

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMIÁRIDO  
CURSO: CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

# Introdução à Robótica

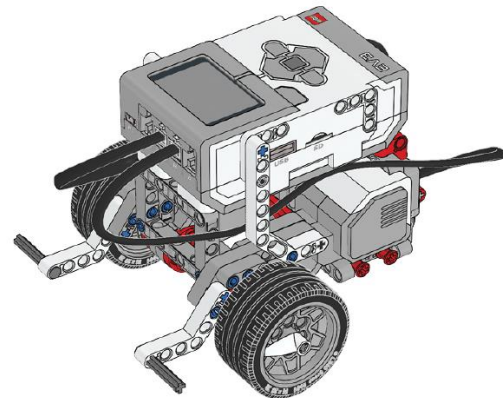
## Aula 04 - Sensores



Professora: Danielle Casillo

# Na aula de anterior ...

- **Manipulação**
  - Efetuadores finais
  - Teleoperação
  - Exoesqueletos
  - Revisão – Cinemática
- **Prática:** Montagem de um carro com duas rodas + roda de apoio



# Na aula de hoje ...

- **Sensores**

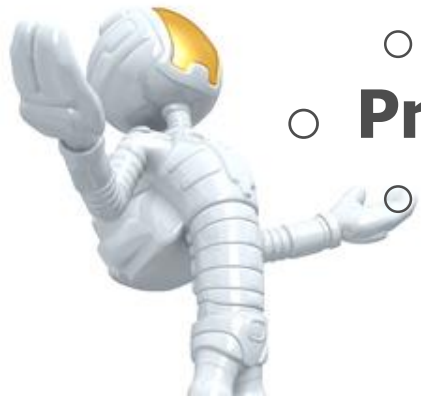
- Níveis de processamento
- Como você detectaria pessoas em um ambiente?
- Como você mediria a distância de um objeto?
- Fusão Sensorial

- **Sensores simples**

- Sensores passivos e ativos
- Interruptores (chaves)
- Sensores de luz
- Sensores de posição resistivos

- **Prática**

- Robô seguidor de linha



# O que está acontecendo?

- Nesta aula **vamos estudar** como **a capacidade de sentir do robô** influencia diretamente a sua capacidade de reagir, atingir metas e atuar com inteligência.
- **Um robô pode ter dois tipos de sensores** com base na fonte de informação que ele sente:
  - **Sensores proprioceptivos:** propriocepção é o processo de **sentir o estado de seu próprio corpo**.
  - **Sensores exteroceptivos:** exterocepção é o processo de **sentir o mundo ao redor do robô**.



“são dispositivos físicos que medem quantidades físicas”

This image displays a variety of electronic modules commonly used in Arduino projects. The modules include:

- Ultrasonic Sensor (HC-SR04):** A blue module with a blue PCB and a silver ultrasonic transducer.
- Temperature Sensor (DS18B1C):** A small black module with a single-pin header.
- Temperature and Humidity Sensor (DHT11):** A green module with a white sensor housing.
- Light Sensor (BH1750):** A small black module with a single-pin header.
- Relay Module:** A black module with a blue PCB and a silver relay component.
- Solenoid Actuator:** A yellow module with a blue PCB and a yellow solenoid coil.
- Motor Driver (L298N):** A green module with a black PCB and two large black heat sinks.
- Other modules:** Various other sensors and actuators, including a red module with a blue potentiometer, a blue module with a blue potentiometer, a green module with a green potentiometer, a black module with a black potentiometer, a blue module with a blue potentiometer, a green module with a green potentiometer, a black module with a black potentiometer, a blue module with a blue potentiometer, a green module with a green potentiometer, a black module with a black potentiometer, a blue module with a blue potentiometer, and a green module with a green potentiometer.

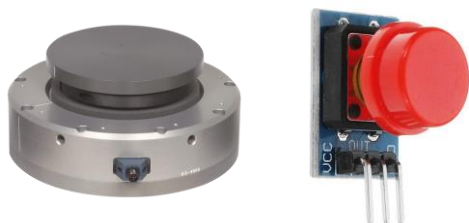


# Sensores

Propriedades físicas	Sensor
Contato	Sensor de colisão, interruptor
Distância	Ultrassom, radar, infravermelho
Nível de luz	Fotocélulas, câmeras
Nível de som	Microfones
Esforço	Extensômetros
Rotação	Codificadores e potenciômetros
Aceleração	Acelerômetro, giroscópios
Magnetismo	Bússolas
Cheiro	Sensores químicos
Temperatura	Termômetros, infravermelho
Inclinação	Inclinômetros, giroscópios
Pressão	Manômetros
Altitude	Altímetros



# Sensores



Sensor de colisão / interruptor



Ultrassom / radar / infravermelho



Fotocélulas / câmeras



Microfones



Extensômetros



Potenciômetros





# Sensores



Acelerômetros / giroscópios



Termômetro/ infravermelho



Módulo Bússola



Inclinômetro



Manômetro



Altímetro





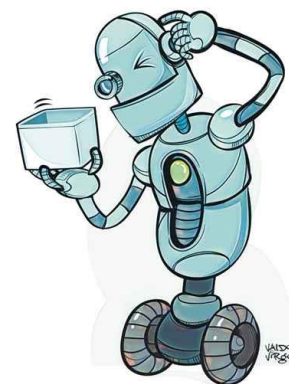
# Sensores

- Um dos grandes desafios da robótica: **incerteza**
- Refere-se à **incapacidade do robô de ter certeza**, de saber com exatidão sobre seu próprio estado e seu ambiente, para tomar medidas em todos os momentos
- A incerteza vem de uma variedade de fontes:
  - **Ruído e erro dos sensores;**
  - **Limitações dos sensores;**
  - **Ruído e erro dos atuadores e efetadores;**
  - **Estado oculto e parcialmente observável;**
  - **Falta de conhecimento prévio sobre o ambiente ou um ambiente em constante mudança**



# Sensores

- Ainda sobre a incerteza:
  - Os robôs devem sobreviver e trabalhar em um mundo real bagunçado, barulhento e desafiador.
  - Sensores são janelas para esse mundo, e na robótica essas janelas são, até agora, muito pequenas, sendo difícil ver através delas, metaforicamente falando.



