

ROBÔS COLABORATIVOS E COEXISTENTES

CONVERSA INICIAL

Estamos vivenciando a evolução da tecnologia em nossa sociedade de forma cada vez mais acelerada. Entre as várias áreas da tecnologia, uma que vem se destacando nesse contínuo avanço é a robótica. Muito se fala da robótica ser o estado da arte em tecnologia e inovação. Mas o que é a Robótica? Como e quando surgiu? Como funciona? Quais as suas aplicações? Até onde essa tecnologia pode chegar? Buscaremos conhecer tudo e mais um pouco sobre essa área revolucionária da tecnologia.

TEMA 1 – HISTÓRIA DA ROBÓTICA

Diferentemente do que se pensa, a história dos robôs é mais antiga do que imaginamos. Tem-se como referência que a indústria é o berço da robótica, diríamos até seu hábitat natural, local em que os robôs são amplamente utilizados. Então, vamos voltar um pouco no tempo para entender como a indústria que conhecemos chegou até o ponto em que se encontra hoje.

A necessidade de produção de bens de consumo surgiu nos primórdios da humanidade, juntamente com a necessidade do consumo em si. Essa demanda vem aumentando década após década, desafiando a capacidade das indústrias de produzir esses bens e atender a uma demanda crescente. Essa grande busca por melhorias na eficiência e aumento de produtividade ficaram marcadas na história como revoluções industriais.

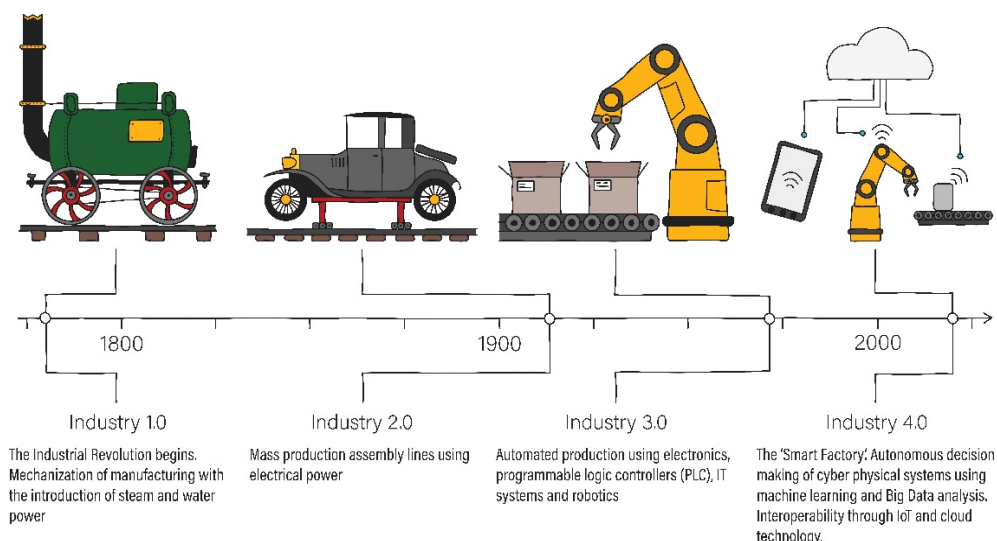
1.1 Revoluções industriais

No fim do século XVIII, ocorreu a Primeira Revolução Industrial, marcada pela substituição da força motriz animal pela força mecânica a vapor. Já no começo do século XX, Ford começou a produção em linha, uma grande evolução no processo de fabricação. Nesse mesmo período, a eletricidade passou a ser usada como força motriz. Porém, somente nos anos 1970, tivemos o uso da eletricidade em conjunto com a informática, o uso de microcomputadores e a invenção da robótica, criando o conceito de manufatura e de automação. Esse marco ficou conhecido como Terceira Revolução Industrial, que é base da indústria como conhecemos hoje.

Com o advento da internet e em razão de termos computadores cada vez mais potentes, surgiu uma nova classe de indústrias, baseadas no uso

massificado de robôs, integração de equipamentos em tempo real, conexão das máquinas à internet e gerenciamento por *softwares* dotados de inteligência artificial, o que tornou as outras empresas obsoletas. Esse movimento está sendo chamado de Quarta Revolução Industrial e está acontecendo exatamente nesse momento.

Figura 1 – Revoluções industriais



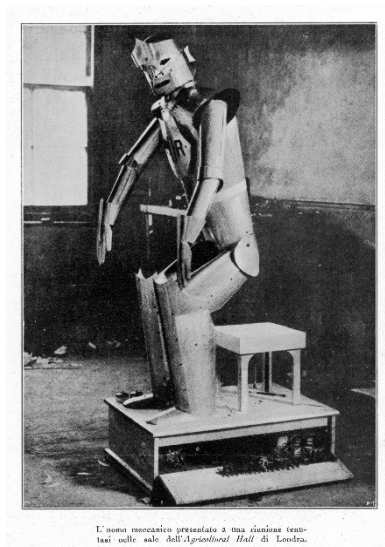
Crédito: Chris/Adobe Stock.

1.2 Primeiros robôs

Considerando que, em 1800, tivemos o início da mecanização industrial, não deveria existir nenhum sinal de robôs antes disso. Porém, acredita-se que o primeiro robô tenha sido criado pelo engenheiro francês Jacques Vaucanson, em 1737, que queria encontrar uma forma de entreter a realeza e criou o robô tocador de flauta, seguido do tocador de tamborim e o pato mecânico, ambos criados no ano seguinte à sua primeira criação. Entretanto, o pato mecânico foi sua obra mais conhecida, pois fazia vários movimentos, se alimentava e defecava.

