

Introdução à Robótica



1.1 História e Mitologia

+ Versão Textual

Olá aluno,

Estamos iniciando a nossa aula 1 e antes mesmo de iniciarmos o estudo a respeito da robótica devemos nos perguntar:

O que é um Robô?

Para que serve um Robô?

Como são construídos os Robôs?

O conceito de Robótica está normalmente associado a computadores e máquinas humanoides, construídas a partir de uma complexa gama de circuitos eletrônicos. No entanto, a ideia inicial presente na robótica está contida até mesmo em muitas das mitologias de antigas civilizações, onde diversos contos e lendas tratam de seres artificiais, inteligentes ou não, criados com ajuda divina com o intuito de interagir ou servir com a humanidade.

Na mitologia grega temos o conto de Cadmus, filho do rei Agenor e irmão mais velho de Europa, Cílix e Fênix. Quando Europa foi raptada por Zeus, o pai ordenou aos três filhos que fossem à sua procura e que não voltassem sem ela. Durante o seu périplo, os irmãos de Europa fundaram várias cidades e por fim acabaram se estabelecendo definitivamente em outras regiões. Fênix se instalou na Fenícia; Cílix, na Cilícia; e Cadmo, na Grécia. Em sua jornada é contado que com a ajuda de Atena, Cadmus fez com que os dentes de um dragão virassem soldados. Ainda na Grécia o conto de Pigmaleão, escultor e rei da ilha de Chipre, narra que ao esculpir a estátua de uma mulher perfeita Pigmaleão acaba se apaixonando por ela. Vendo a paixão de Pigmaleão crescer a deusa Afrodite dá vida à estátua chamando-a de Galatéia.



Figura 1 - Cadmus



Figura 2 - Pigmaleão

Para os Romanos, Vulcano seria um deus renegado que costumava forjar raios, joias e aparatos metálicos e mecânicos. Em geral, em sua oficina localizada às margens de um vulcão, na Ilha de Lemnos, conta a estória que o deus fez para si mesmo servos feitos de metal e alguns até mesmo inteligentes.

Dentro da cultura hebraica podemos citar a narrativa de Golem, um ser mítico artificial. A mais famosa dentre estas narrativas envolve o rabino Judá LoewbenBetzalel, de Praga, que durante o século XVI teria criado um Golem para defender o gueto de Josefov em Praga contra ataques antisemitas.



Figura 3 - Vulcano



Figura 4 - Golem

Derivado então destes conceitos, o primeiro relato histórico ligado à ideia de robótica remonta a 350 A.C. através do matemático grego Archytas de Tarentum, que propusera um conceito para uma ave mecânica com propulsão a vapor. Outro conceito grego veio por meio de um matemático e engenheiro chamado Ctesibius e que viveu entre 285-222 a.C em Alexandria. Ctesibius arquitetou uma série de aparelhos robóticos dentre os quais o mais famoso destes foi a clepsidra ou relógio de água, o qual se constitui um dos primeiros sistemas criados pelo homem para medir o tempo.

Há também relatos sobre Heron de Alexandria, geômetra e engenheiro grego contemporâneo a Cristo e aos apóstolos. Heron construiu diversas invenções na área da automação, entre as quais está a primeira máquina de vender bebidas da história, na qual a pessoa colocava uma moeda e recebia um jato de água. Também construiu um autômato que possuía autonomia para andar para frente e para trás, movido por engrenagens em um sistema que utilizava a energia cinética de grãos de trigo que caíam de um recipiente no topo do autômato. Criou também o conceito do que podemos considerar a primeira máquina a vapor documentada na história.



Figura 5 - Aeolipile de Ctesibius

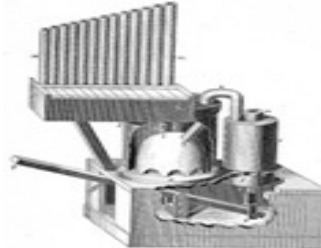


Figura 6 - Máquinas de Ctesibius

Na Itália, Leonardo da Vinci (1452 – 1519) projetou em detalhes um cavaleiro mecânico. Estes desenhos ficaram perdidos por muitos anos e foram encontrados nos anos 1950. O projeto era baseado na sua investigação anatômica que o levou a desenhar o famoso Homem Vitruviano.