# Sensores

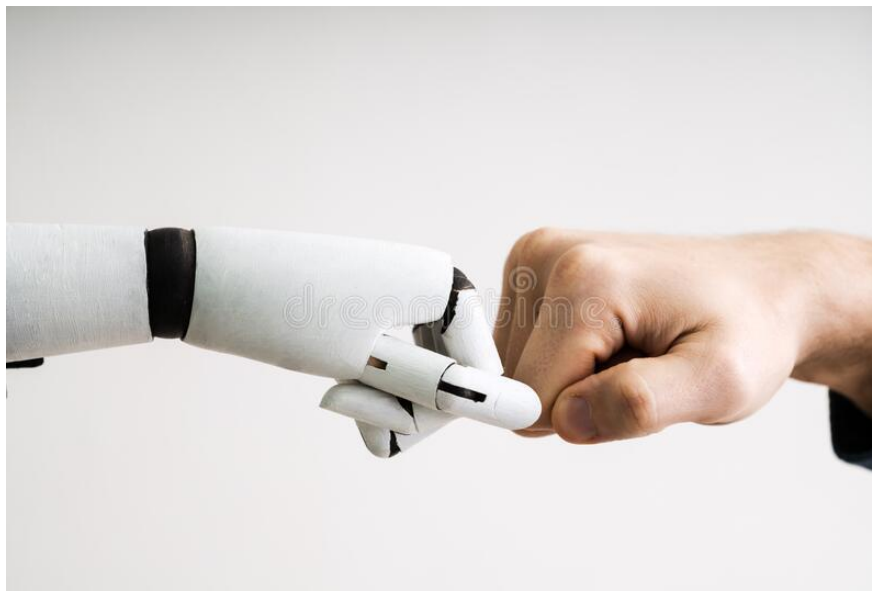
Sensores não fornecem o estado. Eles fornecem as medidas brutas das quantidades, que normalmente têm de ser processadas para serem úteis a um robô.

- Quanto mais informações um sensor fornece, mais processamento é necessário.
- Existem duas maneiras pelas quais a informação sensorial pode ser tratada:
  - **“Dada essa leitura sensorial, o que devo fazer?”**
  - **Dada essa leitura sensorial, como era o mundo quando a leitura foi realizada?**



# Sensores

Se o interruptor do robô indicar que ele bateu em alguma coisa, isso é tudo o que o robô sabe; ele não pode deduzir mais nada, tal como forma, cor, tamanho ou qualquer outra informação sobre o objeto com o qual entrou em contato.



# Níveis de processamento

## Eletrônica

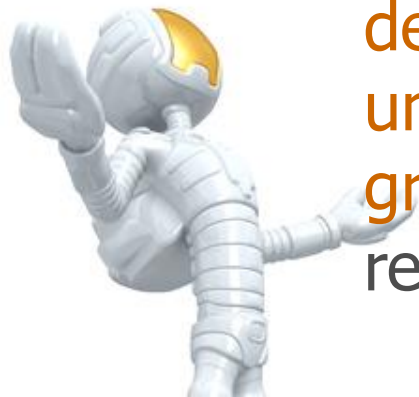
- Suponhamos que o robô tenha um sensor do tipo **interruptor** para detectar a colisão com obstáculos.
- Para descobrir **se o interruptor está aberto ou fechado**, é preciso medir a **tensão no circuito**. Isso é feito usando a eletrônica



# Níveis de processamento

## Processamento de sinais

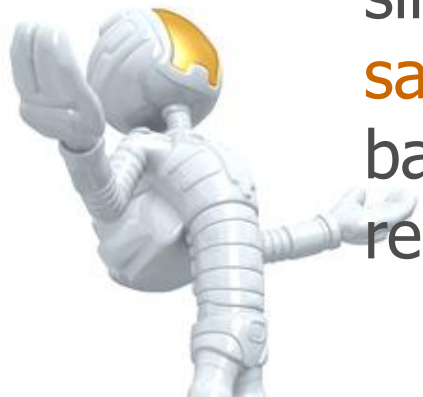
- Suponhamos que esse robô tenha um microfone como sensor para o reconhecimento de voz.
- Além do processamento eletrônico, ele necessitará separar o sinal de qualquer ruído de fundo e, em seguida, compará-lo com uma ou mais vozes armazenadas em um grande banco de dados, a fim de executar o reconhecimento.



