

Introdução à Robótica

Aula 07 – Tipos de Controle



Professora: Danielle Casillo

Na aula de anterior ...

- **Controle Robótico**
 - Controle por realimentação
 - Os blocos Construtivos de Controle
 - Linguagem de Programação para robôs
 - Arquitetura de Controle
- **Prática**
 - Agarrar e liberar



Na aula de hoje ...

- **Tipos de Controle**
 - Controle Deliberativo
 - Controle Reativo
 - Controle Híbrido
 - Controle Baseado em Comportamentos
- **Prática**
 - Ângulos e Padrões



Controle Deliberativo

Pense muito, aja depois

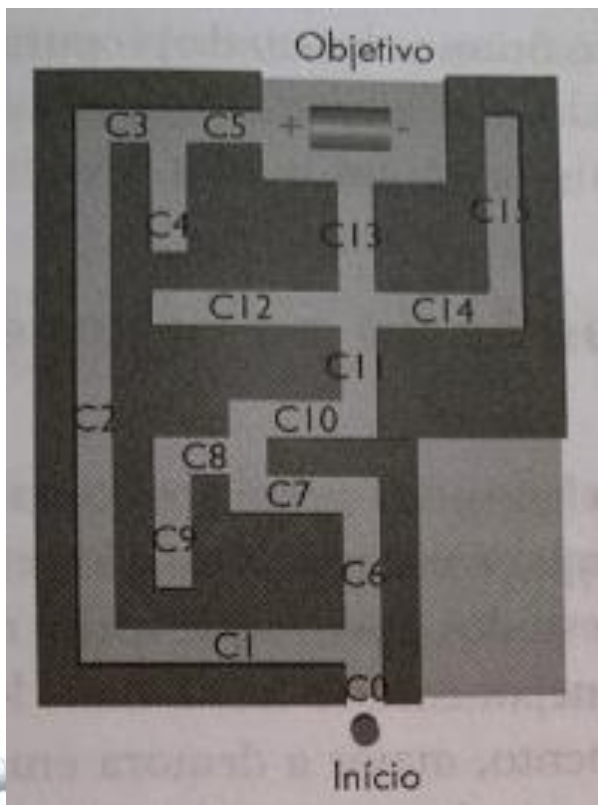
Deliberação está relacionada como pensar muito – que é definido como: “refletir cuidadosamente na decisão e na ação”

- Os sistemas deliberativos foram usados para resolver problemas, tais como jogar xadrez, em que o pensar muito é exatamente a coisa certa a fazer.

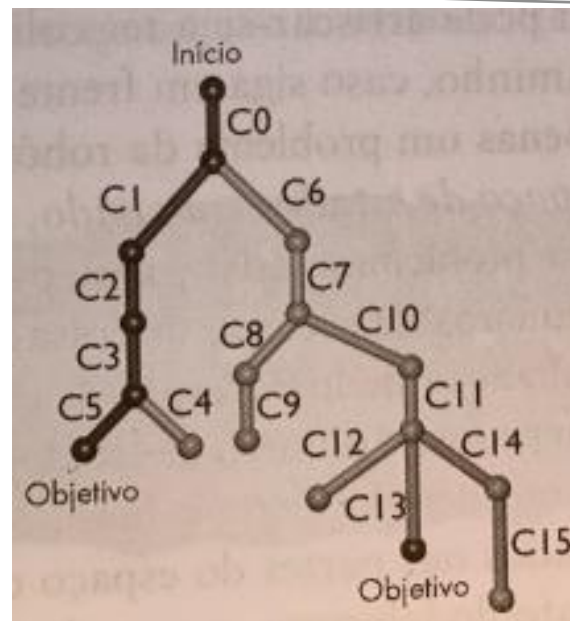


O que é planejamento?

- É o processo de antecipar possíveis resultados das ações e procurar a sequencia de ações que atingirá a meta desejada.



Se um robô tem um mapa de um labirinto e sabe onde ele está e aonde quer chegar, ele pode então planejar um caminho a partir de sua posição atual para o objetivo.



Custos do planejamento

- Em labirintos pequenos como o mostrado, o planejamento é fácil, pois o espaço de estados é pequeno. Mas, à medida que o número de estados possíveis se torna maior, o planejamento se torna mais lento.
- Arquiteturas deliberativas, baseadas em planejamento, envolvem três etapas que precisam ser executadas em sequência:
 1. Sentir (S)
 2. Planejar (P)
 3. Agir (A) executar o plano



Custos do planejamento

- As **arquiteturas deliberativas** apresentam algumas **desvantagens** para a robótica:
 - **Escala de tempo:** pode levar muito tempo para fazer uma busca em grandes espaços de estados;
 - **Espaço:** Representar e manipular o espaço de estados do robô pode requerer uma grande capacidade de armazenamento;
 - **Informação:** Gerar um plano para um ambiente real requer a atualização do modelo do mundo, o que leva tempo;
 - **Uso de planos:** A execução de um plano, mesmo que seja praticável, não é um processo trivial. O ambiente pode ser alterado a todo instante.