Figura 7 - Cavaleiro mecânico de Leonardo da Vinci

Até o momento todos estes projetos e conceitos históricos ainda não tinham produzido verdadeiramente algo que pudesse ser relacionado de forma mais direta com a robótica. No entanto, em 1738 o artista e inventor francês Jacques Vaucanson (1709 – 1782) projetou e construiu o que pode ser considerado como o primeiro modelo funcional desta vertente de ideias. Vaucanson havia criado um humanoide que tocava flauta de forma autônoma.

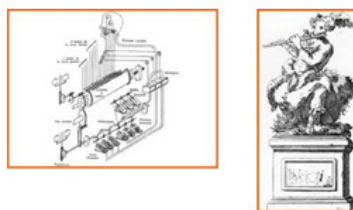


Figura 8 - Flautista de Vaucanson

Posteriormente foi construída uma espécie de pato mecânico, capaz até mesmo de alimentar – se sozinho.

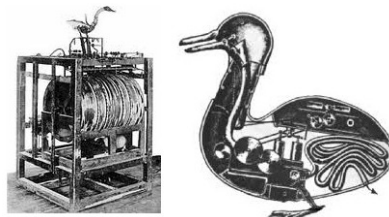


Figura 9 - Ave mecânica

Fonte

Neste ponto, o avanço do conhecimento somado à exposição destes primeiros sistemas junto a sociedades resultou em previsões a respeito do potencial uso das criaturas mecânicas como força de trabalho. Desta forma, obras literárias passaram a exercer um papel de vanguarda. Diversas obras foram dedicadas ao conceito de autômatos, as quais, em sua grande maioria, refletiam o medo dos seres humanos de serem substituídos por suas próprias criações.

É neste momento que surge pela primeira vez o termo Robô. Sua origem vem do idioma checo:

robota = "Trabalhos forçados"

Foi criado pelo escritor Karel Capek (1890-1938). Capek escreveu em 1921 um romance chamado "R. U. R – Robôs Universais de Rossuum". No romance o autor fala da desumanização do homem por meio da tecnologia. Na história as máquinas eram movidas através de meios químicos e acabavam por se tornar muito inteligentes e por dominar o mundo.

⊕ **Versão Textual**

Mais tarde o termo robô começou a ser adotado para significar um "mecanismo automático que realiza trabalhos e movimentos humanos/humanoides". Desta forma, o sentido figurativo da palavra pode ser referido à pessoa/algo que executa ações sem pensar ou mesmo que trabalha ou age de forma "automática".

Além do próprio Karel Capek, criador do termo Robô, podemos citar como marcos a obra Frankenstein (1818), de Mary Shelley, que muitas vezes é considerado o primeiro romance de ficção científica, e que se tornou sinônimo deste tema. E já em forma de película o filme de Fritz Lang em 1927. Metrópoles trata-se de um filme alemão de ficção científica, no qual demonstra-se uma preocupação crítica com a mecanização da vida industrial nos grandes centros urbanos.



Figura 10 - Poster do Filme Metropolis



Figura 11 - Livro Frankenstein

Ainda no campo da ficção científica, Isaac Asimov (1920-1992), na década de 1940 em diante, lança mais de 500 publicações com temáticas em torno de robôs. No entanto, forma contrária a esta onda de obras de ficção científica que pregavam o medo e a incerteza quanto à inserção de robôs na sociedade, Asimov aponta uma visão diferente da que era pregada anteriormente. Na concepção de Asimov, robôs ajudam o humano em tarefas, protegendo-o contra o mal. O autor lança a trilogia de livros "A Fundação" e vários outros contos em que a robótica se faz presente. O termo "Robótica" foi criado em 1941, em uma obra de Asimov intitulada "Runaround". Nela o termo pela primeira vez foi utilizado como sendo o estudo e o uso de robôs. Termo este mais tarde adotado pela comunidade científica.

