

# Introdução à Robótica

## Aula 01 - Introdução e Histórico



Professora: Danielle Casillo

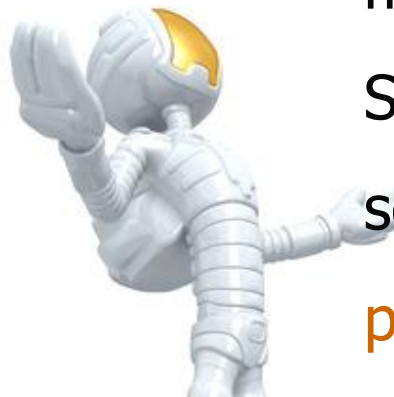
# Plano de Ensino

- Nome: **Introdução à Robótica**
- Créditos: **4 – 60 horas**
- Período: **2023.2**
- Horário: **quarta-feira das 13:55h às 17:45h**
- Professora: **Danielle Casillo**
- SIGAA: **[www.sig.ufersa.edu.br](http://www.sig.ufersa.edu.br)**
- Contato: **[danielle@ufersa.edu.br](mailto:danielle@ufersa.edu.br)**



# Ementa

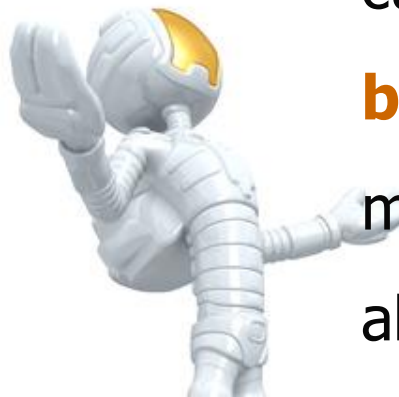
- Introdução e histórico; Definições e terminologia; Principais tipos de robôs; Aplicações robóticas; Visão geral dos manipuladores; Aplicações de robôs; Componentes de sistemas robóticos: mecanismos, elos, juntas e seus projetos; Sistemas de coordenadas em robótica; Análise e controle de movimentos dos robôs; Geração de trajetórias; Sistema de acionamento, transmissão e sensoriameto em robótica; Linguagem de programação de robôs; Aplicações práticas.



# Objetivos

- O objetivo desta disciplina é **abordar os princípios fundamentais da robótica e da robótica móvel.**

A robótica trata de uma área de pesquisa que é inerentemente multidisciplinar, e onde os conhecimentos obtidos ao longo do curso de Ciência da Computação, são aplicados extensivamente. O curso também objetiva prover ao aluno **conceitos básicos de projeto robótico**, implicando em uma melhor compreensão da distância que existe entre abstração e a implementação prática.



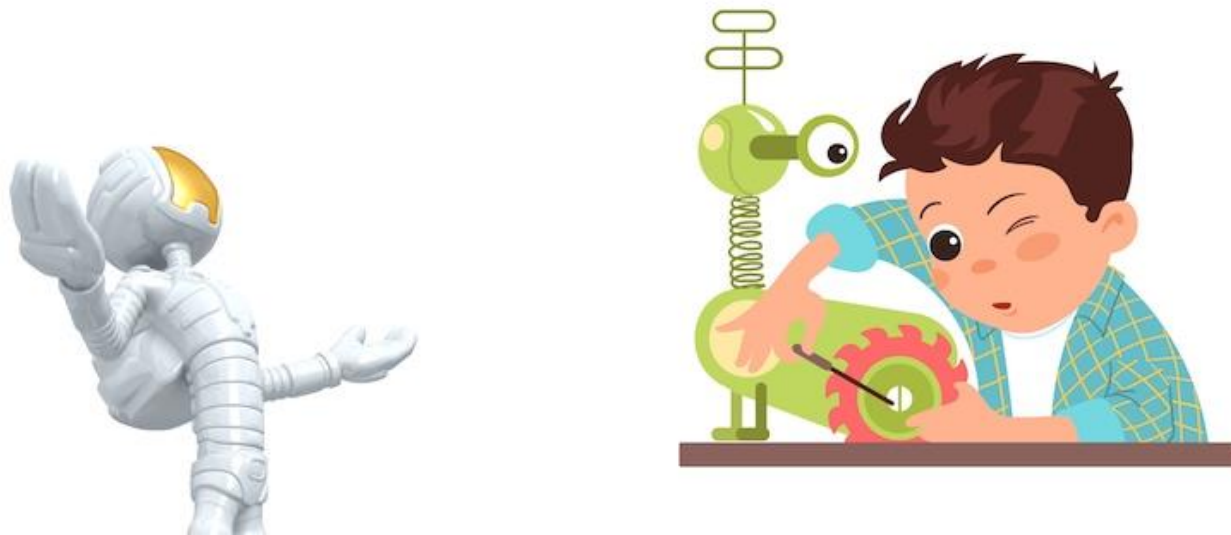
# Programa da Disciplina

- **1ª Unidade – Introdução à Robótica**
  - Introdução e histórico
  - Definições e terminologia
  - Principais tipos de robôs
  - Aplicações robóticas
  - Visão geral dos manipuladores
  - Aplicações de robôs
  - Componentes de sistemas robóticos: mecanismos, elos, juntas e seus projetos
  - Sistemas de coordenadas robóticas