Controle Reativo

Não pense, reaja!

- O controle reativo é um dos métodos mais utilizados no controle de robôs.
- Os sistemas puramente reativos operam em uma curta escala de tempo e reagem à informação sensorial atual.
- Os sistemas reativos usam um mapeamento direto entre sensores e efetadores, além de informações mínimas sobre o estado.
- Você pode pensar em regras reativas como algo semelhante a reflexos, ou seja, respostas inatas que não envolvem nenhum pensamento.



Controle Reativo

- Os sistemas reativos consistem em um **conjunto de situações e um conjunto de ações**.
- A melhor maneira de manter um **sistema reativo simples e direto** é possibilitar que cada situação única seja detectada pelos sensores do robô, **disparando apenas uma única ação**.
- São condições **mutuamente exclusivas**, somente uma delas pode ser verdadeira em cada momento.



Exemplo de Controle Reativo

- Projetar um controlador reativo que permita a um robô movimentar evitando obstáculos: O robô tem dois bigodes simples um à esquerda e outro à direita. Cada bigode retorna um bit, “ligado” ou “desligado”. “Ligado” indica o contato com uma superfície (bigode curvado).
- O algoritmo ficaria assim:

Se o bigode esquerdo está curvado, vire à direita.
Se o bigode direito está curvado, vire à esquerda.
Se ambos os bigodes estão curvados, volte e vire para a esquerda.
Caso contrário, continue se movendo.



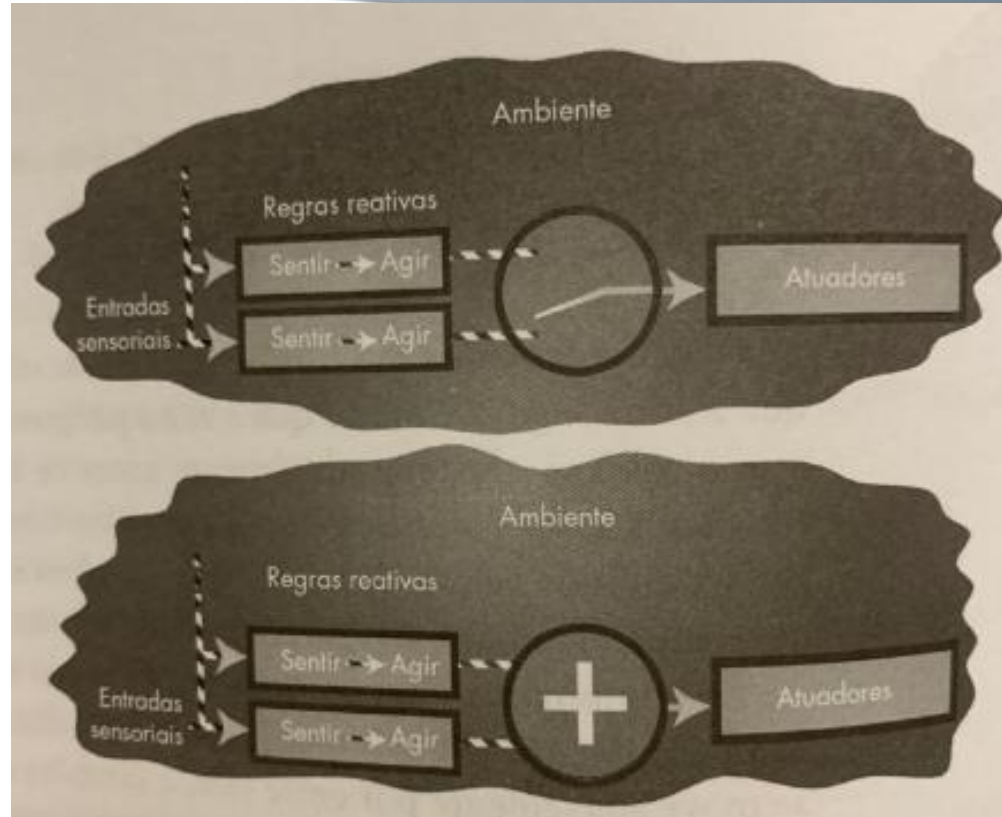
Seleção da ação

É o processo de decidir entre as múltiplas ações ou comportamentos possíveis. Pode selecionar apenas uma ação de saída ou combinar ações para produzir um resultado. Essas abordagens são chamadas de **arbitragem** e **fusão**.