Até 1920, esses dispositivos mecânicos eram denominados *autômatos*. O termo *robô* foi utilizado pela primeira vez, em 1920, pelo escritor checo Karel Capek, em sua peça teatral de ficção científica *Os robôs universais de Rossum*. Esse termo vem de *robotá*, palavra checa que significa “trabalho forçado.” A peça teatral contava a história de uma fábrica que fazia pessoas artificiais, chamadas de *roboti*.

Figura 2 – Robô da peça *Os robôs universais de Rossum*



Crédito: Archivist/Adobe Stock.

Em 1950, o escritor de ficção científica Isaac Asimov criou o termo *robótica*, popularizado em seu livro *Eu Robô*, no qual publicou as Leis da Robótica.

1. Um robô não pode ferir um ser humano ou permitir que um ser humano seja ferido.
2. Um robô deve sempre obedecer às ordens dos seres humanos, desde que não contrariem a Primeira Lei.
3. Um robô deve proteger sua própria existência, desde que não entre em conflito com a primeira e segunda leis.

1.3 Robôs nas indústrias

Saindo da ficção e voltando para a indústria, em 1961, impulsionado pela necessidade de aumento de produtividade e melhoria de qualidade nos produtos, o engenheiro George Devol (1912-2011) projetou o “Unimate”, primeiro robô industrial, que automatizava tarefas em uma fábrica da General Motors, em Nova Jersey. Em razão do sucesso da sua primeira criação, em 1962, juntamente com Joseph Frederick Engelberger, George Devol fundou a Unimation, primeira empresa fabricante de robôs no mundo.

À medida que os robôs se tornavam uma ferramenta fundamental na produção industrial, grandes empresas passaram a investir na produção de robôs, mas foi Victor Motta, da Universidade de Stanford, que na década de 1980 desenvolveu o primeiro braço mecânico com motor instalado diretamente nas junções do braço, uma evolução que possibilitou movimentos mais rápidos e

precisos, habilitando robôs a realizarem processos de montagem, solda e inúmeras atividades de precisão, tornando-os peças fundamentais no processo produtivo.

TEMA 2 – DEFINIÇÃO DE ROBÔ

Segundo o dicionário de português da Oxford Languages, *robô* (substantivo masculino) é:

1. Máquina, autômato de aspecto humano, capaz de se movimentar e de agir.
2. Mecanismo comandado por controle automático.

Já o dicionário Infopédia, da Porto Editora, apresenta três definições para robô:

1. Máquina ou aparelho eletromecânico, passível de ser programado informaticamente para executar de forma autónoma determinada(s) tarefa(s), geralmente repetitivas ou perigosas, em substituição do ser humano.
2. Máquina que imita o aspecto e os movimentos de uma pessoa ou de outro ser animado.
3. (figurado) Pessoa que cumpre ordens automaticamente.

Definir o que é um robô não é tão simples assim. Como visto no primeiro tema, a ideia de robô é bastante antiga e o nome nasceu primeiramente na ficção científica, sendo aplicado à ciência somente décadas depois. Dessa forma, consideramos ao menos três definições para robô:

- Primeira, definição romântica: aquela que você vê nos filmes.
- Segunda, definição técnica: presente nas indústrias e aplicadas ao nosso dia a dia.
- Terceira, definição científica: pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias, inteligência artificial e autônomos.

2.1 Definição artística

Como quase todas as novas tecnologias, os robôs tiveram origem primeiro na ficção científica, em que são vistos como um humano-máquina de modo integral ou robôs gigantes, construídos para reproduzir movimentos, comportamentos e aparência humana, substituindo o ser humano no trabalho pesado, nas atividades

de grande risco e como arma de guerra. Esses robôs humanoides apresentam no nível básico uma grande semelhança com o ser humano no que diz respeito à estrutura de corpo, movimentos e até certa forma de inteligência.

Apesar das semelhanças, a complexidade de se criar uma réplica mecânica do ser humano é imensa. Ainda temos grandes avanços tecnológicos a serem feitos, mas estamos seguindo as receitas dos filmes, em que os robôs vão evoluindo de modo a cada vez mais ficarem parecidos com os humanos a ponto de um dia, dotados de inteligência artificial, se tornarem mais inteligentes que seus próprios criadores.

Figura 3 – Robô realizando atividades humanas



Crédito: Photobank/Adobe Stock.

2.2 Definição técnica

Dentro de um escopo mais técnico, as definições são voltadas às aplicações industriais e a processos fabris, mercado que já utiliza robôs desde os anos 1980. Dessa forma, é neste que encontramos a maior quantidade de definições.

A definição mais comum para robô é: “um dispositivo, ou grupo de dispositivos, eletromecânicos capazes de realizar trabalhos de maneira autônoma ou pré-programada”. A Robot Institute of America (RIA) definiu: “um robô industrial é um manipulador reprogramável, multifuncional, projetado para mover materiais, peças, ferramentas ou dispositivos especiais em movimentos variáveis programados para a realização de uma variedade de tarefas”.

A definição do Museu Tecnológico de Inovação (San Jose, CA, EUA) é: “um robô é uma máquina que coleta informações sobre seu ambiente (sensoria)

e usa essa informação (pensa) para seguir instruções para realizar trabalho (atua).”

Figura 4 – Diferentes conceitos de robôs



Crédito: Andrey Suslov/Shutterstock.

O ponto comum em todas essas definições é o fato de o robô ser reprogramável. Essa característica possibilita seu uso nas mais diversas aplicações e ambientes de trabalho. Essa é a principal característica de um robô e o que o diferencia de uma simples máquina, o que o aproxima da flexibilidade de um ser humano para se adaptar a diferentes funções e atividades de trabalho.