# Níveis de processamento

## Computação

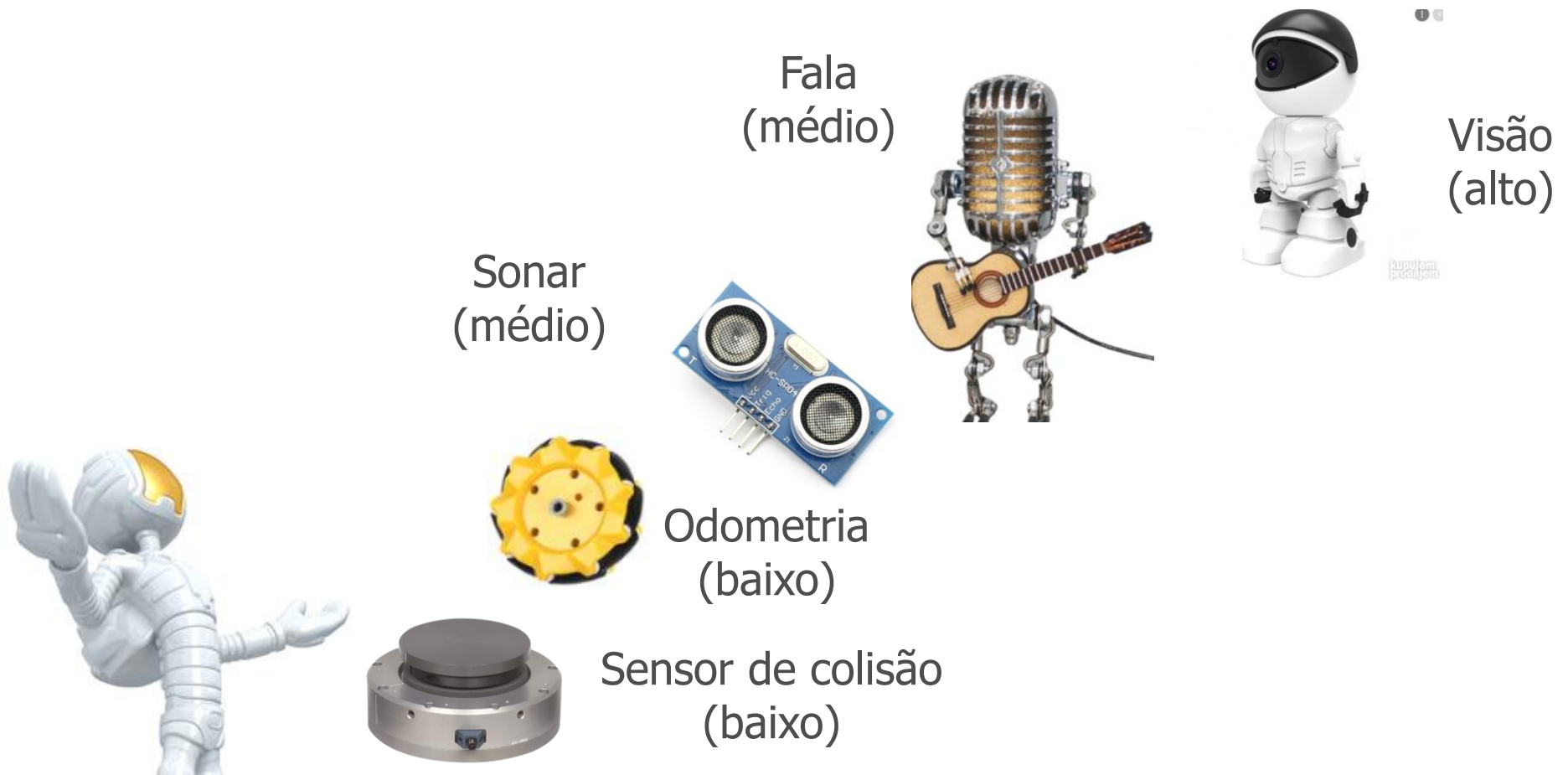
- Suponhamos que esse robô tenha uma câmera para encontrar a sua avó no quarto.
- Além do processamento eletrônico e de sinais, ele precisará encontrar objetos na sala, para então compará-los com um grande banco de dados, no intuito de tentar reconhecer a avó.





# Níveis de processamento

## Níveis de processamento sensorial



# Níveis de processamento

- Dado que uma grande quantidade de processamento pode ser necessária para a percepção, já podemos ver que um robô precisa de algum tipo de cérebro:
  - Capacidade de processamento digital;
  - Fios para interligar todo o conjunto;
  - Eletrônica de suporte para o computador;
  - Baterias para fornecer energia a todo o conjunto



# Como você detectaria pessoas em um ambiente?

- A resposta óbvia é a utilização de uma **câmera**, mas essa é a solução menos direta para o problema, uma vez que **envolve uma grande quantidade de processamento**.
- Outras formas de detectar pessoas em um ambiente:
  - **Temperatura** (corpo humano)
  - **Movimento** (há pessoas onde antes era estático)
  - **Cor** (cor da pele, roupas, uniforme)
  - **Distâncias** (faixa de distância que era aberta e torna-se bloqueada)



# Como você mediria a distância de um objeto?

- **Sensores de ultrassom** (medições de distância diretamente)
- **Sensores infravermelho** (intensidade do sinal retornado)
- **Duas câmeras** (calcular a distância e a profundidade)
- **Câmera** (calcular a distância/profundidade usando perspectiva)
- **Laser e câmera fixa** (triangular a distância)



# Fusão sensorial

Combinação de vários sensores para obter melhores informações sobre o mundo

- Devemos considerar o fato de que **todo sensor tem algum ruído ou imprecisão.**
- Combinar vários sensores resultam em mais ruídos, imprecisões e conseqüentemente mais incertezas sobre o mundo.
- Além de que **sensores diferentes dão tipos diferentes de informações.**



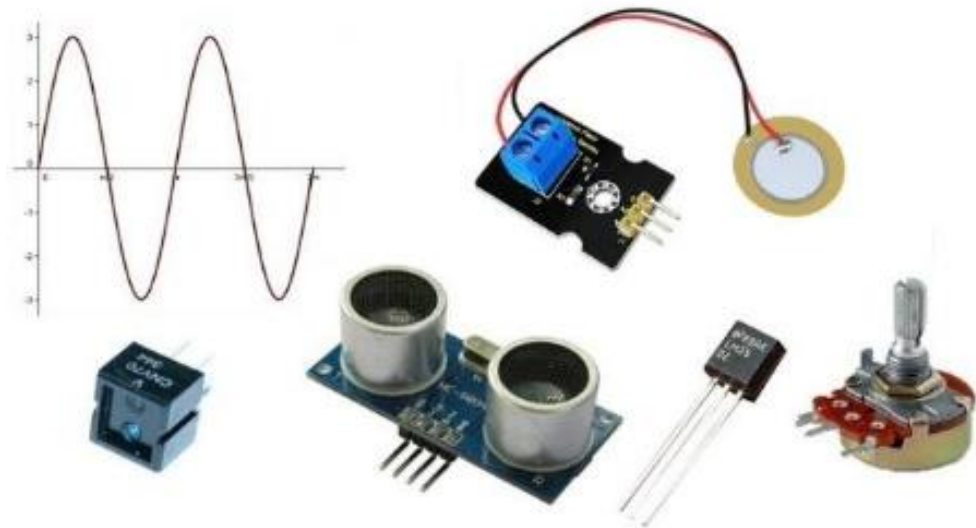
# Sensores simples



# Acenda a luz!

“Podemos considerar um sensor simples se ele não requer uma grande carga de processamento para produzir informações úteis ao robô”