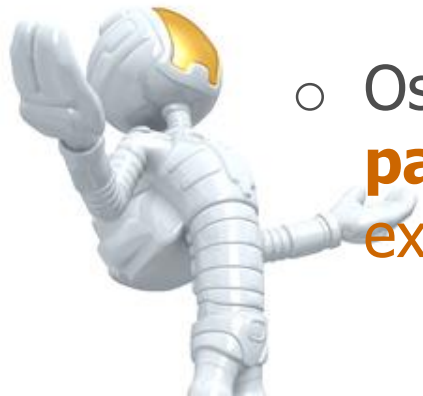
- **Arbitragem de comando** é o processo de selecionar uma ação ou comportamento entre vários candidatos.
- **Fusão de comando** é o processo de combinar múltiplas ações ou comportamentos de candidatos em uma ação/comportamento única de saída para o robô.



Seleção da ação



- Os sistemas reativos devem ser capazes de suportar o **paralelismo**, que é a capacidade de controlar e executar várias regras de uma só vez.



Controle Reativo

- O controle reativo é um método poderoso. Muitos animais são em grande parte reativos.
- O controle reativo tem limitações:
 - Numero mínimo de estados;
 - Sem memória;
 - Sem aprendizagem;
 - Sem modelos/representações internas do mundo.



Controle Híbrido

Pense e aja separadamente, em paralelo

- Com visto, o **controle reativo é rápido**, mas inflexível, ao passo que o **controle deliberativo é inteligente**, mas lento.
- A ideia básica do **controle híbrido é obter o melhor dos dois mundos**: a velocidade do controle reativo e o cérebro do controle deliberativo.

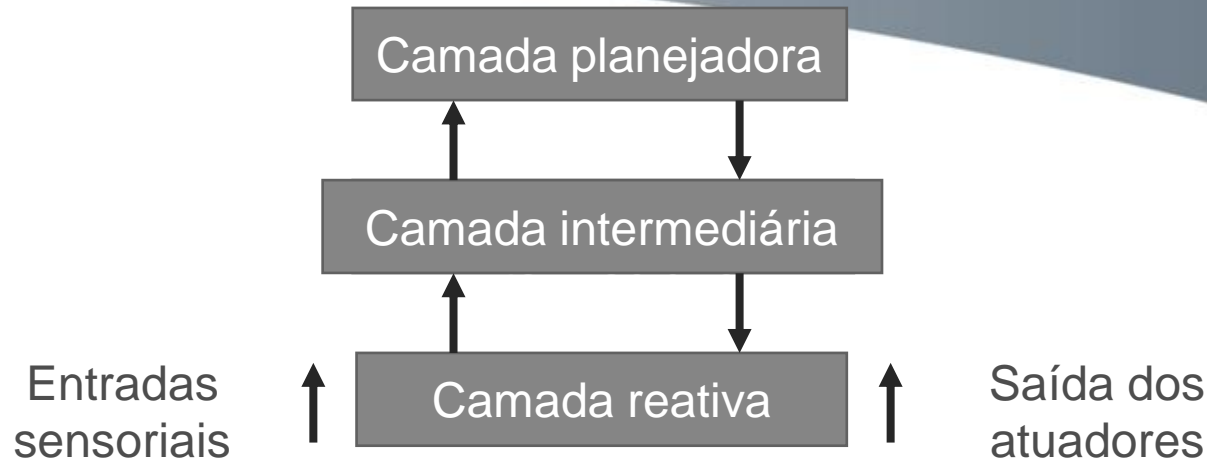


Controle Híbrido

- Essa **combinação significa** que os controladores, as escalas de tempo e as representações, fundamentalmente diferentes entre si, devem ser construídos para **trabalhar juntos de forma eficaz**. E isso é uma tarefa difícil.
- Para alcançar esses dois mundos, um sistema híbrido deve consistir em três componentes:
 - **Uma camada reativa;**
 - **Um planejador;**
 - **Uma camada que combina as duas anteriores.**



Controle Híbrido



- A camada intermediária tem um trabalho difícil, pois deve:
 - **Compensar as limitações tanto do planejador quanto do sistema reativo;**
 - **Conciliar suas diferentes escalas de tempo;**
 - **Trabalhar com suas diferentes representações;**
 - **Conciliar quaisquer comandos contraditórios que possam ser enviados ao robô.**



