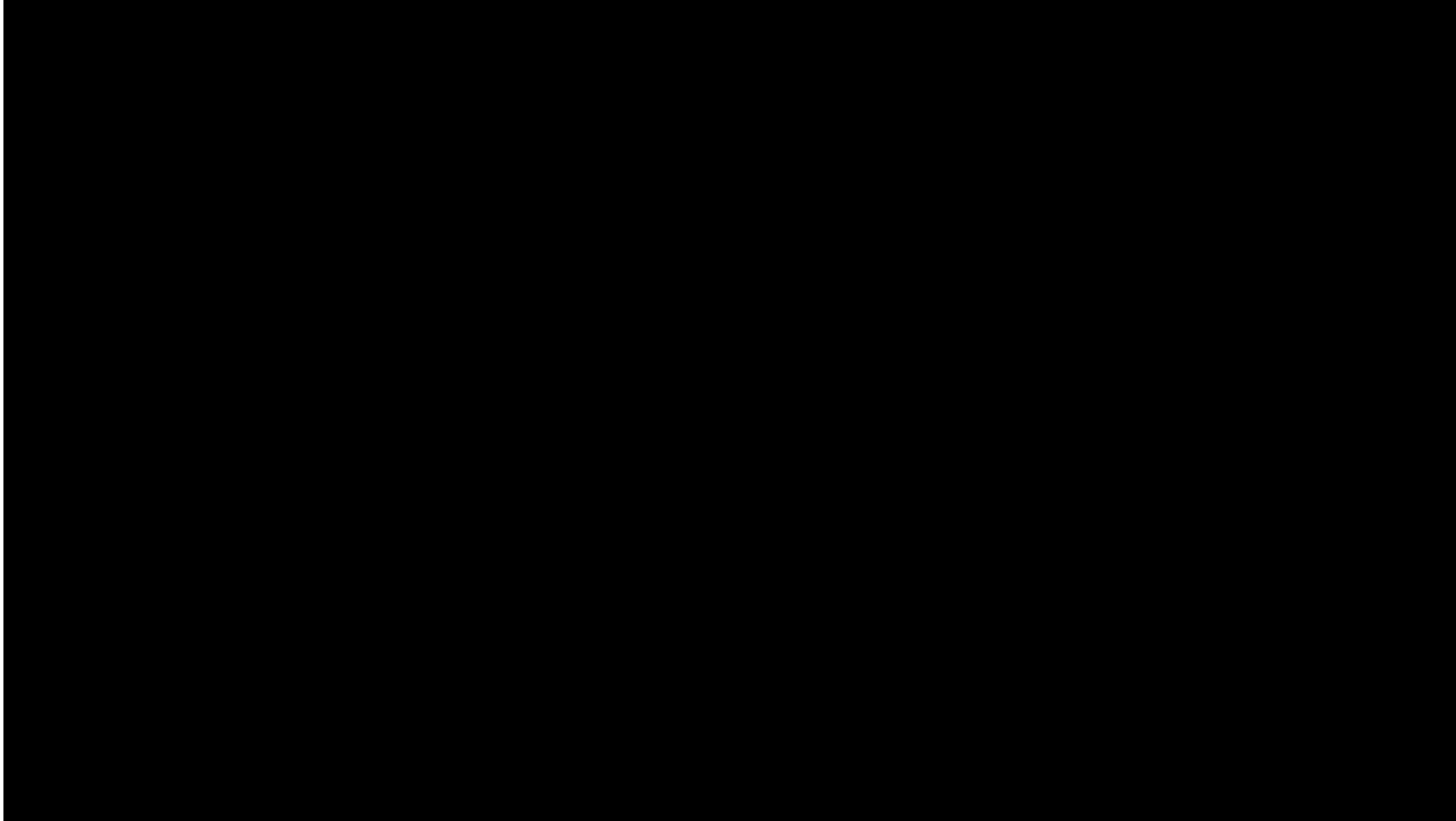
El entorno en IA

- Un agente inteligente situado en el **mundo real** tiene un **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





IA y robótica





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

Physical Property	→	Sensing Technology
Contact	→	bump, switch
Distance	→	ultrasound, radar, infra red
Light level	→	photocells, cameras
Sound level	→	microphones
Strain	→	strain gauges
Rotation	→	encoders and potentiometers
Acceleration	→	accelerometers and gyroscopes
Magnetism	→	compasses
Smell	→	chemical sensors
Temperature	→	thermal, infra red
Inclination	→	inclinometers, gyroscopes
Pressure	→	pressure gauges
Altitude	→	altimeters



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 efector y actuador
 - Estados parcialmente observables
 - Entorno dinámico
- **Elements of AI**
 - <https://course.elementsofai.com/es/3>



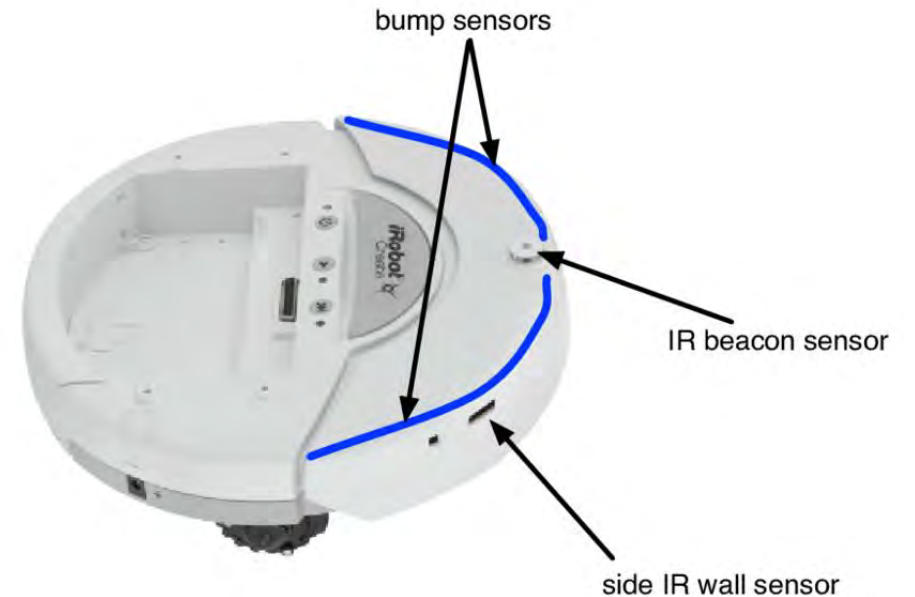
Complejidad de los sensores

- 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

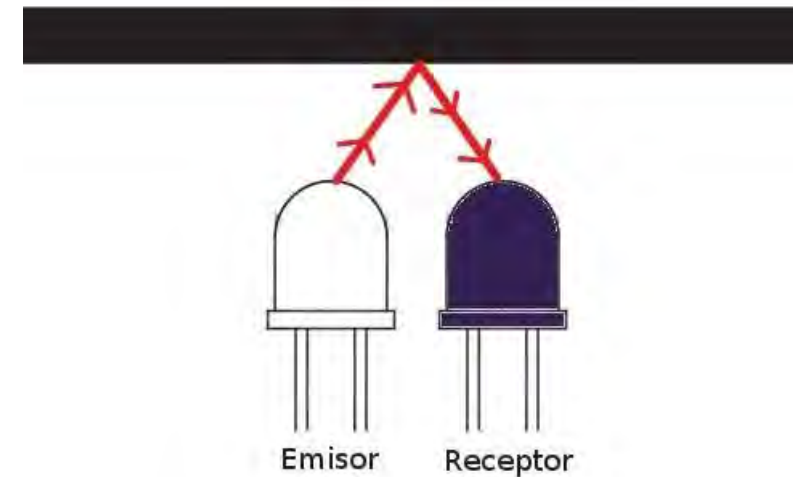
- Los interruptores constituyen el sensor más simple
- Miden el cambio en la corriente resultante de cerrar un circuito eléctrico como consecuencia del contacto físico de un objeto con el interruptor





Sensores de luz

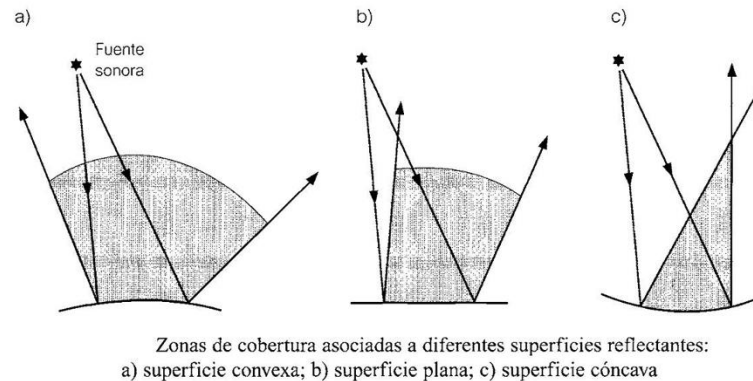
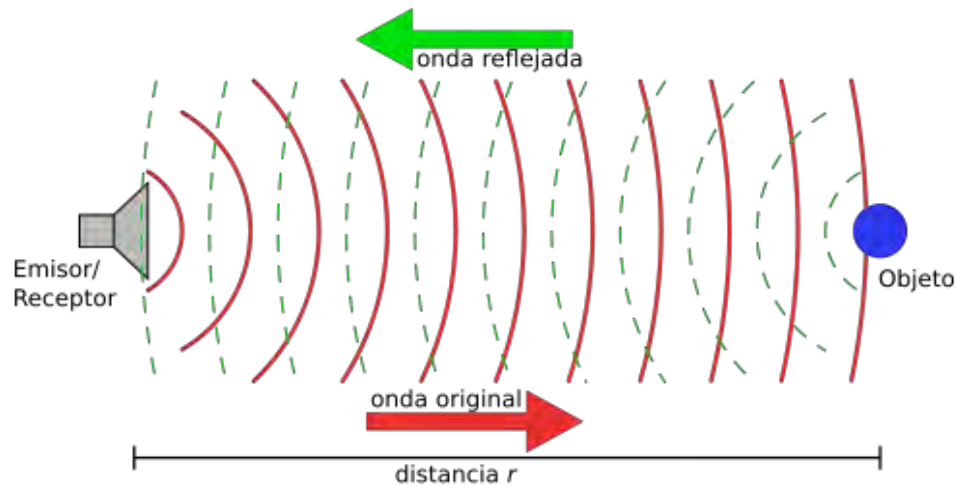
- Miden la cantidad de luz que incide en una célula fotoeléctrica
 - Estas células incrementan su resistencia al disminuir el nivel de luz
- **Sensores infrarrojos:** utilizan una frecuencia en el rango infrarrojo (IR)
 - Se utilizan como sensores activos para medir distancias
 - Escaso uso como sensores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





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 delfines):
 - El sonido golpea los objetos a su alrededor y forma ecos que se utilizan para localizar al agente en su entorno

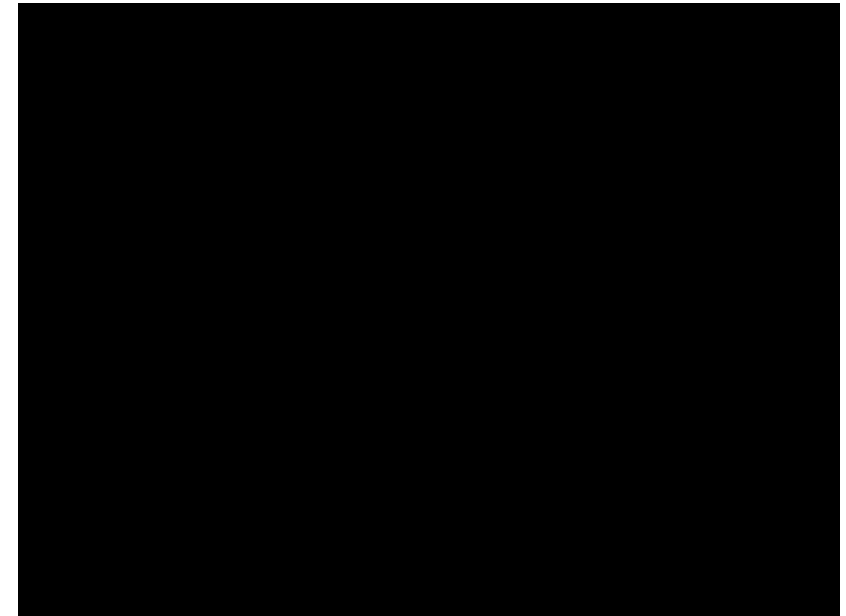




LIDAR (Light Imaging Detection and Ranging)