Maja J. Maratic, 2014

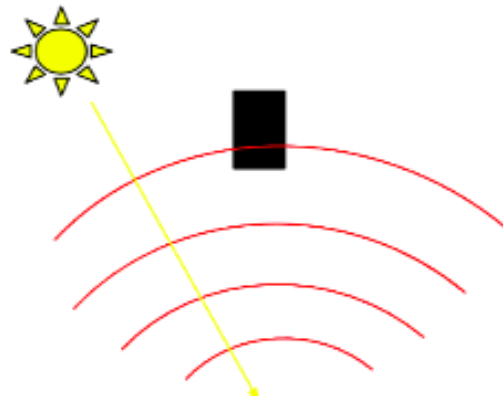




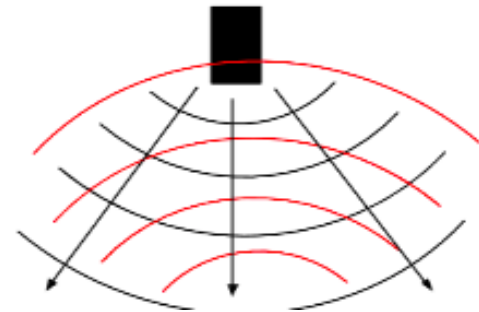
# Sensores Passivos x Ativos

- Os **sensores passivos** medem uma **propriedade física do ambiente**. Consistem em um detector, que recebe a propriedade a ser medida.
- Os **sensores ativos** fornecem seu **próprio sinal/estímulo** e usam a interação desse sinal com o ambiente como a propriedade a ser medida.

SENSOR PASSIVO



SENSOR ATIVO



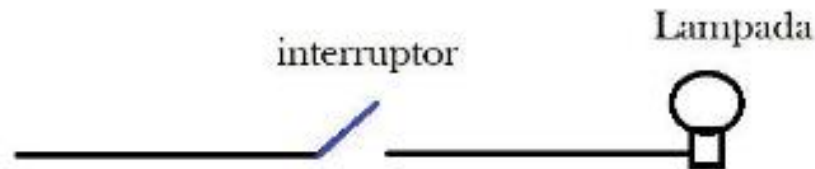
# Sensores

O que determina se um **sensor é complexo** ou não é a **quantidade de processamento** que seus dados requerem, enquanto o que determina se um **sensor é ativo** ou não é o seu **modo de operação**.



# Interruptores (chaves)

- São os mais simples de todos. Fornecem informação no nível eletrônico, uma vez que se baseiam no princípio de **um circuito que pode estar aberto ou fechado.**



quando esta aberto a energia não passa e a lampada não acende



quando está fechado, a energia passa e a lâmpada acende



# Interruptores (chaves)

- **Sensores de contato:** detectam quando o sensor entrou em contato com outro objeto
  - Ex: acionados quando um robô atinge um muro ou pega um objeto
- **Sensores de fim de curso:** detectam quando um mecanismo se moveu para o fim de seu curso
  - Ex: acionados quando uma pinça está totalmente aberta



# Interruptores (chaves)

- **Sensores codificadores de eixo (tacômetro)**: detectam quantas vezes o eixo do motor gira, pois recebem um clique do interruptor cada vez que o eixo gira.



# Sensores de Luz

Além de ser capaz de detectar o contato com objetos, um robô deve ser capaz de detectar áreas escuras e iluminadas do ambiente.



- Medem a quantidade de luz que incide em uma fotocélula.
- Fotocélulas são sensíveis à luz e tal sensibilidade se reflete na resistência do circuito a que elas estão conectadas.



# Sensores de Luz

- A resistência de uma fotocélula é baixa quando é iluminada, indicando uma luz brilhante, e é alta quando está escuro.
- Na verdade, um sensor de luz é um sensor de "escuro"
- A linha ondulada é a parte fotoresistiva, que sente/responde à luz do ambiente





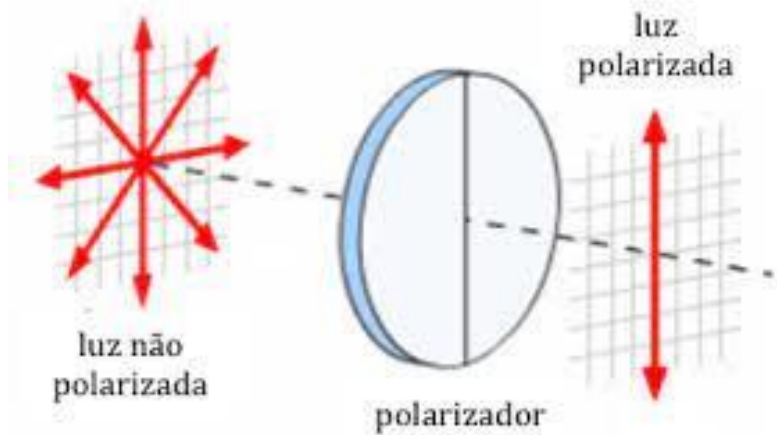
# Sensores de Luz

- Os **sensores de luz** podem ser usados como **sensores passivos ou ativos**, além de medir as seguintes propriedades:
  - **Intensidade da luz:** claro ou escuro;
  - **Intensidade diferencial:** diferença entre fotocélulas;
  - **Interrupção de continuidade:** “interrupção de feixe”.



# Luz Polarizada

É a luz cujas ondas viajam apenas em uma direção particular



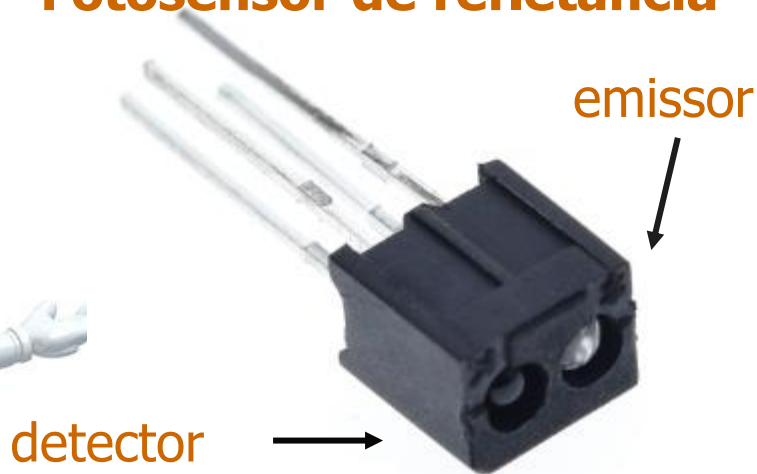
- Os sensores ativos usam a luz polarizada, uma vez que consistem não apenas em uma fotocélula (para detectar o nível de luz) em uma ou mais fontes luminosas (para emitir a luz) em um (ou mais) filtros para polarizar a luz.
- Essa filtragem acontece entre o emissor e o receptor.