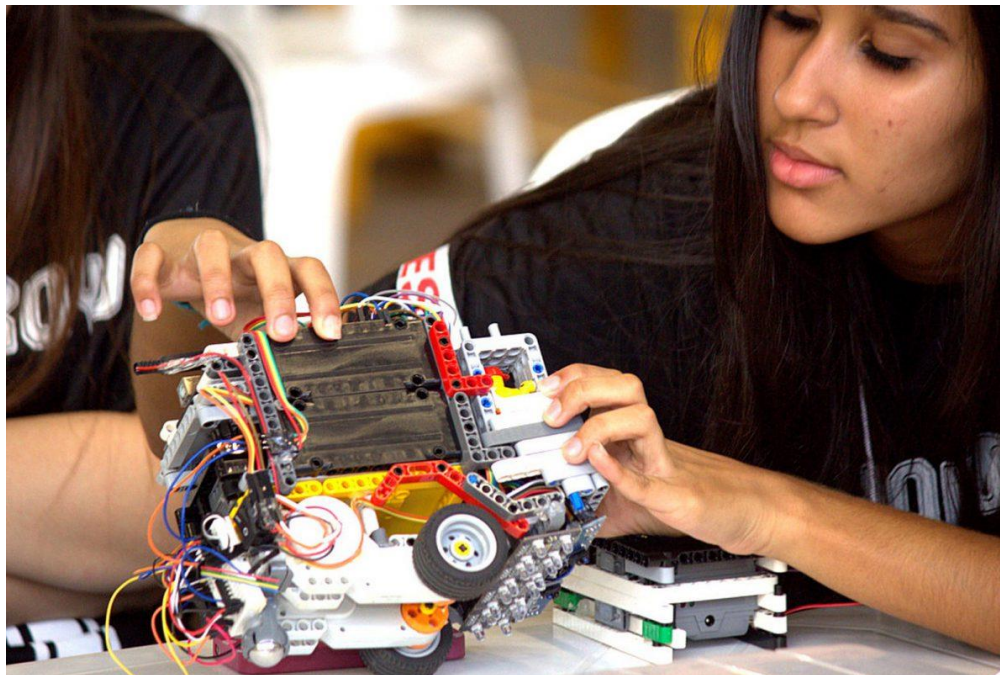
# Programa da Disciplina

- **2ª Unidade – Manipulação dos Robôs**
  - Análise e controle de movimentos dos robôs
  - Geração de trajetórias
  - Sistema de Acionamento, transmissão e sensoramento em robótica
  - Linguagem de programação de robôs



# Programa da Disciplina

- **3ª Unidade – Aplicações Práticas**
  - Projetos práticos com robôs
  - Implementações
  - Projeto de robótica





# Metodologia Didática

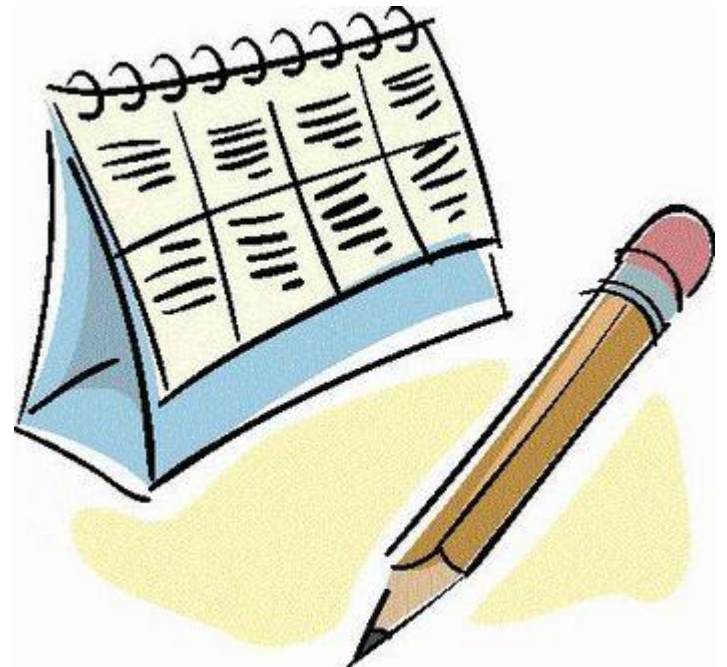
- **A disciplina tem caráter prático**, sendo oferecida em Laboratório específico com uso de **kits didáticos em robótica**.
- Durante a disciplina, os(a) alunos(as) irão **projetar e implementar robôs móveis** para realizarem tarefas previamente estabelecidas.
- As práticas com robôs serão desenvolvidas em grupos de no mínimo 2 e no máximo 3 alunos. O material do curso será coberto por meio de aulas expositivas e de laboratório.





# Metodologia Didática

- **Avaliações:**
  - **Trabalhos escritos e práticos**
  - **Provas escritas e práticas**
- **Data das Avaliações:**
  - **1ª Unidade: 07/02/2024**
  - **2ª Unidade: 13/03/2024**
  - Reposição: 10/04/2024
  - **3ª Unidade: 17/04/2024**
  - 4ª Prova: 24/04/2024



# Metodologia Didática

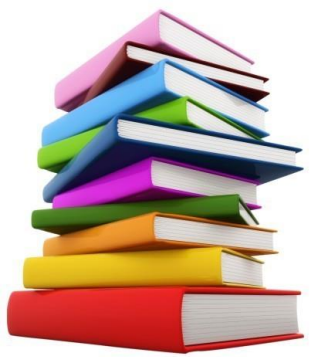
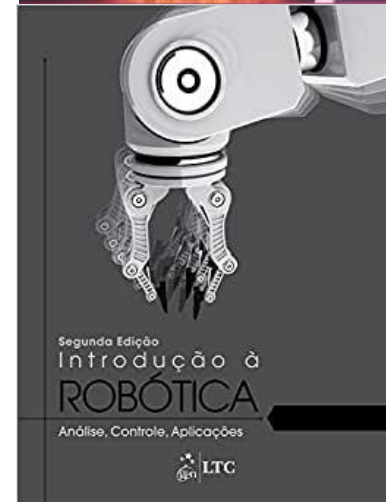
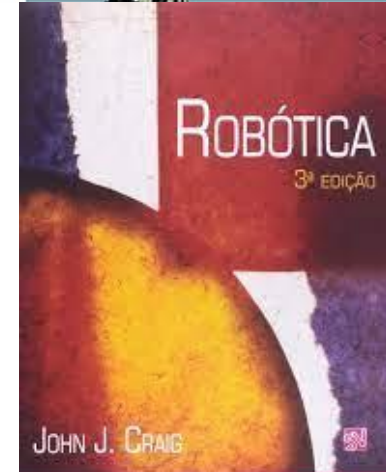
- **Frequência**
  - **Lista de Presença em todas as aulas**
  - **Não venha se não tiver interessado**
  - **Se o aluno(a) possuir aproveitamento  $\geq 7.0$  não reprovado por frequência**
    - **Se ficar pra 4ª prova não altero as faltas**