Controle baseado em Comportamentos

Pense na sua maneira de agir

- O controle baseado em comportamentos (CBC) originou-se do controle reativo e foi igualmente inspirado nos sistemas biológicos e teve sua principal inspiração nos seguintes desafios:
 - Sistemas reativos são muito pouco flexíveis, incapazes de representar, adaptar ou aprender;
 - Sistemas deliberativos são muito lentos e pesados;
 - Sistemas híbridos requerem mecanismos de interação muito complexos entre os componentes;
 - A biologia parece ter desenvolvido sua complexidade a partir de componentes simples e consistentes.



Controle baseado em Comportamentos

O que é um controle baseado em comportamento?

- Envolve o uso de **"comportamentos"** como módulos de controle, tudo é baseado em comportamentos.

O que é um comportamento?

- Atingem ou mantêm objetivos específicos.
 - Ex.: seguir uma parede



Controle baseado em Comportamentos

- Comportamentos são mais complexos do que as ações.
- Enquanto um sistema reativo pode usar ações simples, como parar e virar à direita, um BCB usa comportamentos estendidos no tempo, como **"achar objetos"**, **"seguir um alvo"**, **"esconder-se da luz"**, **"juntar-se à equipe"**, entre outros...



Controle baseado em Comportamentos

- Os CBC's têm as seguintes propriedades importantes:
 - Capacidade de **reagir em tempo real**;
 - Capacidade de **usar representações para gerar um comportamento eficiente** (e não apenas reativo);
 - Capacidade de **utilizar estrutura e representação uniformes em todo o sistema.**



Controle baseado em Comportamentos

Como podemos decidir quando usar um controlador híbrido ou quando usar um controlador baseado em comportamento?

- A decisão é muitas vezes baseada nas preferências pessoais do projetista.
- Por exemplo: para o controle de um único robô, especialmente para tarefas complexas, envolvendo representação e planejamento, sistemas híbridos são normalmente mais bem aceitos.
- Diferentemente para controlar grupos e equipes de robôs, o controle baseado em comportamento é muitas vezes o preferido.