# Fotossensores reflexivos

- Operam com o princípio de **reflexão de luz**.
- São sensores ativos, pois consistem em **um emissor e um detector**.
- O **emissor** é geralmente feito com um **diodo emissor de luz**, e o **detector** é geralmente um **fotodiodo/fototransistor**.

**Fotosensor de refletância**

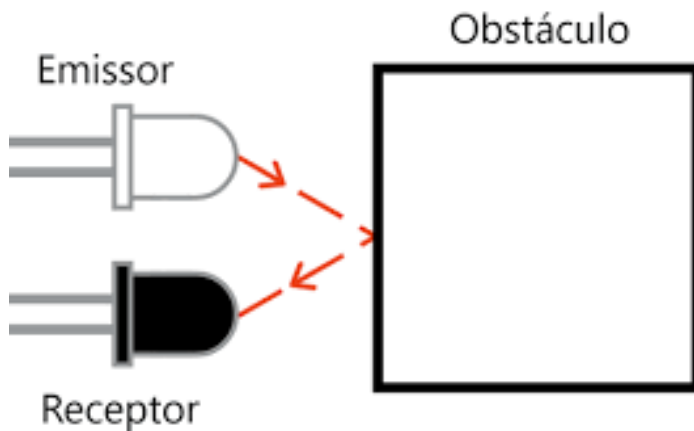


**Fotosensor de interrupção de feixe**



# Fotossensores reflexivos

## Fotosensor de refletância



O emissor e o detector estão lado a lado, separados por uma barreira; a presença de um objeto é detectada quando a luz incide sobre ele e é refletida de volta para o detector.

## Fotosensor de interrupção de feixe



O emissor e o detector ficam face a face. A presença de um objeto é detectada se o feixe de luz entre o emissor e o detector é interrompido.

# Sensores de referência

- O mecanismo do sensor deve subtrair ou anular a luz ambiente da leitura do detector, de modo que possa medir com precisão apenas a luz proveniente do emissor.

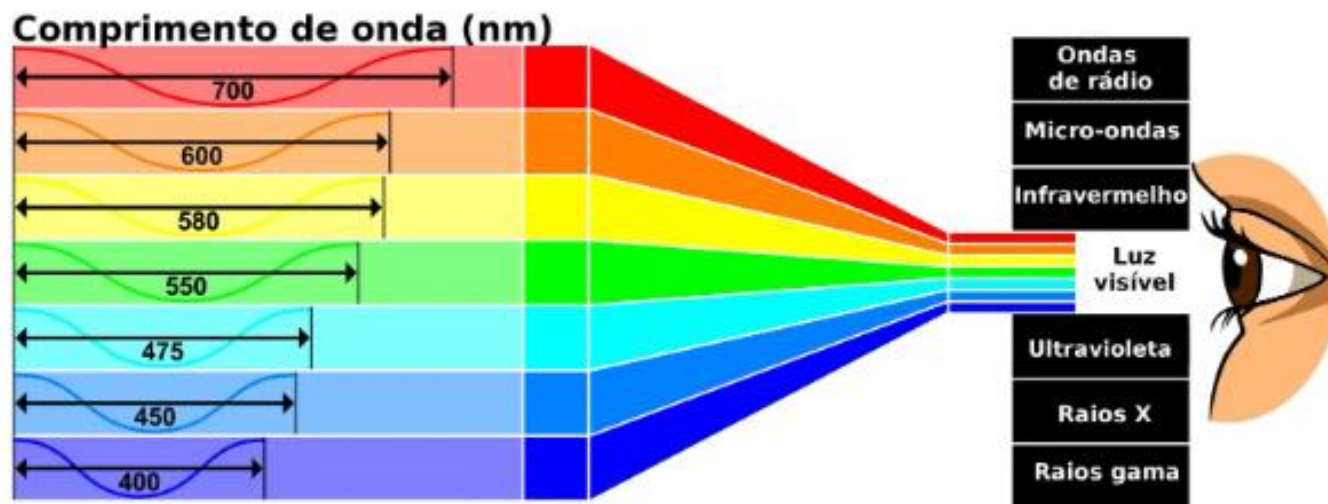
## Como é que o detector sabe a quantidade de luz ambiente?

- Primeiro o **nível de luz ambiente** é medido pelo detector do sensor com o seu emissor desligado.
- Em seguida é feita uma **nova medição com o emissor ligado**.
- Quando uma medida é subtraída da outra, **a diferença representa a informação sensorial desejada**. Esse é um exemplo de **calibração do sensor**.



# Luz infravermelha

Tem um comprimento de onda diferente da luz visível e não está no espectro visível, pois operam na faixa infravermelha do espectro de frequências.

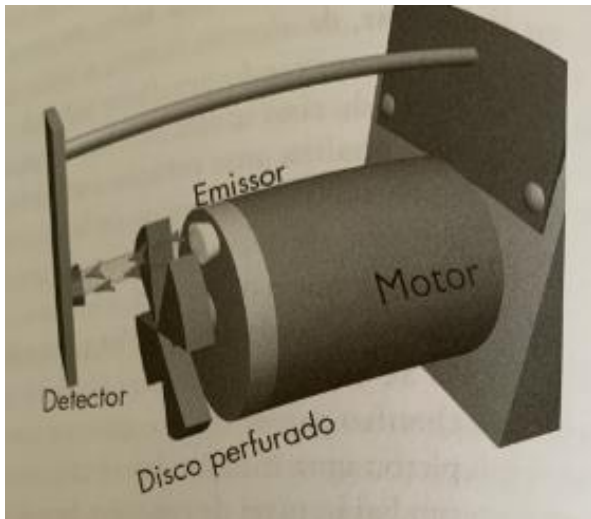


- A luz é modulada ao ligar e desligar o emissor rapidamente, fazendo-o pulsar.
- Um exemplo é o controle remoto de TV que funcionam à base de luz modulada.