Mais tarde (1950) "Runaround" foi compilada em um livro chamado "Eu Robô" onde temos a primeira apresentação das "Três Leis da Robótica" de Asimov. O objetivo das leis, programadas no cérebro positrônico dos robôs, seria proteger os humanos de qualquer possível dano causado pelas máquinas inteligentes.

⊕ **Versão Textual**

Leis da Robótica de Asimov

- 1) Um robô não pode fazer mal a um ser humano nem, por inação, permitir que algum mal lhe aconteça.
- 2) Um robô deve obedecer às ordens dos seres humanos, exceto quando estas contrariarem a primeira lei.
- 3) Um robô deve proteger sua integridade física, exceto quando isto contrariar a primeira ou a segunda lei.



Parada Obrigatória

As Leis da Robótica de Asimov são uma excelente forma de discutir o tema da Ética e Moralidade junto ao desenvolvimento científico, pois mesmo seguindo literalmente um grupo de normas artificialmente criadas, o comportamento resultante poucas vezes é o esperado, e está sempre sujeito a interpretações conceituais relativas. Através do Chat levante hipótese e discuta que tipos de conflitos podem haver dentro das três leis da robótica de Asimov.

1.2 Desenvolvimento Tecnológico da Robótica

Enquanto que na ficção a robótica já explorava vários temas e vertentes a execução do conceito prático de robótica como conhecemos hoje só veio a ser concretizado com a criação dos primeiros robôs industriais fabricados. Isso ocorre na década de 1950 com Joseph F. Engelberger (1925), engenheiro e empresário, considerado o "pai da robótica industrial", foi o primeiro a concretizar um robô industrial – Unimate.



Figura 12 - Joseph F. Engelberger



Figura 13 - Joseph F. Engelberger



Figura 14 - Joseph F. Engelberger

O Unimate foi utilizado pela General Motors, passando a trabalhar na linha de montagem em Nova Jersey, em 1961. A partir de então, dissemina-se a robótica industrial como mecanismo capaz de proporcionar às indústrias o aumento da produtividade e melhorar a qualidade dos produtos, possibilitando a redução de custos com mão de obra.

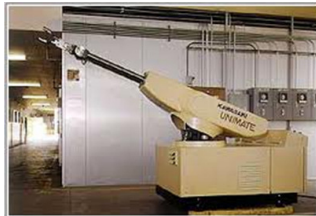


Figura 15 - Unimate



Figura 16 - Norbert Wiener

A partir da robótica Industrial podemos citar outro personagem muito importante no avanço da Robótica. O cientista americano Norbert Wiener (1894-1964). O prof. Wiener era um matemático e foi por muitos anos Professor de matemática e de engenharia do famoso M.I.T. (Massachusetts Institute of Technology) nos Estados Unidos. Ele criou em 1948 o termo "cibernética", bastante usado nos anos 60, derivado do termo grego "kubernetes", que significa "aquele que pilota o barco", ou seja, aquele que corrige constantemente o rumo do navio para compensar as influências do vento e do movimento da água.

⊕ Versão Textual

Cibernética era muito mais que a Robótica. Cibernética englobava também controle de sistemas, comunicações, programação e informática. Surgiu então o termo "bit" (de "binary digit"), isto é, dígito binário. O Prof. Wiener descreve uma nova maneira de ver o mundo, baseado na sua investigação sobre as formas que a informação é transmitida e processada. Estes são os conceitos que até hoje conectam o conceito da robótica aos sistemas eletrônicos, computadores e etc.

