



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Introducción a la Inteligencia Artificial para educación pre-universitaria



Francisco Bellas

CFR Ferrol

Octubre 2021



Iniciación a la IA (1)

Obxectivos	Contidos	Criterios de avaliación	Estándares de aprendizaxe	Competencias clave
Bloque 1. Que é a Inteligencia Artificial				
<ul style="list-style-type: none"> ▪ a ▪ b ▪ e ▪ h ▪ l 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ B1.1 Que é a Inteligencia Artificial? <ul style="list-style-type: none"> o B1.2 Intelixencia natural fronte a Intelixencia Artificial o B1.3 Historia da Intelixencia Artificial o B1.4 Intelixencia Artificial forte fronte a Intelixencia Artificial feble 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ B1.1 Coñecer á orixe da IA, a que campo de coñecemento pertence, a súa vinculación coa intelixencia humana e animal, e os dous principais enfoques da mesma. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ IIAB1.1.1 Define o significado de Intelixencia Artificial e sabe diferenciala da intelixencia natural. ▪ IIAB1.1.2 Identifica o campo da Intelixencia Artificial dentro do campo de coñecemento adecuado (ciencias da computación) ▪ IIAB1.1.3 Coñece a diferenza entre a Intelixencia Artificial forte e feble. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ CCL
<ul style="list-style-type: none"> ▪ d ▪ l ▪ n 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ B1.5 Elementos dun sistema intelixente <ul style="list-style-type: none"> o B1.6 Contornas reais, simuladas e virtuais o B1.7 Bloques básicos dun sistema de IA (percepción, representación, razoamento, aprendizaxe e actuación) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ B1.2 Coñecer os compoñentes básicos dun sistema de IA, entendendo que está situado nunha contorna real ou virtual coa que interactúa, e que a complexidade dos diferentes bloques pode variar. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ IIAB1.2.1 Identifica os elementos básicos dun sistema intelixente. ▪ IIAB1.2.2 Distingue e define os diferentes tipos de contornas nos que pode estar situado un sistema intelixente 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ CAA ▪ CSIEE
<ul style="list-style-type: none"> ▪ a ▪ d ▪ i 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ B1.8 Campos de aplicación da Inteligencia Artificial 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ B1.3 Coñecer os principais campos de aplicación real da IA (IA médica, robótica intelixente, contornas intelixentes: smart building, smart city, smart factory; sistemas de recomendación, videoxogos, chatbots, etc). e identificar os bloques básicos dun sistema intelixente en casos de uso concretos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ IIAB1.3.1 Recoñece cando un sistema aplicado está baseado en IA ou non ▪ IIAB1.3.2 Identifica os bloques básicos dun sistema intelixente en exemplos concretos de sistemas de IA en funcionamento 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ CD ▪ CAA ▪ CCEC
Bloque 2. Áreas básicas da IA				
<ul style="list-style-type: none"> ▪ c ▪ f ▪ g 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ B2.1 Percepción e actuación en IA <ul style="list-style-type: none"> o B2.2 Sensorización contra percepción o B2.3 Sensores e actuadores básicos (distancia, orientación, luz, cor, motores, rodas, brazos) o B2.4 Sensores e percepción no ámbito da IA (cámaras e visión artificial, micrófonos e recoñecemento da fala, pantallas e interacción táctil) o B2.5 Actuadores e accións no ámbito da IA (altofalantes e produción de fala, navegación, manipulación, pantallas e outros interfaces virtuais) o B2.6 Interacción humano-máquina 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ B2.1 Distinguir sensorización e percepción, coñecer os sensores e actuadores máis relevante na IA, coñecer a relevancia da interacción humano-máquina. Saber utilizar sensores e actuadores reais no ámbito da IA. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ IIAB2.1.1 Comprende a relevancia dos sensores e actuadores nos sistemas de IA, tanto reais como virtuais. ▪ IIAB2.1.2 Distingue os sensores e actuadores propios dos sistemas intelixentes e por que proporcionan información de maior complexidade. ▪ IIAB2.1.3 Coñece a relevancia da interacción humano-máquina na Intelixencia Artificial e comprende que todo sistema intelixente debe estar adaptado ás necesidades do público ao que vai dirixido. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ CD ▪ CSIEE
<ul style="list-style-type: none"> ▪ c ▪ f ▪ g 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ B2.7 Aprendizaxe automática <ul style="list-style-type: none"> o B2.8 Conceptos básicos: preparación dos datos, aprendizaxe dos modelos e análise dos resultados o B2.9 Supervisado (clasificación e regresión) o B2.10 Non supervisado (agrupamento) o B2.11 Por reforzo (q-learning) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ B2.2 Coñecer os fundamentos da aprendizaxe automática, programación baseada nos datos, tratamento dos datos (conxuntos de adestramento e test), tipos de modelos básicos, análise de resultados. Comprender as diferenzas entre os 3 tipos de aprendizaxe. Saber utilizar ferramentas básicas de aprendizaxe de modelos, e lograr un axuste de parámetros apropiado. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ IIAB2.2.1 Coñece que é o aprendizaxe automático e os seus fundamentos ▪ IIAB2.2.2 Selecciona correctamente os datos para realizar o axuste dun modelo. ▪ IIAB2.2.3 Utiliza adecuadamente ferramentas de aprendizaxe de modelos e logra analizar os resultados con rigor, comprendendo os factores que influencian o resultado. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ CMCCT ▪ CSIEE



Iniciación a la IA (2)

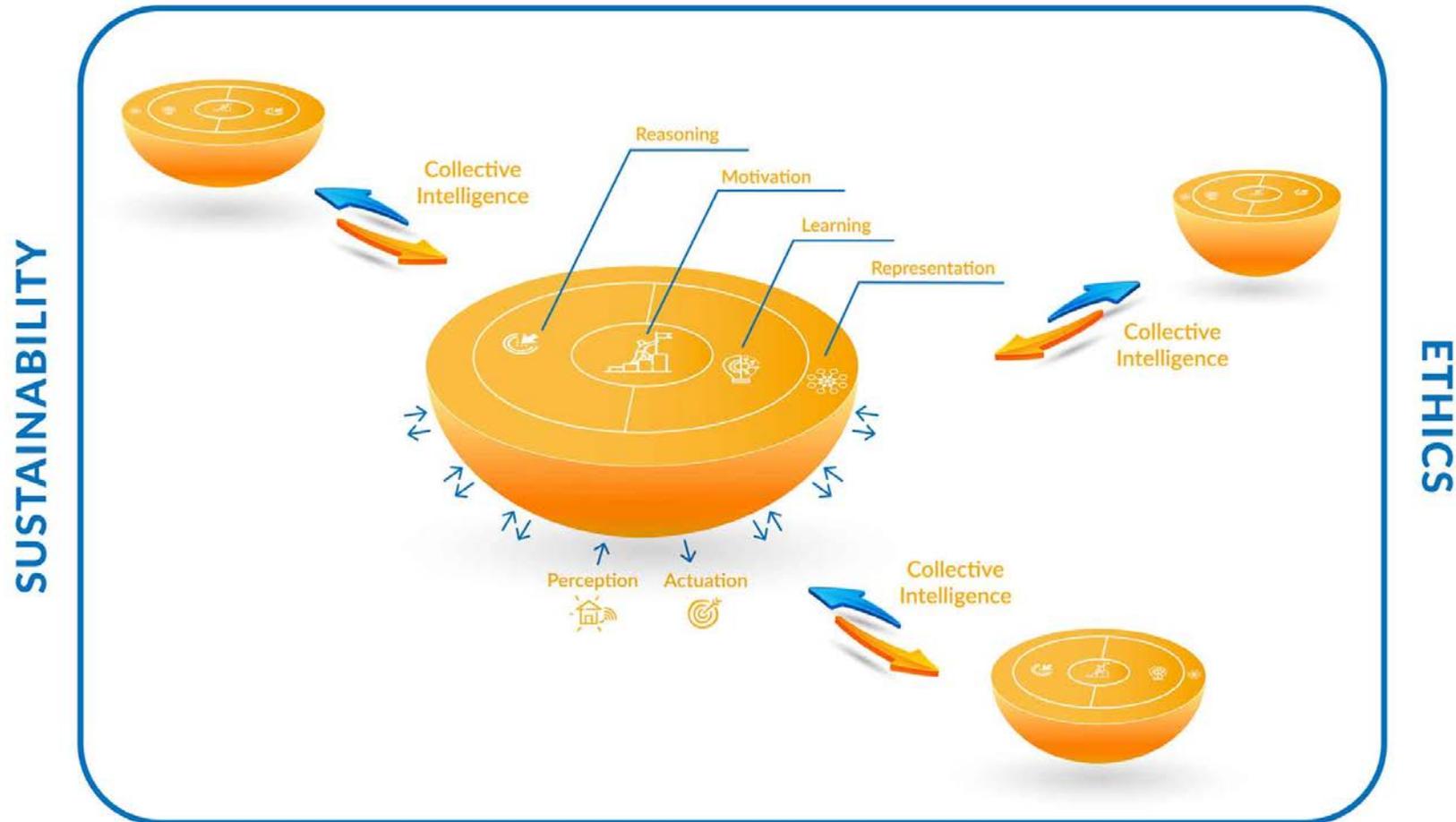
Obxectivos	Contidos	Critérios de avaliación	Estándares de aprendizaxe	Competencias clave
			<ul style="list-style-type: none"> IIAB2.2.4 Diferenza os tres tipos de aprendizaxe 	
<ul style="list-style-type: none"> c f g m 	<ul style="list-style-type: none"> B2.12 Representación e razoamento <ul style="list-style-type: none"> B2.13 Como representar o coñecemento? B2.14 Grafos e árbores de decisión B2.15 Busca básica B2.16 Fundamentos do razoamento probabilístico 	<ul style="list-style-type: none"> B2.3 Comprender como se representa computacionalmente o coñecemento a partir das percepcións, e como esta representación pode ser utilizada para os procesos de razoamento. Implementar programas que resolvan problemas sinxelos sobre árbores e grafos, utilizando algoritmos de busca sinxelos. Coñecer os fundamentos do razoamento probabilístico 	<ul style="list-style-type: none"> IIAB2.3.1 Comprende como se representan computacionalmente os datos e como se utiliza esta representación nos procesos de razoamento. IIAB2.3.2 Deseña árbores de decisión e grafos para resolver problemas sinxelos. 	<ul style="list-style-type: none"> CMCC CAA
<ul style="list-style-type: none"> c f g m 	<ul style="list-style-type: none"> B2.17 IA colectiva <ul style="list-style-type: none"> B2.18 Comunicación do coñecemento B2.19 Contornas intelixentes 	<ul style="list-style-type: none"> B2.4 Coñecer as potencialidades da transmisión de información e coñecemento entre sistemas de IA. Comprender os fundamentos da IoT (Internet of Things) como base das contornas intelixentes: casas, edificios, cidades, fábricas. 	<ul style="list-style-type: none"> IIAB2.4.1 Comprende que os sistemas de IA futuros estarán interconectados formando parte dun ecosistema de IA colectiva (fontes de información e coñecemento distribuídas) 	<ul style="list-style-type: none"> CD
Bloque 3. Impacto da IA				
<ul style="list-style-type: none"> a b e g 	<ul style="list-style-type: none"> B3.1 Ética da IA 	<ul style="list-style-type: none"> B3.1 Coñecer as consecuencias sociais do uso da IA en niveis como: a igualdade de raza e xénero, o desemprego, a toma de decisións morais e a influencia e desafío da privacidade que ten sobre os usuarios. Distinguir entre mitos e realidades da IA 	<ul style="list-style-type: none"> IIAB3.1.1 Identifica as consecuencias sociais do uso da IA e comprende as súas vantaxes e posibles riscos 	<ul style="list-style-type: none"> CCL CSC CCEC
<ul style="list-style-type: none"> a b c d e 	<ul style="list-style-type: none"> B3.2 Aspectos legais da IA 	<ul style="list-style-type: none"> B3.2 Coñecer as implicacións legais do uso de sistemas autónomos e intelixentes 	<ul style="list-style-type: none"> IIAB3.2.1 Comprende as implicacións legais do uso de sistemas intelixentes, e identifica os posibles baleiros legais que existen sobre a IA dada a súa curta existencia. 	<ul style="list-style-type: none"> CAA CSC
<ul style="list-style-type: none"> a b c p 	<ul style="list-style-type: none"> B3.3 Sostibilidade 	<ul style="list-style-type: none"> B3.3 Coñecer as consecuencias do crecemento de sistemas de IA na pegada do carbono, os residuos informáticos, o uso de redes de comunicacións. Coñecer a impacto positivo da IA nos Obxectivos de Desenvolvemento Sostible (ODS). 	<ul style="list-style-type: none"> IIAB3.3.1 Define o significado de sostibilidade e recoñece as consecuencias que trae o crecemento de sistemas de IA no relativo a este aspecto. Comprende os impactos positivos da IA nos ODS. 	<ul style="list-style-type: none"> CSC



Organización del curso

- Sesión 1: Introducción a la IA
- **Sesión 2: Percepción y actuación en IA**
- Sesión 3: Representación y razonamiento
- Sesión 4: Aprendizaje automático
- Sesión 5: IA colectiva
- Sesión 6: Impacto social de la IA

LEGAL ASPECTS OF AI





Contenidos sesión 2

- Percepción y actuación en IA
 - Sensorización vs percepción
 - Sensores y actuadores básicos
 - Sensores y percepción en el ámbito de la IA
 - Actuadores básicos
 - Actuadores y acciones en el ámbito de la IA
 - Interacción humano-máquina
- Recursos prácticos
 - Unidad didáctica 2 AI+ (App Inventor)
 - Robótica inteligente (RoboboSim)



