

---

## Ensaio

---

# Robôs como artefatos

*Robots as artifacts*

Dulce Maria Halfpap, Gilberto Corrêa de Souza<sup>✉</sup> e João Bosco da Mota Alves

Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento (EGC), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, Santa Catarina, Brasil

## Resumo

Robôs são artefatos criados pelo homem. Essa visão é apresentada a partir da investigação primeira do papel do conceito de artefato na evolução da história humana, até o desenvolvimento de artefatos específicos, os robôs. Esses também foram então destacados na história da humanidade como artefatos especiais que tentam reproduzir as funções humanas. Nessa empreitada foram identificadas gerações de robôs, as quais puderam exemplificar melhor o desenvolvimento dos robôs como artefatos na sociedade humana, desde seu surgimento até os dias de hoje. © Ciências & Cognição 2007; Vol. 12: 203-213.

**Palavras-chaves:** robôs; artefatos; história.

## Abstract

*Robots are artifacts created by man. This vision has been presented since the earliest investigation of the role of the artifact concept in the evolution of human history until the development of specific artifacts, the robots. These were also pointed out in the humanity history as special artifacts that try to reproduce the human functions. In that effort, generations of robots were identified, which could better exemplify the development of the robots as artifacts in the human society, since its beginning until today. © Ciências & Cognição 2007; Vol. 12: 203-213.*

**Key Words:** robots; artifacts; history.

## 1. Introdução

Antes de discorrer sobre robôs, considera-se pertinente neste momento, colocar em discussão o conceito de “artefato” e demonstrar como essa palavra se relaciona com a robótica<sup>1</sup>. Tais termos, aparentemente parecem

ser distintos, justamente porque a idéia inicial que se tem de artefato é que se trata de alguma coisa elaborada artesanalmente, mais rudimentar. Em geral, não é bem assim. Pode-se observar que existem outras perspectivas a serem adotadas.

Sobre o significado do termo artefato

---

<sup>✉</sup> - G.C. de Souza é Graduado em Processamento de Dados (CESUPA), Mestre em Ciência da Computação (UFSC) e Doutorando em Engenharia e Gestão do Conhecimento (UFSC). *E-mail* para correspondência: [gilberto@egc.ufsc.br](mailto:gilberto@egc.ufsc.br); D.M. Halfpap é Graduada em História (UFSC), Mestre e Doutora em Engenharia de Produção (UFSC). *E-mail* para correspondência: [dulce@rexlab.ufsc.br](mailto:dulce@rexlab.ufsc.br); J.B.M. Alves é Graduado em Engenharia Elétrica (Universidade Federal da Paraíba), Mestre em Engenharia Elétrica (UFSC) e Doutor em Engenharia Elétrica (Universidade Federal do Rio de Janeiro). Atua como Professor no Departamento de Informática e Estatística (UFSC). *E-mail* para correspondência: [jbosco@inf.ufsc.br](mailto:jbosco@inf.ufsc.br).

utilizado neste artigo, buscou-se suporte em alguns dicionários<sup>2</sup>, como segue:

<b>Autor</b>	<b>Conceito de artefato</b>
Ferreira (1978)	a) Produto da indústria. Var. de artefato. b) Do lat. <i>Arte factu</i> , ‘feito com arte’; var. de <i>artefacto</i> .
Ferreira (1999)	c) Qualquer objeto manufaturado; peça. d) Observação ilusória durante uma medição ou experiência científica e que se deve a imperfeições no método ou na aparelhagem. e) Observação ilusória durante uma
Merriam-Webster <sup>3</sup>	f) Something created by humans usually for a practical purpose; especially: an object remaining from a particular period <caves containing prehistoric artifacts>; g) Something characteristic of or resulting from a human institution or activity < <i>self-consciousness</i> ... turns out to be an artifact of our education system – Times Literary Supplement>; h) A product of <i>artificial</i> character (as a scientific test) due usually to extraneous (as human) agency - <i>ar.ti..fac.tu.al</i> adj.
Stanford Encyclopedia of Philosophy <sup>4</sup>	i) An artifact may be defined as an object that has been intentionally made or produced for a certain purpose. Often the word ‘artifact’ is used in a more restricted sense to refer to simple, hand-made objects (for example, tools) which represent a particular culture (This might be termed the “archaeological sense” of the word). In experimental science, the expression ‘artifact’ is sometimes used to refer to experimental results which are not manifestations of the natural phenomena under investigation, but are due to the particular experimental arrangement.
Houaiss (2001)	j) Produto de trabalho mecânico; objeto, dispositivo, artigo manufaturado; k) Aparelho, engenho, mecanismo construído para um fim determinado [...].