2.3 Definição científica

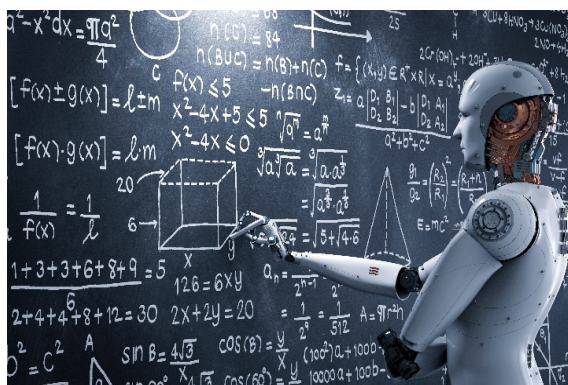
Para os cientistas, na ausência de uma definição precisa sobre o que é um robô, toda máquina capaz de processar informação e exercer uma atividade é um robô. Se prestarmos atenção, vamos perceber que muitos equipamentos ao nosso redor são na realidade pequenos robôs, não no formato idealizado pelos filmes ou robôs encontrados na indústria. Um exemplo é a impressora que temos em casa: esta não deixa de ser um robô que deposita tinta em posições diferentes do papel de acordo com sua programação.

Trabalhando esse conceito, a definição científica de robô, por ser mais abrangente, engloba dispositivos com formatos menos padronizados. Para o pesquisador Ronald Arkin, do Instituto de Tecnologia da Geórgia (EUA), “um robô é uma máquina capaz de extrair informações do ambiente e usar conhecimento sobre o mundo de modo a se mover com segurança e com um propósito”.

Isso possibilita a criação de robôs para uma variedade de diferentes aplicações, que exigem formatos e tecnologia diferenciada. Entre essas tecnologias, os cientistas vêm focando em como melhorar a interação com os

robôs e uma forma de simular inteligência, para que possam se comunicar, aprender e evoluir de forma automática, sem a necessidade de programação humana.

Figura 5 – Ilustração de um robô aprendendo



Crédito: Phonlamai Photo/Shutterstock.

TEMA 3 – CONCEITOS BÁSICOS DA ROBÓTICA

A robótica é o ramo da ciência que envolve muitas áreas, mas as principais já são bem conhecidas: mecânica, elétrica e computação. Essa grande integração entre as variadas áreas da tecnologia conecta partes mecânicas com sistemas motorizados para gerar movimentos automáticos controlados manualmente ou automaticamente por circuitos elétricos que podem rodar diferentes programações. O estudo dessa sinergia entre as áreas deu origem a engenharias mais específicas, nascidas dentro do ramo de automação, como a engenharia mecatrônica e a engenharia de controle e automação, que focam seus estudos na sinergia e integração dessas tecnologias.

Para entender os conceitos básicos da robótica, vamos nos aprofundar nos conceitos que regem esses equipamentos.

3.1 Mecânica

A mecânica é uma das tecnologias mais importantes, pois é a área responsável por todos os cálculos e projetos do conjunto estrutural, dinâmico e pelo conjunto de movimento, ou seja, o esqueleto do robô, com forma definida capaz de realizar movimentos.

A mecânica estrutural é responsável pelos elementos que compõem a estrutura física dos robôs, e pode ser estática ou dinâmica; essa diferença está diretamente relacionada à capacidade de movimentação dessa estrutura. A

estática, como o próprio nome diz, é conhecida como o esqueleto do robô – que é estático –, estrutura em que normalmente são fixados motores e sistemas de movimentação do robô.

Já a mecânica dinâmica refere-se à capacidade de movimento e é responsável por transmitir movimentos gerados pelos atuadores, possibilitando que o robô se movimente. Essa mecânica de movimento é conhecida como cinemática.

3.1.1 Cinemática

É a característica mecânica do robô que influencia diretamente a capacidade dos seus movimentos e envolve diversas leis da física para que o robô possa transformar energia em movimento da melhor maneira. O projeto mecânico de cada robô é feito com base na famosa frase de Lavoisier: “na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma”. Esse conceito se refere a melhorar a utilização da lei de conservação de energia, em que a energia elétrica, ao entrar no motor elétrico, transforma-se em energia cinética (energia de movimento), fazendo com que o braço suba, que por sua vez transforma energia rotacional em energia potencial (energia de altura).

3.2 Elétrica

A elétrica é a tecnologia responsável por dar movimentos de forma coordenada a uma estrutura inanimada, seguindo uma sequência lógica de programação, unificando o programa que é 100% digital com a parte física do robô.

Dentro da robótica é a tecnologia que mais abrange funções e componentes. Podemos dizer que o advento dos microcontroladores possibilitou a existência da robótica como a conhecemos hoje. O microprocessador é o principal responsável pelo controle e capacidade de reprogramação. Sua evolução vem acelerando a evolução da robótica, fornecendo aos robôs maior capacidade de processamento e velocidade.

Todo funcionamento dos robôs é baseado em sinais elétricos, gerados pelos sensores e transmitidos pelos cabos elétricos, que são processados pelo microprocessador, o qual envia sinais para o funcionamento dos atuadores como

desejado, “criando vida” ao robô. Até os atuadores pneumáticos e hidráulicos são comandados eletronicamente por válvulas elétricas.

3.3 Computação

A computação é responsável pela programação lógica e que dá aos robôs sua característica essencial, a de ser reprogramável. A lógica é responsável pelo controle de funções e movimentos do robô, seguindo uma programação e sinais recebidos dos sensores.

Lógica são estruturas de tomada de decisão escritas em uma programação que rodam nos microcontroladores ou controladores, possibilitando que os robôs tomem as decisões que queremos; nesse caso, executando exatamente a programação no controlador, interpretando os sinais dos sensores, fazendo os motores e atuadores movimentarem o robô como programado.

A programação também é conhecida como *software* e está embarcada dentro do robô. Executa função básicas como ligá-lo e checar se todos os componentes elétricos estão funcionando corretamente. Existem *softwares* que ajudam também na programação, além de coordenar e executar os movimentos em operação.