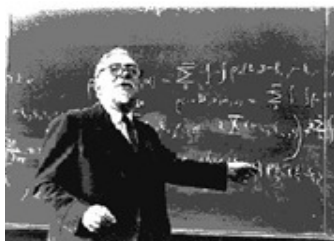


Figura 17 - Norbert Wiener



Figura 18 - Norbert Wiener

No entanto, a união destes conceitos só foi possível devido a uma teoria surgida muito antes da eletrônica, da computação ou da robótica. Em 1854, uma publicação chamada "*Uma Investigação das Leis do Pensamento*", o matemático George Boole (1815– 1864) propôs os conceitos fundamentais do que se tornaria posteriormente a álgebra booleana, fundamental para o desenvolvimento da computação moderna. O parágrafo inicial de um de seus textos nos dá uma ideia do seu estilo e extensão do seu trabalho:

"O motivo do presente tratado é investigar as leis fundamentais do funcionamento do cérebro através das quais o raciocínio se realiza; expressá-las através da linguagem do cálculo e, sobre este fundamento, estruturar a ciência da lógica e construir o seu método; fazer deste método a base de todos os métodos para aplicação da doutrina matemática de probabilidades; e, finalmente, recolher dos vários elementos verdadeiros trazidos para serem examinados no curso destas investigações alguma provável sugestão a respeito da natureza e constituição da mente humana"

Desta forma, Boole forneceu os pilares que permitiram converter o raciocínio lógico em uma forma algébrica fácil e simples. Hoje quase todas as linguagens de programação tem um tipo lógico chamado *bool*, como referência ao seu nome, que pode conter os valores 1 (Verdadeiro) ou 0 (Falso).

No entanto estes conceitos tiveram de esperar até a primeira metade do século XX para conseguir ampla aplicação junto à eletrônica. As válvulas eletrônicas de vácuo foram os dispositivos que alavancaram a aplicação da eletrônica para a criação de aparelhos elétricos e eletrônicos desde rádios, televisores, telefones, até nos primeiros computadores eletrônicos.



Figura 19 – Válvula termionica

+ **Versão Textual**

As válvulas tratam-se basicamente de "chaves" controladas de forma eletrônica. Desta forma, pode-se "controlar" o estado da chave fornecendo a definição básica da variável booleana.

Ligado – 1

Desligado – 0

Porém estas válvulas eletrônicas de vácuo apresentavam grandes problemas:

- Aqueciam em demasia;
- Consumiam muita energia;
- Eram lentas para algumas aplicações;
- Queimavam com frequência.

Então, na década de 1950 surge a tecnologia dos transistores para substituir as válvulas. Baseado no princípio da dopagem de materiais semicondutores, os transistores eram pequenos e vieram substituir estas válvulas eletrônicas de vácuo.



Figura 20 – Circuitos integrados

Entretanto os transistores não eram ainda suficientemente pequenos. Havia um limite de quão pequeno se poderia fazer um transistor, pois eles tinham que ser conectados com fios a outros componentes eletrônicos do circuito.

Como solução surgiram então os circuitos integrados em 1958. Baseado no conceito de integração total de um circuito em uma única pastilha os circuitos integrados deram origem ao conceito de "Chip".

Desta forma, a velocidade "*destas chaves*" aumentou drasticamente com a introdução dos circuitos integrados. Além disso os circuitos tiveram seu tamanho reduzido.

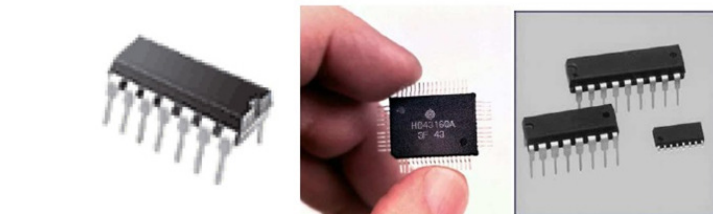


Figura 21 - Processador intel 4004

Foi então que em 1970 a INTEL Corporation lançou no mercado um tipo novo de circuito integrado particularmente especial. O 4004, originalmente encomendado para se construir calculadoras de uma empresa japonesa, foi considerado o primeiro **microprocessador**.