# Bibliografia

## ○ Materiais de Aula

- Mataric, Maja J. **Introdução à Robótica** 1 ed. – São Paulo: Blucher, 2014 (Minha Biblioteca - SIGAA)
- Craig, John J. **Robótica** 3 ed. – Pearson, 2012
- Niku, Saeed B. **Introdução à Robótica** 1 ed. – LTC, 2017



# Introdução

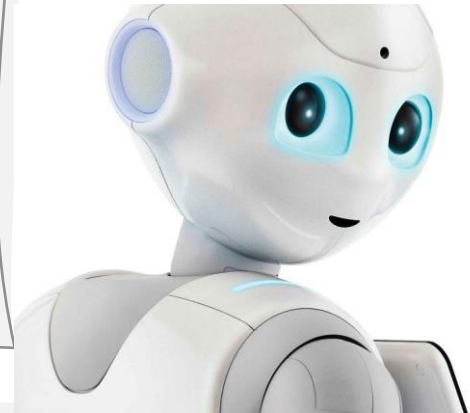
O que é um robô?



# O que é um Robô?

*“A robot is a reprogrammable multifunctional manipulator designed to move material, parts, tools, or specialized devices through Variable programmed motions for the performance of a Variety of tasks.”*

*Robot Institute of America, 1979*



*“Um robô é um sistema autônomo que existe no mundo físico, pode sentir o seu ambiente e pode agir sobre ele para alcançar alguns objetivos”*

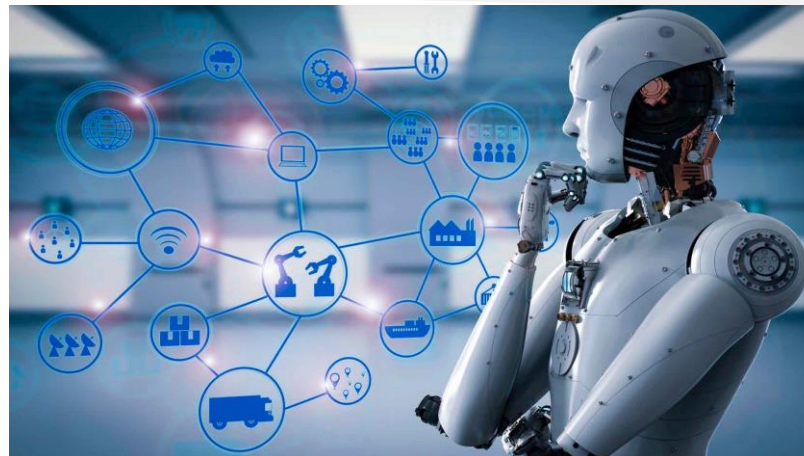
*Maja J. Maratic, 2014*



# O que é Robótica?

“Robótica é o estudo dos robôs, o que significa que é o estudo da sua capacidade de sentir e agir no mundo físico de forma autônoma e intencional”

Maja J. Maratic, 2014



# Robótica

- A Robótica é um **campo em crescimento**, cuja definição foi evoluindo ao longo do tempo, juntamente com o próprio campo.
- Robótica envolve ter **autonomia, sentir, agir e atingir metas**, tudo isso no mundo físico.





# Robótica x Robô

- Enquanto **robôs são máquinas capazes de interagir com o mundo** e mudar suas ações com base no ambiente ao redor, a **robótica é o campo de estudo, planejamento, desenvolvimento e aplicação de robôs** no mundo real.
- Importante lembrar que, apesar da maioria dos **robôs** existir enquanto *hardware* e *software*, alguns são **apenas software** e automatizam outras tarefas, como os **ChatBots** usados em atendimento ao cliente.



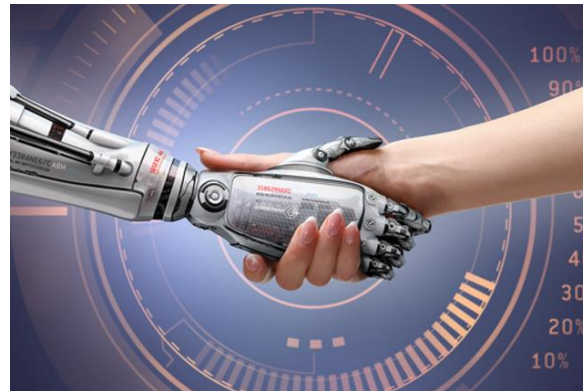
# Automação X Robótica

## ○ Automação

- Robôs de produção
- Ambientes estruturados
- Percepção e decisão limitadas
- Células integradas de manufatura

## ○ Robótica

- Robôs de exploração
- Ambientes não estruturados
- Diferentes sensores
- Vários ambientes



# Robótica

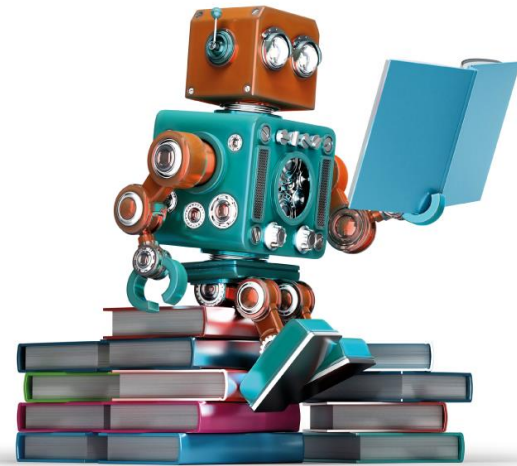
Multidisciplinar

- **Básicas**

- Física, matemática, biologia

- **Avançadas**

- Inteligência artificial
- Visão computacional
- Controle
- ....