TEMA 4 – PARTES E COMPONENTES ROBÔS

Assim como todos os equipamentos de automação, os robôs são compostos por componentes mecânicos, eletrônicos e *software*. A seguir, estão listados os componentes básicos existentes em todos os robôs.

- Manipulador: estrutura mecânica, chassis ou esqueleto, que matem o formato externo do robô.
- Atuadores: são os motores ou acionadores que transformam energia elétrica, mecânica, pneumática ou hidráulica em energia cinética/movimentos.
- Sensores: são dispositivos que detectam e geram informações sobre o equipamento em si e sobre o meio em que estão inseridos.
- Controlador: é o cérebro do robô, dispositivo responsável por armazenar e rodar a programação, comandando os movimentos dos robôs, que por sua vez são validados por meio de sensores de posição, células de cargas.

- Unidade de potência: funciona como o coração do robô, responsável por fornecer alimentação elétrica ao controlador, sensores e atuadores.

Agora vamos detalhar cada um dos componentes para que possamos conhecer seus elementos, entender suas funções e principais características.

4.1 Manipulador

Manipulador é uma combinação de elementos estruturais rígidos, contemplando toda parte estrutural do robô ou chassi. Tem a função de esqueleto e é responsável por manter a rigidez e o formato externo do robô.

A estrutura do robô diz muito sobre sua utilização e aplicação, pois está diretamente ligado à sua capacidade de carga, alcance e velocidade de operação. Nos temas seguintes, vamos ver como os diferentes arranjos estruturais criam classes de robôs com funcionalidades bem específicas.

Dentro das estruturas rígidas de um robô encontramos vários elementos com funcionalidades bem específicas, conforme apontado a seguir.

4.1.1 Base

É fixada diretamente no chão ou em um suporte/máquina, e pode ser móvel. É responsável por dar estabilidade a toda a estrutura, mantendo a posição do robô travada mesmo durante movimentos bruscos, altas velocidades ou cargas pesadas. Apesar de simples, é responsável por manter todo o peso e inércia, garantindo a indexação e referência do robô operação após operação.

4.1.2 Elos ou *links*

São elementos estruturais rígidos responsáveis pela cinemática do robô. Definem formato, tamanho e alcance do robô. Funcionam como os ossos no corpo humano, mantendo a estabilidade, transferindo forças e movimentos de um atuador a outro. Os elos são conectados uns aos outros por meio de articulações conhecidas como *juntas*, presentes em suas extremidades.

4.1.3 Juntas

Conectam os elos entre si, possibilitando o movimento de um elo em relação ao outro. São como os cotovelos e joelhos no corpo humano, mantêm os

elos unidos, porém, com um grau de liberdade. Esse movimento pode ser de rotação ou de translação.

Aqui é muito importante entender o conceito de rotação e translação, pois todos os robôs utilizam esses dois movimentos para operarem. No movimento linear ou de translação, as partes de um objeto percorrem a mesma distância, na mesma direção, ao mesmo tempo. No movimento de rotação ou angular, o movimento ocorre ao redor de um eixo no sentido de rotação.

As juntas também são conhecidas como eixos, motivo pelo qual comumente ouvimos falar em robôs de quatro eixos, seis eixos ou até dez eixos, referindo-se à quantidade de juntas que ele apresenta.

4.1.4 Efetuador final

É um elemento estrutural formado pelo punho e ferramenta de trabalho, muitas vezes uma garra. Esta é um conjunto de elos e juntas mais próximas que possibilita movimentos de torção e rotação com maior grau de liberdade, de modo que o robô realize atividades em diferentes planos e posições. No corpo humano, o efetuador equivale ao punho; já a ferramenta de trabalho, as mãos. Como mencionado, essa ferramenta de trabalho pode ser uma garra para manipular diferentes tipos de peças e objetos, usando ventosas ou pinças simples até pinças com formatos semelhantes às mãos humanas para trabalhos mais delicados. Já as ferramentas, conectadas ao punho do robô, possibilitam aplicações mais específicas, como pistola de pintura ou uma ponteira de solda.

Figura 6 – Efetuador robótico X mão humana



Crédito: Gorodenkoff/Shutterstock.

O efetuator é responsável pela funcionalidade do robô. Todo o restante de sua estrutura mecânica serve para posicionar ou levar o efetuator à sua posição de trabalho.

4.2 Atuadores

Como visto, os robôs apresentam uma estrutura mecânica rígida composta por uma base de fixação e por elos que são ligados entre si por juntas que possibilitam o movimento da garra ou da ferramenta nas posições programadas. Mas como eles se movimentam? A resposta para essa pergunta são os atuadores, responsáveis por transformar energia elétrica, ar ou fluido hidráulico comprimido em energia cinética ou movimento. Eles funcionam com os músculos no corpo humano, que são responsáveis pelos nossos movimentos. Os atuadores mais utilizados na robótica são: motores elétricos, servo motores, cilindros lineares e atuadores rotativos pneumático ou hidráulico.

Figura 7 – Servo atuadores rotativos



Crédito: Similis/Shutterstock.

Os atuadores vêm evoluindo ano após ano, tendo sua capacidade, força e torque aumentada a cada nova geração. Isso, aliado a uma constante compactação no tamanho, possibilita que esses elementos sejam integrados nos próprios elos e juntas, criando robôs mais esguios, leves e consequentemente ágeis.