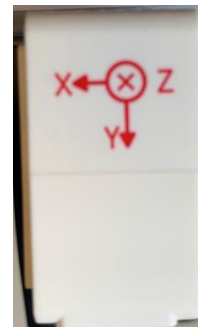
Prática

Ângulos e Padrões



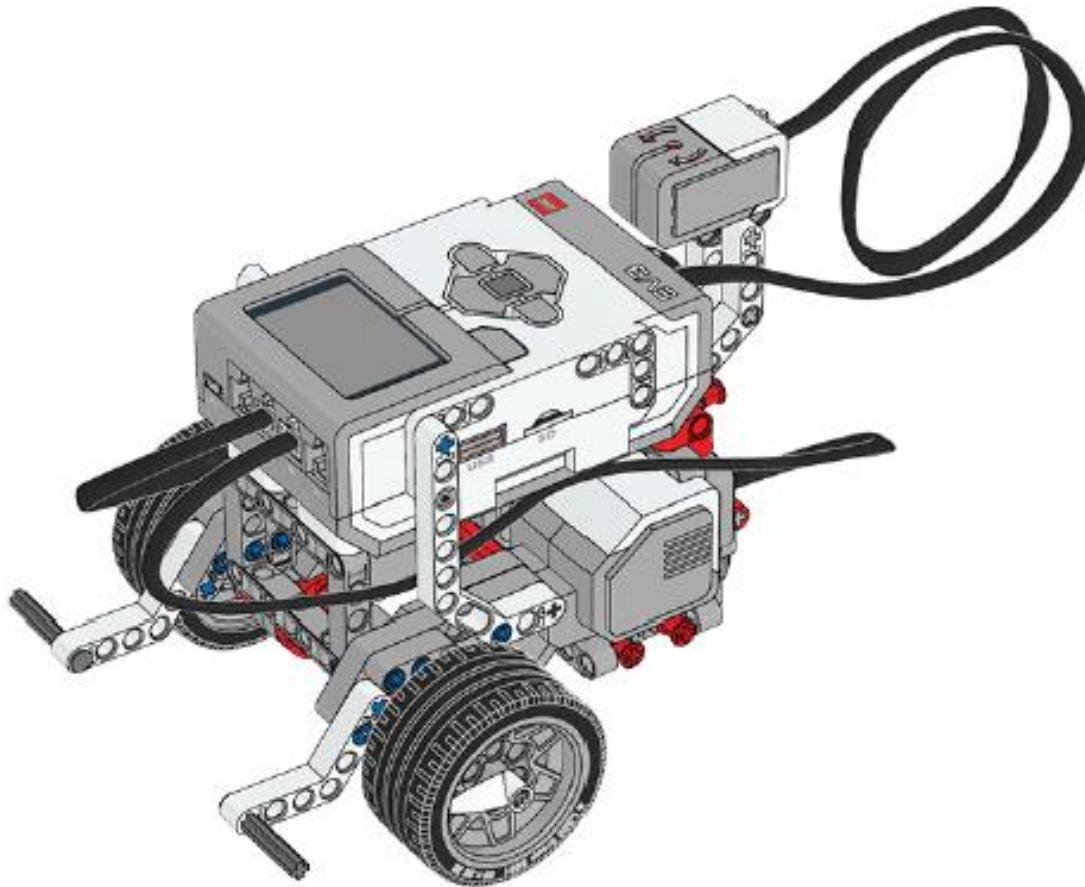
Sensor Giroscópio

- Este sensor detecta o movimento rotacional. Você pode usar este sensor para detectar o ângulo de rotação e saber quanto seu robô girou.
- Com esse sensor você pode medir a taxa de rotação ou o ângulo de rotação e obter uma saída numérica.



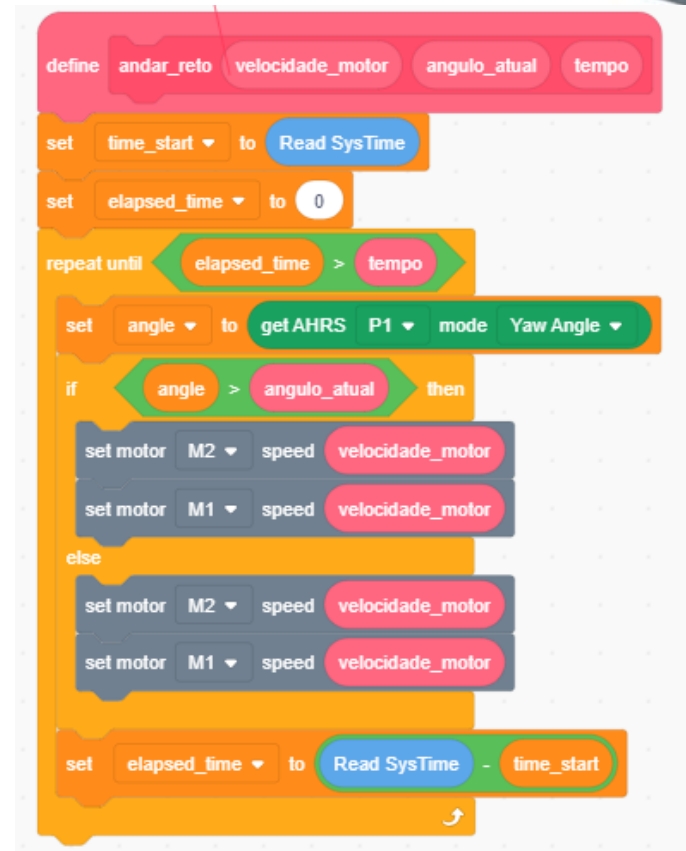
Sensor Giroscópio

oMontagem



Sensor Giroscópio

- Andando reto com uso do giroscópio e otimizando com funções:



Resumo sobre funções: https://github.com/artiefellype/EDO6-doc/tree/main/blocos_doc#funcoes