⊕ **Versão Textual**

Estes chips concentravam todos os componentes principais necessários para o controle e funcionamento de um computador:

- Unidade Lógica Aritmética
- Controle de barramentos de memória
- Controle de Entradas e Saídas

A partir de então torna-se possível os microcomputadores. Através de Empresas como a Microsoft, em 1975, a Digital Research Incorporation, em 1976 e a Apple em 1977 surgiram essas máquinas que conhecemos, menores e mais baratas. Assim os usuários individuais também começaram a ter acesso aos computadores. Começa então a era dos PC's. Este termo surgiu em 1981 com o IBM-PC (*IBM Personal Computer*). E em 1984 a Apple introduziu o Macintosh marcando de forma permanente este segmento.

A redução dos custos de produção e do volume dos componentes permitiu a aplicação destes computadores nos chamados sistemas embarcados. Hoje se tem sistemas embarcados que controlam desde sistemas mais simples até os mais complexos:

- máquinas de lavar;
- forno micro-ondas;
- Telefones;
- Aeronaves;
- embarcações;
- automóveis;
- robôs (industriais e não industriais).

E é desta forma que a Robótica atual tem sua concepção tão fortemente associada aos computadores, processadores e à eletrônica. Dentro deste contexto, podemos ainda classificar os robôs de acordo com suas gerações tecnológicas:

Primeira Geração

São basicamente os braços robóticos industriais como o de Engelberg. Seu movimento é programado previamente e realizam apenas a repetição de uma sequência fixa de passos. Possuem sensores que adquirem dados apenas do estado interno do robô. Para que sua programação seja bem executada eles requerem um ambiente bem estruturado, com objetos bem posicionados. Outro exemplo de robô desta geração eram os braços para coleta de amostras submarinas.

Segunda Geração

São robôs dotados de sensores externos e internos, cuja programação adotada permite que se adequem às situações nas quais tais dispositivos se encontram. Nesta geração houve o advento do uso de câmeras que capturam imagens as quais são comparadas com um banco de imagens, sensores de luz, toque, peso, etc. Como exemplos têm-se os robôs do tipo hovers e robôs montados com os kits mais comuns de robótica educacional.

Terceira Geração

É composta por robôs dotados de Inteligência Artificial. Fazem uso de mecanismos como visão computacional, síntese e reconhecimento de voz, atualização de posicionamento, algoritmos de rotas, heurísticas, e simulação de comportamento humano ou animal – entre outras características. Podem ser dotados de componentes físicos, ou

se apresentarem apenas em mundos virtuais, como nos jogos de computadores. Em algumas aplicações, robôs podem coexistir tanto no mundo real quanto possuir uma representação no mundo virtual, através de uma plataforma conhecida como realidade aumentada. Os robôs mais conhecidos desta geração são de aplicações militares e/ou biológicas, ou ainda robôs que simulam seres vivos.



Parada obrigatória

Busque na Internet exemplos de aplicações através de textos, imagens e vídeos de Robôs das 3 gerações e poste suas descobertas no Fórum deste módulo.

1.3 Um conceito para Robótica

O conceito de robótica normalmente está associado a:

- Circuitos eletrônicos
- Computadores
- Máquinas humanoides

Porém, quando tentamos especificar de forma particular este conceito acabamos equivocados por excesso ou negligência. Conforme já estudamos, o termo Robô vem originalmente do idioma checo:

robota = "Trabalhos forçados"

Mais tarde o termo robô começou a ser adotado para significar um "mecanismo automático que realiza trabalhos e movimentos humanos/humanoides". Desta forma, o sentido figurativo da palavra pode referir-se a uma pessoa que executa ações sem pensar ou mesmo que trabalha ou age de forma "automática".

No entanto, em sua grande maioria os robôs não possuem aspecto semelhante ao homem. Desta forma temos que ampliar o conceito para abranger esta grande maioria de robôs.

Segundo a R.I.A.

Segundo a R.I.A. – Robotics Institute of América

Robô é um manipulador reprogramável e multifuncional projetado para mover materiais, partes, ferramentas ou dispositivos especializados através de movimentos variáveis programados para desempenhar uma variedade de tarefas.

Segundo a I.S.O.

Segundo a I.S.O. – International Standardization Organization

Trata-se de um manipulador programável e reprogramável em três ou mais eixos, controlado automaticamente e de múltiplas funções.