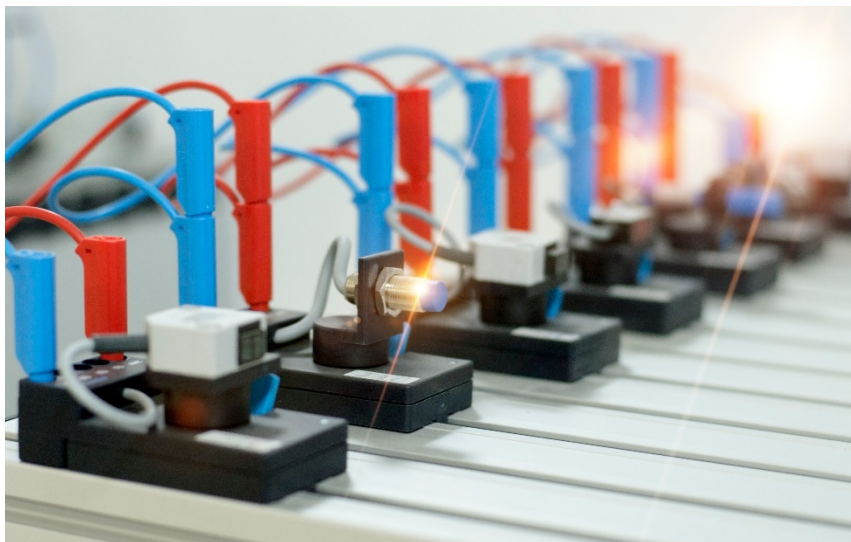
Esses elos, juntas e atuadores todo conectados são responsáveis pelos movimentos de todo robô. Mas como esses movimentos são gerenciados?

A coordenação desses movimentos somente é possível por meio de sensores que são conectados a cada um desses elementos, os quais enviam sinais da posição em tempo real ao controlador, informando onde cada parte do robô está posicionada.

4.3 Sensores

Os sensores funcionam como nosso sistema olfativo, visão e audição, transformando grandezas de diferentes naturezas em sinais elétricos que podem ser digitais ou analógicos. Esses sinais são enviados ao controlador do robô por meio de cabos elétricos, informando variáveis como posição ou condições do robô. Esses sinais possibilitam ao controlador validar se o comando ou movimento foi executado de maneira correta para chegar à posição estabelecida, por exemplo. Esse controle em malha fechada possibilita correções em tempo real de trajetória, força ou velocidade, garantindo movimentos precisos e repetitividade em cada execução.

Figura 8 – Tipos de sensores



Crédito: Rozdemir/Shutterstock.

Os sensores internos fazem parte da construção elétrica do robô e geram *feedbacks* de grandezas e posições. Trabalhando diretamente conectados ao controlador do robô, eles informam se o robô está executando os movimentos da forma correta. Os mais utilizados são os transdutores de posição e *encoders*, que por meio de contagem de pulsos ou variação de resistência indicam em qual posição cada elo e atuador se encontra. Outro tipo de sensor utilizado na construção dos robôs são as células de carga, que monitoram a quantidade de força e resistência que são aplicadas a cada uma das juntas.

Já os sensores externos servem para o robô interagir com o meio ambiente em que está inserido. Estes sempre se encontram fora do robô, e podem estar conectados à sua estrutura, monitorando condições de ferramentas, acessórios e

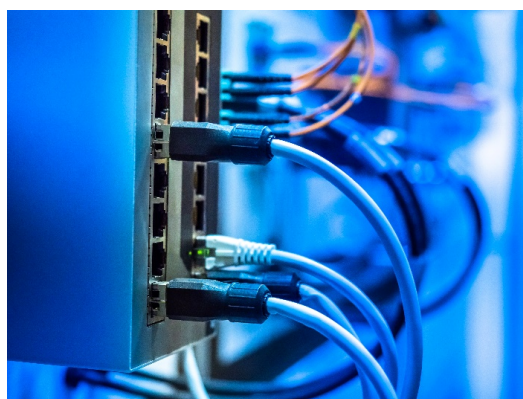
estação de trabalho em que o robô está inserido. Os sensores externos não são conectados diretamente ao controlador do robô, normalmente estão conectados a um CLP ou entram no controlador por meio de portas auxiliares. Os sensores mais comumente utilizados são os de contato mecânico, indutivos, capacitivos, magnéticos, entre outros. Dependendo da aplicação, podem ser utilizados sensores *laser* de alta precisão e sistemas de visão com câmeras para inspeções de qualidade e até medições.

4.4 Controlador

Já falamos de todos os componentes do robô, agora precisamos detalhar o mais importante de todos, o controlador. Equivalente ao cérebro humano, nos robôs o controlador é responsável por tornar o robô uma máquina altamente flexível e reprogramável, possibilitando que os robôs sejam aplicados às mais diferentes funções e desempenhem repetitivamente diferentes tarefas quantas vezes forem necessárias.

O robô é tão rápido quanto sua capacidade de processar as informações e transformá-las em movimento. O controlado é basicamente um computador industrial composto por um disco rígido (memória) em que são gravados os programas, uma fonte de alimentação potente o suficiente para alimentar os motores/atuadores, os *drivers* de comando que controlam os movimentos dos atuadores e as entradas e saídas de sinais, em que são conectados os sensores. Graças à evolução dos computadores, os robôs vêm evoluindo em ritmo acelerado, com maior poder de processamento; já vemos atualmente o uso de inteligência artificial nos robôs.

Figura 9 – Controlador robótico



Crédito: Fotogrin/Shutterstock.

A principal função do controlador é rodar comandos do programa armazenado no banco de dados, transformando as linhas de programação em movimentos dos atuadores de forma sincronizada. Para garantir que as trajetórias sejam exatamente as programadas, o controlador deve utilizar os sinais coletados pelos sensores, calculando as correções necessárias no movimento de cada atuador em tempo real. Esse processo de leitura dos sensores e comando dos atuadores é chamado de *controle em malha fechada* e ocorre milhares de vezes em um único movimento, garantindo o correto posicionamento final de elos e juntas.