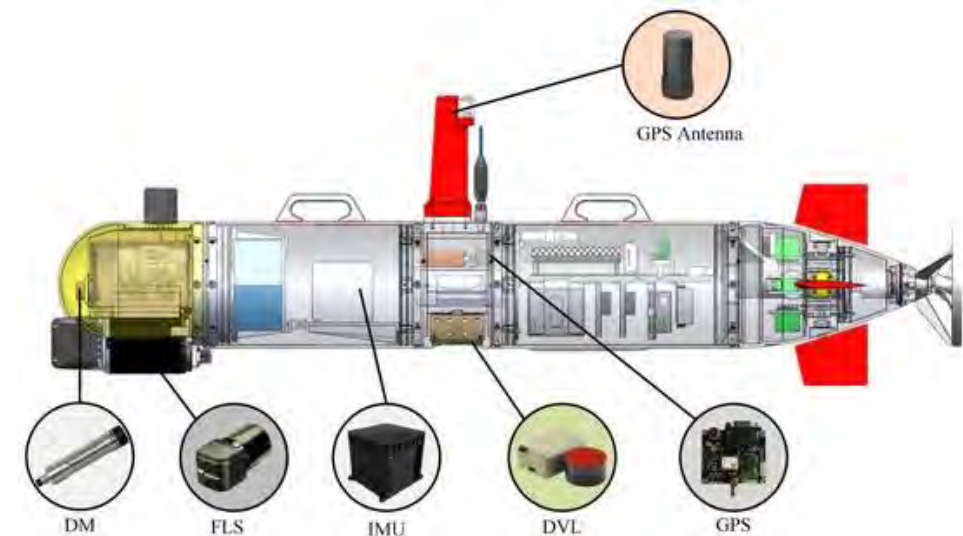
- Funcionamiento:
 - Emisión de un pulso láser infrarrojo
 - Registro de la señal retrodispersada
 - Medición de distancia (tiempo de recorrido x velocidad de la luz)
- Sistema que gira 360°
 - Láser escáner
- Se obtiene una nube de puntos
 - Mapas del entorno
 - Distancias y ubicaciones exactas
- Alta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





GPS

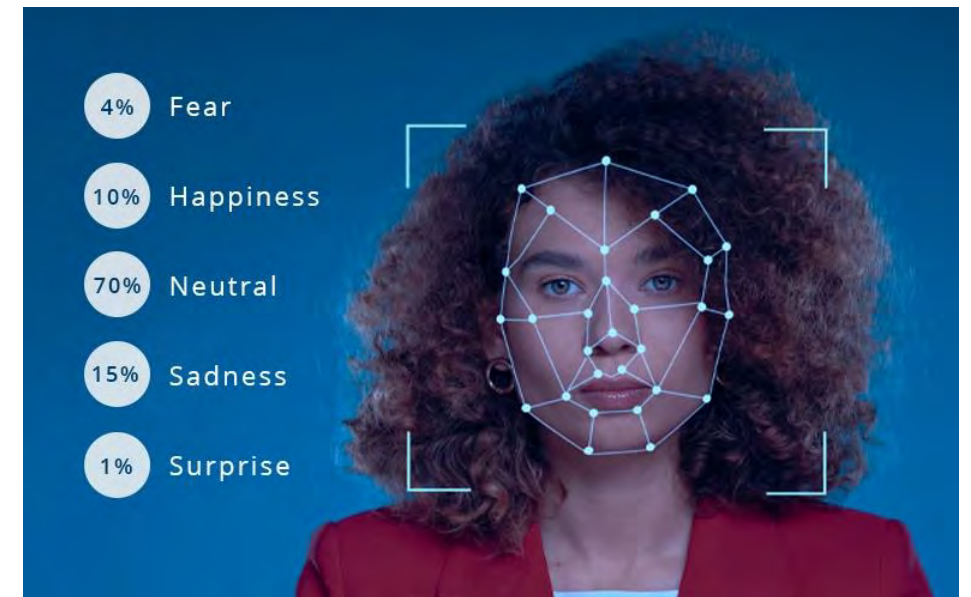
- El sistema de posicionamiento global (GPS) es un sistema de navegación espacial basado en satélites que proporciona localización temporal en cualquier condición atmosférica en cualquier punto cercano a la superficie de la Tierra donde haya una línea de visión directa para 4 o más satélites.
- Se usa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





Visión

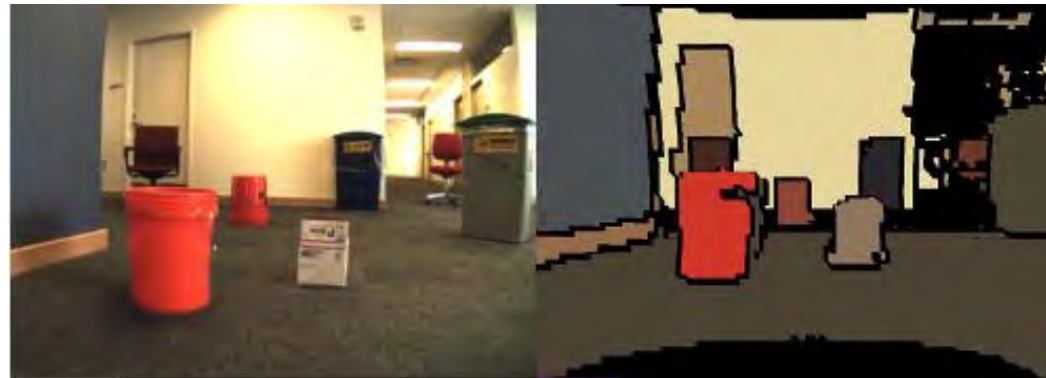
- Las **cámaras** son uno de los principales sensores utilizados en IA por la gran cantidad de información que proporcionan y por el gran abanico de tareas que permiten realizar en el mundo real
- Detección de objetos
- Reconocimiento de objetos
- Seguimiento de objetos
- Detección de caras
- Detección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





Detección de bordes y segmentación

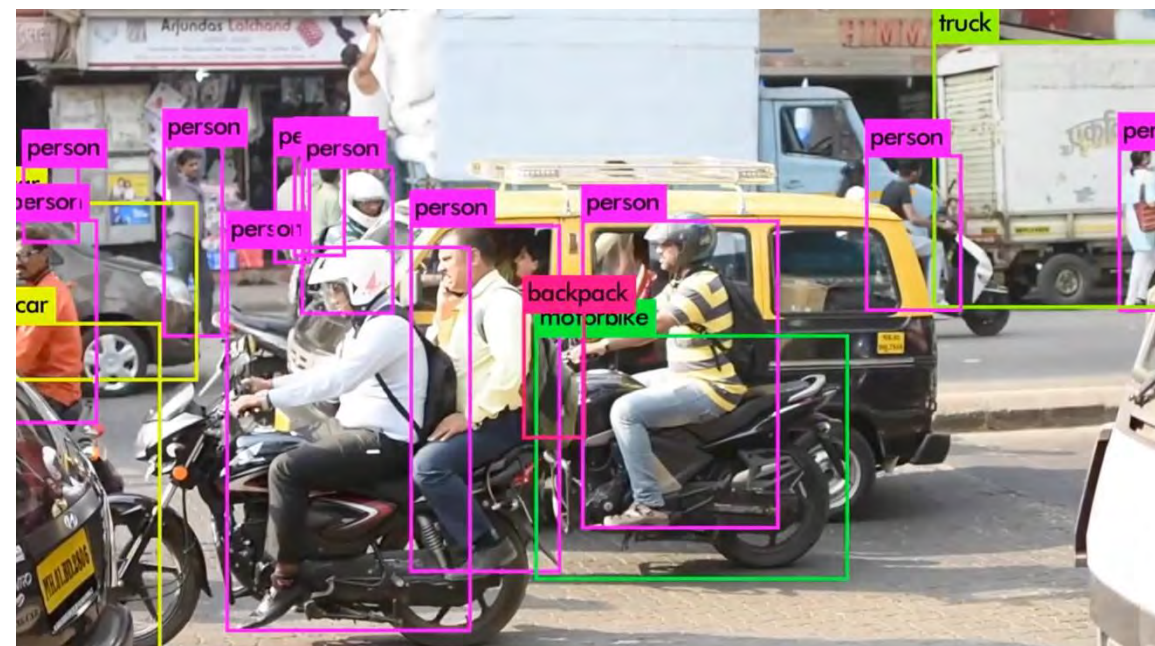
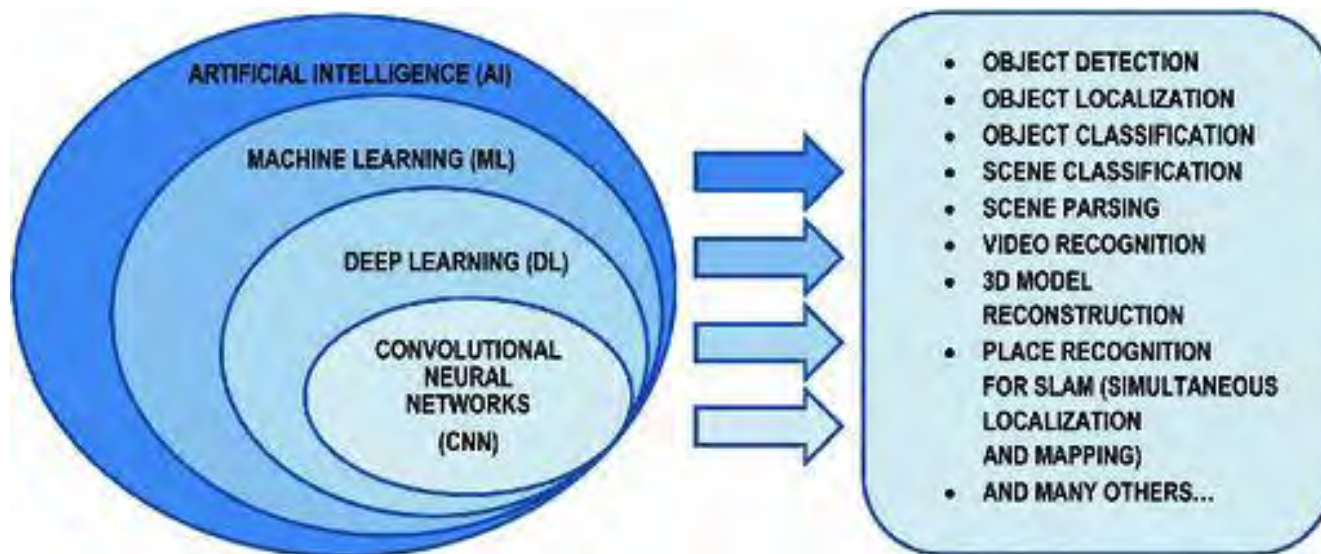
- Operaciones básicas con imagen
 - OpenCV (<https://opencv.org>)
 - Keras (<https://keras.io/examples/vision/>)
- Un **borde** se define como una curva en el plano de la imagen a lo largo de la cual hay un cambio de brillo significativo
- La **segmentación** es el proceso de organizar una imagen en partes que correspondan a objetos continuos





Visión en IA

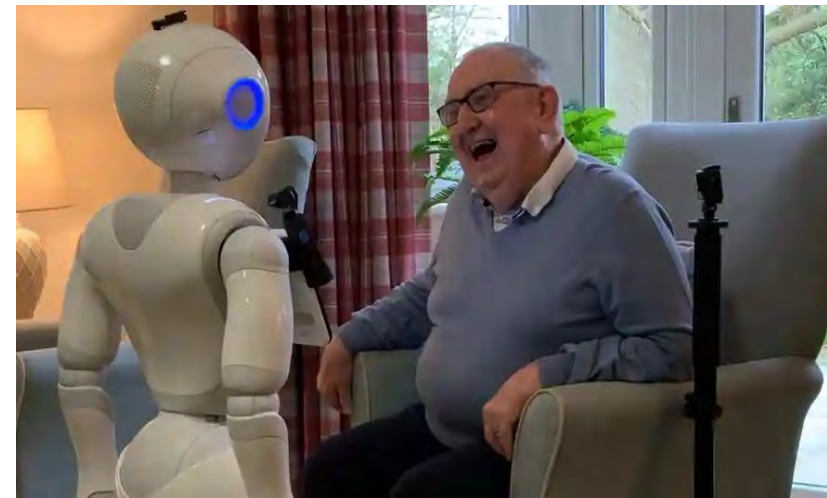
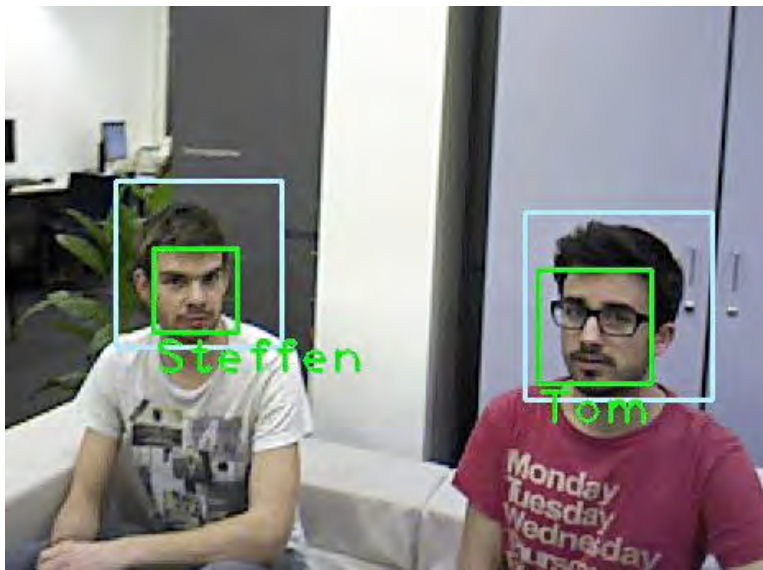
- En IA es fundamental poder **reconocer** objetos en el entorno
 - Técnicas clásicas de visión por computador
 - Técnicas basadas en Deep Learning
 - YOLO / Single shot multibox detector