### **Quadro 1 - Classificação de artefato.**

Em geral, as interpretações apresentadas mostram algo em comum. Neste artigo, utilizam-se aquelas do Dicionário Houaiss (2001), que são consensuais com as demais. Então se artefato é qualquer objeto feito à mão, então se deduz que artefato pode ser várias coisas. Com efeito, as explicações ora apresentadas são consideradas significativas quando se associa artefato à robótica, além de ajudar a esclarecer, inclusive, o título deste artigo.

À vista disso, recorre-se à história para tornar mais compreensível esta polêmica com o seguinte questionamento: a partir de quando o homem começou a construir artefatos? Uma resposta imediata seria: a construção dos primeiros artefatos que se tem notícia remonta à história da origem do comportamento humano

e à evolução da inteligência e Wilson (1975 *apud* Burke, 2002: 179-180), resume bem toda essa trajetória quando diz que:

“Os homens mais primitivos, ou homens-macacos, começaram a andar eretos quando passaram a viver a maior parte ou a totalidade do tempo no chão. Suas mãos ficaram livres, a manufatura e manipulação de artefatos tornou-se mais fácil e a inteligência cresceu à medida que o hábito de utilização de ferramentas foi aprimorado. Com a capacidade mental e a tendência a usar artefatos aumentando mutuamente, toda a cultura material expandiu-se. A espécie dirigiu-se, então, para a trilha dupla de evolução: a evolução genética pela sele-

ção natural ampliou a capacidade de desenvolvimento da cultura, e a cultura aumentou a aptidão genética daqueles que dela faziam máximo uso. A cooperação durante a caça foi aperfeiçoada e proporcionou um ímpeto novo à evolução da inteligência, a qual, por sua vez, permitiu sofisticação ainda maior no uso de ferramentas, e assim por ciclos repetidos de causalidade. A distribuição das atividades de caça e de coleta de outros alimentos contribuiu para aguçar as habilidades sociais.”

Ilustrando esta citação, menciona-se algumas cenas do filme de Kubrick (1968) - “2001: Uma Odisséia no Espaço”, quando um macaco faz uso de um pedaço de osso da carcaça de um animal e, ao bater com ele com uma das mãos, descobre a partir daí, a ampliação do poder da sua força. A aptidão para manipular e criar outros instrumentos equivalentes e utilizar para determinados fins demonstra já ter adquirido a capacidade de abstração dando início à construção do edifício da civilização. O ato de manipular aquele objeto e fazer uso dele, não vem sozinho. Ele utiliza o seu cérebro, as suas mãos, para executar aquela tarefa. Em outras palavras, o resultado da força daquele ancestral do homem, revela que ele já dispõe dos primeiros equipamentos cognitivos para realizar algumas atividades mentais com funções essenciais de sobrevivência: do acaso à necessidade, a vida fez emergir a consciência. São cenas inusitadas que resumem graficamente o texto antes citado.

De fato, ao longo do processo evolucionário, o homem desenvolveu: seu cérebro, sua inteligência, sua capacidade de raciocínio, a linguagem e outras habilidades bem mais poderosas e complexas do que qualquer outra espécie. Isso quer dizer que o homem atingiu um nível de conhecimento que pode ser considerado como fundamental para a sua sobrevivência.

O conhecimento permitiu ao homem a capacidade de construir desde uma simples lança para abater uma caça para o seu sustento e de sua família, ao mais sofisticado projeto de

uma bomba atômica. Refletindo sobre tudo isso, destaca-se a questão do conhecimento como condição primordial para a construção de artefatos de um modo geral.

Ampliando um pouco mais essa discussão, Dennett (1998: 151), complementa:

“[...] se isso estiver certo, então todas as realizações da cultura humana – linguagem, arte, religião, ética, a própria ciência – são artefatos (ou artefatos de artefatos...) do mesmo processo fundamental que desenvolveu as bactérias, os mamíferos e o *Homo sapiens*.”

Pensamento que é corroborado por Burke (2002). Em conformidade com o historiador Burns (1972), a história registra que os primeiros artefatos criados pelo homem aparecem no período Paleolítico Inferior, quando o homem de *Neanderthal* já fazia uso de alguns instrumentos como, armas e utensílios que suprissem as deficiências da força muscular. A princípio, eram simples galhos de árvores utilizados como porretes. Depois, descobre que lascando as pedras poderia dar-lhes gumes cortantes. A parte mais grossa da pedra (o que sobrava), era segurada na palma da mão, dando origem ao machado manual desempenhando as funções de: rachador, serra, faca e raspador. No final desse período, surgem métodos mais aperfeiçoados de lascas a pedra. Passa a utilizar as próprias lascas dando início à manufatura de pontas de lanças, facas, perfuradores e raspadores bem mais eficientes.