Sensorización



Tipos de sensorización

- Sensores **proprioceptivos**:
 - Propiocepción es la percepción del estado del propio cuerpo
 - Estos sensores perciben elementos del estado interno del robot, tales como las posiciones de las ruedas, los ángulos de giro de las uniones de los brazos, las dirección en la que mira la cabeza, el nivel de batería, etc.
- Sensores **exteroceptivos**:
 - Exterocepción es la percepción del mundo externo al robot
 - Estos sensores perciben elementos del estado del mundo externo donde habita el robot, como nivel de luz, distancias a objetos, sonido, etc.
- 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



Tipos de sensores e información

- **Incertidumbre** inherente a los dispositivos físicos:
 - Ruido en el sensor
 - Limitaciones del sensor
 - Errores en el efector y actuador
 - Estados parcialmente observables
 - Entorno dinámico

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



Sensorización vs Percepción

- 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.
 - En humanos, los sentidos son la base fisiológica de la percepción
- **Sensorización**
 - Proceso de medir una propiedad física (o digital)
 - Captar una imagen
- **Percepción**
 - Proceso de extracción de significado de la sensorización
 - Detección de color



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**
 - Interruptores, luz, distancia, IMU, GPS
- **Sensores complejos**
 - Cámaras, micrófonos, comunicaciones



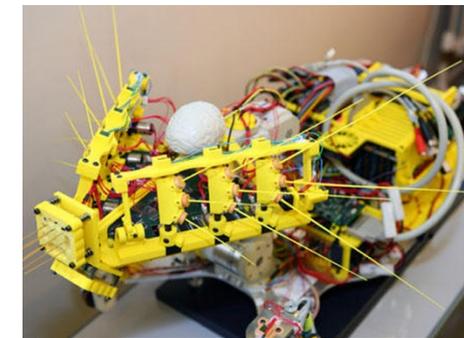
Fusión de sensores

- La información de varios sensores puede ser complementaria
 - Sensor complejo que utiliza otros simples como primera etapa
 - Sensores simples que se combinan para aumentar la fiabilidad
- Por ejemplo, un sensor para detectar movimiento:
 - Una cámara: procesado complejo
 - Un sensor de temperatura, un sónar, un sensor de movimiento, un sensor de color: combinados pueden resultar más fiables y simples
- La **fusión de sensores** es compleja para el diseñador
 - Obtención automática de la combinación sensorial óptima



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
- Tipos de interruptores:
 - Sensores de contacto (bumper): detecta contacto del sensor con un objeto. Se suelen colocar en el cuerpo del agente para evitar que se dañe, por lo que la colocación adecuada es muy importante
 - Sensores de límite: detectan cuando un mecanismo ha llegado al final de su rango
- Sensores de contacto continuos:
 - Bigotes, antenas, piel (tacto)

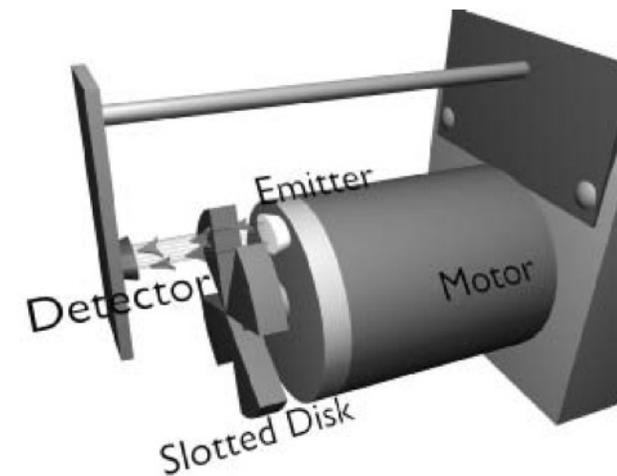




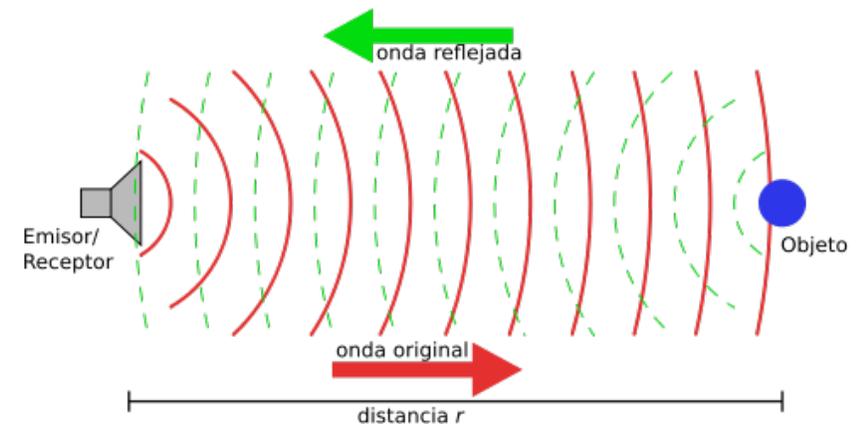
Sensores de luz

- Miden la cantidad de luz que incide en una célula fotoeléctrica
 - Estas células incrementan su resistencia al disminuir el nivel de luz
- Pueden medir en infrarrojo o ultravioleta
- Tipos de sensores de luz:
 - **Sensores de luz polarizada:** sensores activos con filtros que dejan pasar solo ciertas direcciones de la luz
 - **Sensores reflexivos:** sensores activos que miden la intensidad de la luz reflejada que ellos mismos emiten para detectar objetos, calcular distancias, etc
 - No todos los colores reflejan con la misma intensidad
 - Requieren eliminar la luz ambiente:
 - Calibración
 - Utilización de filtros
 - Modificar la longitud de onda

- **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)
 - Permite comunicación de mensajes
 - Codificador de eje (encoder):
 - Mide la rotación angular de un eje
 - Velocímetro: mide la velocidad de giro de la rueda
 - Odómetro: mide el número de vueltas de una rueda
 - Se utilizan para la odometría:
 - Posición relativa del robot en base a las acciones realizadas



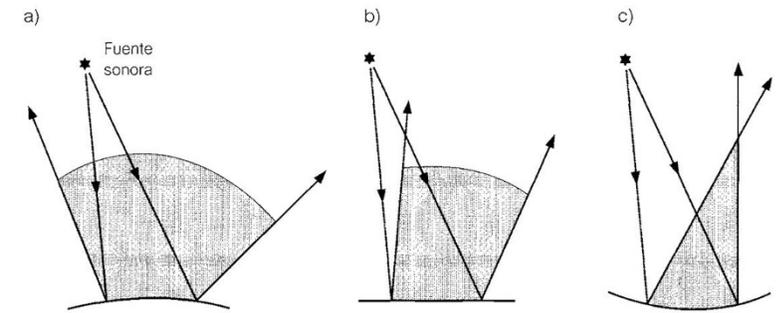
- Utilizan señales con frecuencias de sonido más allá de las que puede captar el oído humano
- Se utilizan para detectar distancias y formas de objetos
- Se basan en la ecolocalización (murciélagos y defines):
 - El sonido golpea los objetos a su alrededor y forma ecos que se utilizan para localizar al robot en su entorno
- **Sonar:** so(und) na(vigation and) r(anging)
 - Sensor activo: el emisor produce un pulso de frecuencia ultrasónica que si encuentra un obstáculo se refleja y vuelve al receptor (micrófono), y si no, se atenúa y se pierde
 - Miden el tiempo requerido hasta que el sonido vuelve para calcular la distancia al obstáculo (velocidad del sonido dividido entre 2)



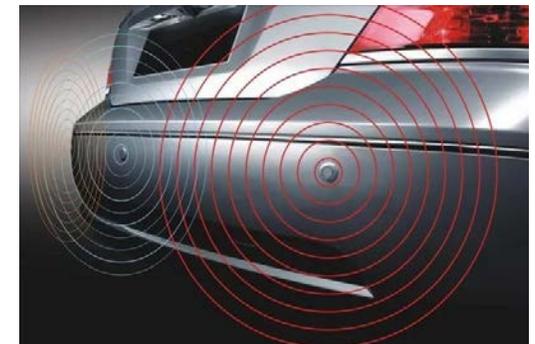
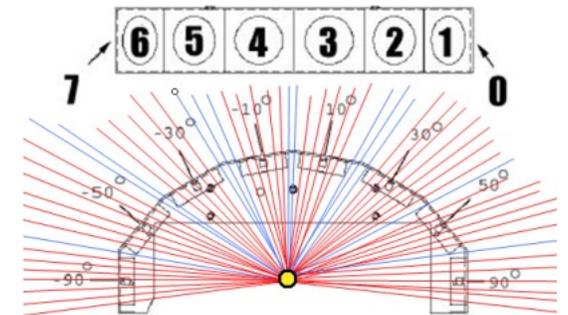


Sensores de ultrasonido

- Reflexión especular:
 - Es la reflexión que proviene de la parte externa del obstáculo y que depende del tipo de superficie y del ángulo respecto al emisor
 - La señal emitida puede retornar reflejada en diversos obstáculos, en diferentes instantes de tiempo
 - Las superficies irregulares producen reflexiones complejas (no siempre es malo)
 - Las mediciones de sonar que se retrasan son confusas ya que pueden corresponder a reflexión especular o a objetos lejanos (filtro por energía)
- Mejoras en la detección:
 - Utilizar arrays de sensores en fase: se colocan varios sensores pero fuera de fase para reforzar una dirección y suprimir las otras
 - Percepción orientada a la acción: el agente se mueve con objeto de distinguir el efecto especular
 - Evitar materiales absorbentes de sonido



Zonas de cobertura asociadas a diferentes superficies reflectantes:
a) superficie convexa; b) superficie plana; c) superficie cóncava





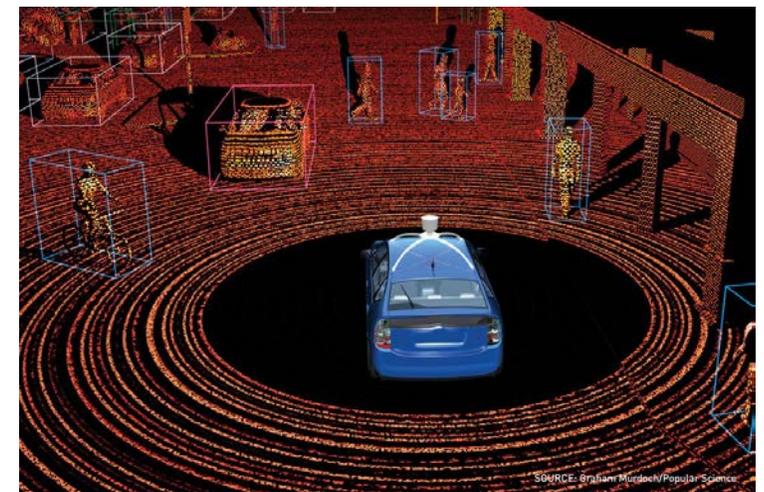
Sensores láser

- Un **laser** es un dispositivo que emite luz mediante un proceso de amplificación óptica basada en la emisión de radiación electromagnética amplificada
- La radiación láser puede estar o no en el espectro visible
- En IA se usan como **sensores activos** de forma análoga a los sensores de ultrasonido: se envía un haz láser y se mide el tiempo que transcurre hasta que vuelve.
 - Es mucho más **rápido** que el sónar (velocidad de la luz vs velocidad del sonido)
 - Problemas al medir distancias cortas por un tiempo excesivamente corto
 - **Gran alcance y precisión:** por ejemplo $8\text{m} \pm 5\text{mm}$ y $180^\circ \pm 0.5^\circ$
 - Emite un **haz recto** de 3mm de diámetro en lugar de un cono (sónar)
 - **Alta resolución** (361 lecturas en 180° a 10Hz)

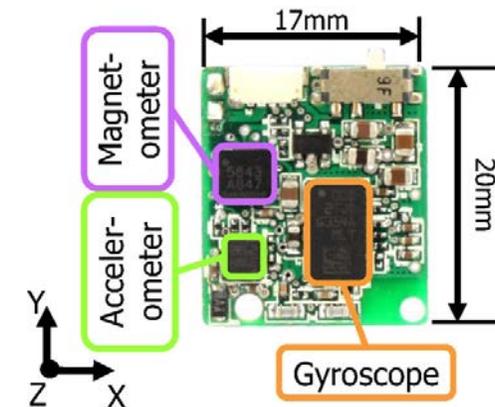
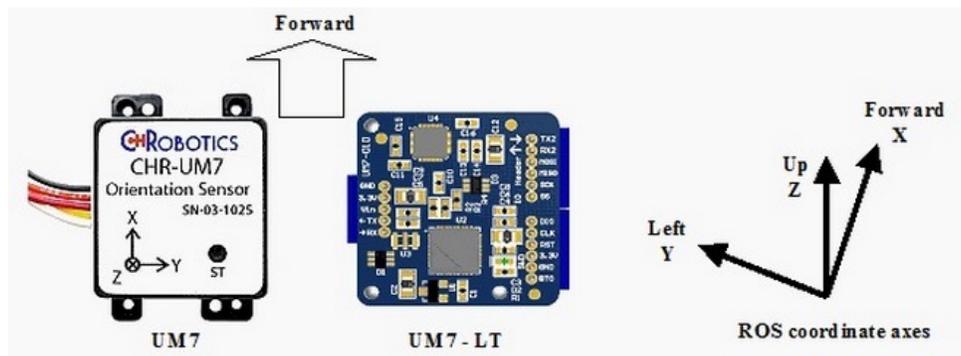


LIDAR (Light Imaging Detection and Ranging)

- 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



- Un **acelerómetro** es un dispositivo diseñado para medir la aceleración no gravitacional
 - Se basa en un sensor piezoeléctrico que detecta las vibraciones asociadas al cambio de velocidad y crea una variación de voltaje
 - Los giro sensores digitales son acelerómetros de un eje
- Una unidad de medición inercial o **IMU** (del inglés inertial measurement unit), es un dispositivo electrónico que mide la velocidad, orientación y fuerzas gravitacionales de un aparato, usando una combinación de acelerómetros y giróscopos