# Robótica

## Interdisciplinar

- Engenharia Mecânica
- Engenharia Elétrica
- Engenharia de Controle e Automação
- Ciência da Computação



# Robótica

## Principais Aplicações

- Tarefas repetitivas/entediantes/contínuas
- Indústria no geral



# Robótica

## Principais Aplicações

- Tarefas de alta precisão/velocidade
  - Soldagem/teste de placas eletrônicas
  - Cirurgias
  - Usinagem de precisão



# Robótica

## Principais Aplicações

- Ambientes perigosos/inacessíveis
  - Limpeza de químicos/material nuclear
  - Desarme de bombas/minas terrestres
  - Exploração espacial





# Robótica

## Principais Aplicações

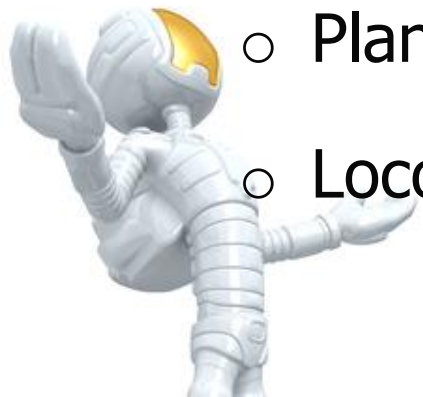
- Outras aplicações
  - Entretenimento
  - Uso domestico
  - Aplicações militares



# Robótica

## Áreas de pesquisa

- Localização
- Mapeamento
- SLAM/SPLAM
  - **(Tecnologia de localização e mapeamento)**
- Planej. de caminhos
- Locomoção
- Robótica cooperativa
  - Swarms
    - **(robótica de enxame)**
  - IHR
    - **(Interface Humano Robô)**
- Humanóides
- Manipuladores móveis



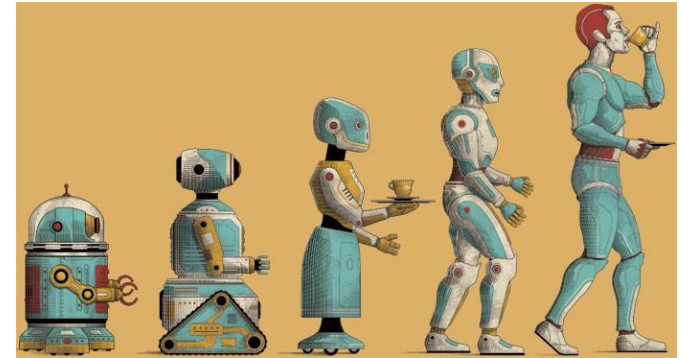
# Histórico

**De onde vem os robôs?**



# História da Robótica

- Você já se perguntou como era o primeiro robô, quem o construiu, quando isso aconteceu e o que ele era capaz de fazer?

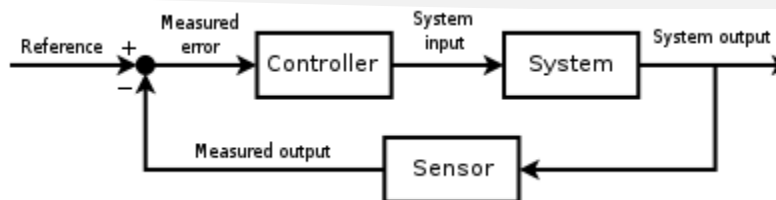


- Muitas máquinas que foram construídas poderiam ser chamadas de robôs, dependendo de como definimos robô



# Teoria de controle

A teoria de controle é o **estudo formal** das propriedades dos sistemas de controle automatizados, que abrangem desde as máquinas a vapor até os aviões, passando por uma gama de sistemas entre esses dois extremos.



A teoria de controle foi amplamente estudada como parte da engenharia mecânica e assim foi usada para **estudar e desenvolver o controle** dos antigos sistemas hidráulicos, sistema térmicos e também dos moinhos de vento e motores a vapor. (máquinas que foram a base da revolução industrial)



# Cibernética

O termo “cibernética” vem da palavra grega kybernetes, que significa “o que regula o movimento”



A proposta da cibernética é estudar os sistemas biológicos desde o nível neuronal (das células nervosas) até o nível comportamental, e em seguida tentaram implantar princípios similares em robôs simples, utilizando os métodos da teoria de controle

Assim, a cibernética tinha como base o estudo e a comparação dos processos de comunicação e controle nos sistemas biológicos e artificiais.



# Inteligência Artificial

A IA nasceu em 1956 em uma conferência para discutir a possibilidade de **inserir inteligência em máquinas**

As conclusões podem ser resumidas em: para uma máquina ser inteligente, teria de ser capaz de **produzir um raciocínio complexo**; e, para fazer isso, ela teria que usar:

- Modelos internos do mundo;
- Busca de soluções possíveis;
- Planejamento e raciocínio para resolver problemas;
- Representação simbólica da informação;
- Sistema de organização hierárquico;
- Execução sequencial de programas.





# Histórico

- **~322 a.C. – Aristóteles**
  - Ideia de colocar máquinas para trabalhar sozinhas executando tarefas de rotina
- **1495 – Leonardo da Vinci**
  - Dispositivo mecânico dentro de uma armadura
  - Projetado para fazer movimentos como se houvesse uma pessoa dentro



# Histórico

- **1738 – Jacques de Vaucanson**
  - Construção de três autômatos
  - O pato se movia, “falava”, batia as asas, comia e digeriria alimentos



# Histórico

- **1898 – Nikola Tesla**
  - Constrói um barco de controle remoto
  - Tele-autômato



# Histórico

- **1940 – Isaac Asimov**

- Robótica: ciência dos robôs

- **Três leis da robótica:**

- 1. Um robô não deve ferir um ser humano**, ou por omissão, permitir que um ser humano venha a ser ferido;
- 2. Um robô deve obedecer as ordens dadas por seres humanos**, exceto quando essas ordens forem conflitantes com a primeira lei;



# Histórico

- **Três leis da robótica:**

**3. Um robô deve sempre proteger a sua própria existência**, somente enquanto tal proteção não contrariar a primeira e a segunda leis.