No Paleolítico Superior, o Homem de Cro-Magnon convive com instrumentos e utensílios mais aperfeiçoados e com mais variedades. Utiliza além das lascas de pedra e hastes de ossos, outros materiais como o chifre de rena e o marfim. Exemplos de artefatos mais complicados começam a surgir: a agulha de osso, o anzol, o arpão e a flecha. O uso de roupas (feitas de peles de animais costuradas umas às outras) já aparece, visto o homem desse período ter feito botões de ossos e de chifres e por ter inventado a agulha.

É provável que o homem de Cro-Magnon utilizava adornos feitos de dentes de

animais e conchas perfurados. Contudo, a suprema realização do Homem de Cro-Magnon, foi a sua arte – escultura, pintura, entalhe e gravação, acham-se bem representados em uma clara evidência de que está registrando os seus construtos, o que já pode diferenciá-los dos outros animais (Burns, 1972).

Pela arte o homem primitivo teria começado a refletir, dando um enorme salto no desenvolvimento cognitivo, desenvolvendo um cérebro com um excesso de possibilidades criativas, usadas para a solução de problemas mais complexos e para a arte. Com isso vão aparecendo as várias subjetividades no ser humano. Os padrões rígidos coletivos sendo alterados em várias culturas, com valores e modos de viver diversos (Pacheco e Silva Filho, 2003).

No período Neolítico, as armas e os instrumentos de pedra passaram pelo método do polimento através do atrito, ao contrário dos períodos anteriores, quando utilizava o sistema de fratura e separação de lascas. O nível de progresso material é bem mais expressivo, sobretudo no que diz respeito ao desenvolvimento da agricultura e da domesticação de animais.

O homem neolítico era *produtor* de alimentos. Tais circunstâncias demonstram que o homem desse período começa a se sedentarizar. O aumento mais rápido da população torna-se viável favorecendo o desenvolvimento das instituições: a família, a religião e o estado. É provável que uma das causas da origem do estado – talvez a mais importante – remonta no desenvolvimento da agricultura. Inventou os primeiros barcos e jangadas, o que contribuiu para a sua difusão para várias partes do mundo. Destacam-se ainda as artes de tecer e fiar pano. Foi o primeiro a fabricar cerâmica e descobriu o fogo através do atrito. Observa-se que a faculdade inventiva do homem neolítico era bem mais aguçada do que a dos seus antepassados. Novos instrumentos e habilidades técnicas são acrescentados ao seu arsenal. Construiu casas de madeira e barro secado ao sol e no final desse período, descobriu a possibilidade do uso dos metais e já apareciam alguns instrumentos de cobre e ouro entre os demais artefatos do seu cotidiano.

Em resumo, segundo Burns (1972), as verdadeiras pedras angulares da cultura neolítica foram, sem dúvida, a domesticação de animais e o desenvolvimento da agricultura.

Um grande passo no desenvolvimento da espécie humana foi a possibilidade de usar uma linguagem. A invenção da escrita tornou possível estocar informação e conhecimento fora do cérebro humano e tudo leva a crer que, num certo sentido, a invenção da linguagem escrita indica o nascimento da ciência. Entretanto, não se pretende aprofundar esta discussão porque tende a ultrapassar as fronteiras desta proposta, ou seja, trabalhar com o conceito de “artefato”, termo tão utilizado e nem sempre bem compreendido, porém, não no sentido lato, mas restrito à construção de objetos de uma maneira geral.

Esse retrospecto histórico é importante na medida em que favorece o reconhecimento que homem, ao longo do seu processo evolutivo, atingiu uma enorme capacidade intelectual. Isto lhe permitiu desenvolver uma extraordinária cultura e a tendência, é avançar sempre porque a busca do conhecimento não cessa e não pode ser interrompida; faz parte da natureza humana.

No princípio, os procedimentos eram extremamente simples e rudimentares e, nem poderia ser diferente. Entretanto, quando o homem foi se tornando mais criativo e exigente, esses mesmos artefatos evoluem e adquirem contornos mais sofisticados, com outras utilidades e com mais aplicações até atingir o atual nível tecnológico. Afinal, eles foram e devem continuar sendo criados para cumprir um objetivo. Como salienta Dennett (1998: 24), “[...] a meta ou o propósito de um artefato é a função a que ele deve servir designada pelo seu criador”.

Quando se trata de procurar os antepassados de todo esse arsenal tecnológico tal como hoje é visto, sentido e usufruído, não se pode esquecer que todas essas descobertas possuem efeitos multiplicadores, já que se repercutem em muitas outras ações, bem diferentes e mais aprimoradas.