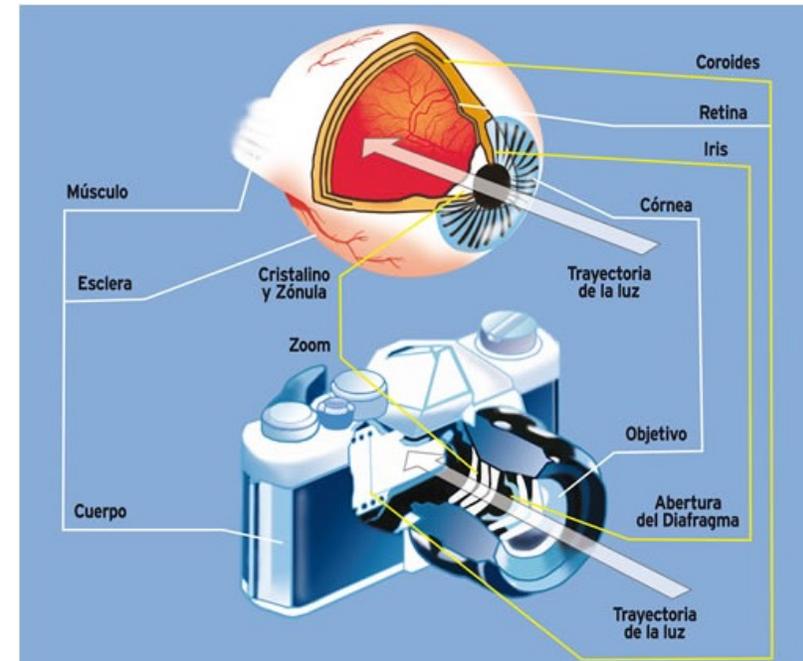


GPS

- 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 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
- Interacción natural
- Cámara vs Ojo humano
 - Elementos similares
 - Iris vs Diafragma
 - Retina vs película (CCD)
- Ojo humano
 - Visión temprana
 - Sistema nervioso
 - Visión de alto nivel
 - Cerebro





Detección de bordes y segmentación

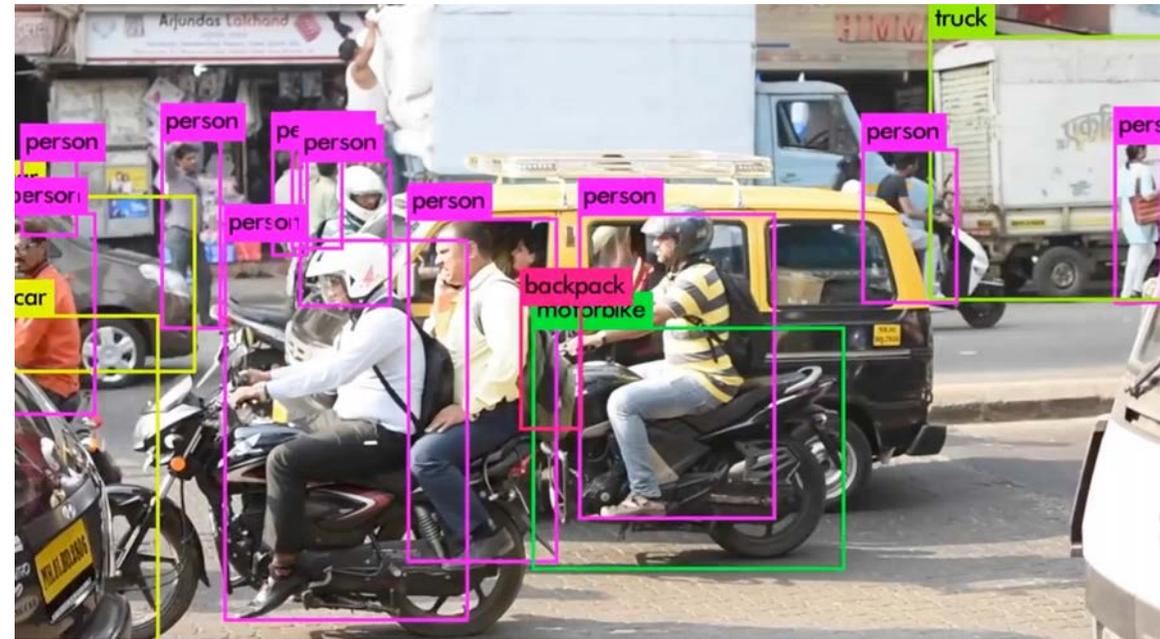
- Operaciones básicas con imagen
 - OpenCV
 - Keras (Tensor Flow)
- Un **borde** se define como una curva en el plano de la imagen a lo largo de la cual hay un cambio de brillo significativo
- La **segmentación** es el proceso de organizar una imagen en partes que correspondan a objetos continuos





Reconocimiento de objetos

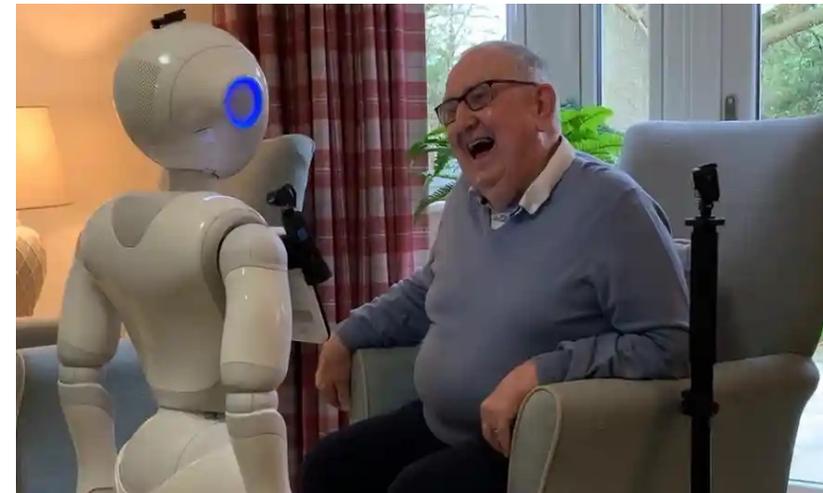
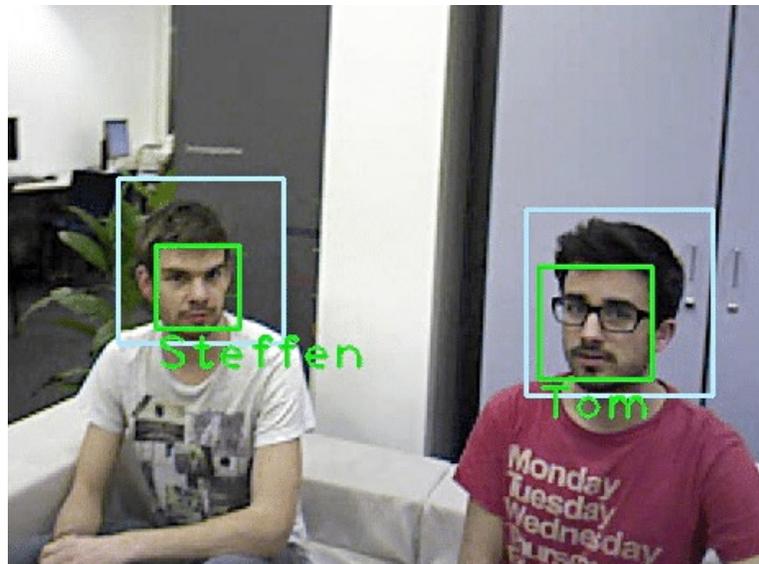
- En IA autónoma es fundamental poder **reconocer** objetos en el entorno
 - Técnicas clásicas de visión por computador
 - Técnicas basadas en Deep Learning
 - YOLO / Single shot multibox detector





Reconocimiento de personas

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





Micrófonos y comunicaciones

- Captan señales de audio:
 - Comunicaciones: interacción hombre-máquina,
 - 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:**
 - En tareas de interacción con humanos
 - Altavoces inteligentes
- Comunicaciones:
 - Las antenas pueden ser utilizadas como simples receptores (antena parabólica, micrófono) o para comunicación bidireccional (Blueetooth, WI-FI, infrarrojos)
 - Depende de la necesidad de la aplicación (broadcast de información vs protocolo definido)





Actuación

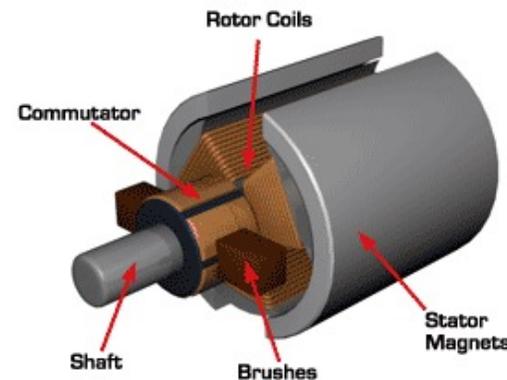
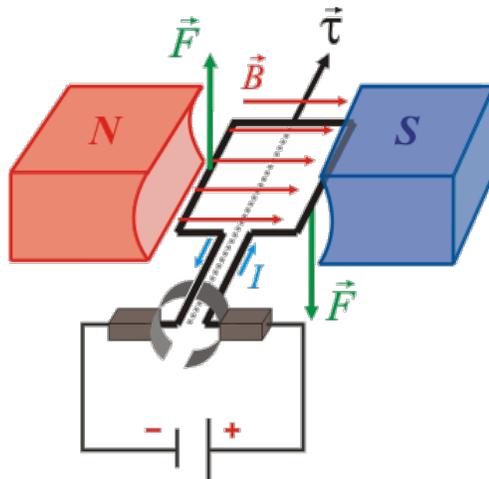


Actuadores básicos

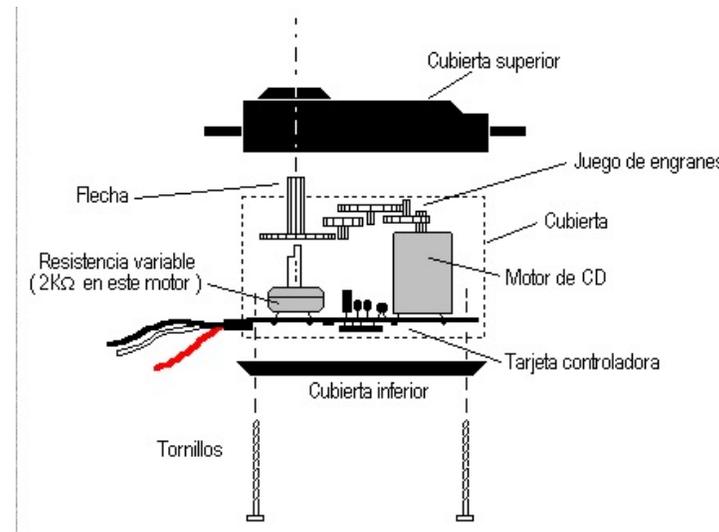
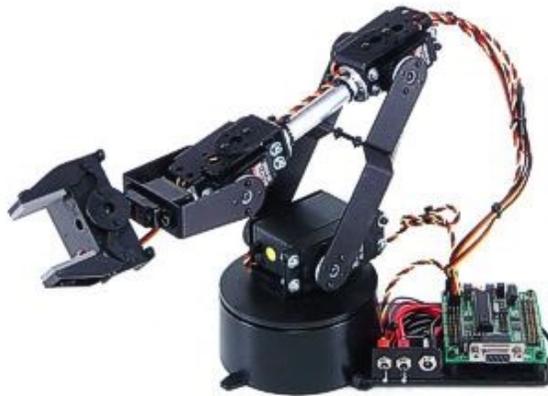
- Motores eléctricos
 - Convierte energía eléctrica en energía mecánica
- Motores hidráulicos:
 - Convierte variaciones en la presión hidráulica en energía mecánica
- Motores neumáticos
 - Convierte variaciones en la presión de aire en energía mecánica
- Menos utilizados por su escasa energía mecánica: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



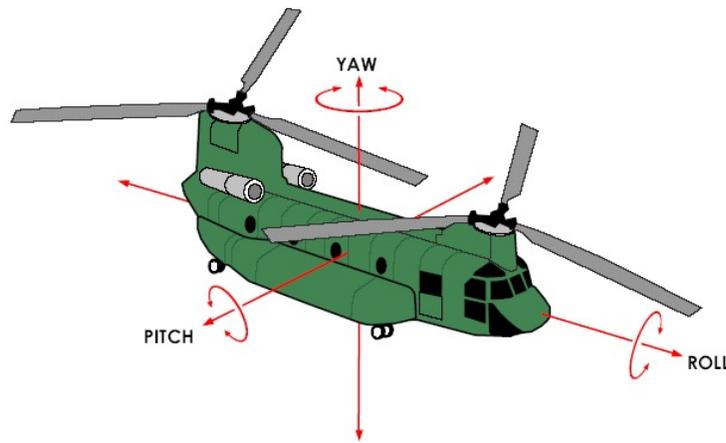
- Un motor de corriente continua recibe corriente eléctrica a través de dos conexiones y fluye por un cable creando un electroimán
- Este electroimán genera un campo magnético que reacciona contra imanes permanentes ubicados alrededor del cable logrando que la armadura comience a girar para igualar la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



- Son motores que permiten girar su eje a una posición específica (ángulo entre 0 y 180 en ambos sentidos)
- Existen servos de rotación continua donde se controla la velocidad de giro
- Están formados por:
 - Motor de CC + Engranajes reductores (aumentan el par)
 - Un sensor de la posición del eje para conocer cuánto está girando el motor y en qué dirección (potenciómetro)
 - Un circuito electrónico que controla el motor de CC, y que permite indicar cuánto girar y en qué dirección



- 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 en robótica
 - 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





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





Comunicación

- La comunicación puede ser unidireccional (altavoces, pantallas) o bidireccional (las antenas pueden ser efectores y sensores)
- Tecnologías de comunicación habituales en IA:
 - Bluetooth:
 - Comunicación inalámbrica por radiofrecuencia
 - Alcance de 5 a 10 m
 - Permite comunicación punto a punto
 - WI-FI:
 - Comunicación inalámbrica por radiofrecuencia
 - Alcance aproximado: 20 - 100 m



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





Bibliografía

- La guía de recursos adaptados para el Bloque II – Parte I proporcionada como material adjunto a esta sesión contiene una relación exhaustiva de bibliografía adaptada
- Recursos prácticos recomendados:
 - Sensores y actuadores básicos en robótica ([enlace](#))
 - Calculadora por voz de App Inventor ([enlace](#))
 - Unidad didáctica 2 del proyecto AI+ ([enlace](#)): sensores y actuadores en IA mediante App Inventor



Recurso práctico

Robótica inteligente



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.