# Codificador de eixo

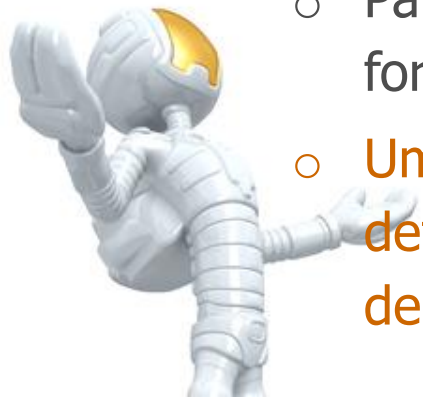
Medem a rotação angular de um eixo



- Exemplos:

- O velocímetro mede o quão rápido as rodas do carro estão girando
- O odômetro mede o número de rotações das rodas.

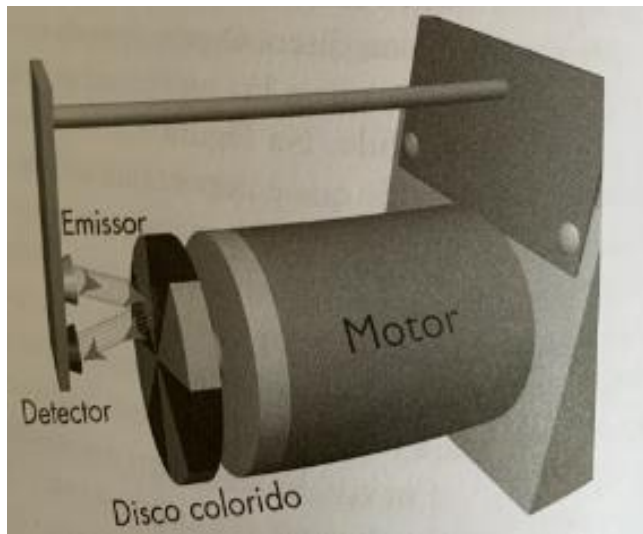
- Para detectar uma volta, é necessário marcar de alguma forma a coisa que está girando.
- Um emissor de luz é colocado de um lado do disco e um detector do outro lado em uma configuração de interrupção de feixe.





# Codificador de eixo

- Há também o mecanismo do **codificador de eixo por refletância** que em vez de chanfrar o disco, uma alternativa é pintá-lo com setores de cores alternadas e contrastantes.



- O emissor e o detector são colocados no mesmo lado do disco, lado a lado, em uma configuração de reflexão.



# Prática

## Usando o Sensor de Cor



# Sensor de Cor

- O sensor de cor detecta a cor ou a intensidade da luz que entra pela pequena janela no topo do sensor.
- Este sensor pode ser usado de três modos diferentes:
  - Modo de cor;
  - Modo de intensidade da luz refletida;
  - Modo de intensidade da luz ambiente.



# Sensor de Cor

- **Modo de cores**

- O sensor de cor reconhece sete cores: **preto**, **azul**, **verde**, **amarelo**, **vermelho**, **branco** e **marrom**, sendo possível programá-lo para dizer o nome das mesmas.

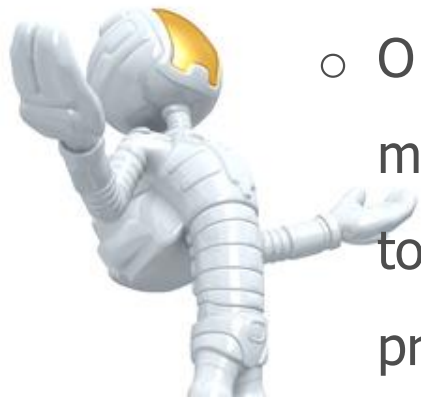
Dados	Tipo	Alcance	Notas
Cor	Numérico	0 - 7	Usado no modo cor 0 = sem cor; 1 = preto; 2 = azul; 3 = verde; 4 = amarelo; 5 = vermelho; 6 = branco; 7 = marrom



# Sensor de Cor

- **Modo de cores**

- Quando o sensor de cor estiver no modo colorido, as luzes de LED vermelha, verde e azul na frente do sensor acenderão.
- Um objeto que não seja de uma dessas cores pode ser detectado como "Sem cor" ou pode ser detectado como uma cor semelhante.
- O objeto ou superfície deve estar muito próximo do sensor (mas sem tocá-lo) para ser detectado com precisão.



# Sensor de Cor

- **Modo da intensidade da luz refletida**
  - O sensor de cor detecta a intensidade da luz refletida a partir de uma lâmpada vermelha emissora de luz.
  - O sensor utiliza uma escala que vai de 0 (muito escuro) até 100 (muita luz).
  - Como exemplo, o robô pode ser programado para seguir uma linha preta sobre uma superfície branca.



# Sensor de Cor

- **Modo da intensidade da luz refletida**
  - Pode-se usar este modo para fazer o robô seguir uma linha preta em uma superfície branca. À medida que o sensor passa pela linha preta, a medição da luz diminui gradualmente. Isso pode ser usado para dizer o quão perto o robô está da linha.



# Sensor de Cor

- **Modo da intensidade da luz ambiente**
  - O sensor mede a força da luz que entra pela janela vinda do ambiente.
  - O sensor utiliza uma escala que vai de 0 (muito escuro) até 100 (muita luz).
  - Como exemplo, o robô pode ser programado para disparar um alarme quando o sol nasce, ou interromper uma ação quando as luzes se apagam.