Desta forma, podemos observar alguns conceitos essenciais:

- Programar/reprogramar
- Automático
- Múltiplas ferramentas/funções/tarefas

Podemos propor um conceito menos formal e mais abrangente de robô da seguinte forma:

⊕ Versão Textual

Trata-se de um sistema que através de sua programação consegue realizar tarefas normalmente associados a seres humanos de uma maneira muito mais eficiente ou sem pôr em risco a vida humana. Podem atuar seguindo comandos de um operador ou de forma totalmente automatizada.

OBS: Devemos, no entanto tomar cuidado para não incluirmos toda automatização de tarefas no conceito de robótica.

Um dos objetivos de todo este treinamento e estudo que percorremos até o presente momento é o de prover a capacidade de reconhecer os robôs em suas mais diferentes formas e funções. Joseph F. Engelber – considerado por muitos como pai da robótica industrial cita de forma muito própria algo que devemos utilizar como conceito a partir deste momento:

"Eu não posso definir um robô, mas sei reconhecer um quando o vejo."

1.4 Realidade vs Ficção

Hoje a Robótica possui um potencial capaz de realizar feitos antes considerados apenas nos filmes e livros de ficção científica. Desta forma a linha entre realidade e ficção está cada vez mais tênue de forma que a arte muitas vezes realiza um papel de vanguarda inspirando cientistas a avançarem cada vez mais.



Multimídia

Assista a cena do filme Transformers (Vídeo 01). Observe agora os conceitos de robôs inspirados em animais nos vídeos 02 ao 05.

Vídeo 1 - Transformers (2007)

https://www.youtube.com/watch?v=pXkPWEIY8wM&feature=player_detail-page

Vídeo 2 - Sand Flea Jumping Robot

https://www.youtube.com/watch?feature=player_detailpage&v=6b4ZZQkc-NEo

Vídeo 3 - HiBot ACM-R5 in Hollywood

https://www.youtube.com/watch?feature=player_detail-page&v=cKINOqviAEQ

Vídeo 4 - Dynamic Robot Manipulation

https://www.youtube.com/watch?feature=player_detailpage&v=2jvLaLY6ubc

Vídeo 5 - Remote Controlled Cockroach

https://www.youtube.com/watch?feature=player_detail-page&v=63qwg7EBxbM



Multimídia

Assista a cena do filme Exterminador do Futuro II (Vídeo 06). Observe agora os conceitos de robôs no Robô protagonista do filme – T 1000 nos vídeos 07 ao 11.

Vídeo 6 - Terminator 2: T-1000

<https://www.youtube.com/watch?v=SdGbU34L0n0>

Vídeo 7 TARDEC - AMAS

<https://www.youtube.com/watch?v=viail9cTyvQ>

Vídeo 8 - X-47B Completes First and Second

https://www.youtube.com/watch?v=2AaqYCb1ueQ&feature=player_detail-page

Vídeo 9 - Petman Tests Camo

<https://www.youtube.com/watch?v=tFrjrgBV8K0>

Vídeo 10 - Soft Robot Walking and Crawling

https://www.youtube.com/watch?v=2DsbS9cMOAE&feature=player_detail-page

Vídeo 11 - PIXELBOTS

https://www.youtube.com/watch?v=4-3krqvO14&feature=player_detailpage



Multimídia

Assista a cena do filme Star Wars episódio 2 (Vídeo 12). Observe agora os conceitos de robôs relacionados à medicina nos vídeos 13 ao 16.

Vídeo 12 - Star wars prosthetic hand

https://www.youtube.com/watch?v=cik8cl_n9AE&feature=player_detailpage

Vídeo 13 - Seattle Doctor Builds Lego

https://www.youtube.com/watch?v=K_c3sB_gsmU&feature=player_detailpage

Vídeo 14 - GTCMT - Robotic

https://www.youtube.com/watch?v=ntrlHw6f4E4&feature=player_detailpage

Vídeo 15 - Dean Kamen's Robotic "Luke" Arm

https://www.youtube.com/watch?v=R0_mLumx-6Y&feature=player_detailpage

Vídeo 16 - The new bionics

https://www.ted.com/talks/hugh_herr_the_new_bionics_that_let_us_run_climb_and_dance



Portfólio

Elabore uma síntese sobre os conceitos inspirados pela ficção nos vídeos relacionados anteriormente.