Mais tarde Asimov acrescentou a “**Lei Zero**”, acima de todas as outras: **Um robô não pode causar mal à humanidade ou, por omissão, permitir que a humanidade sofra algum mal.**



# Histórico

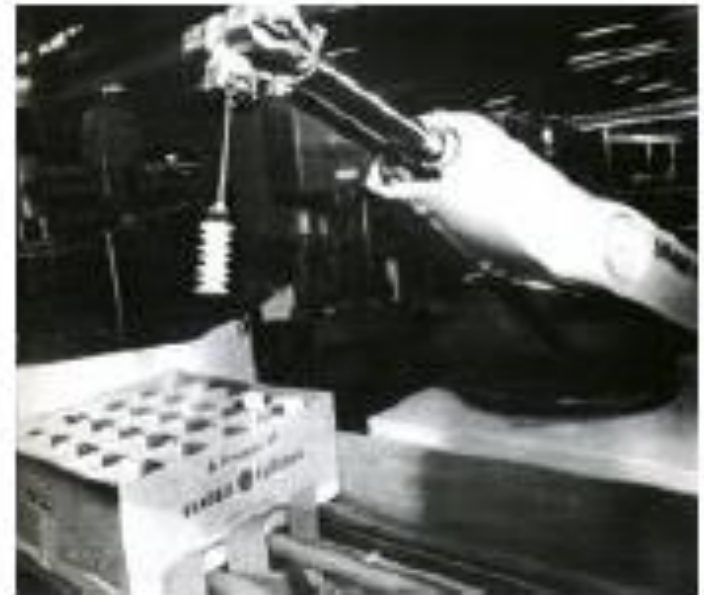
- **1948 – Willian Grey Walter**

- Machina speculatrix (Tortoise)
- Sensores: fotocélulas e contato
- Atuadores: motores e rodas
- Movimento autônomo: busca de fontes de luz



# Histórico

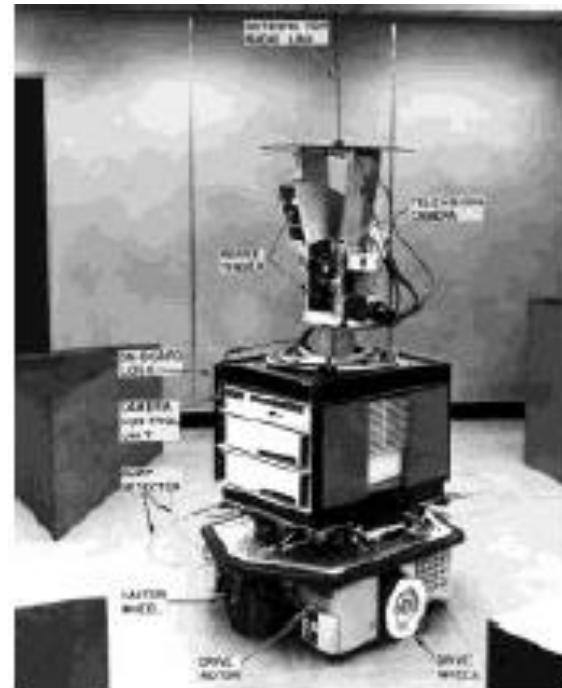
- **1959 – Unimate**
  - Primeiro manipulador robótico industrial
  - Linha de montagem General Motors





# Histórico

- **1968 – Stanford Research Institute**
  - Shakey – Primeiro robô móvel
    - “Pensar” e Agir
  - Sensores:
    - Câmera
    - Profundidade
    - Contato



# Histórico

- **1970 – Stanford University**
  - Stanford Cart
  - Segue linhas utilizando uma câmera
  - 15 minutos -> 30 cm



# Histórico

- **1978 – PUMA**

- Programmable Universal Machine for Assembly
- Um dos manipuladores mais conhecidos



# Histórico

- **Década de 1980**

- **1981: Direct-Drive Arm (CMU)**

- Motores diretamente instalados nas juntas
    - Mais velocidade e precisão nos movimentos

- **1984: Synthetic Psychology (Braitenberg)**

- Comportamento emergente de decisões simples

- **1987: Subsumption Architectures (Brooks)**

- Comportamentos reativos em camadas



# Histórico

- **Década de 1990**
  - **1997: Realização da primeira RoboCup**
  - **1997: Sojourner**
    - Primeiro robô a explorar Marte
    - Teleoperado porém com decisões locais
  - **1998: LEGO lança o MINDSTORMS**



# Histórico

- **Década de 2000**

- **2000:** Honda apresenta o ASIMO
- **2002:** iRobot lança o Roomba
- **2003:** Spirit e Opportunity enviados a Marte
- **2004, 2005 e 2007:** DARPA Challenges