TEMA 5 – ROBÓTICA

A robótica é um dos ramos mais fascinantes da área do conhecimento. É a ciência que engloba mecânica, eletrônica e computação no estudo, projeto e construção dos robôs. Apresenta um conceito muito abrangente e engloba tudo o que se considera automático, indo desde um simples sistema para realizar a pega de um componente até um robô humanoide capaz de se equilibrar em duas pernas, imitando um humano. Trabalhando com componentes mecânicos, motores, controladores e *softwares*, esses sistemas eletromecânicos são equipamentos automáticos controlados por uma lógica pré-definida, máquinas que são uma imitação da vida, que não ficam cansados e cada vez mais são utilizadas nos ambientes que vivemos e trabalhamos.

Os robôs têm uma grande gama de aplicações, que vão desde a produção industrial até atividades cotidianas, como limpar a casa, tornando as atividades domésticas menos exaustivas; também está presente em áreas como a medicina e até astronomia. Com essa grande variedade de funcionalidades e aplicações, fica clara a necessidade de especializações voltadas a cada segmento e tipos de aplicações em que serão utilizados. Podemos dividir a robótica em vários seguimentos e vamos abordar a seguir o que vem sendo desenvolvido em cada um deles. Nesse primeiro momento, vamos deixar a robótica industrial e a colaborativa de fora, pois serão tratadas em temas exclusivos para que possamos estudar mais detalhadamente.

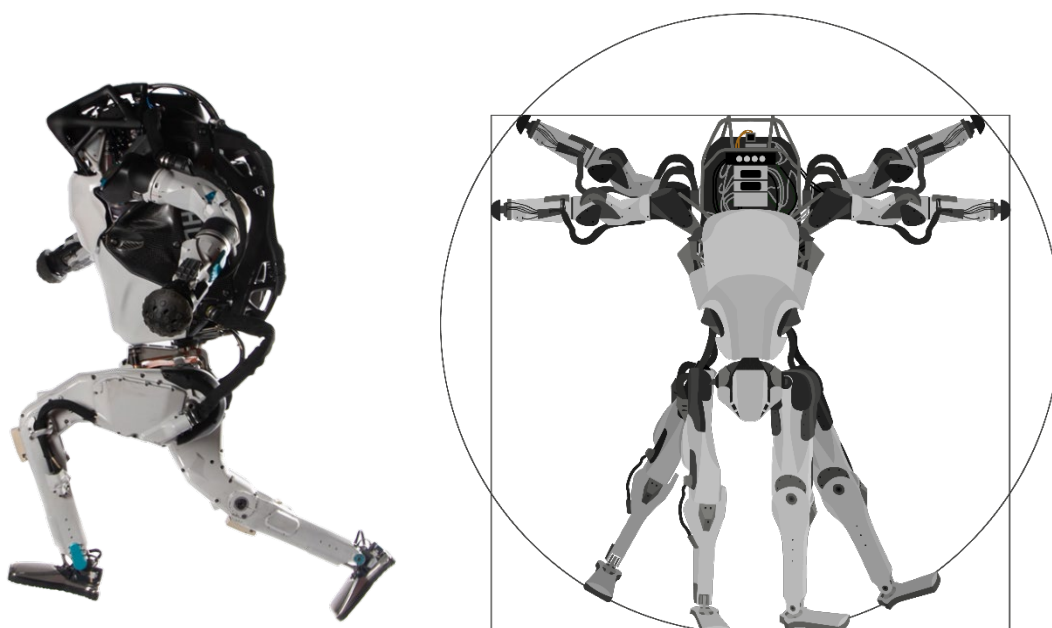
5.1 Robótica antropomórfica humanoide

Como vimos na história da robótica, a robótica antropomórfica contemporânea se baseia nos humanos e em animais há vários séculos, copiando suas aparências e seus movimentos. Isso porque esses conceitos mecânicos já foram validados pela natureza ao longo de milhões de anos de evolução.

O campo da robótica humanoide vem evoluído de maneira incrivelmente rápida e inovadora. Pesquisa e desenvolvimento antes reservados apenas a institutos de pesquisa, são hoje liderados por empresas privadas com foco na comercialização desses desenvolvimentos. Um bom exemplo é a Boston Dynamics, fundada em 1992, que apresenta em seu portfólio um dos robôs mais avançados no mundo, o Atlas. Esse robô vem quebrando paradigmas e levando a robótica humanoide ao nível dos filmes de fixação científica.

Baseado em humanos, o Atlas imita a aparência bípede humana com duas pernas, dois braços e uma cabeça, e é capaz de realizar movimentos semelhantes aos dos humanos de forma incrivelmente realista. Ele é capaz de realizar acrobacias, saltos com uma só perna, dançar e até mesmo executar saltos com *back flip* (piruetas). O Atlas é considerado um dos robôs mais avançados graças à inteligência artificial aplicada aos seus movimentos. Apresenta a menor bomba hidráulica do mundo, 28 atuadores hidráulicos e capacidade de andar a 5,4 km/h. Ele pesa 80 kg e mede 1,5 m, medidas próximas a de um ser humano.

Figura 10 – Robô humanoide Atlas da Boston Dynamics



Créditos: Jefferson Schnaider; Oleksandr Petrenko/Shutterstock.

Com o advento e a evolução da inteligência artificial, os centros de pesquisa vem desenvolvendo muitos robôs para estudos e simulação da capacidade que nos torna humanos: a capacidade de pensar e tomar decisões. Esses robôs aprendem assim como uma criança e são capazes de responder a uma conversa de forma natural, simulando expressões faciais que lembram emoções.

5.2 Robótica antropomórfica não humanoide

Assim como os robôs humanoides são imitações dos humanos, existe um segmento da robótica dedicado a entender e replicar o complexo funcionamento mecânico dos animais. Quem vem investindo pesado e se destacando nesse segmento é a empresa alemã Festo, líder no segmento de automação pneumática. Esta tem um departamento voltado para a criação de animais biônicos, o *Bionic Learning Network*. Nesse departamento, as pesquisas vão além da criação de robôs que operam igual aos animais: lá também é estudado como esses robôs cooperam entre si, possibilitando atividades conjuntas a fim de obterem o melhor resultado para suas tarefas.