Reconocimiento de personas

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





Micrófonos

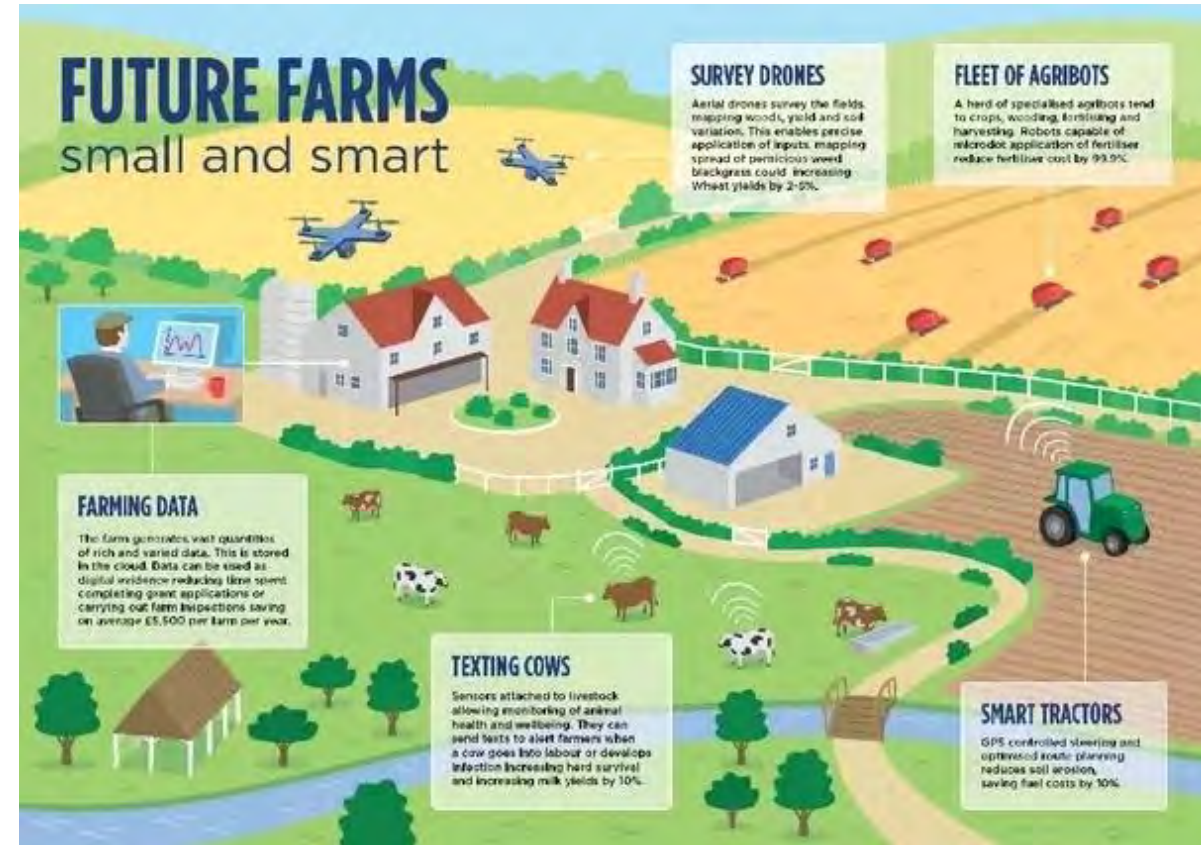
- Captan señales de audio:
 - Comunicaciones: interacción hombre-máquina, sistemas multi-agente
 - Detección de sonidos: alertas, movimientos, etc
- El audio es muy complejo de tratar por problemas de ruido e interferencias en entornos reales
- Reconocimiento del habla
- Chat GPT 4o





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

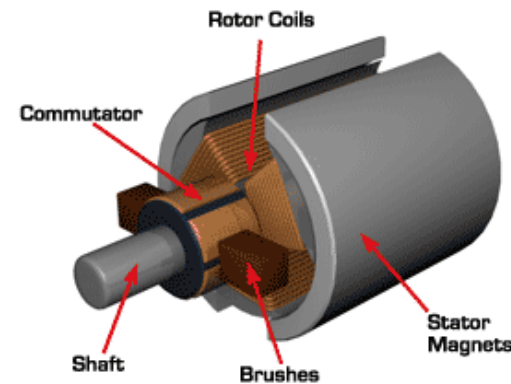
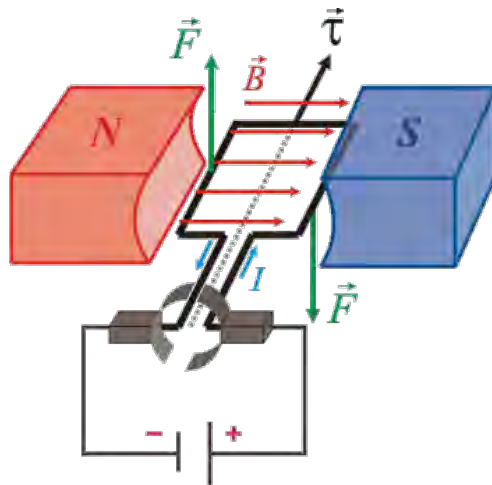
- Motores eléctricos
 - Convierte energía eléctrica en energía mecánica
- Motores hidráulicos:
 - Convierte variaciones en la presión hidráulica en energía mecánica
- Motores neumáticos
 - Convierte variaciones en la presión de aire en energía mecánica
- Menos utilizados por su escasa energía mecánica: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





Motores

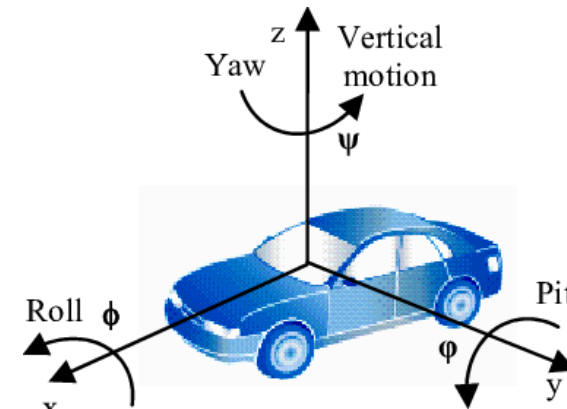
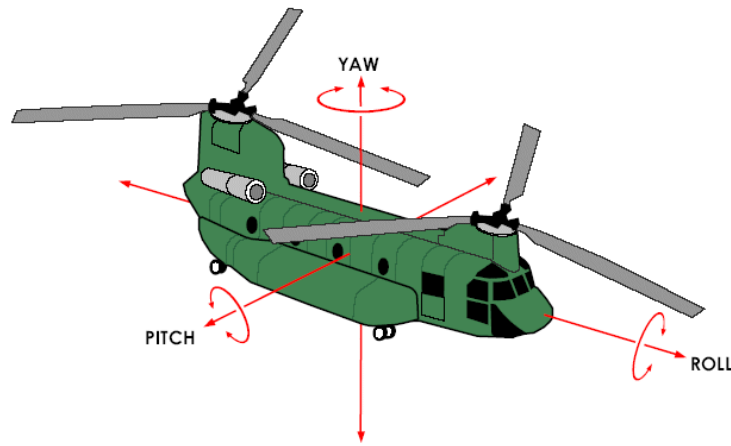
- Un motor de corriente continua recibe corriente eléctrica a través de dos conexiones y fluye por un cable creando un electroimán
- Este electroimán genera un campo magnético que reacciona contra imanes permanentes ubicados alrededor del cable logrando que la armadura comience a girar para igualar la polaridad
- La mayoría de los motores de CC son rápidos, y giran a razón de 3000-9000 RPM (alta velocidad, bajo par motor)





Grados de libertad

- Un grado de libertad (DOF en inglés) es el número mínimo de coordenadas requeridas para especificar completamente el movimiento de un sistema mecánico
- Un cuerpo libre en un espacio 3D tiene un total de 6 DOF.
 - 3 traslacionales (x,y,z): permiten que el cuerpo se desplace sin girar
 - 3 rotacionales (guiñada (yaw), cabeceo (pitch) y alabeo (roll)): permiten que el cuerpo gire





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 por el espacio:
 - 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 por el menor número de DOF que implican
 - Control y estabilidad más simples



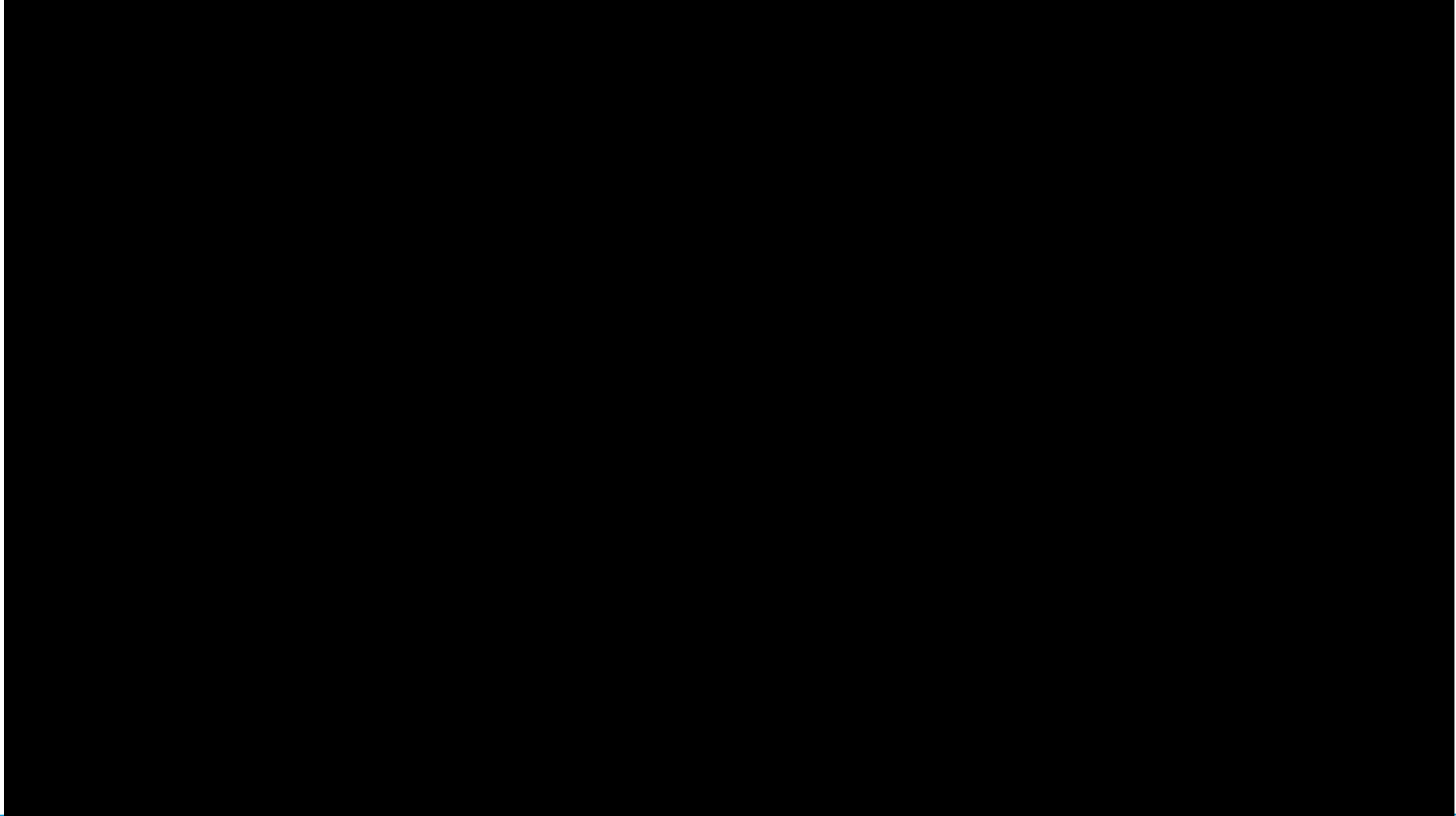
Ruedas

- Constituyen el efector de locomoción más usual
 - No existen en la naturaleza (requieren girar libres sobre un eje)
 - Control de movimiento más simple
- Transmisión diferencial:
 - Un motor controla cada rueda
 - Permite girar, avanzar hacia delante y hacia atrás





Perros robóticos





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





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 de actividades bloque 3

- **Sensorización y actuación**

- Robótica simulada

- <https://echidna.es>
 - <https://robotbenchmark.net>
 - <https://blockly.games>
 - <https://gocoderz.com>
 - <https://lab.open-roberta.org>
 - <https://kibotics.org>

- Chatbots (interacción natural)

- Landbot (<https://landbot.io/es/blog/crear-un-chatbot-web>)
 - chatGPT en la escuela (<https://www.dayofai.org/curriculum>) - adalovelace





Actividad práctica



Robobo

- Robot educativo
 - Educación Primaria
 - Educación Secundaria
 - Universidad
 - Investigación
- Base robótica móvil
 - Bajo precio y muy robusto
- 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.