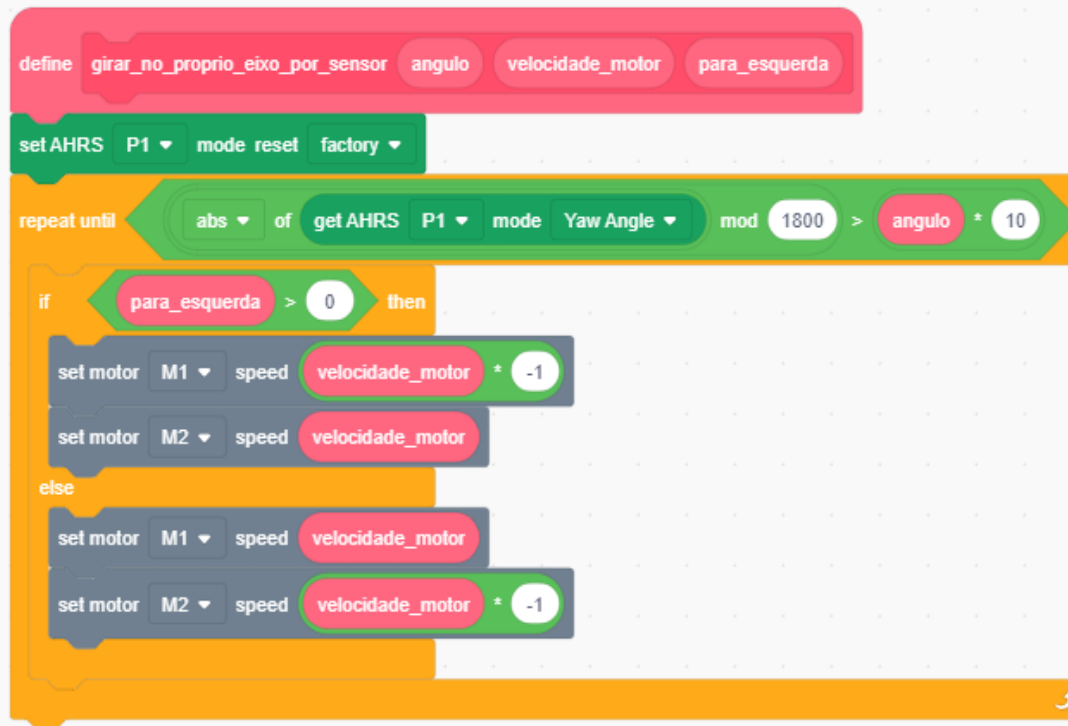
Sensor Giroscópio

- Fazemos uso do tempo registrado pelo controlador para realizar a contagem da passagem do tempo por milissegundos
- Guardamos o ângulo do controlador em uma variável "angle" e comparamos com o ângulo passado por parâmetro no bloco de função



Sensor Giroscópio

- Realizando curva em ângulo com uso do giroscópio e otimizando com funções:



```
define girar_no proprio_eixo_por_sensor angulo velocidade_motor para_esquerda
set AHRS P1 mode reset factory
repeat until abs of get AHRS P1 mode Yaw Angle mod 1800 > angulo * 10
if para_esquerda > 0 then
  set motor M1 speed velocidade_motor * -1
  set motor M2 speed velocidade_motor
else
  set motor M1 speed velocidade_motor
  set motor M2 speed velocidade_motor * -1
```

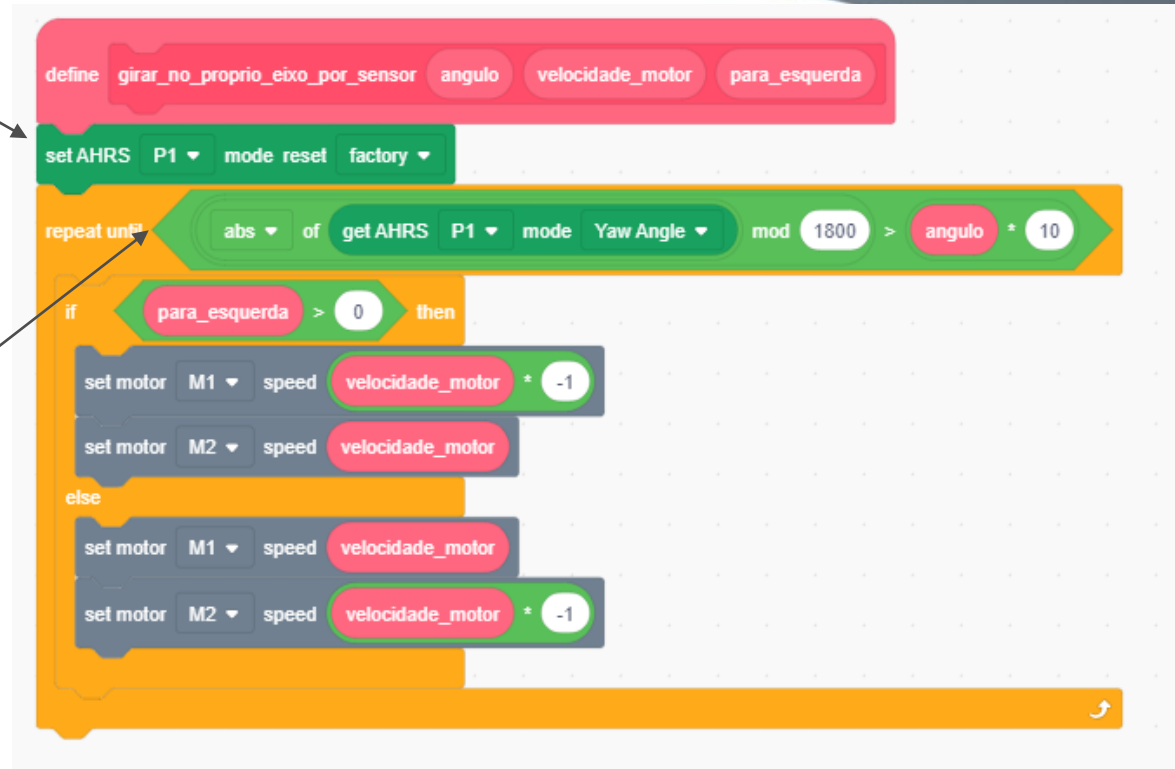
The image shows a Scratch code block for a function named 'girar_no proprio_eixo_por_sensor'. The function takes three arguments: 'angulo' (angle), 'velocidade_motor' (motor speed), and 'para_esquerda' (turn left). The code starts by setting the AHRS sensor to P1, mode 'reset', and factory. It then enters a 'repeat until' loop that continues until the absolute value of the 'Yaw Angle' from the AHRS sensor, modulo 1800, is greater than the 'angulo' argument multiplied by 10. Inside the loop, there is an 'if' statement that checks if 'para_esquerda' is greater than 0. If true, it sets motor M1 to 'velocidade_motor * -1' and motor M2 to 'velocidade_motor'. If false, it sets motor M1 to 'velocidade_motor' and motor M2 to 'velocidade_motor * -1'.