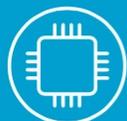
Emotion production

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.



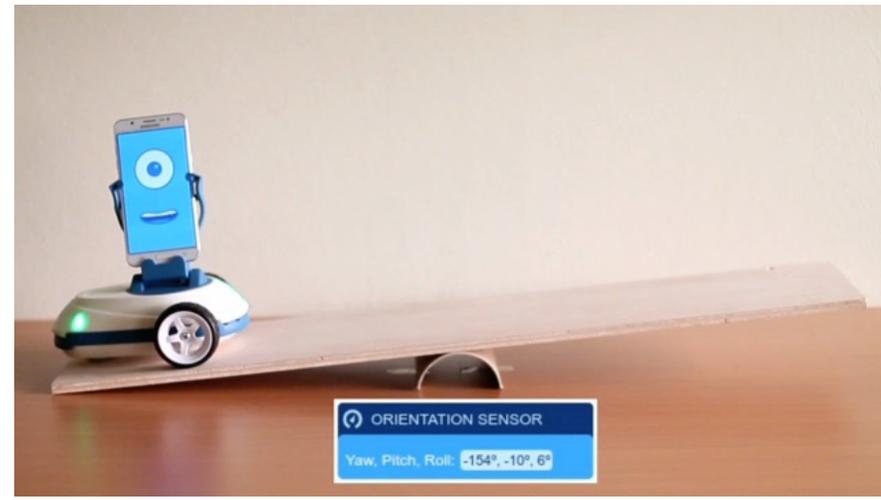
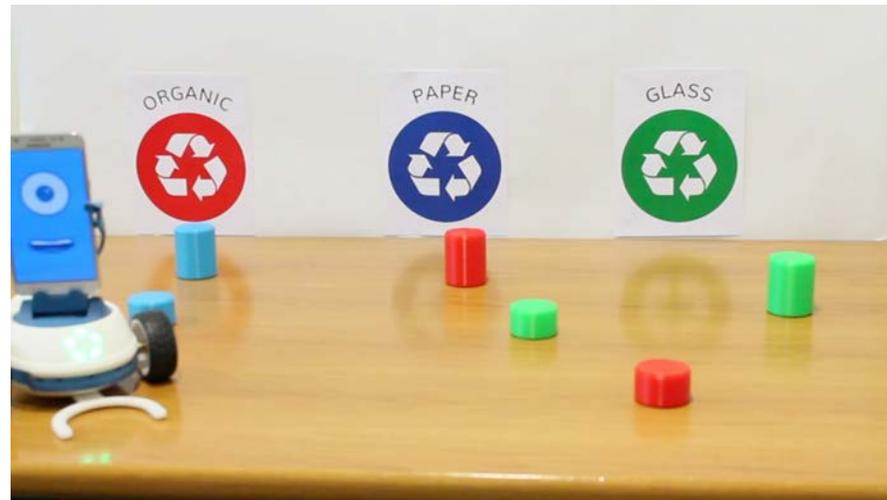
Communications

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





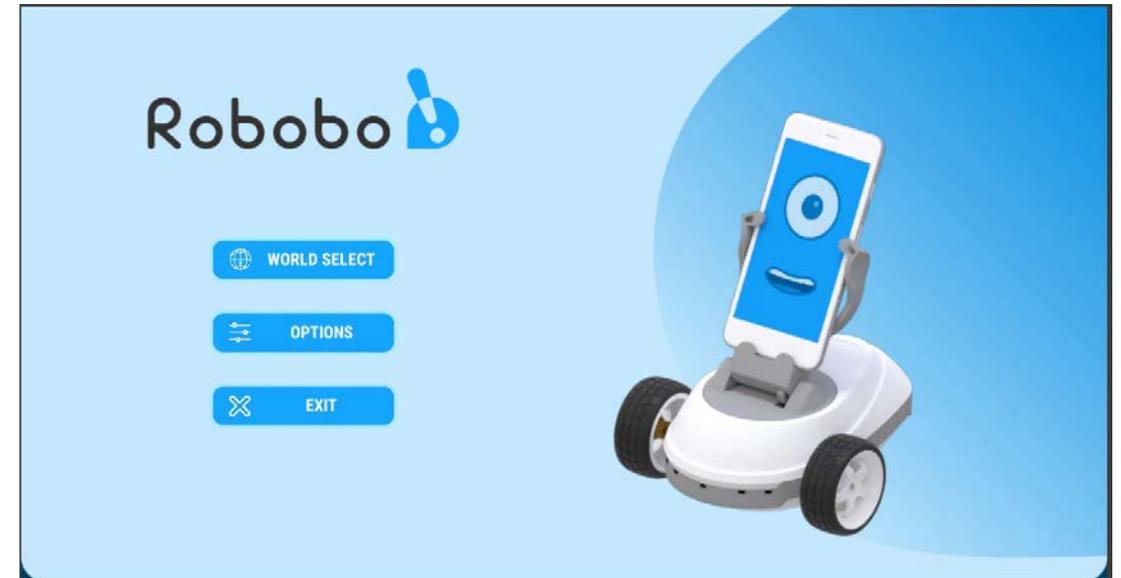
Pasos a seguir

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

- Desarrollado en el proyecto AI+
 - <http://aiplus.udc.es>
- Se encuentra en desarrollo
 - Todo el feedback que nos digáis será bienvenido!!



- Documentación básica
 - <http://education.theroboboproject.com/en/scratch3>
 - <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

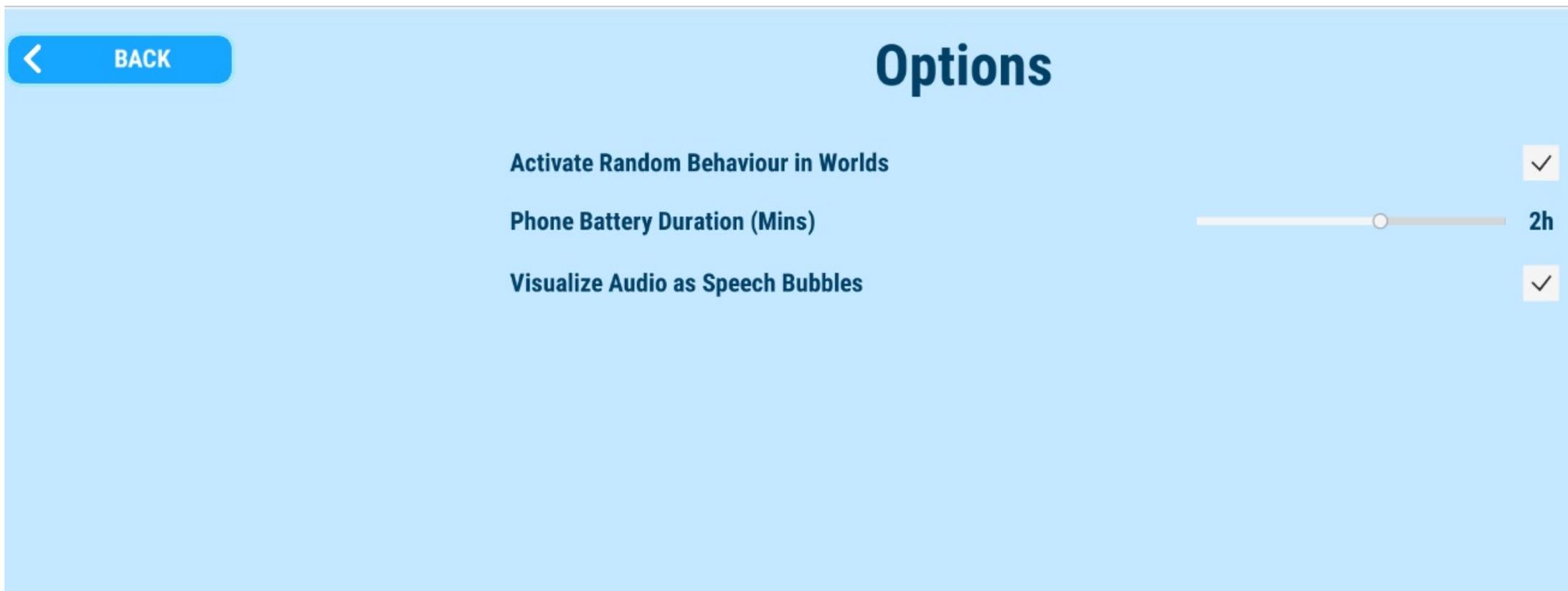


EXIT

- 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



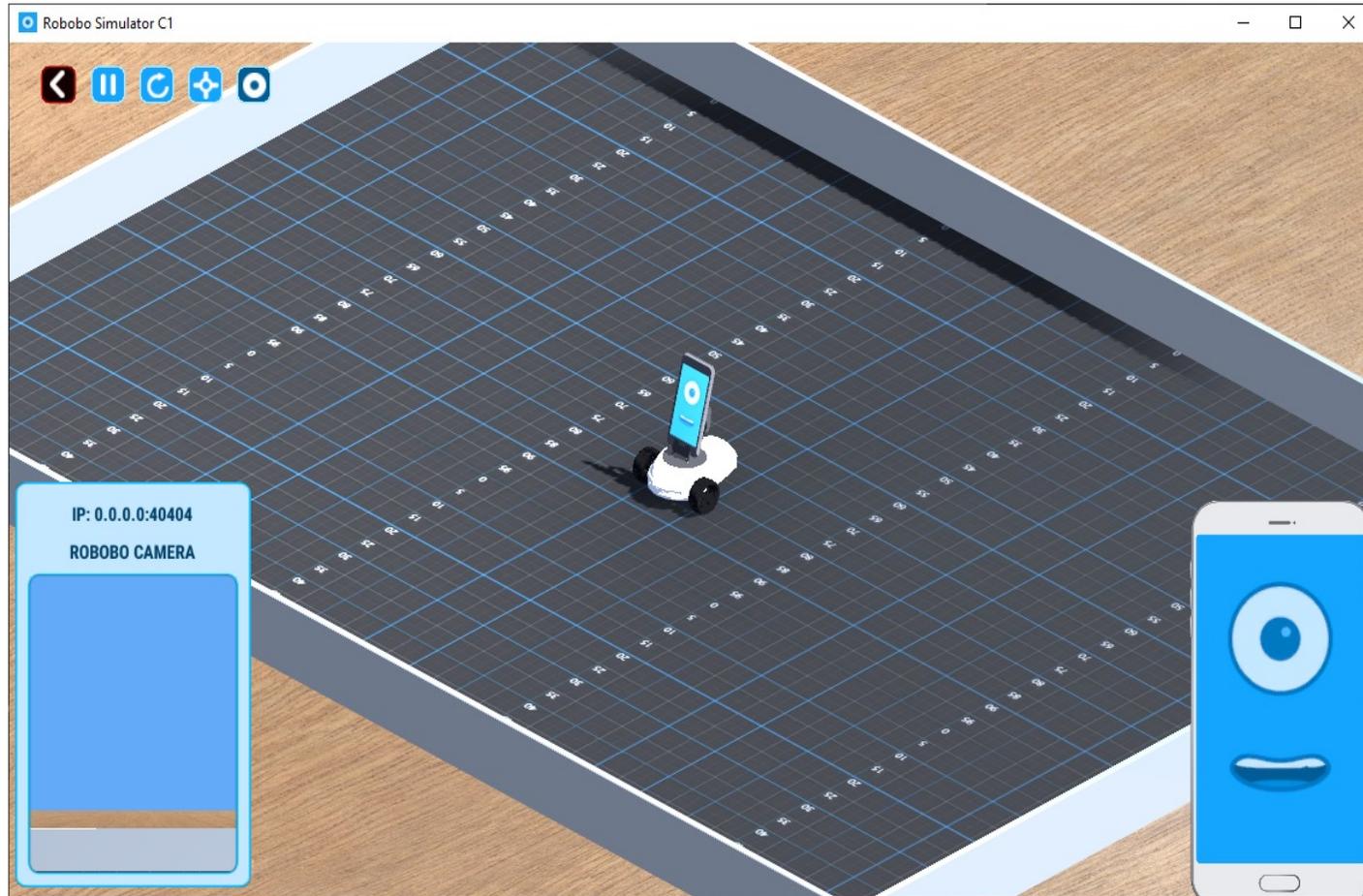


Interfaz





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.