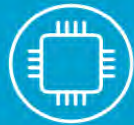
Emotion production

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.



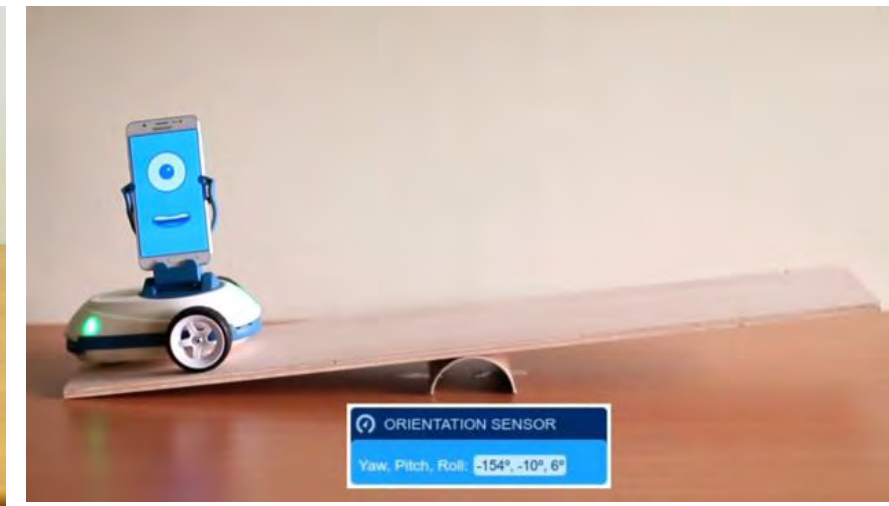
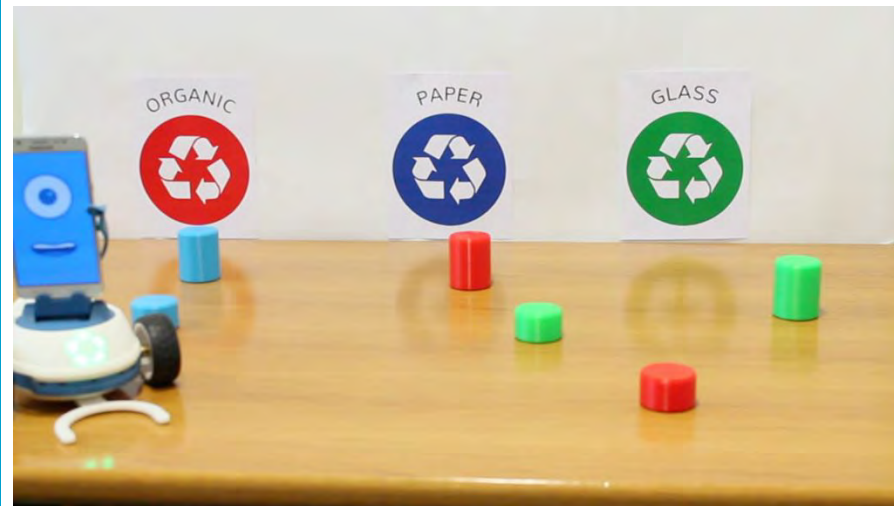
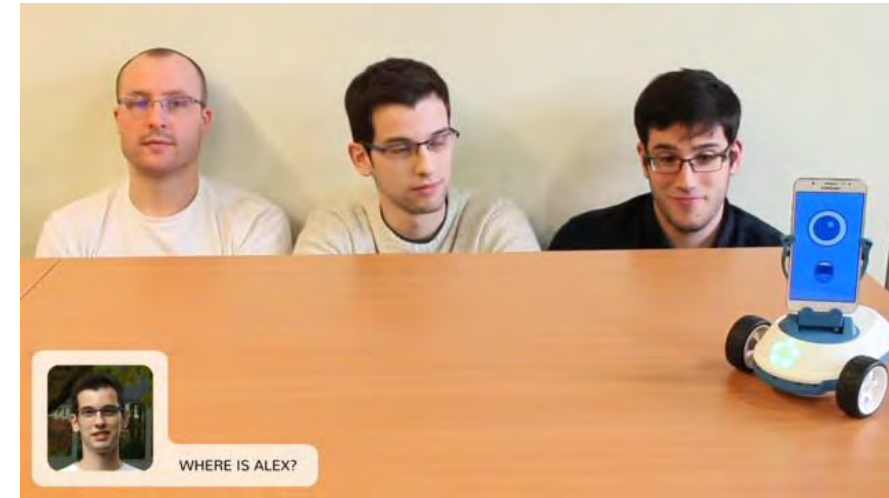
Communications

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.





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



WORLD SELECT

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



OPTIONS

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



EXIT

- 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

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

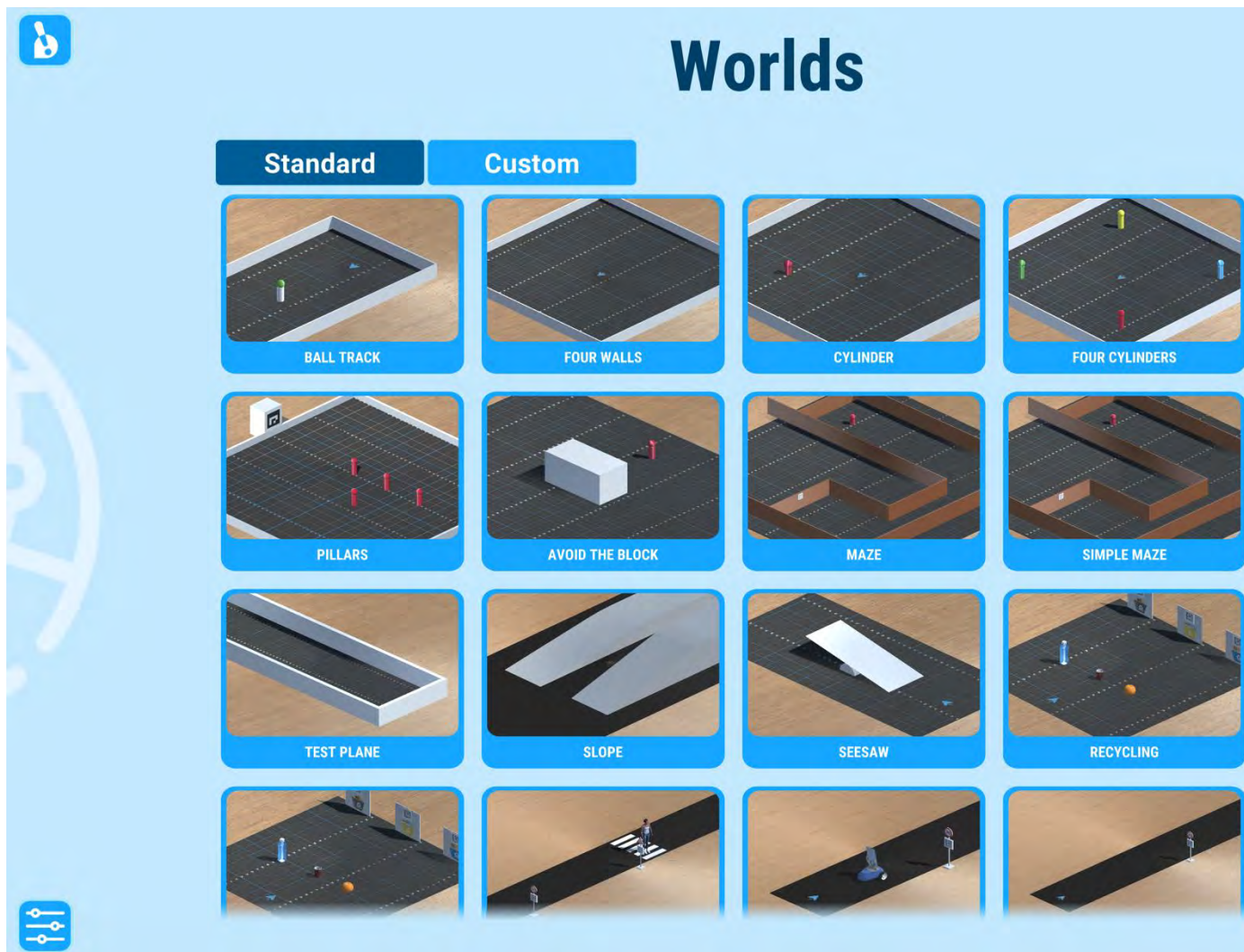
Visualize Audio as Speech Bubbles

Audio Text Speed SLOW

Artificial Voice Type [esES] Jorge (Enhanced) (MALE) ▼

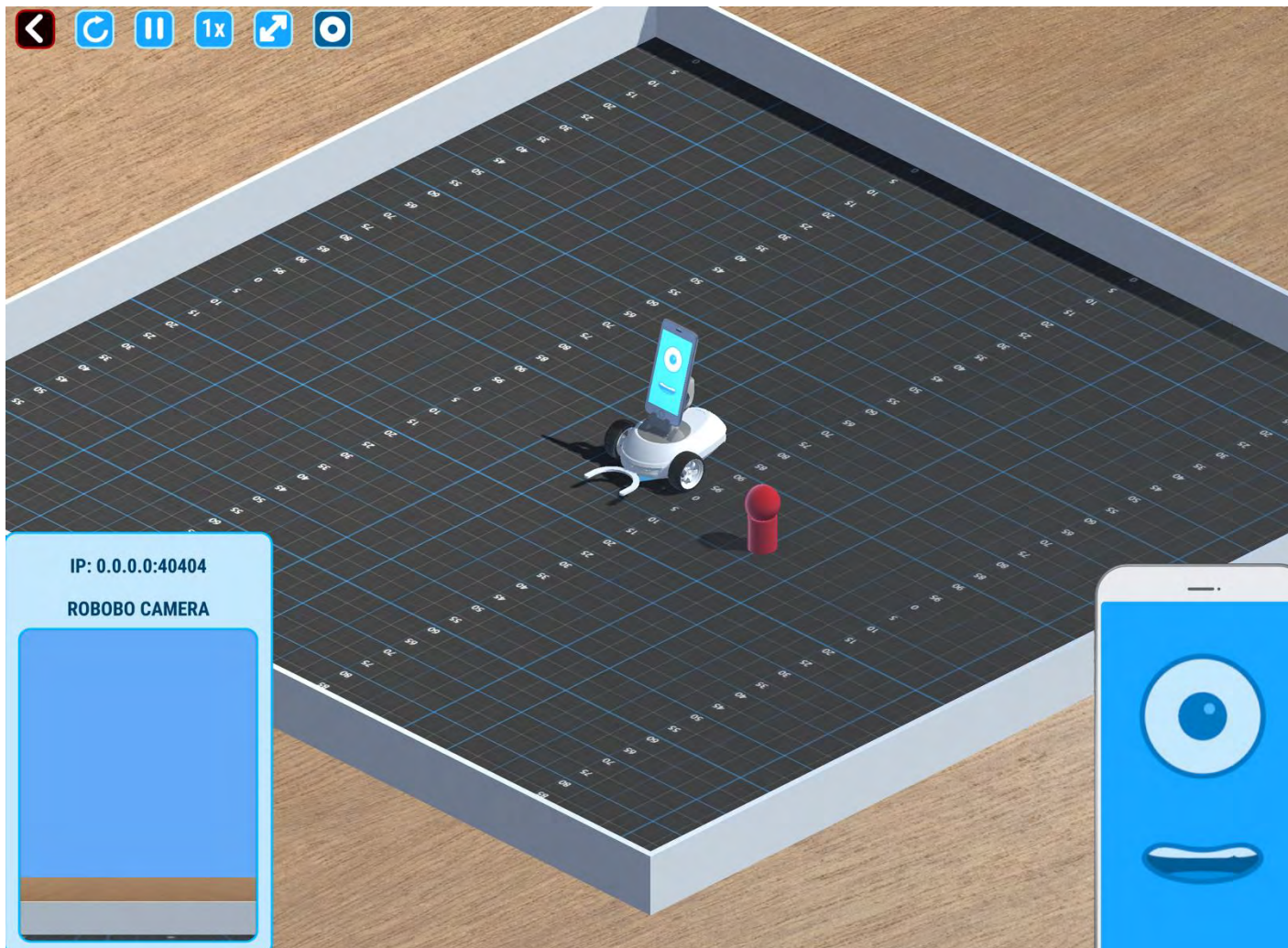


Interfaz





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 icono de la flecha azul en el suelo y los diferentes elementos interactivos 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 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 icono 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 web interface with the Robobo extension installed. The top navigation bar includes 'Robobo', 'Archivo', 'Editar', 'Tutoriales', 'Proyecto de Scratch', 'Comparar', and 'Ver página del proyecto'. The main workspace is titled 'Proyecto de Scratch' and contains a script for a character named 'Robobo'. The script includes the following blocks:

- Connect to robobo with ip 192.168.0.39
- Disconnect Robobo
- Stop all motors
- Move wheels with speed R: 10 L: 10
- Move wheels with speed R: 10 L: 10 for
- Move pan to position 0 with speed 10
- Move tilt to position 90 with speed 10
- Set led all to color blue
- Set Robobo emotion to normal
- Say Hola mundo and wait true
- Play purr sound
- Play note 40 for 1 seconds and wait
- Read R wheel position

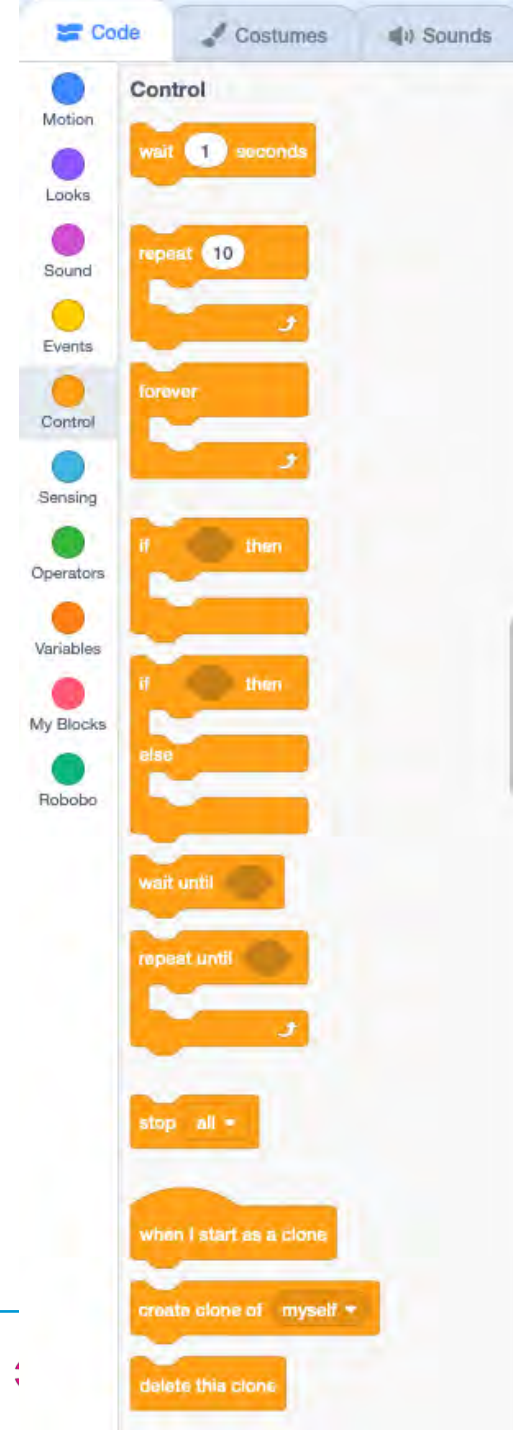
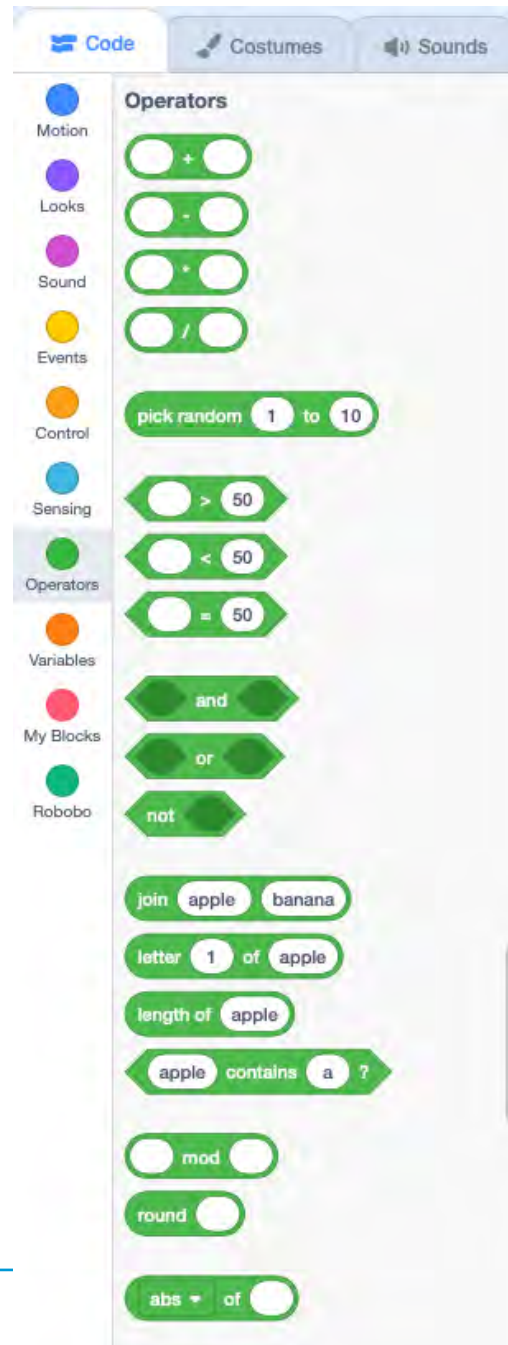
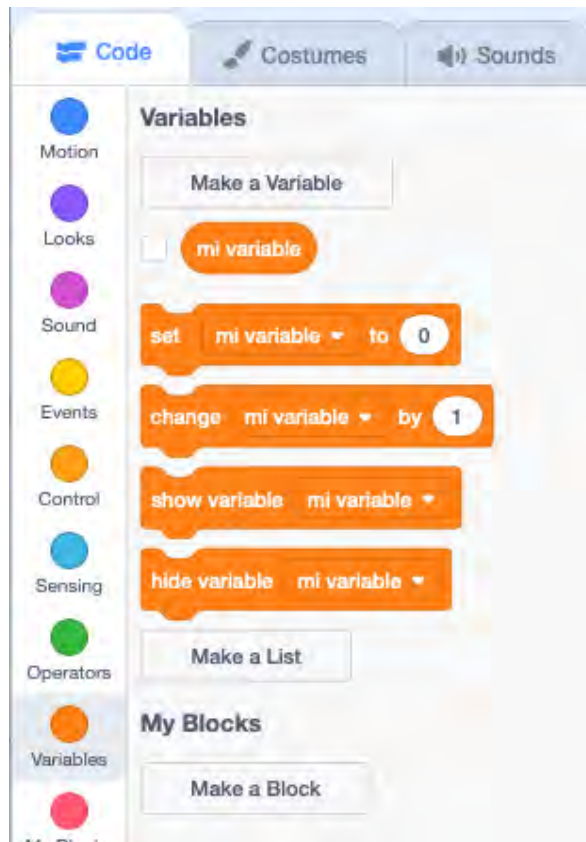
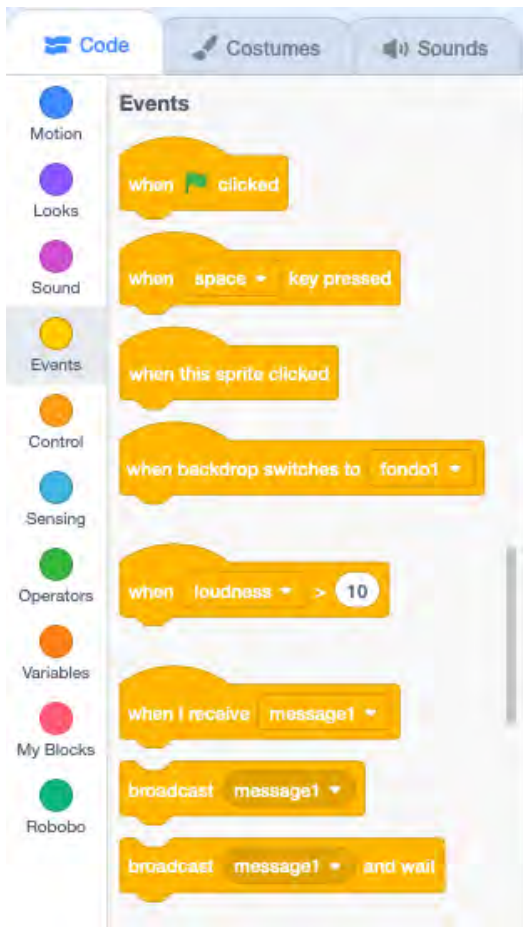
The right sidebar contains several control panels for the Robobo extension:

- ROBOBO CONNECTION:** IP: Connect
- WHEELS:** LEFT and RIGHT motor speed dials (0 to 100) and position indicators.
- PAN & TILT:** Pan: Tilt:
- IR SENSORS RAW:** Front-C, Front-R, Front-L, Front-RR, Front-LL, Back-R, Back-L, Back-C.
- BATTERY:** BASE and SMARTPHONE battery level indicators (-%).
- AUDIO SENSORS:** A piano keyboard interface with notes C, D, E, F, G, A, B.

The bottom status bar shows 'Mochila'.



Bloques Scratch





Scratch 3

• Bloquea de Robobo

1. Conexión

2. Base:

- *Actuadores*: motores, LEDS
- *Sensores*: encoders, IR, batería

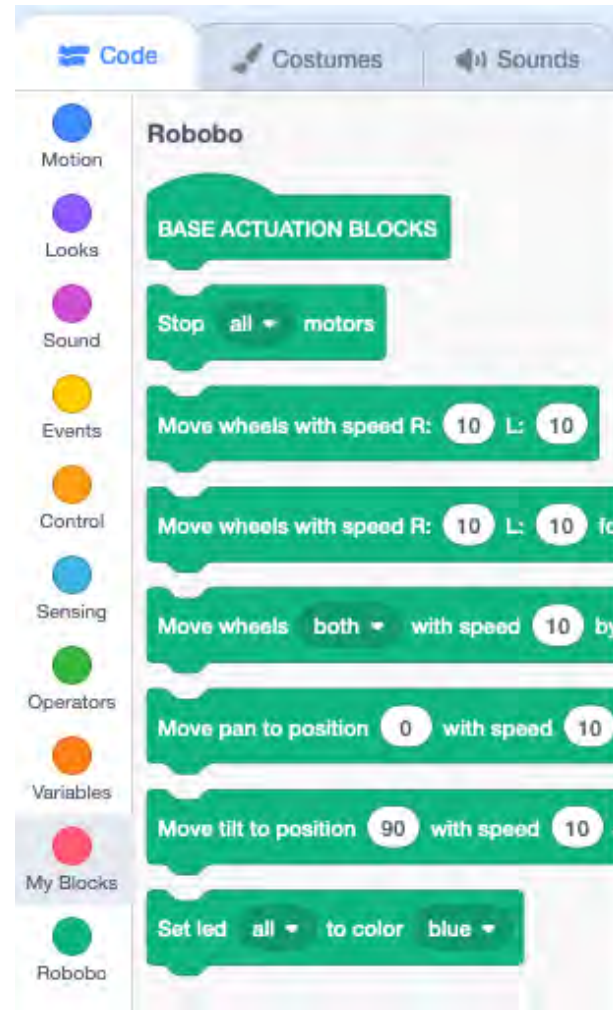
3. Smartphone:

- *Actuadores*: pantalla, micrófono
- *Sensores*: cámara, pantalla, altavoz



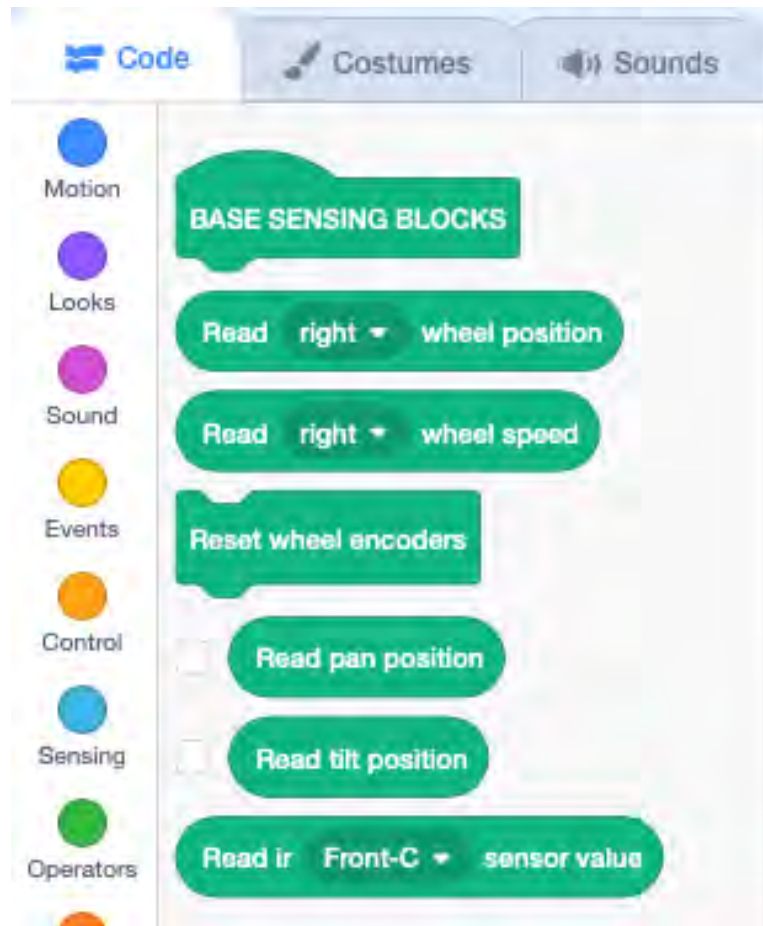


Bloques de los actuadores de la base



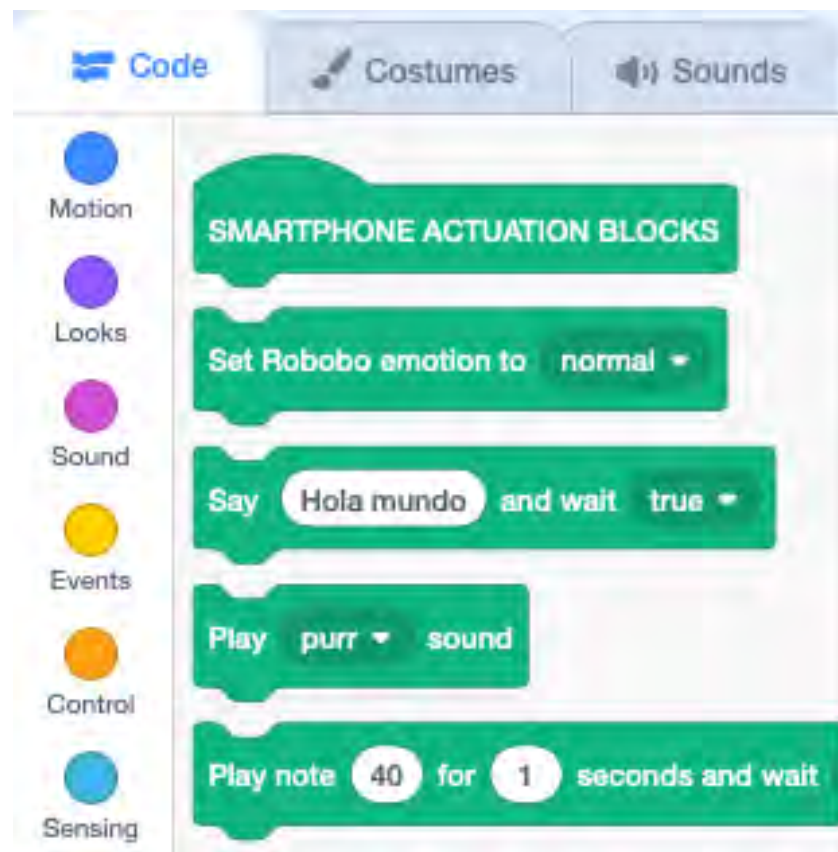


Bloques de los sensores de la base



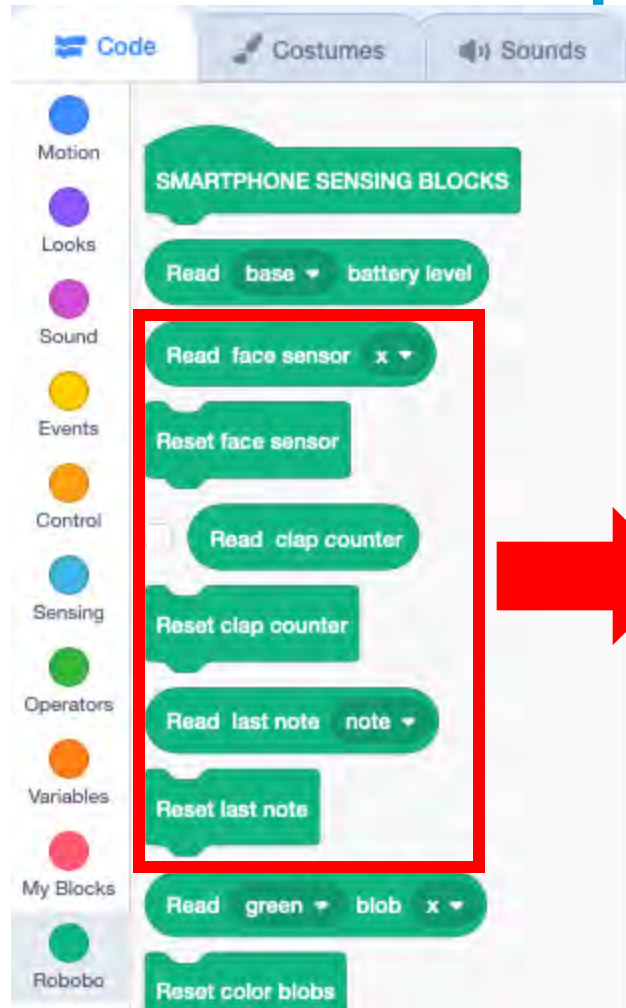


Bloques de actuación del Smartphone

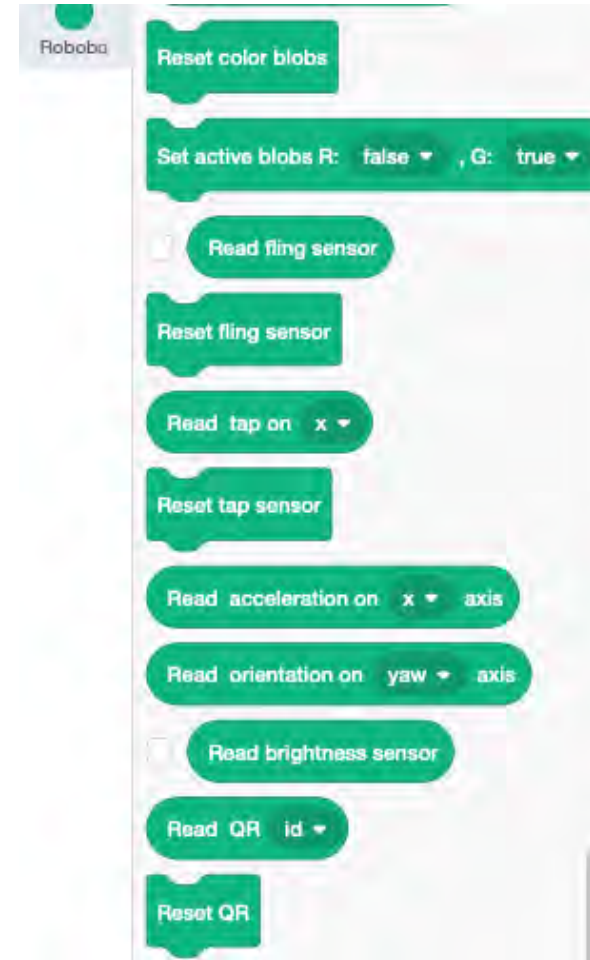




Bloques de los sensores del Smartphone



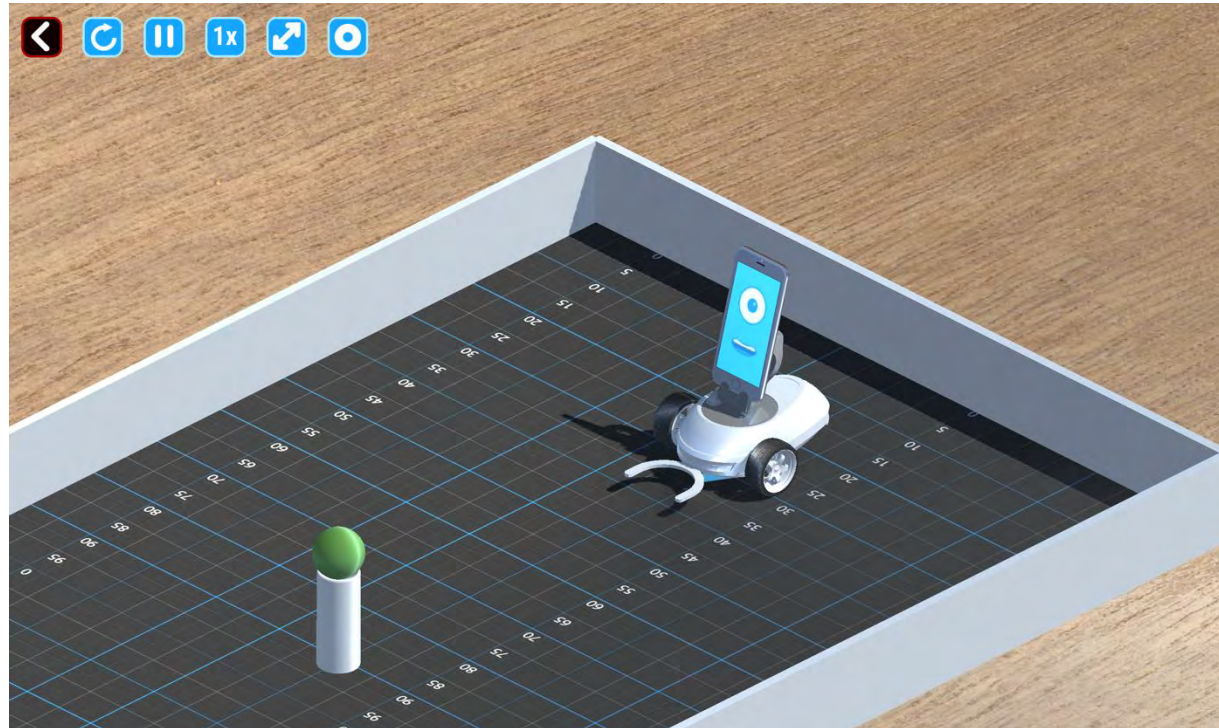
Por ahora,
solo el
robot real





Reto propuesto

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





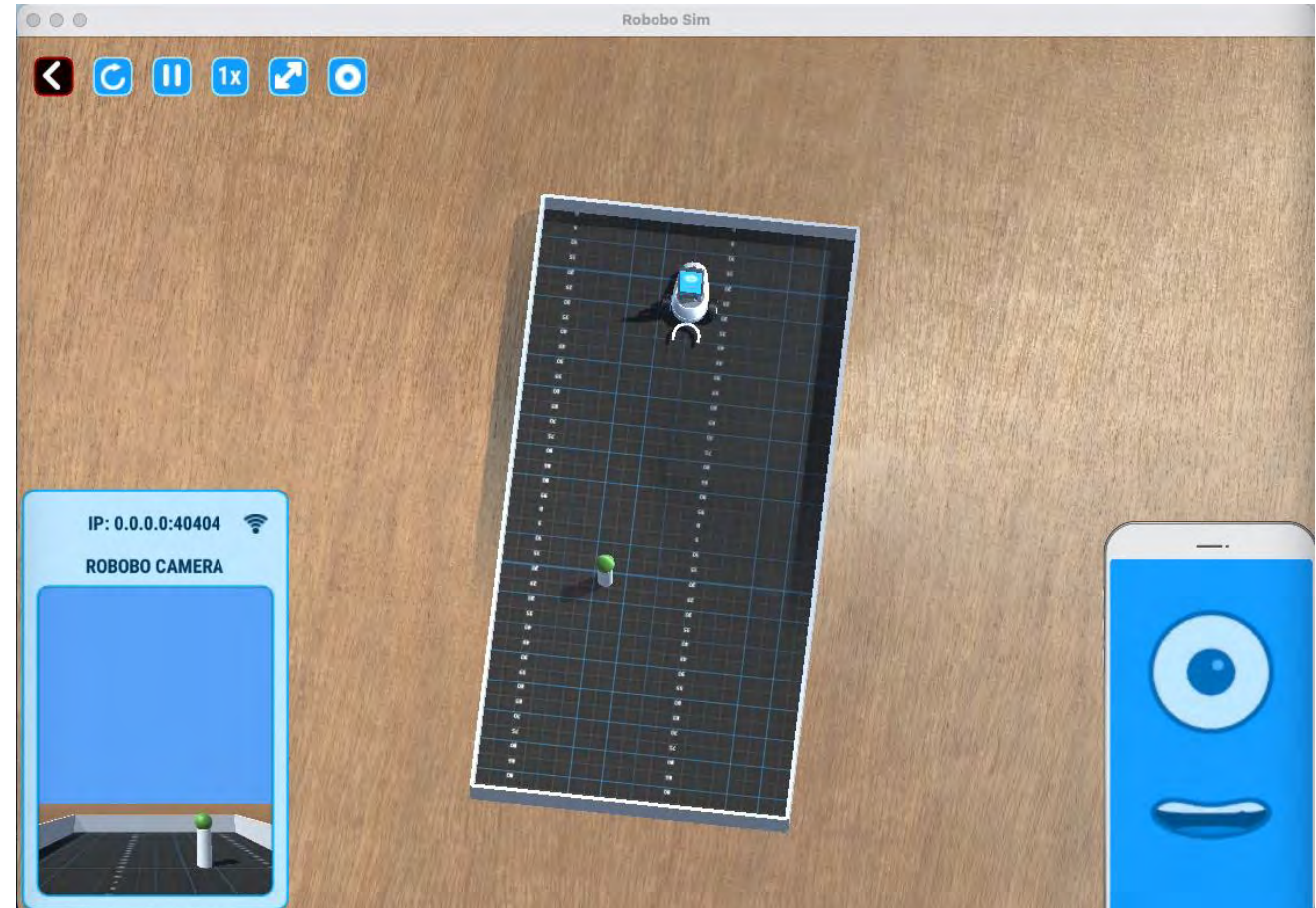
Reto propuesto

- 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