# Atualmente





# Atualmente

## ○ Humanoides





# Atualmente

- **Boston Dynamics**



# Atualmente

- **Boston Dynamics**



# Atualmente

- **Boston Dynamics**



# Atualmente

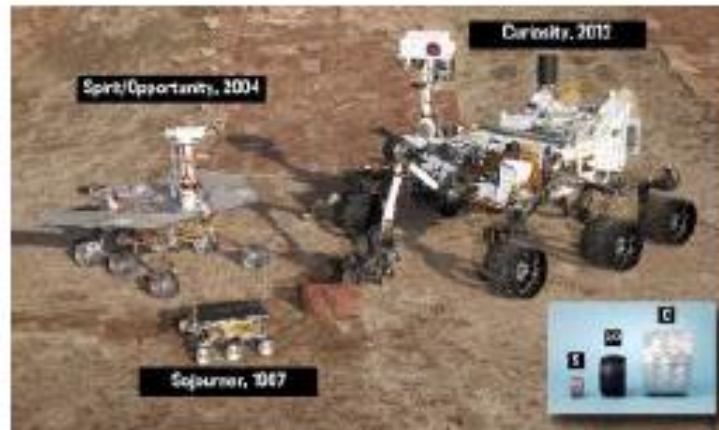
- **Boston Dynamics**





# Atualmente

## ○ Exploração espacial



[https://en.wikipedia.org/wiki/Mars\\_Exploration\\_Rover](https://en.wikipedia.org/wiki/Mars_Exploration_Rover)

- Sojourner: †27/09/1997 – 0,1 km 7 dias → 83 dias
- Spirit: †22/03/2010 – 7,7 km 3 meses → 6 anos
- Opportunity: †13/02/2019 – 45,16 km 3 meses → 15 anos
- Curiosity: 13/02/2019 – 20,4 km



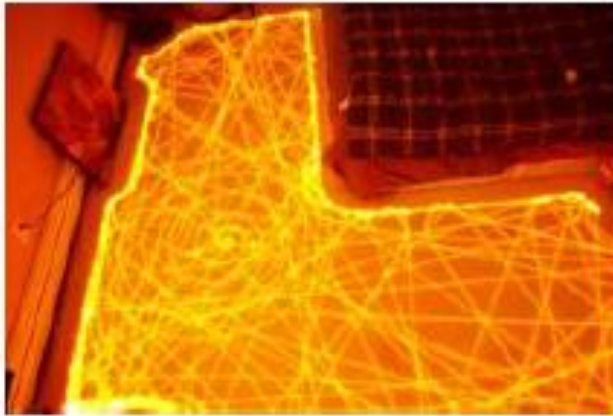
# Atualmente

- **DARPA Grand Challenge**
  - 2004 e 2005: Mojave Desert, USA
  - 2007: DARPA Urban Challenge
  - 2012 a 2015: DARPA Robotic Challenge



# Atualmente

- **Domésticos**





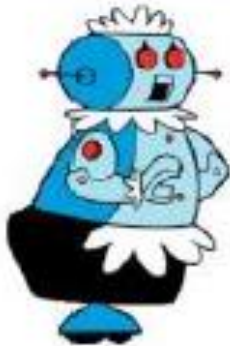
# Atualmente

- **Quadrirotores**



# Atualmente

## ○ Futuro?



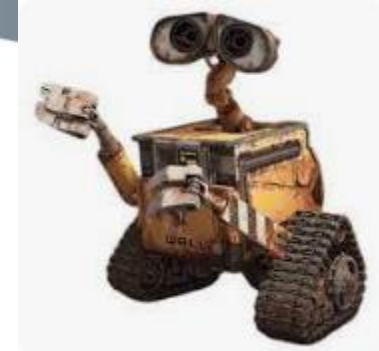
# Alguns filmes com robôs



**Eu, Robô**



**Robocop**



**Wal-E**



**Transformers**



**Exterminador do Futuro**



**Star Wars**



# O futuro da Robótica

- **Iremos automatizar tudo?**

- Com a tecnologia atual, ainda é inviável mesmo contando com tecnologias como assistentes virtuais, máquinas automatizadas, aplicativos inteligentes, Big Data e outras ferramentas de ponta
- Pesquisas estimam que **atividades físicas devem reduzir em 18% até 2030**, enquanto aquelas exigindo **habilidades cognitivas básicas devem cair em até 28%**



# O futuro da Robótica

- **Iremos automatizar tudo?**

- A **robótica** também vai entrar cada vez mais na rotina fora das indústrias, **cozinando e limpando as casas**, **dirigindo nas estradas** e **ajudando a regular nossos dias**.
- **Robôs** existem para automatizar tarefas **repetitivas** onde há necessidade de precisão, controle, velocidade, força e qualidade. Isso normalmente envolve **ações repetitivas, extenuantes, perigosas e pouco ergonômicas**, mas também significa que são ações realizadas, em muitos lugares, por pessoas.





# O futuro da Robótica

- **Robôs podem eliminar tarefas**

- A robótica não elimina empregos, ela altera tarefas.
- As tarefas mais afetadas pela robótica são:

- *Pick and place*;
- Alimentação de máquinas;
- Paletização;
  - **(agrupamento de mercadorias)**
- Empacotamento.



# O futuro da Robótica

- **Humanos ainda são melhores que máquinas**
  - Robôs podem ser mais rápidos, fortes, precisos e eficientes que trabalhadores, **mas eles não são nada sem um humano por trás acompanhando sua execução.**
  - Humanos e robôs podem estar lado a lado, fisicamente, em um ambiente de trabalho





# O futuro da Robótica

- **Os robôs vão roubar seu emprego?**
  - Não! Mas, quem sabe, te colocar em um melhor e mais bem remunerado posto de trabalho.



# O futuro da Robótica

- **Os robôs vão roubar seu emprego?**
  - Atualmente, a maior ameaça aos empregos é a incapacidade das empresas de permanecerem competitivas, e a automação oferece vantagens competitivas às empresas por meio de qualidade de produto mais alta e consistente, maior produção e custos gerais mais baixos.