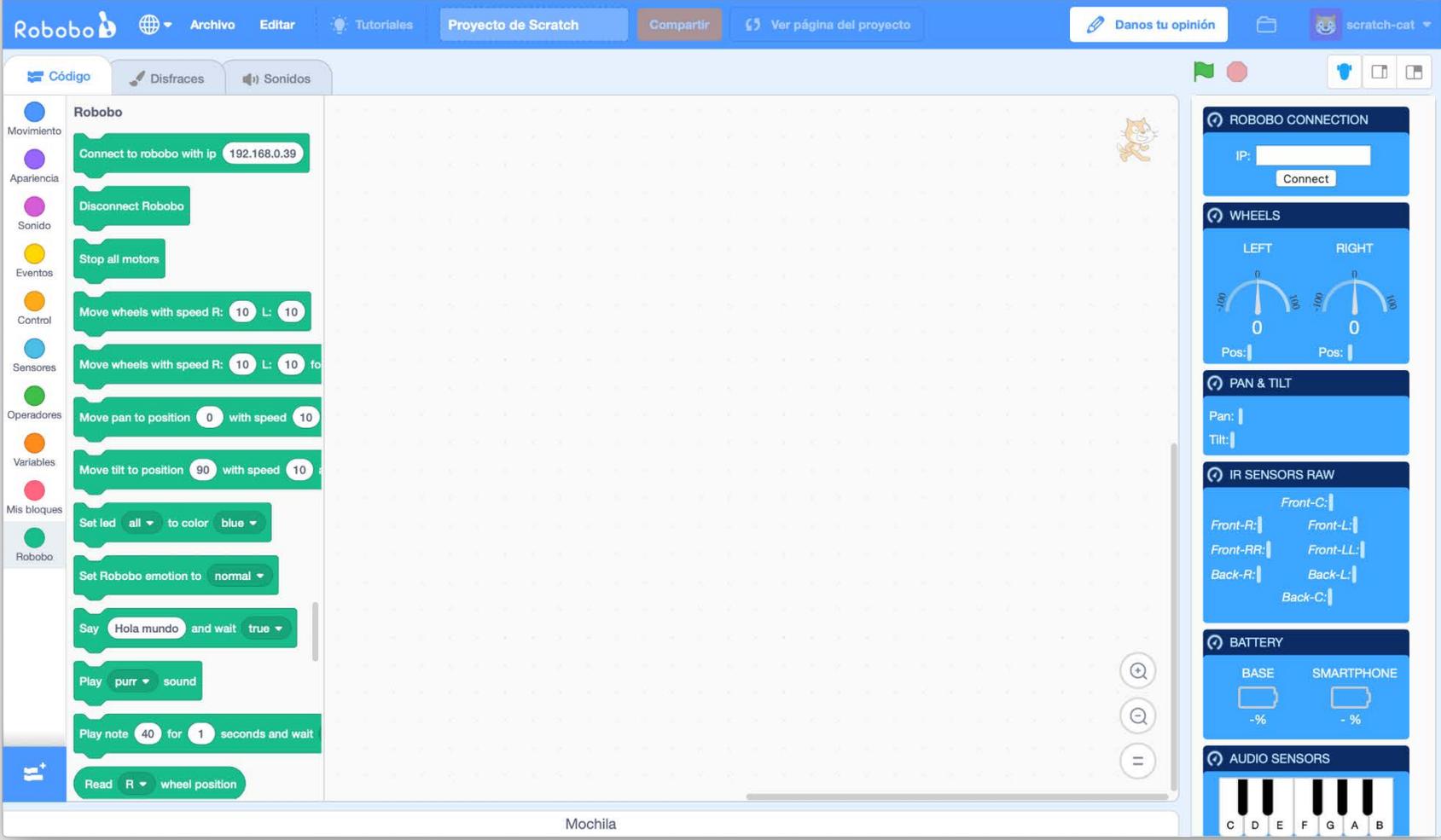


Controles por teclado

- **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 displays the Scratch 3 interface for a RoboCode project. The main workspace contains a script with 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 shows control panels for:

- ROBOBO CONNECTION: IP: [input field], Connect
- WHEELS: LEFT and RIGHT speed dials, Pos: [input field]
- PAN & TILT: Pan: [input field], Tilt: [input field]
- IR SENSORS RAW: Front-C, Front-R, Front-L, Front-RR, Front-LL, Back-R, Back-L, Back-C
- BATTERY: BASE and SMARTPHONE, -%
- AUDIO SENSORS: Piano keyboard with notes C, D, E, F, G, A, B



Bloques Scratch

The Events block palette in Scratch includes the following blocks:

- 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

The Variables and My Blocks block palettes in Scratch include the following blocks:

Variables:

- Make a Variable
- mi variable
- set mi variable to 0
- change mi variable by 1
- show variable mi variable
- hide variable mi variable

My Blocks:

- Make a List
- Make a Block

The Operators block palette in Scratch includes the following blocks:

- 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

The Control block palette in Scratch includes the following blocks:

- 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

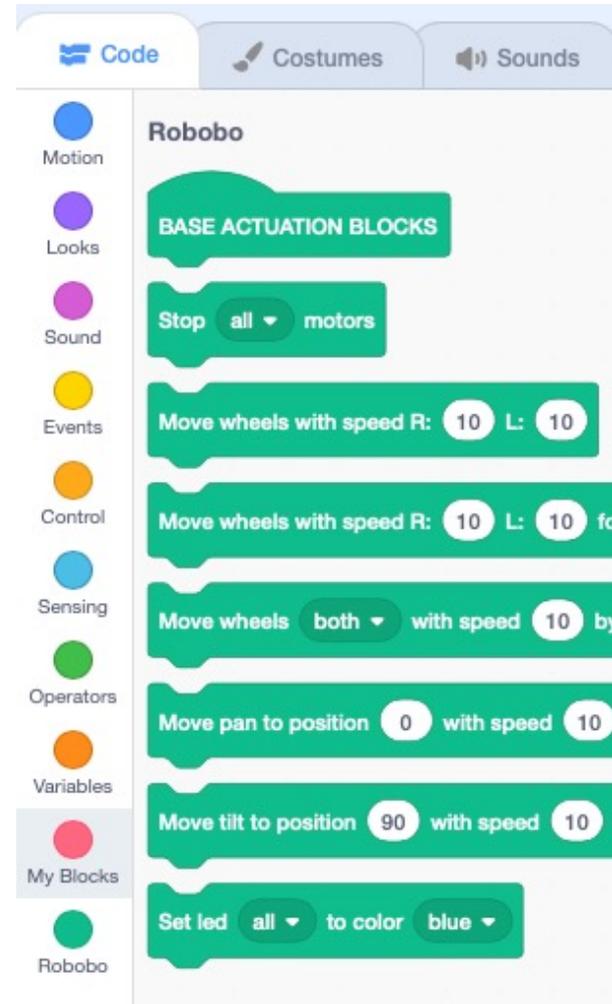
3. Smartphone:

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





Bloques de los actuadores de la base





Ejercicio 1: Ruedas

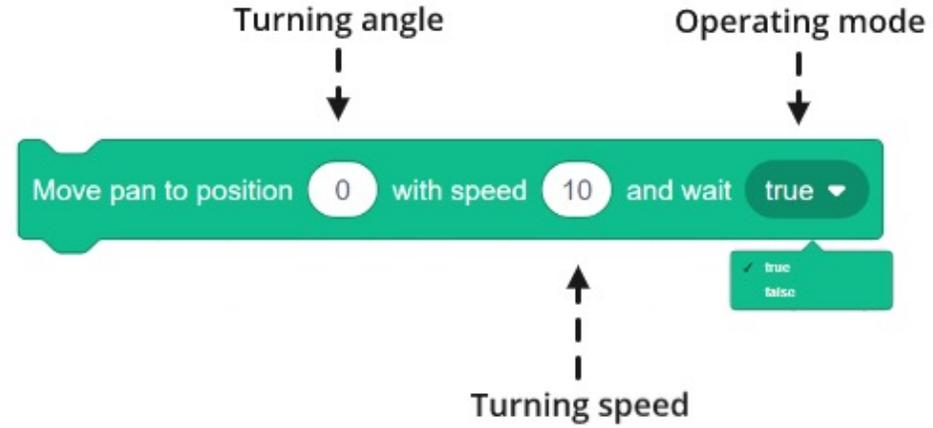
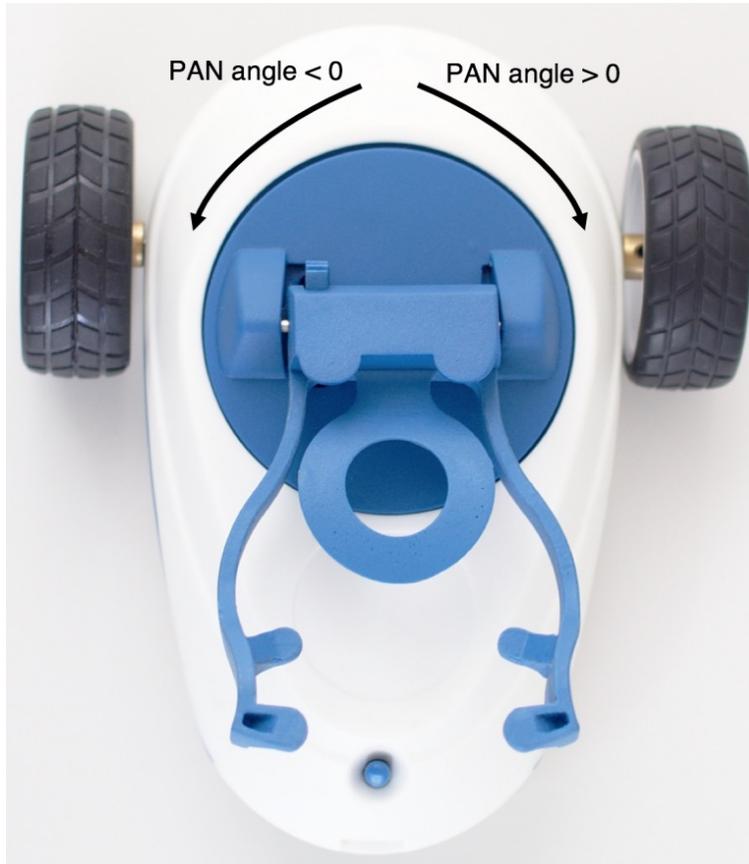
Id mirando los bloques en education.theroboboproject.com

1. Probar el comando tal y como está
2. Hacer que Robobo se mueva marcha atrás en línea recta durante 4 segundos
3. Hacer que el Robobo gire 360°
4. Hacer que Robobo gire 90° a la derecha y luego a la izquierda

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



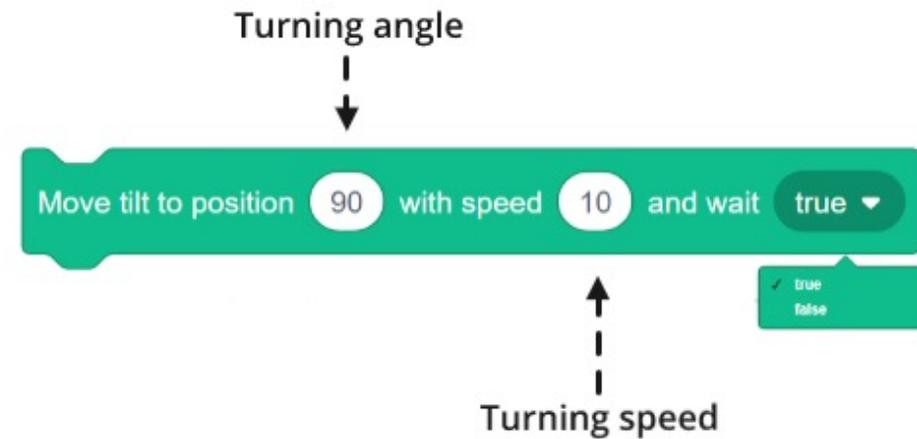
PAN - TILT





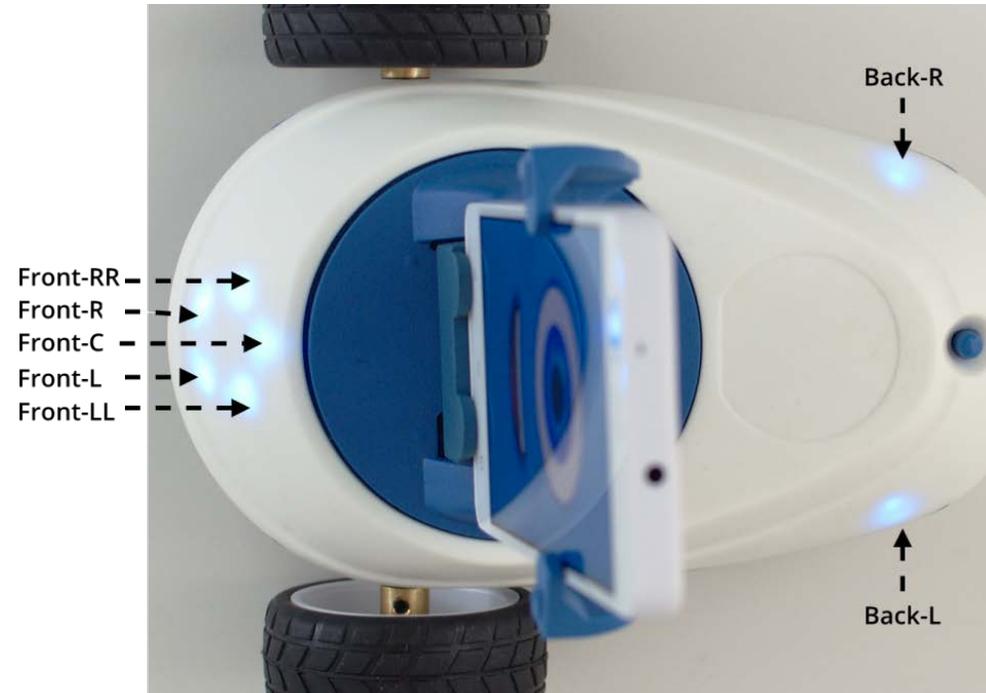
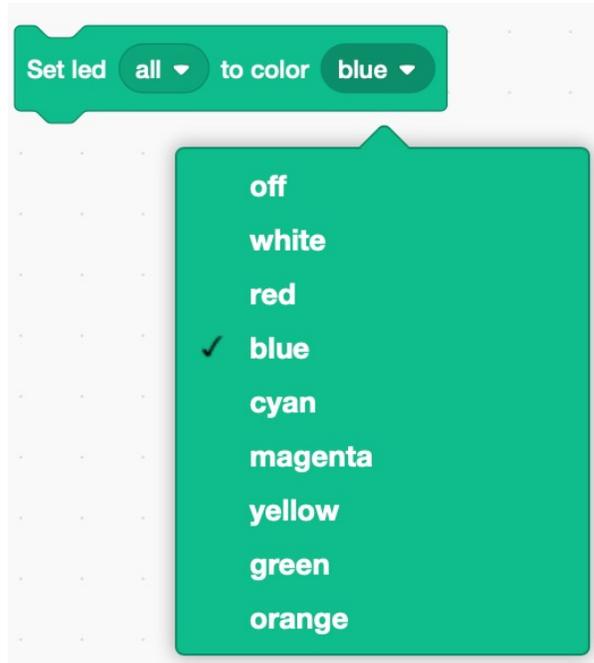
Ejercicio 2: PAN-TILT