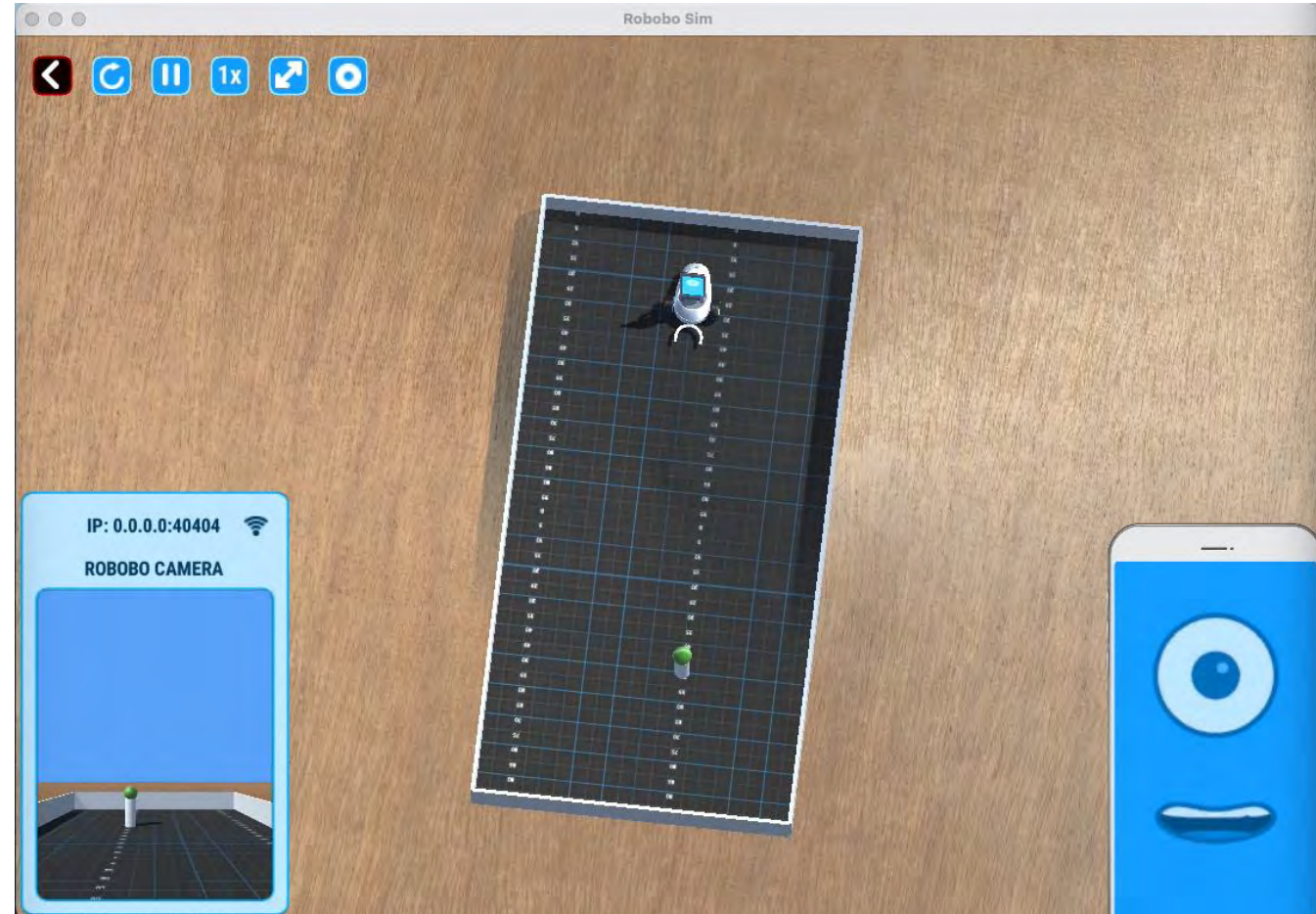
1. Colocar la cabeza del robot de forma que vea la pelota entera
2. Orientar el cuerpo del robot hacia la pelota
3. Avanzar hacia la pelota
4. Parar





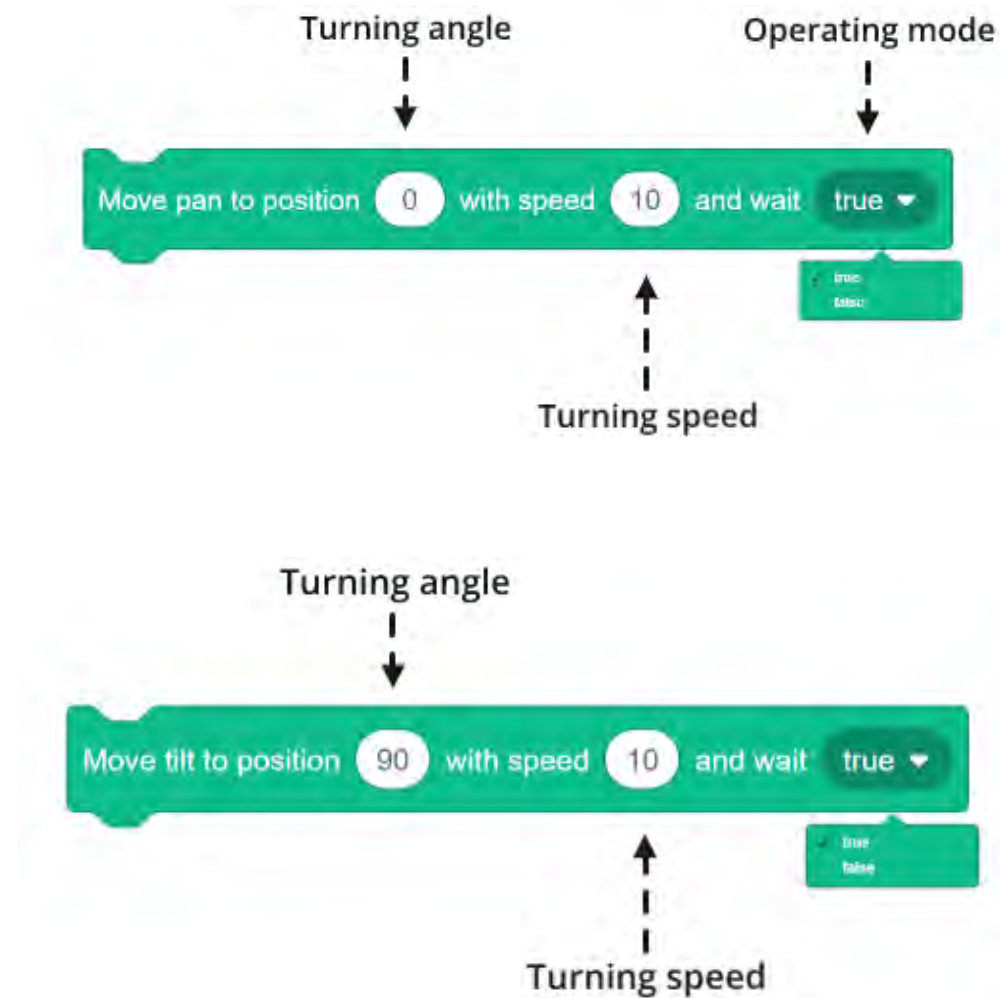
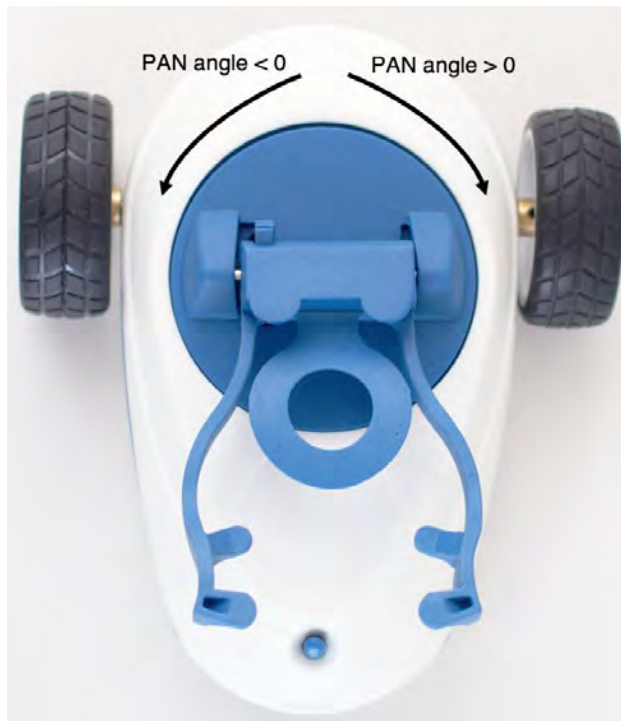
Pasos a dar

1. Colocar la cabeza del robot de forma que vea la pelota entera
2. Orientar el cuerpo del robot hacia la pelota
3. Avanzar hacia la pelota
4. Parar





PAN-TILT





Mover las ruedas

Id mirando los bloques en education.theroboboproject.com

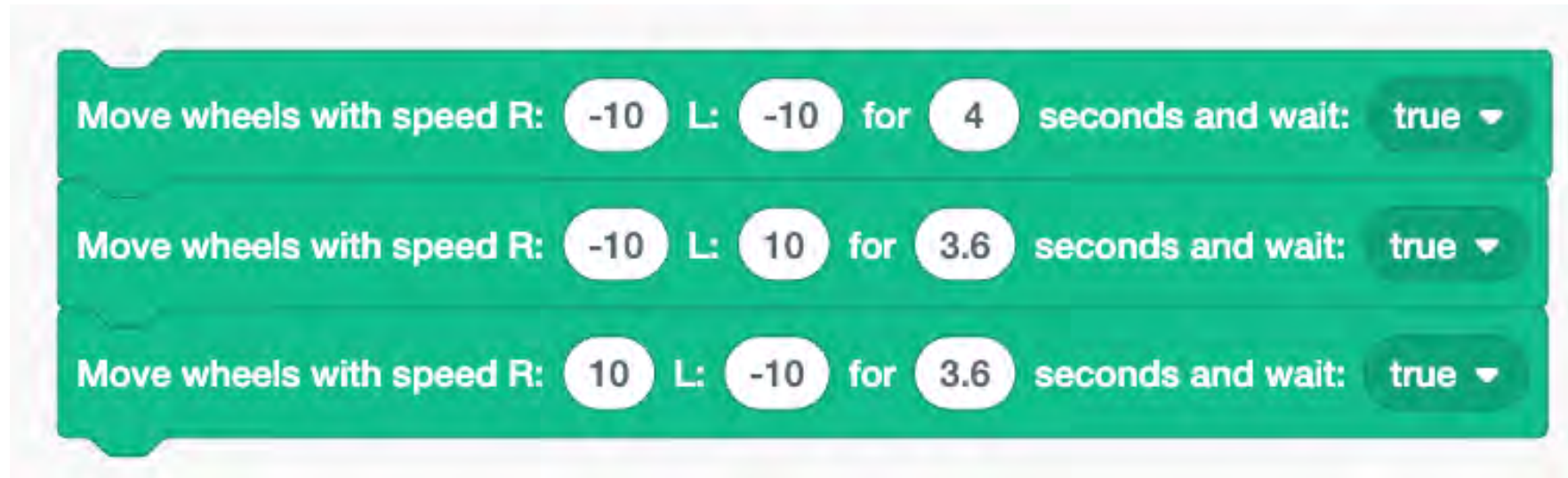
1. Cargad el mundo llamado “Four Walls”
2. Probad el siguiente bloque:

Move wheels with speed R: 10 L: 10 for 1 seconds and wait: true ▾

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

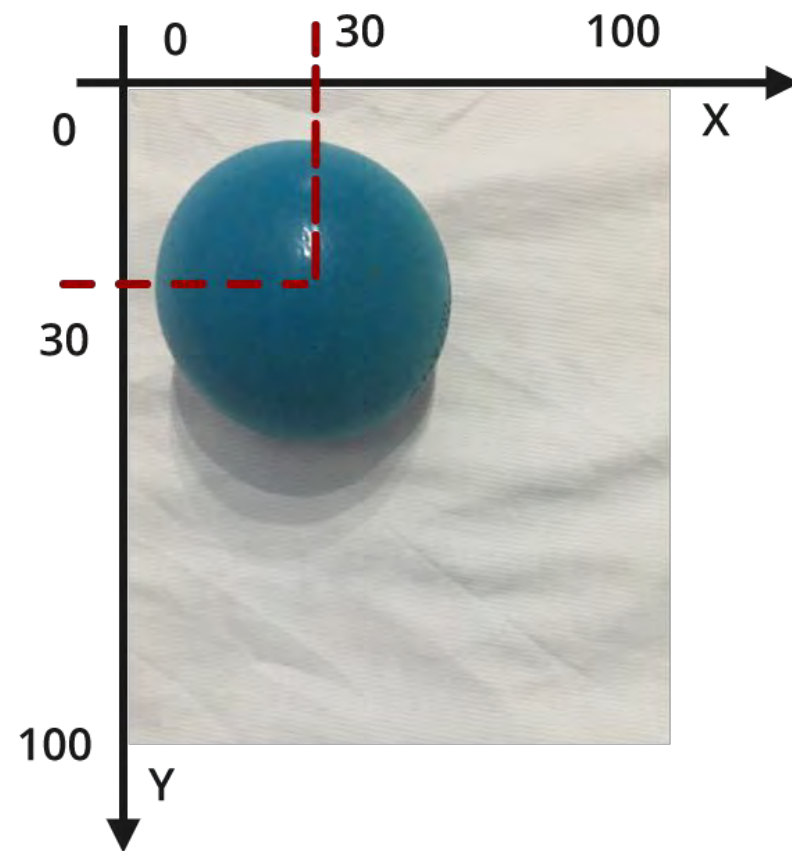
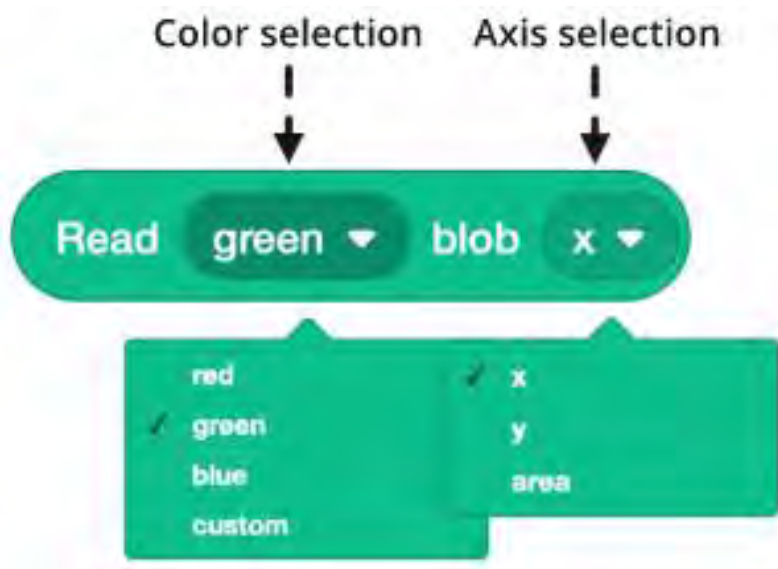


Mover las ruedas



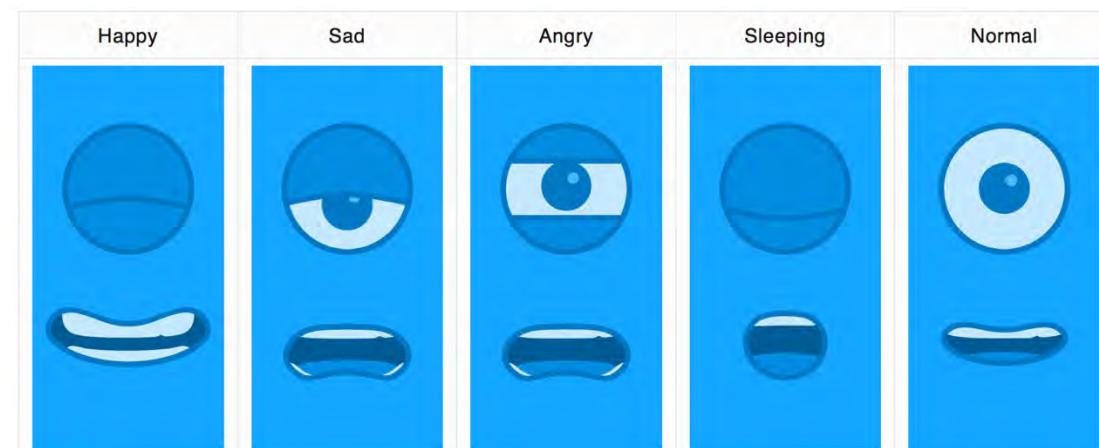
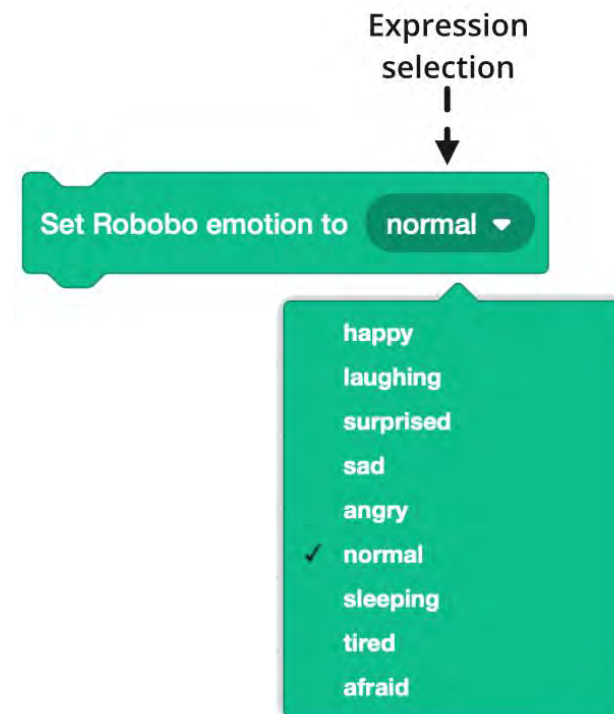
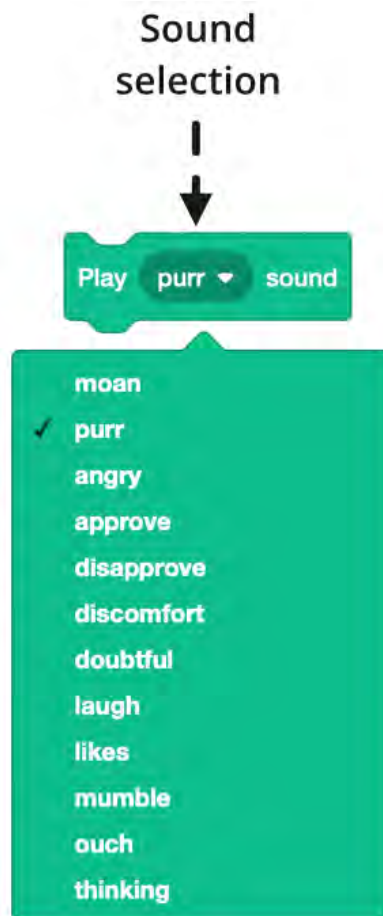
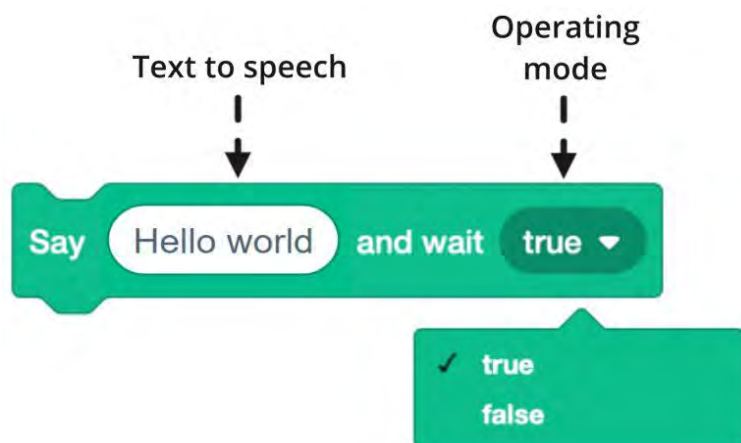


Detección de color



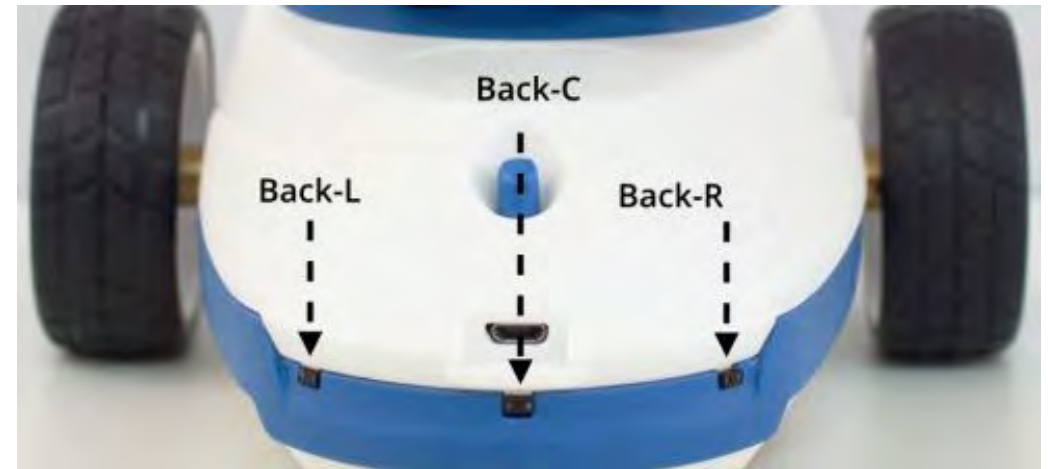
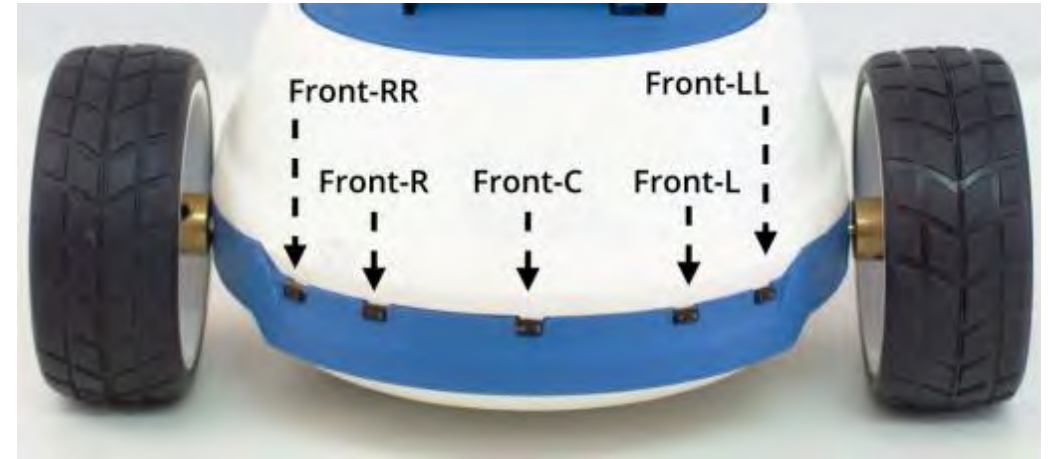
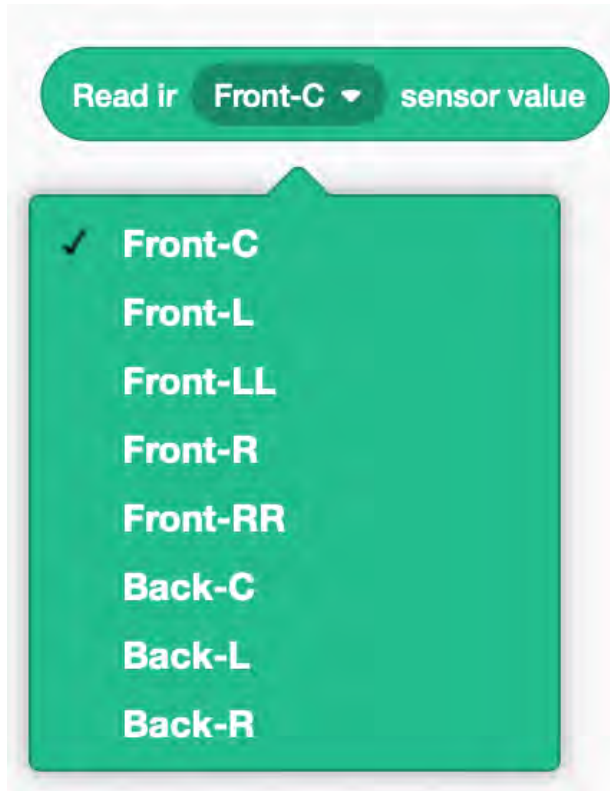


Interacción natural





Infrarrojos





CENTRO DE
FORMACIÓN E
RECURSOS DE VIGO

Inteligencia Artificial para la Sociedad



Francisco Bellas (UDC)

Martín Pérez (Uvigo)

Hugo López (Uvigo)

Septiembre de 2024