1.5 Robótica para Todos

A gestão de uma escola não está apenas relacionada a situações administrativas e financeiras. Encontra-se, na gestão escolar, o incentivo para tempo e planejamento adequado destinado aos professores para estudo, garantindo assim, uma formação adequada para o uso confortável das novas tecnologias em sala de aula.

+ Versão Textual

Nesse sentido, torna-se importante conceder espaço de trabalho aos professores para o uso dos recursos tecnológicos, abrindo espaços para criação de novas ideias com o intuito de transformar o fazer pedagógico, estimulando a troca de conhecimento entre os docentes e entre estes e os alunos, avaliando a inclusão de um tempo a mais para os educadores, em prol da discussão de novos caminhos e possibilidades de exploração desses recursos com professores e técnicos.

Apresenta-se então a robótica educacional como mais uma possibilidade tecnológica para ser utilizada em sala de aula de forma a auxiliar o professor em sua prática pedagógica. Tal tecnologia, inovadora no âmbito da educação vem ganhando espaço e as poucas desvendando contribuições relevantes para o processo de ensino aprendizagem.

Em épocas atuais tal recurso tecnológico vem adentrando os espaços escolares e em grande parte das experiências são utilizados kits próprios para montagem, com peças específicas para construção do robô desejado. Um dos exemplares mais utilizados desses kits é justamente o da empresa LEGO, a qual abriu espaço, juntamente com o software educacional, criado por Seymour Papert para programação dos dispositivos robóticos.

Alguns dos benefícios da robótica educacional são:

- Benefícios da Robótica Educacional
- Raciocínio lógico
- Percepção Visual
- Planejamento
- Desenvolvimento do trabalho em equipe
- Melhora da Autoestima

A tecnologia conhecida como LEGO Mindstorms é uma linha de kits, lançada comercialmente em 1998, voltada para a educação tecnológica. É constituído por um conjunto de peças de plástico, tijolos cheios, placas, rodas, tijolos vazados, motores, eixos, engrenagens, polias e correntes, acrescido de sensores de toque, de intensidade luminosa e de temperatura, controlados por um processador programável. O primeiro kit carrega também o nome de seu controlador, o RCX (Robotic Command Explorer).

+ Versão Textual

Os kits mais recentes são os kits NXT 1.0 e NXT 2.0. O que difere o NXT 1.0 e o 2.0 são algumas peças de montagem, mas seu controlador, motores e a maioria dos sensores é o mesmo, com exceção do sensor de luz do 1.0 que é substituído por um sensor de cores no 2.0.

Cada conjunto permite criar robôs simples, passíveis de executar funções básicas pré-programadas. O controlador processa comandos pré-programados em um computador, através de softwares específicos. De forma generalizada estes comandos podem ser projetados de duas formas essenciais de linguagens de programação

- Linguagem gráfica
- Linguagem Textual

A linguagem gráfica de programação de robôs mais conhecida é a LabView, que acompanha o ambiente de programação RoboLab (no kit RCX) ou Lego Mindstorms Software (no kit NXT).



Multimídia

Assista aos vídeos 17 a 20 demonstrando alguns dos potenciais da plataforma Lego Mindstorms

Vídeo 17 - Lego Nxt 2.0

https://www.youtube.com/watch?v=2GMnfxzYW2U&feature=player_detail-page

Vídeo 18 - Domino Lego Mindstorm

https://www.youtube.com/watch?v=QgGZ2YGDIGM&feature=player_detail-page

Vídeo 19 - LEGO mobile bridge (bridge-layer).

https://www.youtube.com/watch?v=1pslLoNkil0&feature=player_detailpage

Vídeo 20 - Lego Mindstorms Rubiks

https://www.youtube.com/watch?v=uWkZ51yxvis&feature=player_detailpage