- Intentar que Robobo se mueva recto mientras mueve el TILT hacia abajo



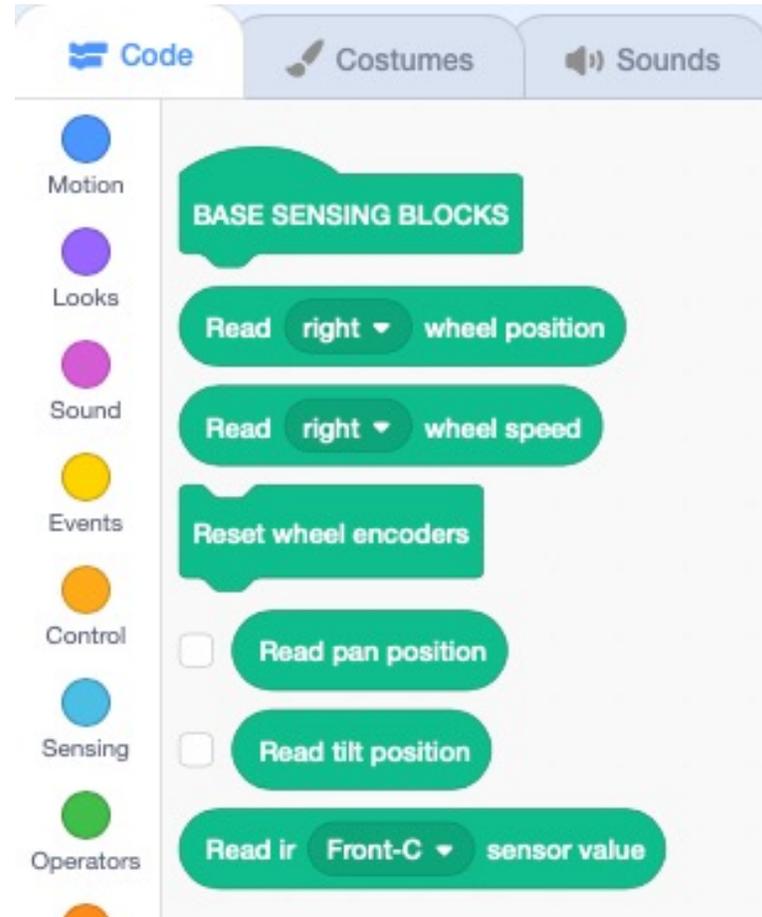


LEDs





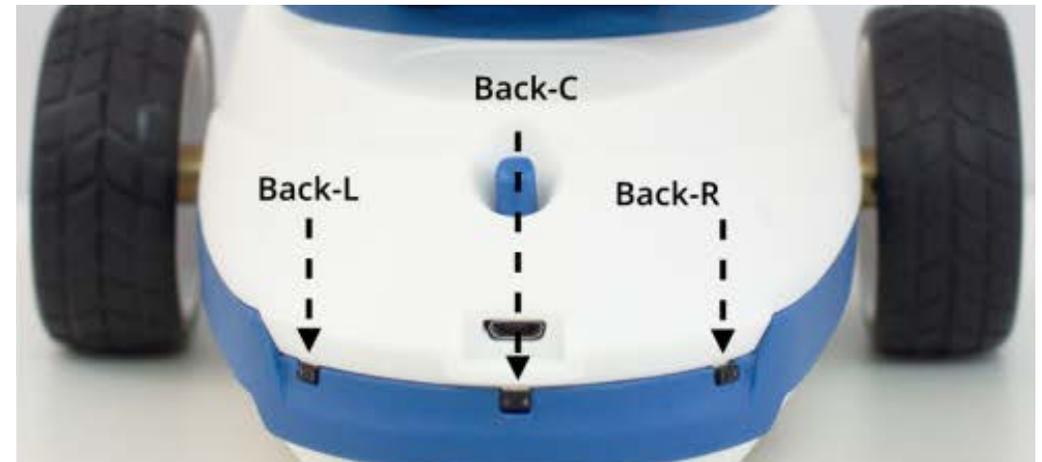
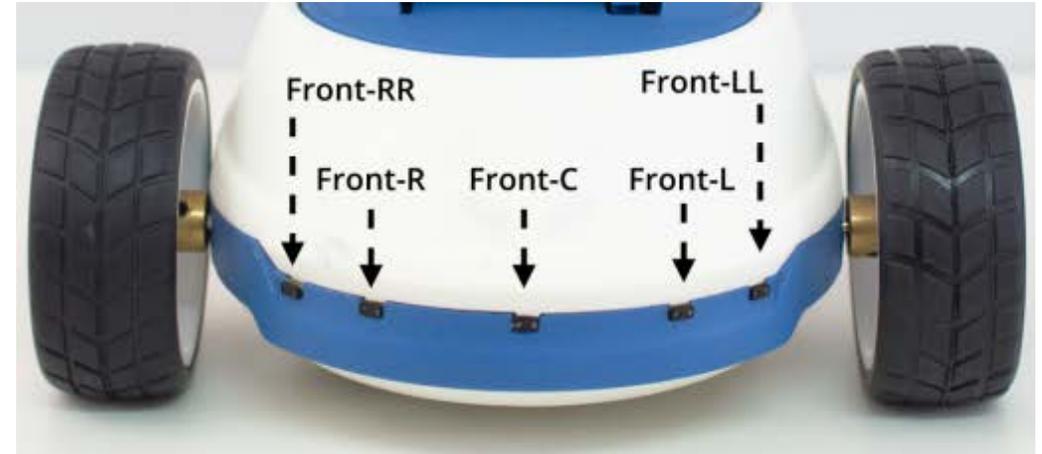
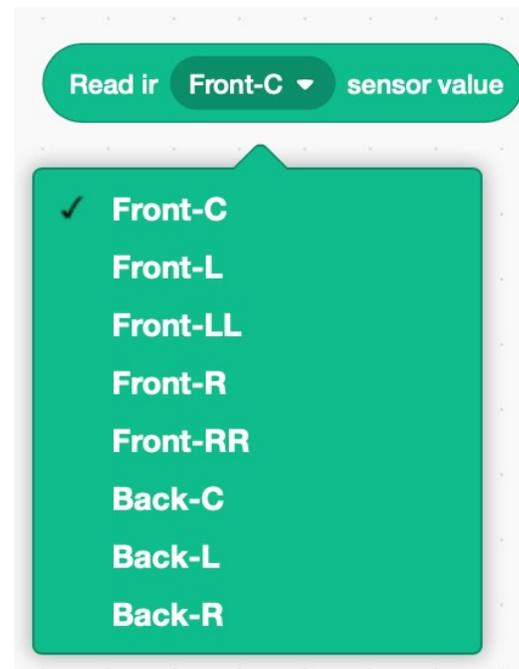
Bloques de los sensores de la base





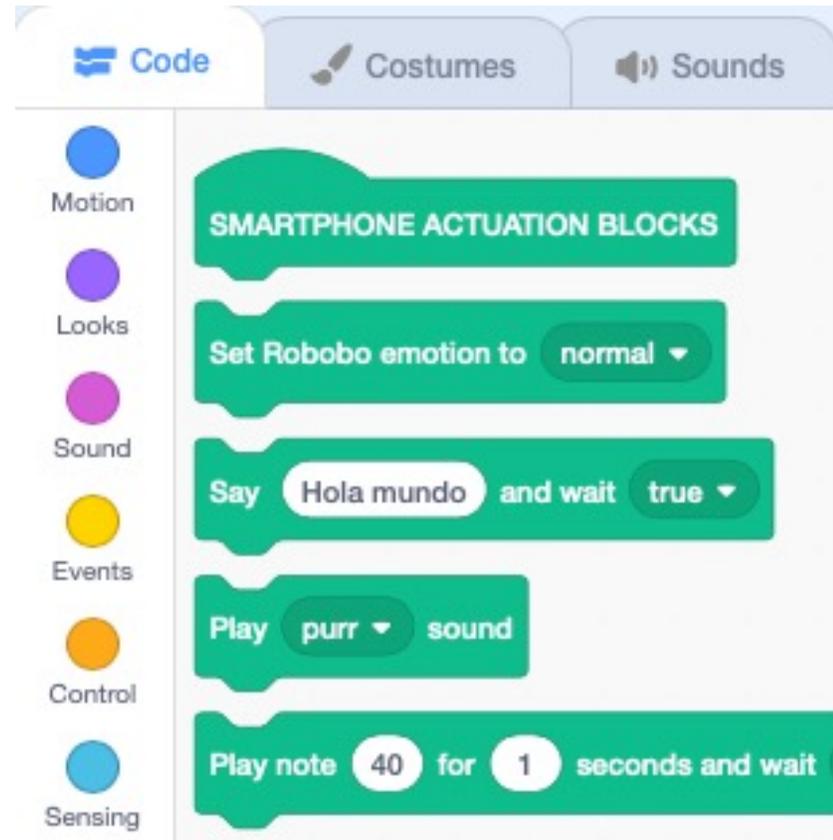
Ejercicio 3: Detección de distancias

- Acerca el robot a una pared y comprueba como varían los sensores IR en la pantalla de monitorización





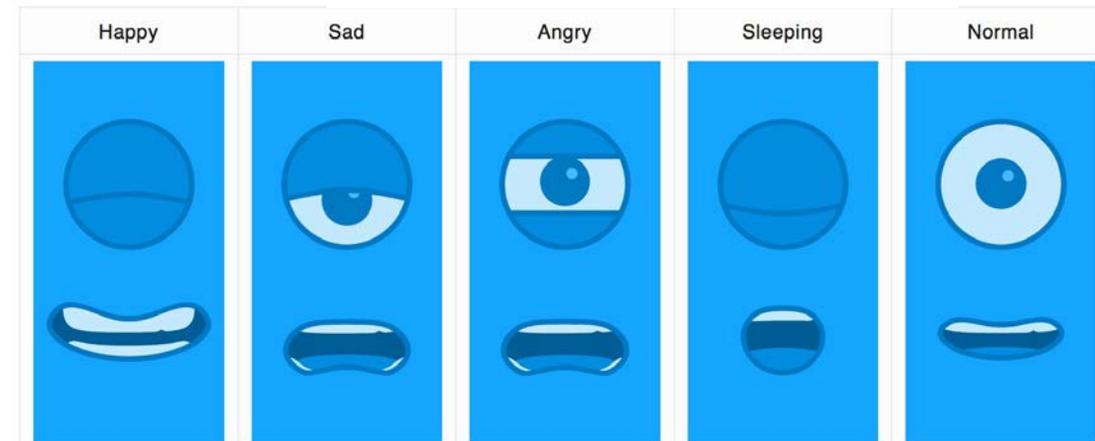
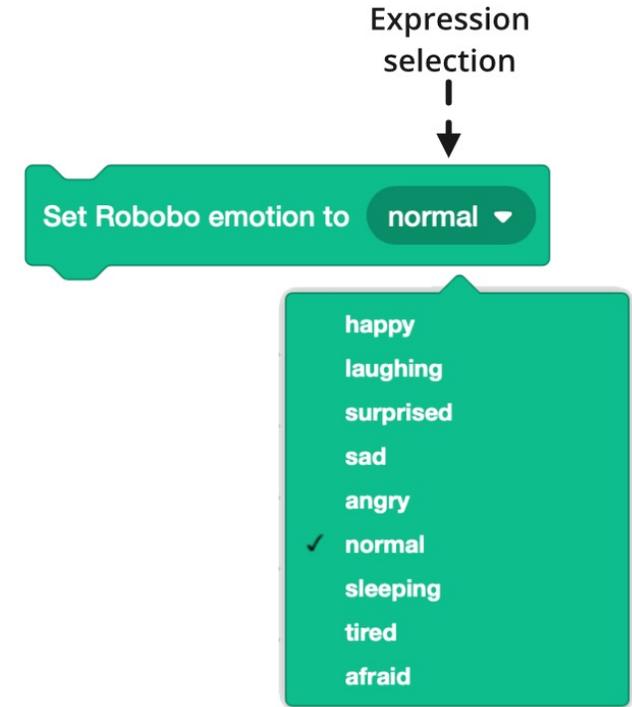
Bloques de actuación del Smartphone