**INTERVALO – 15 min.**



# De que é feito um robô?

- Revisando a definição de Robô:

“Um robô é um sistema autônomo que existe no mundo físico, pode sentir o seu ambiente e pode agir sobre ele para alcançar alguns objetivos”

Maja J. Maratic, 2014

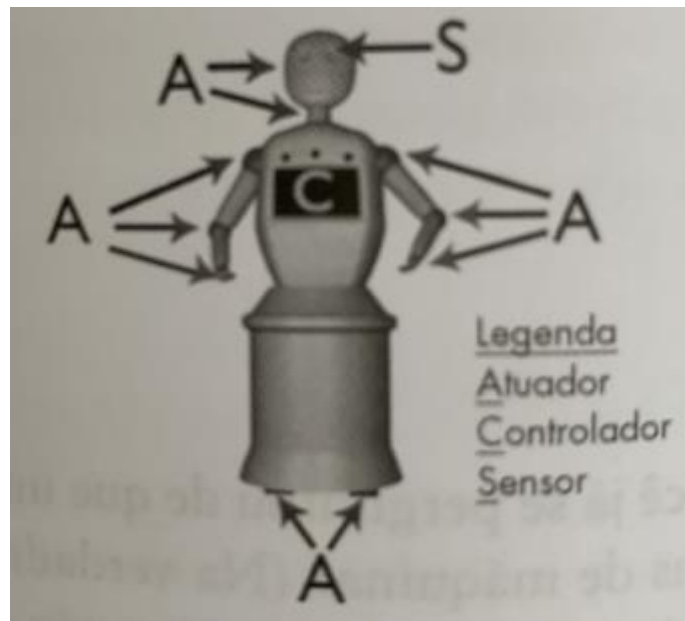


- Essa definição já nos dá algumas dicas sobre a composição de um robô:
  - **Corpo físico** (possa existir e trabalhar no mundo físico)
  - **Sensores** (para que possa sentir e perceber o ambiente)
  - **Efetadores e Atuadores** (para que possa agir)
  - **Controlador** (para que possa ser autônomo)



# De que é feito um robô?

- Principais componentes de um robô real e o modo como interagem uns com os outros e com o ambiente do robô.
- Vamos conhecer cada componente: **corporalidade, sensoriamento, ação e autonomia.**



# Corporalidade

- Refere-se a ter um corpo físico:
  - Um robô com um corpo material **deve obedecer às mesmas leis a que todos os objetos físicos obedecem;**
  - Todos os robôs físicos **devem se preocupar em não esbarrar ou colidir com outros objetos** presentes no ambiente;
  - O robô **tem suas limitações**, o trabalho que pode fazer e como pode interagir com outros robôs;
  - O corpo determina o **quão rápido o robô pode se mover** e como pode reagir ao próprio ambiente.



# Componentes de um Sistema Robótico

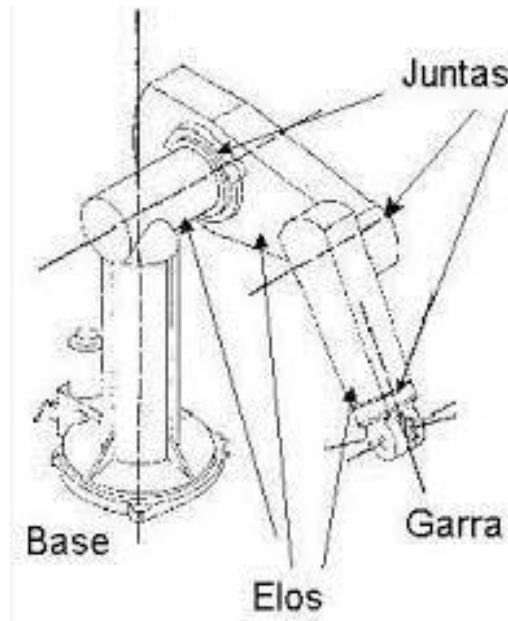
- De uma forma geral, um sistema robótico é composto por seis subsistemas:
  - I. Estrutura mecânica
  - II. Atuadores
  - III. Sensores
  - IV. Unidade de controle
  - V. Fonte de alimentação
  - VI. Dispositivos de programação





# Estrutura Mecânica

- Representa a **parte mecânica e estrutural do sistema robótico**, contendo uma base que sustenta a estrutura e vários corpos rígidos, ou elos conectados por juntas, até chegar ao elemento da extremidade, denominado efetuador.



# Atuadores

- São componentes que convertem energia elétrica, hidráulica ou pneumática em energia mecânica.



Servomotores  
Potência média  
Boa precisão  
Robôs médios



Fluido pressurizado  
Potência elevada  
Baixa precisão  
Robôs grandes



Ar pressurizado  
Potência baixa  
Baixa precisão  
Robôs pequenos



# Sensoriamento

**Sensores:** são dispositivos físicos que permitem a um robô perceber seu ambiente físico, a fim de obter informações sobre si mesmo e sobre os objetos que o cercam

## O que um robô precisa sentir?

Depende do que o robô precisa fazer, de qual é sua tarefa.

O sensoriamento permite que o robô conheça seu **estado**, que refere-se a **descrição de um sistema**.



# Sensoriamento

- **Espaço de estado:** é composto por todos os possíveis estados em que um sistema pode estar.  
ex: interruptor
- **Estado discreto e contínuo:**
  - Discreto: ligado/desligado
  - Contínuo: corrente/tensão
- **Observável, parcialmente observável e oculto:** isso significa que um robô pode saber muito pouco ou bastante sobre si mesmo e seu mundo.



# Sensoriamento

- **Estado externo:** refere-se ao **estado do mundo** como o robô o percebe.
- **Estado interno:** refere-se ao **estado do robô** como o robô o percebe.
- **Exemplo:** um robô pode sentir que o ambiente em seu entorno está **escuro e esburacado** (estado externo) e também que o **nível da bateria está baixo** (estado interno).
- Um projetista e programador de robôs precisa colocar sua mente dentro do espaço sensorial do robô para imaginar como ele percebe o mundo e como deve reagir.



# Unidade de Controle

- Um controlador é uma máquina especializada que **coordena os movimentos do robô.**
- Em sua maioria, é formada por **microcontroladores** dispostos em um gabinete, que são dispositivos utilizados para controlar as ações executadas pelos atuadores, a fim de que o robô possa realizar uma determinada tarefa.