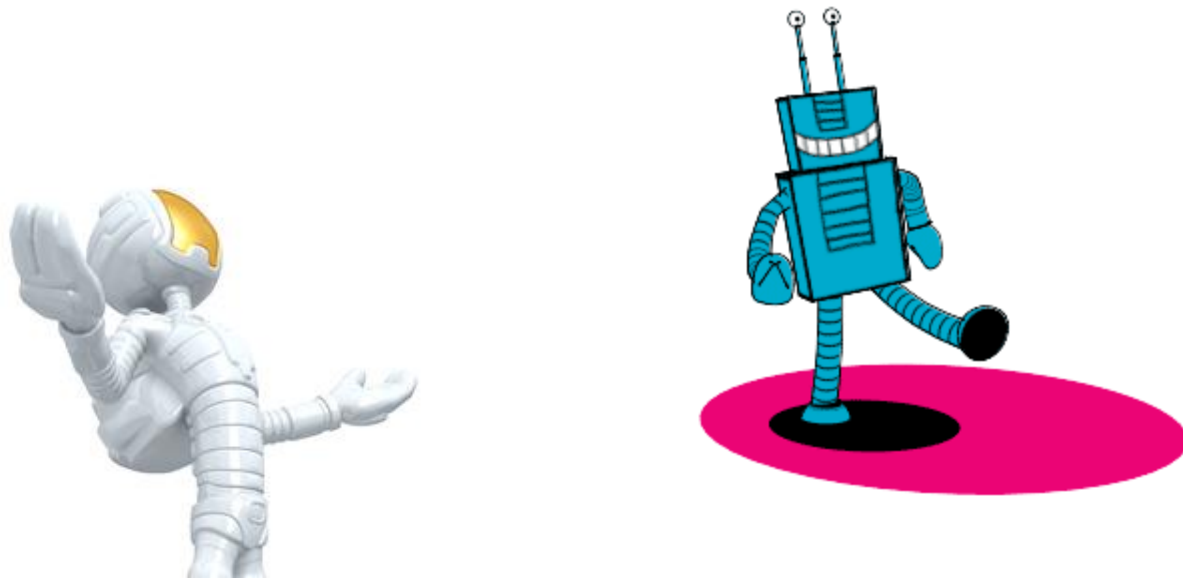


# Sensor de Cor

- **Modo da intensidade da luz ambiente**
  - Você pode usar este modo para detectar o brilho das luzes da sala ou quando outras fontes de luz incidem sobre o sensor. **Você também pode usar isso para detectar quando as luzes de uma sala estão acesas ou quando uma lanterna é apontada para o seu robô.**

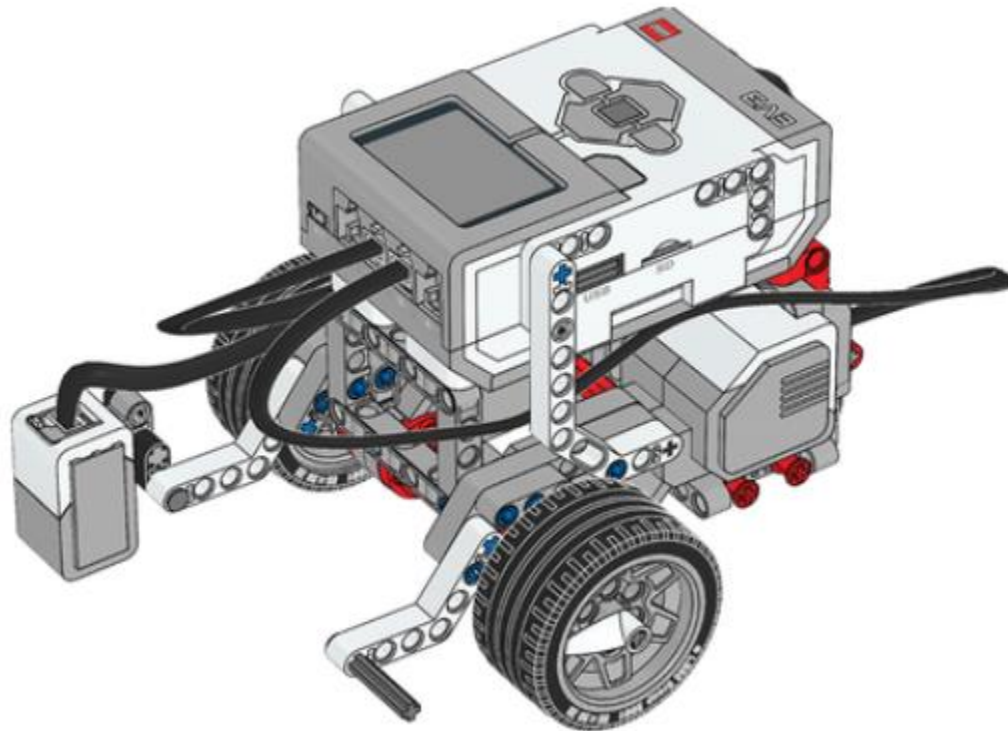


INTERVALO 15 MIN.