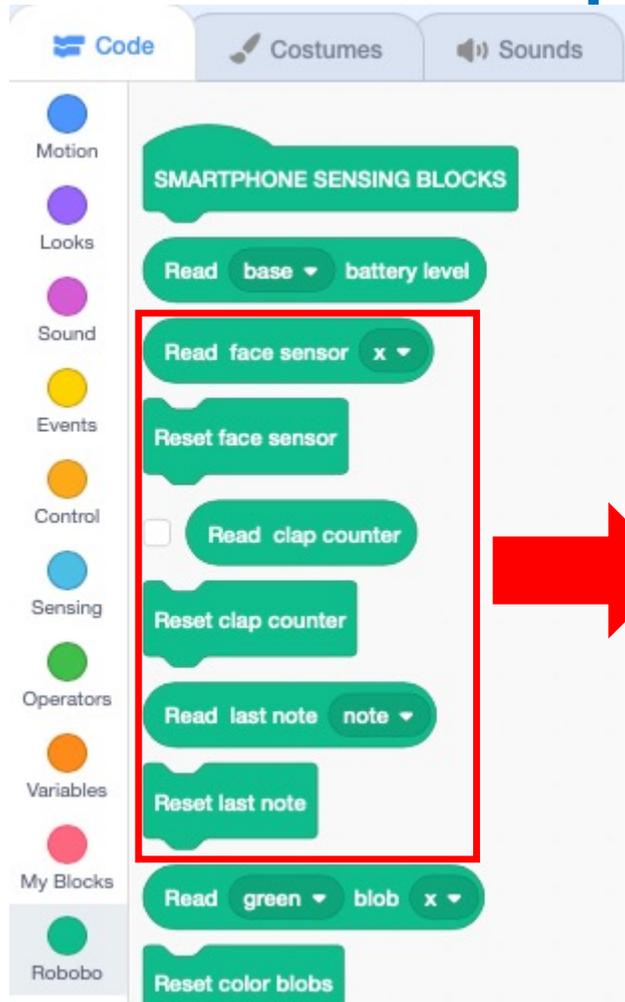
Ejercicio 4: Expresión de Robobo

1. Prueba las diferentes expresiones
2. Crear el siguiente programa:
 - Hacer que Robobo se mueva recto a una velocidad de 30 durante 5 segundos mostrando una cara HAPPY
 - Aceléralo a velocidad 80 durante 5 segundos cambiando la expresión a SURPRISED
 - Para el Robobo y mueve el TILT cambiando su expresión a AFRAID

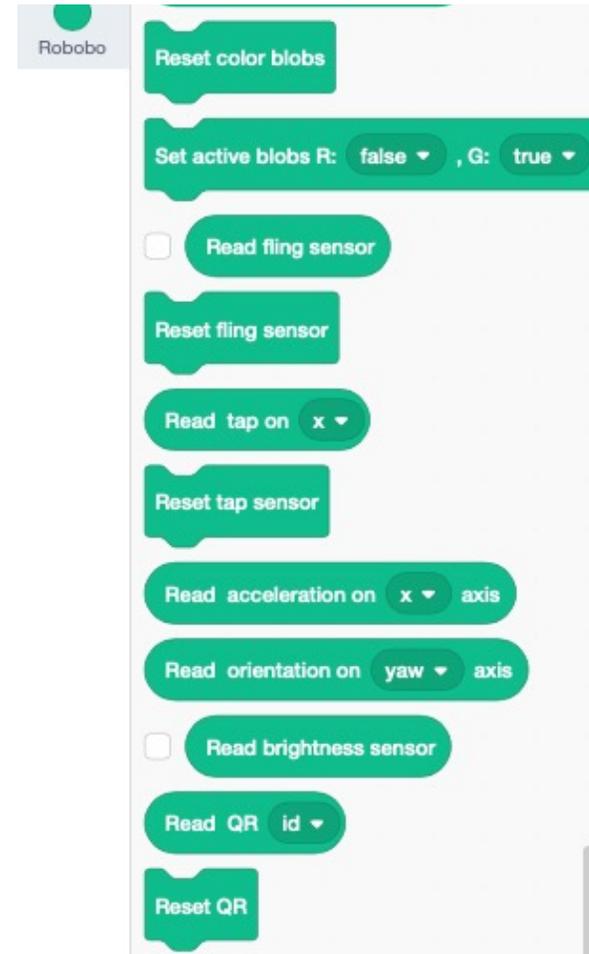




Bloques de los sensores del Smartphone



Por ahora,
solo el
robot real





Orientación

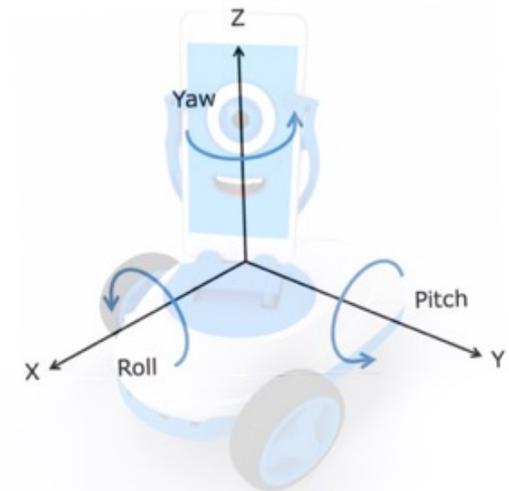
- Devuelve la orientación del smartphone según el ángulo de navegación escogido en el campo selección de ángulo. Como el smartphone está fijado a la base mediante el atril, esta orientación es la del propio Robobo.
- **RANGO:** De -180 a 180 grados en todos los ejes, según el esquema de ángulos de navegación de la figura.

selección
del ángulo



Read orientation on **yaw** axis

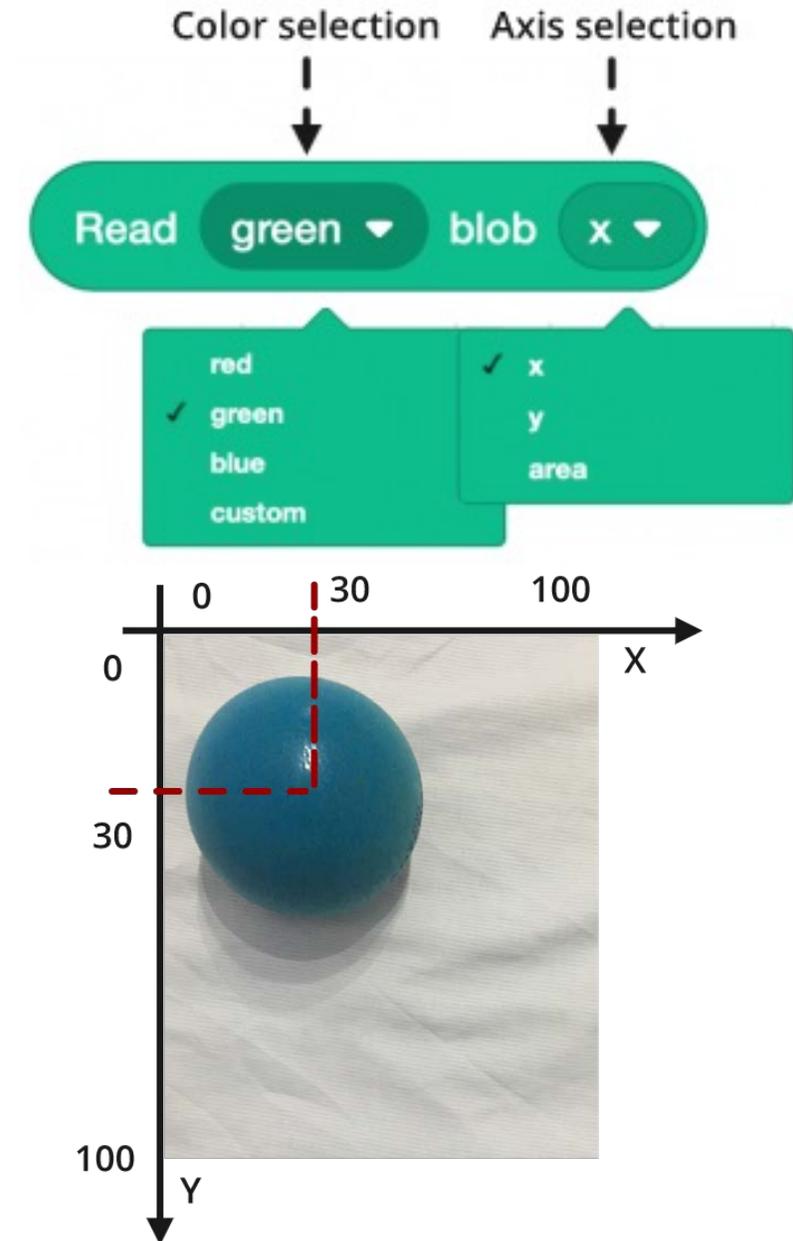
- ✓ yaw
- pitch
- roll





Ejercicio 5: Detección de color

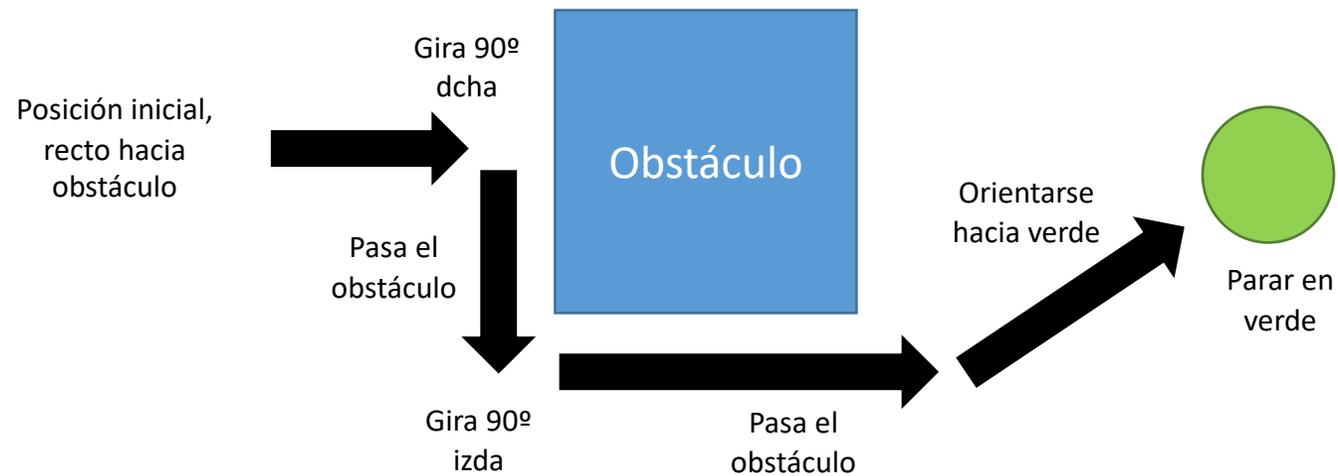
- Carga el mundo “4 cylinders”
- Haz que Robobo gire sobre sí mismo
- Comprueba la pantalla de monitorización
- Intenta que pare cuando se encuentre de frente a la bola verde





Reto 1

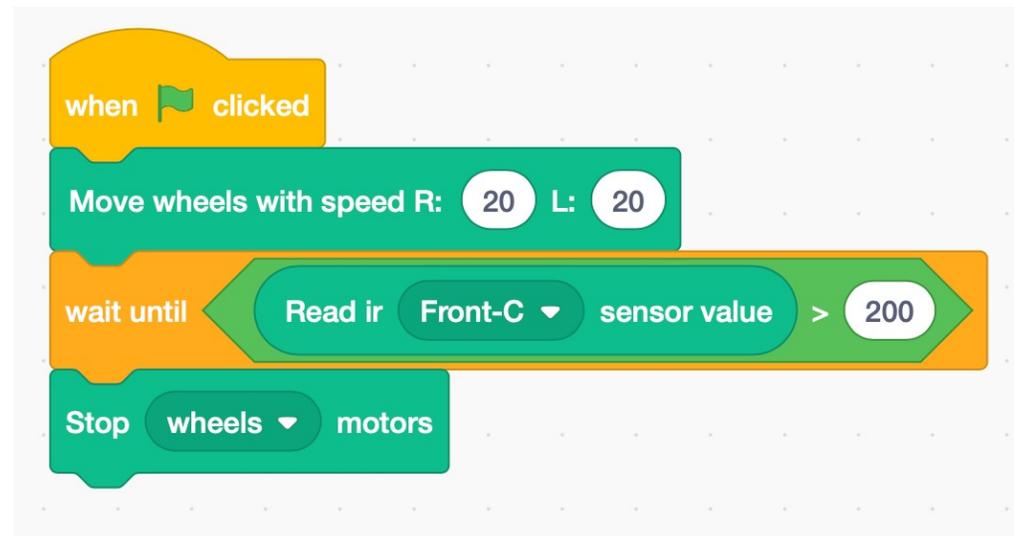
- Implementar un programa que permita a Robobo moverse en linea recta evitando obstáculos y que se detenga frente a la bola verde.
 - El obstáculo (caja) puede estar en cualquier posición (*robotica autónoma*)
 - **Activar el modo random en ROBOSIM**
 - El Robobo debe mostrar sus emociones con su cara, movimientos de cabeza y habla (*human-robot interaction*)





Paso 1: Parar delante del obstáculo

1. Es necesario el uso de sensores
2. Parar a 5 cm de la caja
 - Ajusta la velocidad y el rango del sensor IR
3. Intenta entender el bloque “wait until” y la comparación.