Resumo sobre funções: https://github.com/artiefellype/EDO6-doc/tree/main/blocos_doc#funcoes



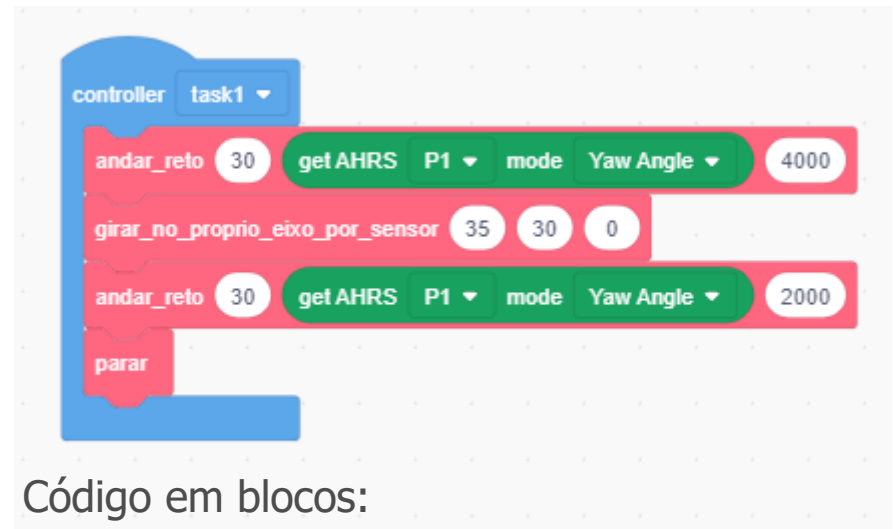
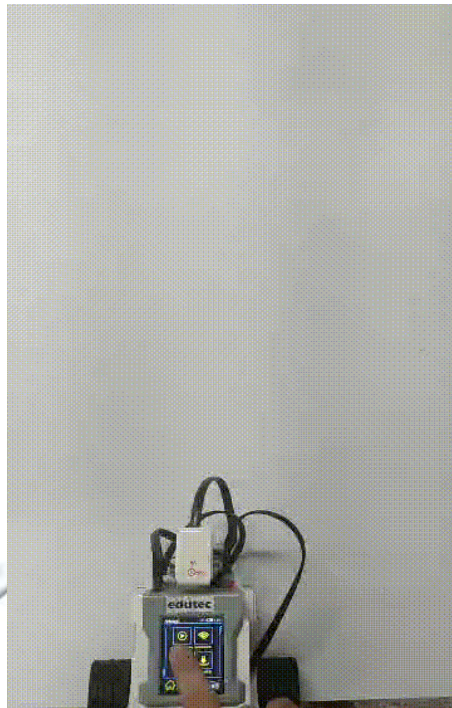
Sensor Giroscópio

- É realizado no início da função o reset dos valores do sensores
- Realizando o cálculo de valor absoluto do formato de ângulo obtido pelo sensor e comparando com o valor passado por parâmetro