Figura 11 – Robô Festo Bionic SmartBird



Crédito: Stoyan Yotov/Shutterstock.

A lista de robôs e animais biônicos criadas pela Festo é bem longa. Esses experimentos tiveram início em 2006 e seguem até hoje. No Quadro 1, é possível ver a lista dos mais famosos e interessantes robôs.

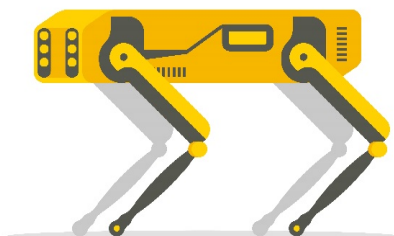
Tabela 1 – Robôs Festo Bionic

Projetos FESTO BIONIC	
SmartBird	Gaivota robótica
AquaPenguins	Pinguim nadador robótico
AquaJellies 2.0	Água viva robótica
BionicOpter	Libélula robótica
BionicKangaroo	Canguru robótico
eMotionButterflies	Borboleta robótica
BionicANTs	Formigas robóticas
BionicFlyingFox	Raposa voadora robótica

Fonte: Koike, 2021.

Outra empresa que se destaca também na área de robôs animais é a já vista Boston Dynamics, com um robô que anda sobre quatro patas muito semelhante a um cachorro, o Spot. Esse robô é capaz de andar em qualquer terreno, tem bateria com 90 minutos de autonomia e já está à venda como um produto da marca.

Figura12 – Robô Spot, da Boston Dynamics



Crédito: Ico Maker/Adobestock.

5.3 Robótica na medicina

A medicina apresenta um segmento totalmente específico de robôs, no qual precisão e necessidade por assepsia são levados ao extremo. Entre as várias aplicações, a mais conhecida são os robôs cirúrgicos, equipamentos comandados por médicos de forma presencial ou à distância (remotamente). Essa tecnologia possibilita que médicos operem com alta precisão e controle por meio de incisões muito pequenas, sendo guiados por câmeras 3D, com a oportunidade de até terem auxílio de sistemas de ultrassom e raio X.

Esse tipo de tecnologia vem se difundindo rapidamente nos grandes hospitais e evoluindo de forma acelerada, de modo a possibilitar cortes precisos, reduzir o tempo de internação e o tempo de recuperação dos pacientes, bem como o risco de infecções hospitalares. Outra vantagem é que os médicos podem operar em diferentes locais do mundo sem sair de suas cidades. Aliada às novas gerações de médicos já acostumados a *videos games* e celulares, essa atividade pode se tornar corriqueira nos centros cirúrgicos.

Um fabricante desse tipo de robô é a Da Vinci, que fornece o equipamento dividido em três estações: console de controle, em que o cirurgião movimenta os instrumentais por meio de *joysticks*, acompanhando todo o procedimento por meio de um sistema de visão 3D; carro do paciente, que apresenta quatro braços robóticos, três com instrumentais e um para câmera; e carro de visão, que possibilita à equipe cirúrgica acesso às imagens e sons.

Figura 13 – Robô cirúrgico



Crédito: Phonlamai Photo/Shutterstock.

5.4 Robótica doméstica

Ainda não chegamos ao futuro mostrado no desenho dos *Jetsons*, que têm um robô-faxineira chamado Rose para realizar todos os serviços domésticos; no entanto, já podemos dizer que estamos no caminho. Empresas como a estadunidense iRobot projetam, fabricam e vendem pequenos robôs domésticos capazes de varrer, aspirar e passar pano em casas e escritórios, os quais são altamente sofisticados, capazes de mapear os ambientes e traçar rotas de limpeza. Conectados à internet, informam ainda o *status* das atividades ou problemas.

Figura 14 – Robô-aspirador da i-Robot



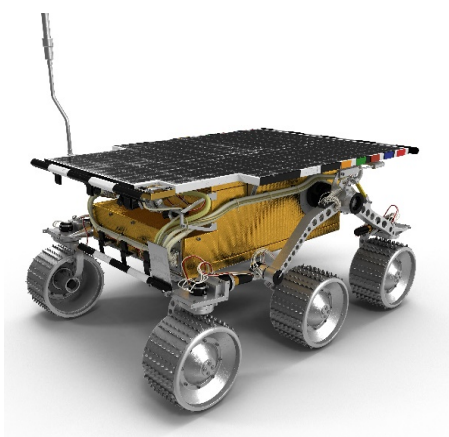
Crédito: JCDH/Shutterstock.

Assim como os robôs-aspiradores, já existem no mercado robôs-cortadores-de-grama, limpadores de piscina, robôs com lâmpadas UV para esterilização dos corredores e ambientes dos hospitais.

5.5 Robótica exploratória

O desenvolvimento de robôs não se restringe apenas ao uso em nossas casas ou indústrias. Atualmente, os robôs mais desenvolvidos estão ajudando os humanos em aperfeiçoamentos científicos e descobertas. Entre os robôs exploratórios, os que mais se destacam são os robôs espaciais projetados pela NASA. Dois exemplos são o robô Sojourner e o Fido, ambos projetado para exploração de Marte, usando braço para manipulação, furadeira para extrair amostras rochosas e câmeras a bordo que coletam imagens e amostras para as pesquisas sobre o Planeta Vermelho.

Figura 15 – Robô exploratório Sojourner da Nasa



Crédito: 3DMI/Shutterstock.