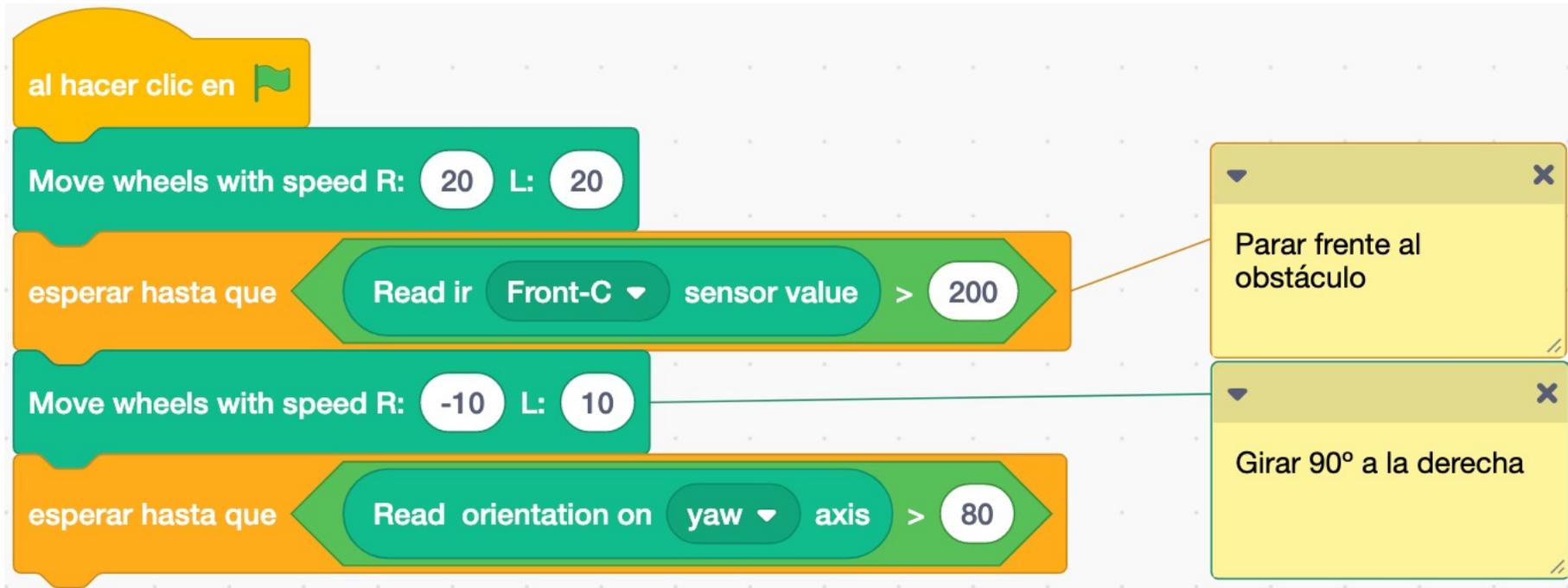


Paso 2: girar 90° a la derecha





Paso 2: girar 90° a la derecha



- ¿Por qué no ponemos 90 en la comparación?



Paso 3: pasar la caja

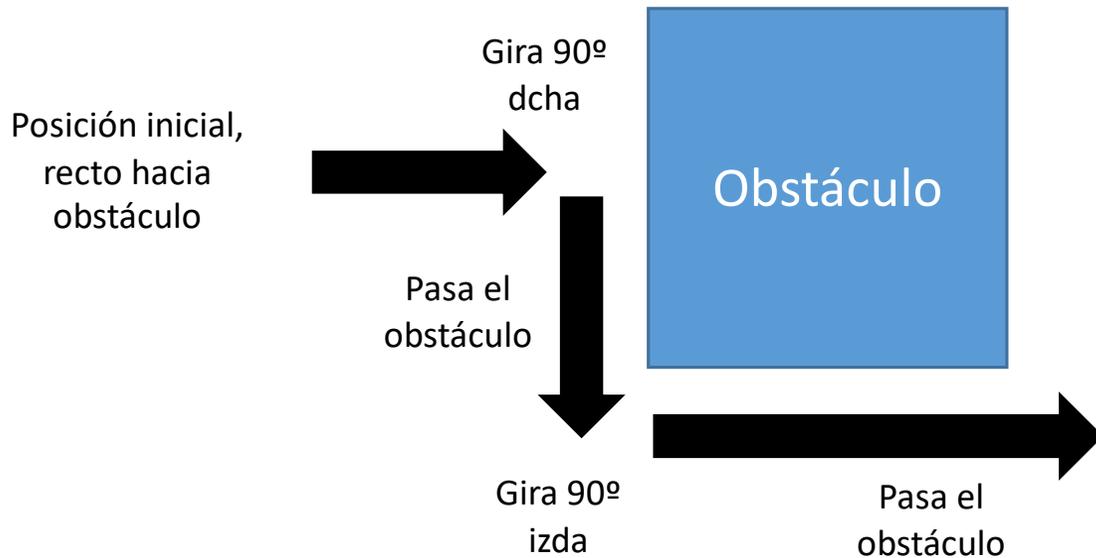
- Usando sensores IR

```
Scratch code blocks:  
1. Move wheels with speed R: 20 L: 20  
2. esperar hasta que Read ir Front-LL sensor value = 0  
3. Move wheels with speed R: 20 L: 20 for 2 seconds and wait: true  
Dialog box: Avanzar hasta que no se detecta la caja
```

- Importante: resolvemos la limitación de los sensores añadiendo un tiempo fijo, pero no es la solución ideal para un robot autónomo ¿ideas?



Paso 4: combinación de movimientos



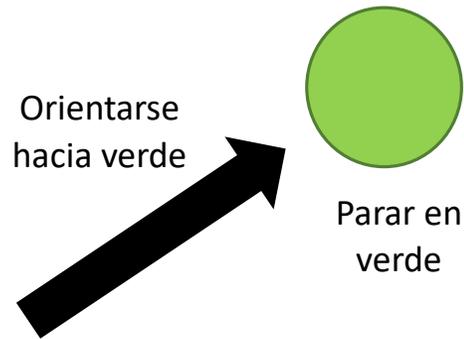
```
al hacer clic en [bandera]
  Move wheels with speed R: 20 L: 20
  esperar hasta que [Read ir Front-C sensor value > 200]
  Move wheels with speed R: -10 L: 10
  esperar hasta que [Read orientation on yaw axis > 80]
  Move wheels with speed R: 20 L: 20
  esperar hasta que [Read ir Front-LL sensor value = 0]
  Move wheels with speed R: 20 L: 20 for 2 seconds and wait: true
  Move wheels with speed R: 10 L: -10
  esperar hasta que [Read orientation on yaw axis < 15]
  Move wheels with speed R: 20 L: 20
  esperar hasta que [Read ir Front-LL sensor value = 0]
  Move wheels with speed R: 20 L: 20 for 2 seconds and wait: true
```

- Parar frente al obstáculo
- Girar 90° a la derecha
- Avanzar hasta que no se detecta la caja
- Girar 90° a la izda
- Avanzar hasta pasar la caja



Paso 5: ir hacia la bola de color

- Parar Robobo cuando detecta la bola de color cerca



al hacer clic en

Move wheels with speed R: 20 L: 20

esperar hasta que Read ir Front-C sensor value > 200

Move wheels with speed R: -10 L: 10

esperar hasta que Read orientation on yaw axis > 80

Move wheels with speed R: 20 L: 20

esperar hasta que Read ir Front-LL sensor value = 0

Move wheels with speed R: 20 L: 20 for 2 seconds and wait: true

Move wheels with speed R: 10 L: -10

esperar hasta que Read orientation on yaw axis < 15

Move wheels with speed R: 20 L: 20

esperar hasta que Read ir Front-LL sensor value = 0

Move wheels with speed R: 20 L: 20 for 2 seconds and wait: true

Move wheels with speed R: 5 L: -5

esperar hasta que Read green blob x > 20

Move wheels with speed R: 20 L: 20

esperar hasta que Read green blob area > 300

Stop wheels motors

Parar frente al obstáculo

Girar 90° a la derecha

Avanzar hasta que no se detecta la caja

Girar 90° a la izda

Avanzar hasta pasar la caja

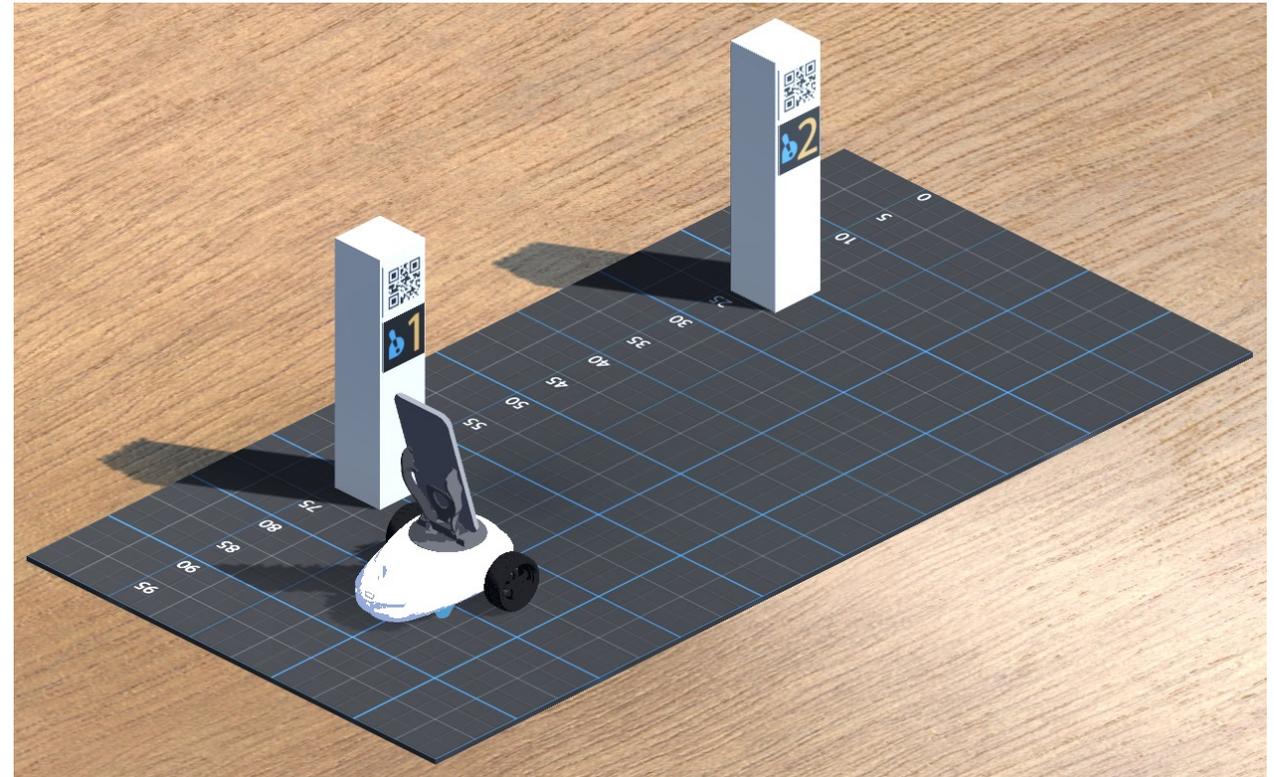
Girar hasta ver el verde centrado

Avanzar hasta estar cerca de la bola



Otros retos de robótica inteligente con RoboboSim

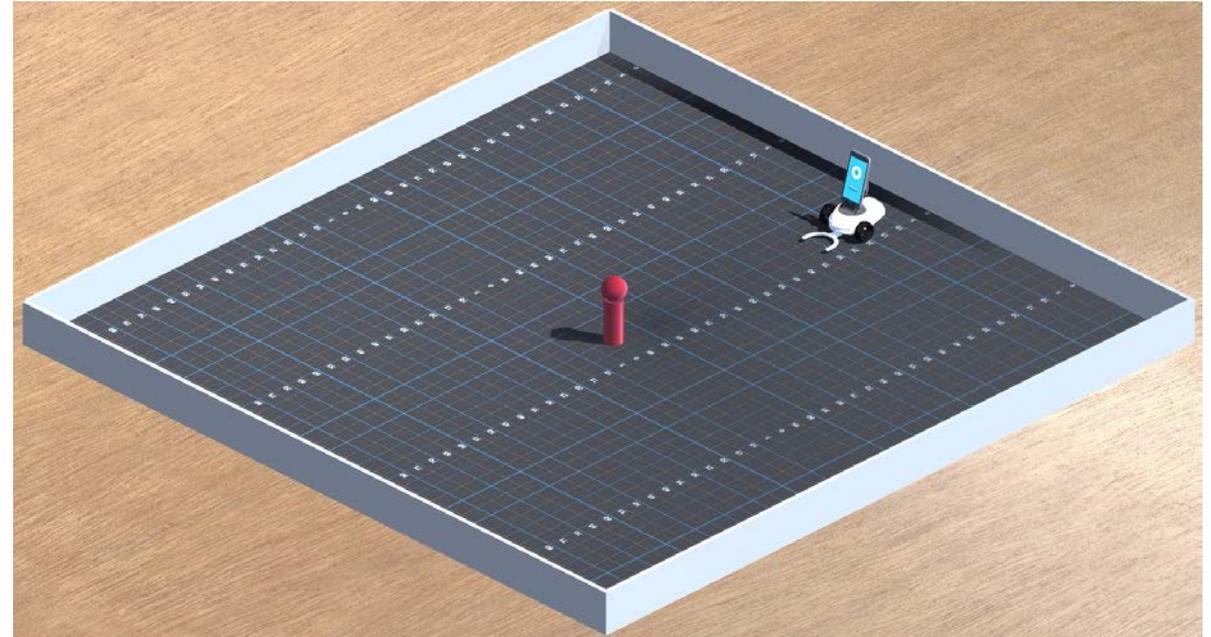
- Aparcamiento autónomo
 - Uso de QR
 - Adaptación al espacio





Otros retos de robótica inteligente con RoboboSim

- Capturar objeto
 - Debe no chocar
 - Tamaños variables
 - Debe capturar objeto con independencia de su posición





Otros simuladores

- Webots
 - <https://cyberbotics.com>
- Robotbenchmark
 - <https://robotbenchmark.net>
- Open Roberta Lab (limitado en IA)
 - <https://lab.open-roberta.org>