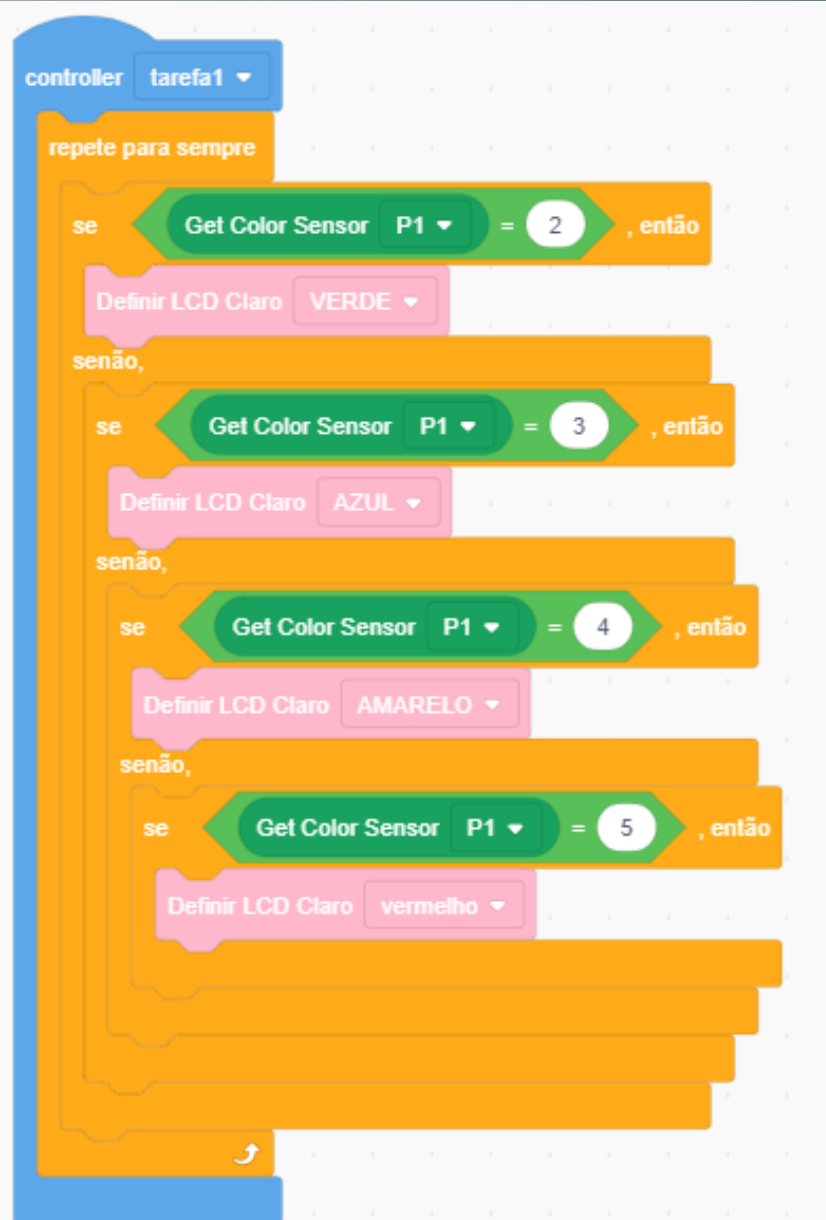
# Montagem

- Montando o módulo de sensor de cor no carro com duas rodas



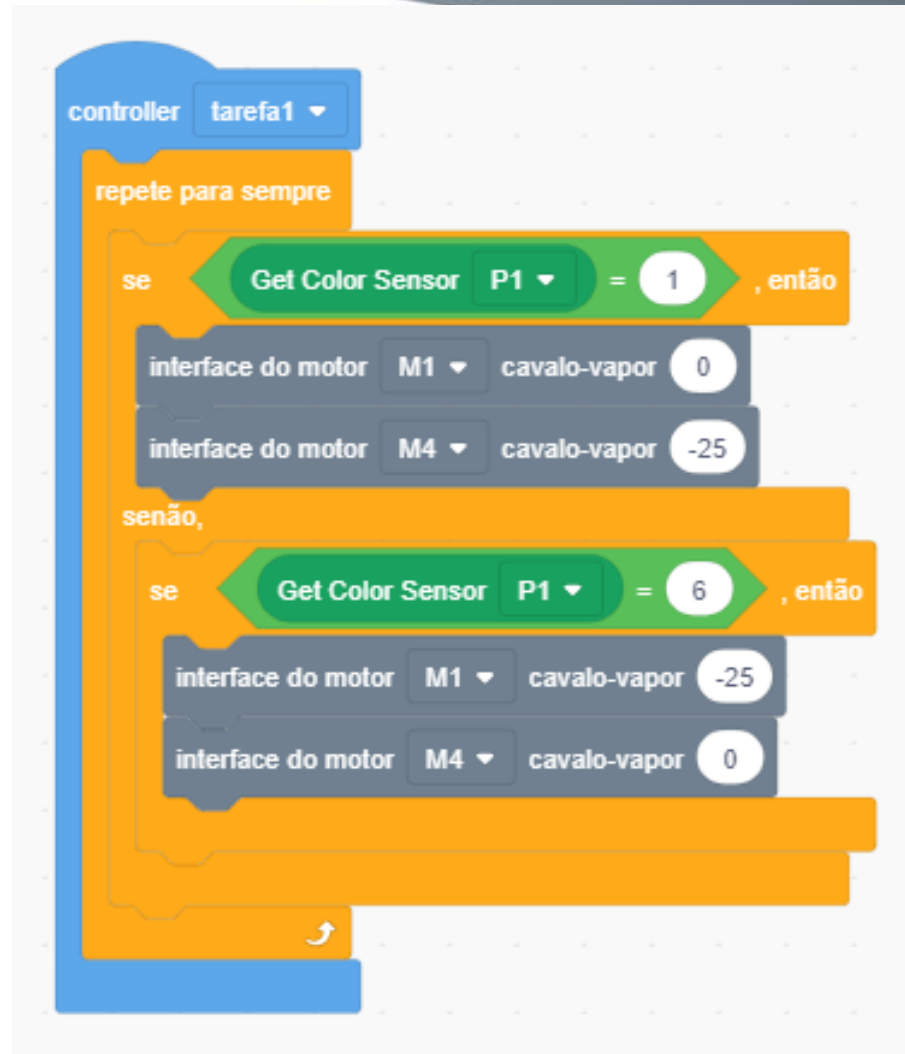
# Programação

- Identifica cor



# Programação

- Seguidor de linha



# Próxima aula....

- **Sensores complexos**
  - Ultrassônicos
  - Lasers
  - Visão
- **Prática**
  - Livrando-se de obstáculos

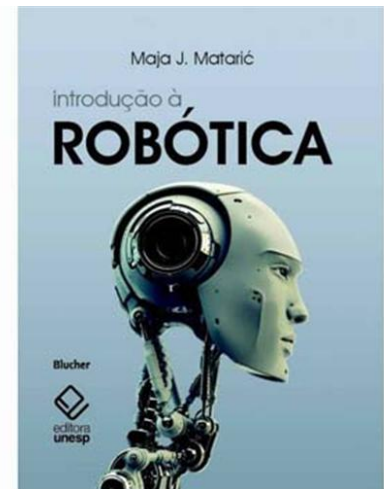


# Próxima quarta ... prova da 1ª unidade

- Aula 01 – Introdução, Histórico e Componentes de Sistemas Robóticos (Capítulos I, II e III)
- Aula 02 – Locomoção (Capítulos IV e V)
- Aula 03 – Manipulação (Capítulo VI)
- Aula 04 – Sensores (Capítulos VII e VIII)

- **Avaliação 1ª unidade**

- **Prova escrita** (estudar os slides e capítulos do livro) individual valendo 7,0 pontos (sala multimídia)
- **Prova prática** movimentação de um robô com 2 rodas + roda de apoio, em um circuito pré-definido, poderemos usar o sensor de luz também (LAACOSTE)



# Monitoria

- **Arthur Felipe — LAACOSTE**
- Segundas e quintas das 14h às 17h
- **Github**

<https://github.com/artiefellype/EDO6-doc>