Esses robôs exploratórios não são utilizados apenas no espaço, mas também em locais inóspitos e hostis na Terra que coloquem em risco a vida humana. Por exemplo, hoje as forças especiais pelo mundo utilizam robôs controlados remotamente para tarefas como desarmar bombas e limpeza de campo minado.

O Aquanaut, da Houston Mecatronics, é um submarino tipo “*transformers*”, utilizado para exploração subaquática e trabalhos em lugares que jamais os seres humanos poderiam alcançar. Seu grande diferencial é a mudança de forma, de um submarino autônomo para um robô remotamente controlado.

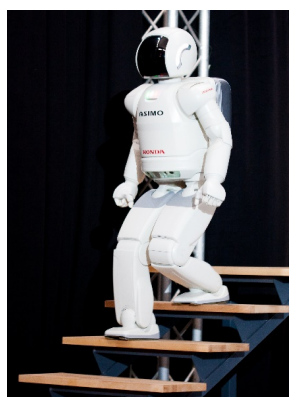
5.6 Robótica de entretenimento

A demanda por robôs não é somente da indústria ou da necessidade de realização de tarefas braçais. Com a popularização dos robôs, eles têm sido considerados artigos de luxo e estão na lista de desejos dos apaixonados por tecnologia. Ainda, servem como diversão e estão até substituindo os *pets* dentro de casa.

A Honda criou o impressionante Asimo para que, no futuro, ele possa ajudar as pessoas em suas atividades diárias. Ele é um robô humanoide com capacidade de correr até 9 km/h, desviar de pessoas, subir escadas com 57 graus. Ele ainda tem a capacidade de movimentar cada um dos 10 dedos das mão de forma independente, com sensor de força e reconhecimento de voz.

Atualmente, a Honda vem usando o Asimo em apresentações em feiras, mostrando ao público sua evolução, até que em um futuro próximo ele possa ser comercializado.

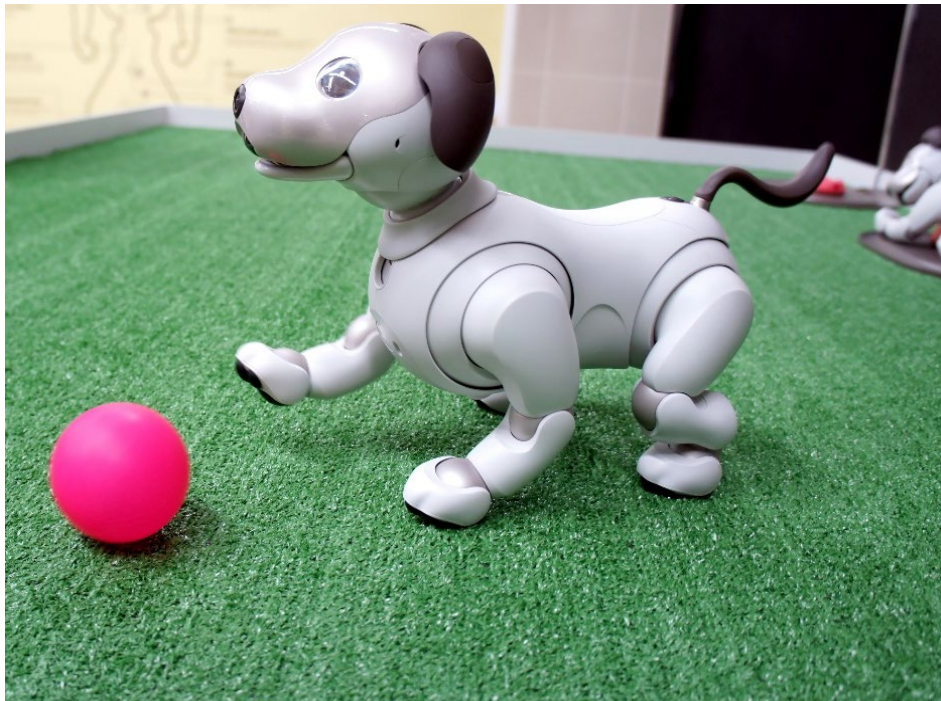
Figura 16 – Robô Asimo, da Honda



Crédito: Catwalker/Shutterstock.

Outra gigante japonesa, a Sony, resolveu começar pelo melhor amigo dos seres humanos e criou um cão robótico chamado Aibo, nome que significa “companheiro” em japonês. Ele foi criado para interagir com os humanos e entreter o dono, tem a capacidade de expressar emoções de surpresa, alegria, raiva, tristeza, medo, entre outras, e simula instintos como vontade de brincar, fome e sono. Apesar de ser considerado apenas um brinquedo, é um robô bem complexo, com 20 motores, e é capaz de andar, jogar futebol, sentar-se, deitar-se e mexer as orelhas. Apresenta sensores de toque, habilidade de comunicações, Wi-Fi e controle remoto.

Figura 17 – Robô Aibo, da Sony



Crédito: Yullishi/Shutterstock.

REFERÊNCIAS

ASIMOV ISAAC. **Histórias de robôs**: volume 1. Tradução por Milton Persson. São Paulo: L&PM Pocket, 2005.

BOSTON DYNAMICS. **Atlas**. Disponível em: <<https://www.bostondynamics.com/atlas>>. Acesso em: 4 abr. 2021.

GROOVER, M. P. et al. **Robótica**: tecnologia e programação. São Paulo: McGraw-Hill, 1989. 401 p.

MATARÍC, M. J. **Introdução à Robótica**. São Paulo: Unesp; Blucher, 2017.

SAÚDE BUSINESS. **Robô da Vinci**: ganhos de cicatrização para a reconstituição da mama. Disponível em: <<https://www.saudebusiness.com/ti-e-inovao/rob-da-vinci-ganhos-de-cicatrizao-para-reconstituio-da-mama>>. Acesso em: 4 abr. 2021.