# Fontes de Alimentação

- É a fonte de energia responsável por fornecer a potência necessária para a movimentação do conjunto de atuadores que irá assegurar a realização de tarefas do robô.
- **Drivers:** são placas de circuito eletrônico no controlador que fornecem energia para os motores do robô.





# Dispositivos de Programação

- Os dispositivos de programação de um robô é a **interface** que um programador de robô usa **para carregar programas** para o robô executar e também para controlar outras funções do mesmo.



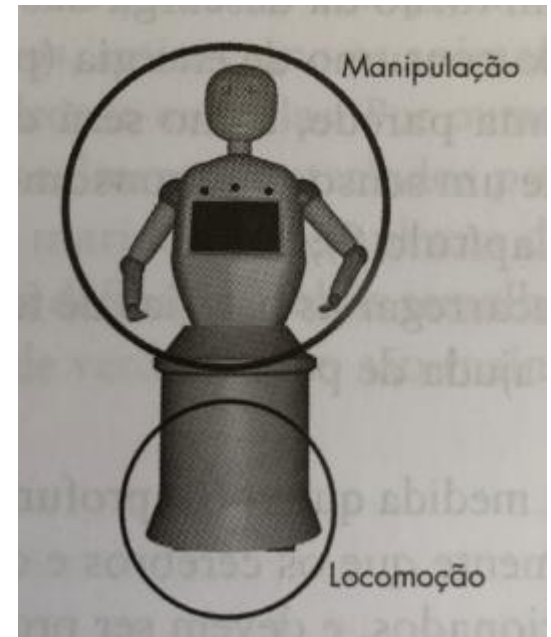
# Ação

- **Efetuadores:** permitem que um robô **aja, faça coisas físicas**. Efetuadores usam mecanismos subjacentes, como músculos e motores, que são chamados de **atuadores**, que fazem o trabalho real para o robô.
- São usados para duas atividades principais:
  - **Locomoção:** andar ao acaso ou ir a um lugar específico;
  - **Manipulação:** manipular objetos.



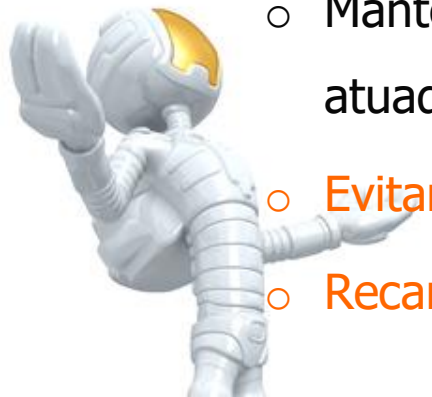
# Ação

- A separação entre a robótica móvel e a de manipuladores está desaparecendo lentamente, à medida que surgem robôs mais complexos, como humanoides que têm tanto a capacidade de se movimentar quanto de manipular objetos.



# Cérebros e Músculos

- Robôs são diferentes de animais porque os cérebros biológicos consomem uma grande quantidade de energia em comparação com o resto do corpo. **Nos robôs, ocorre o contrário, os atuadores exigem mais potência do que o processador que executa o controle, o cérebro.**
- Questões **energéticas** para a robótica:
  - Fornecer **energia suficiente** sem sobrecarregá-lo com baterias pesadas;
  - Manter a **eletrônica dos controladores isolada** dos sensores e atuadores;
  - **Evitar perda de desempenho** quanto aos níveis de energia;
  - **Recarregar as baterias** de forma autônoma.



# Autonomia

“É a capacidade de tomar as próprias decisões e agir de acordo com elas. Para os robôs, autonomia significa que as decisões são tomadas e executadas pelo próprio robô, e não por operadores humanos.”

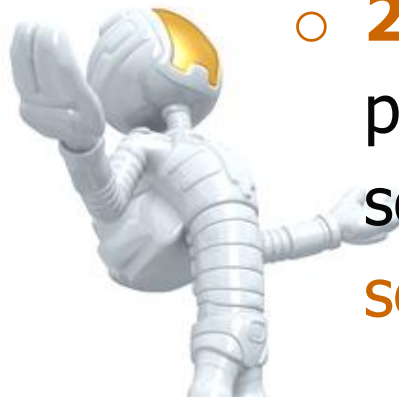
Maja J. Maratic, 2014

- Os **controladores** fornecem o *hardware* e o *software* que tornam o robô **autônomo**, usando informações sensoriais e qualquer outra informação **para decidir o que fazer** e, em seguida, controlar os efetadores **para executar as ações**.



# Classificação dos robôs

- Os robôs podem ser classificados em relação a sua ordem cronológica de geração:
- **1º Robôs Executores (playback):** repetem uma sequencia de instruções pré-gravadas como a pintura ou soldadura.
- **2º Robôs controlados por sensores:** possuem malhas fechadas de realimentação sensorial. Tomam decisões com base nos sensores.





# Classificação dos robôs

- **3º Robôs controlados por visão:** Malha fechada de controle inclui um sistema de visão (imagem que é processada).
- **4º Robôs com controle adaptativo:** o robô pode reprogramar suas ações com base nos seus sensores.
- **5º Robôs com Inteligência Artificial:** usa técnicas de inteligência artificial para tomar suas decisões e até resolver problemas.



# Próxima aula....

- **Componentes de Sistemas Robóticos**

- Braços, pernas, rodas e esteiras: o que realmente os aciona?
  - Efetuadores e atuadores
  - Motores, servomotores e engrenagens
  - Graus de liberdade



# Conhecer o kit Didático em Robótica



# Conhecer o kit Didático em Robótica

- **Responsabilidade a todos os alunos** em **deixar tudo organizado, limpo** e em **perfeito estado de conservação**.
- **NÃO** misturar peças ou trocá-las entre kits para **não desfalcar**
- **Nenhuma peça ou kit poderá sair do laboratório**, todas as **práticas e montagens** devem ser feitas em sala de aula