Sensor Giroscópio

- O código em blocos abaixo realiza a ação de andar reto por 4 segundos, gira em torno do próprio eixo para direita o equivalente a 35 graus e posteriormente anda reto por mais 2 segundos

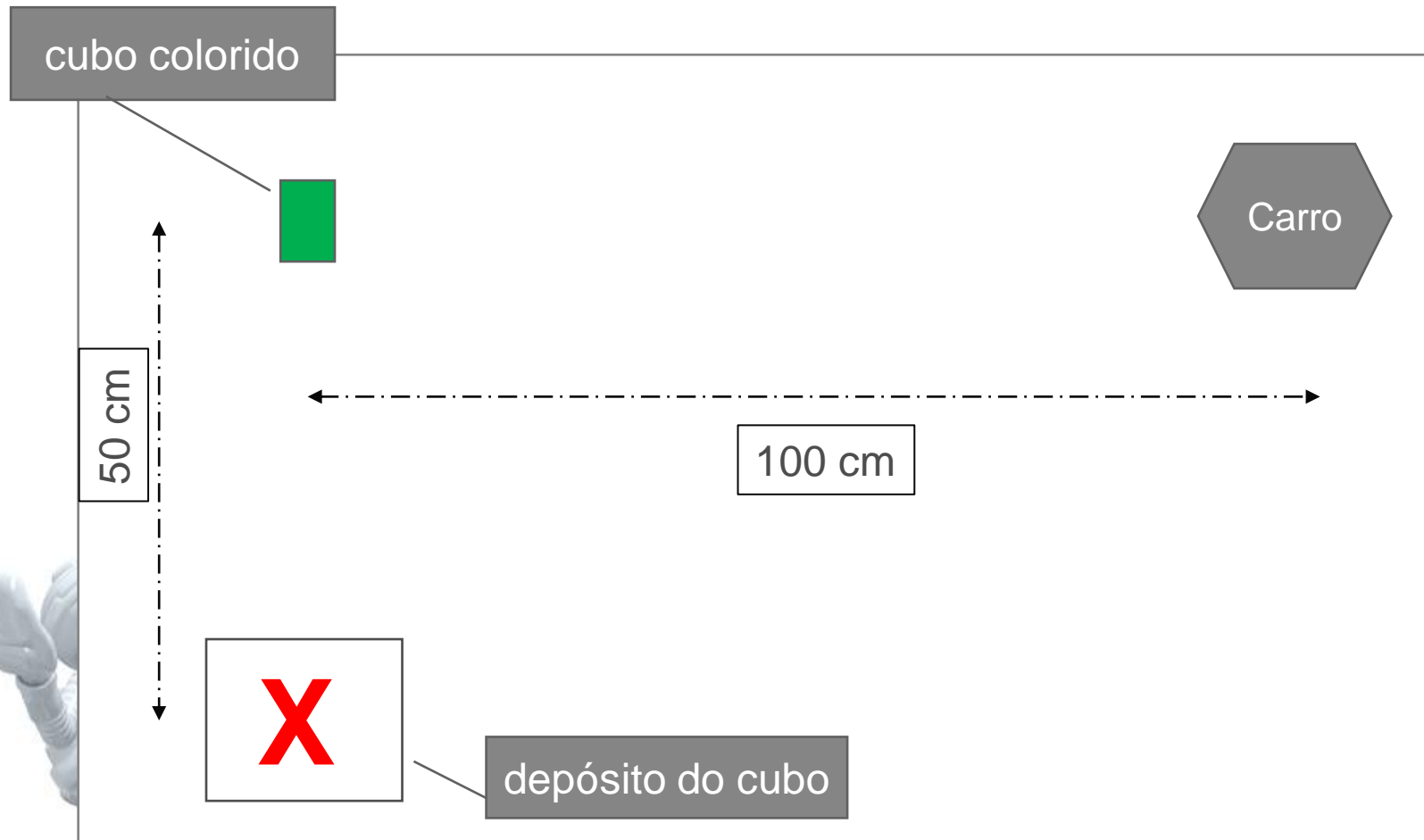


Código em blocos:

https://github.com/artiefellytype/EDO6-doc/tree/main/aulas/aula_03-manipulacao/CODIGO-movimento_giroscopio/sensor-giroscopio/code

Prática desafio

- Transporte com giro de 90°



Próxima aula....

- Prova teórica valendo 5,0 pontos
 - Capítulos do 9 ao 16
- Atividades Práticas valendo 5,0
 - Seguindo um circuito
 - Transporte de objeto