Depois de tudo que foi analisado, retoma-se à questão inicial, ou seja, quando se associa artefato à robótica a partir das expli-

cações dadas, torna-se mais fácil compreender que um robô é apenas um exemplo de artefato, aliás, é o artefato mais moderno e mais em voga hoje. O que foi apresentado é o ponto de partida para uma compreensão mais facilitada da robótica, das suas aplicações e de suas inter-relações com a sociedade.

Considerando que artefatos podem ser várias coisas, diz-se ainda que eles poderiam ser ou não, inteligentes. A propósito, a questão da inteligência, hoje embutida no conceito de artefato, é fruto da época contemporânea e será esclarecido mais adiante, especialmente quando forem mencionados os robôs atuais. Contudo, antes de falar sobre inteligência, toma-se a dianteira com as manifestações de Piaget (*apud* Calvin, 1998: 11): “[...] inteligência é aquilo que você utiliza quando não sabe o que fazer [...]”. Esta ênfase de Piaget, aparentemente simples, por si só pode ajudar a compreender que inteligência não é simplesmente uma aptidão inata defendida e apregoada por muitos, isto é, somos ou não inteligentes. Ela envolve esperteza, criatividade, improvisação, intuição, capacidade crítica, tomada de decisão, capacidade de memorização e outros atributos mais. Como arremata Calvin (1998: 23): “a inteligência diz respeito ao *processo* de improvisação e aprimoramento na escala temporal do pensamento e da razão”.

Certamente é isso que se deseja das nossas máquinas inteligentes. As pesquisas em Inteligência Artificial caminham nesta direção. Sem dúvida é um desafio, porém, não é de hoje que os cientistas defrontam-se com grandes desafios em todo o campo científico que tendem a ressurgir com mais força, à medida que a ciência avança cada vez mais para tentar explicar os mistérios da mente humana.

Essa introdução é o ponto de partida para uma compreensão da robótica, para clarear a idéia de robô, a grande variedade deles e, sobretudo, para as finalidades para as quais são projetados e suas implicações tecnológicas. Na seqüência, será examinado o início desse processo.

## 2. Histórico da robótica

O desejo veemente de construir robôs não é de hoje. Alguns fatos remetidos à história mostram que a idéia é muito antiga e se levado às últimas conseqüências, ver-se-á que o conceito de robô acompanha a história do homem, ou seja, desde quando os mitos faziam alusão a certos mecanismos que passavam a ter vida. Desta feita, os primeiros registros de seres artificiais com capacidades humanas, envolvem mitos e lendas. A história ilustra com alguns fatos muito significativos.

Segundo Pazos (2002), no Egito antigo sacerdotes construíram os primeiros braços mecânicos que eram utilizados em estátuas de deuses com a intenção de atuar sob a “inspiração” daqueles, como meio de impressionar o povo. Na Grécia antiga, há registros de estátuas que operavam hidraulicamente. Na Idade Média, havia relógios no cume das igrejas e exibiam uma figura humana de tamanho natural, às vezes em forma de anjo, ou mesmo de demônio, fazia movimentos com um martelo que batia num sino para marcar as horas. A lenda de Golém, por exemplo, é um dos fatos mais interessantes do passado mítico. Conta a lenda que:

“Joseph Golém era um homem artificial que teria sido criado no fim do século XVI por um rabino de Praga, na Tchecoslováquia, que resolvera construir uma criatura inteligente, capaz de espiar os inimigos dos judeus – então confinados no gueto de Praga. O Golém teria sido criado a partir de um boneco de areia esculpido pelo rabino, que lhe concedeu também o dom de falar e raciocinar. A lenda diz que o Golém era de fato um ser inteligente, mas que um dia se revoltou contra seu criador, o qual então lhe tirou a inteligência e o devolveu ao mundo do inanimado.” (Teixeira, 1990: 17)

Nos séculos XVII e XVIII, proliferaram muitos mitos e lendas a respeito de seres artificiais. O caso do flautista mecânico, do célebre “pato de Vaucanson”, o leão animado de Leonardo da Vinci e seus esforços para fazer máquinas que reproduzissem o vôo das

aves, são alguns exemplos. Porém eram artefatos muito limitados (para nós, hoje), pois não podiam realizar mais do que uma tarefa, ou um número bem reduzido delas. Mas, talvez resida aí o início desta inquietação humana.

Houve muitas outras invenções mecânicas durante a revolução industrial sendo a grande maioria, direcionada aos interesses da produção têxtil. A máquina de fiar de Crompton de 1779 (Pazos, 2002: 7), é um exemplo entre tantas outras.

Em 1805, a boneca construída por Henri Maillardet em Londres, escrevia e desenhava com precisão. “Levava uns cinco minutos para executar uma tarefa e tinha vários itens no seu repertório (armazenados numa memória mecânica) que podiam ser selecionados” (Pazos, 2002: 6). Hoje ela pode ser vista no *Franklin Institute de Pensilvânia* – Estados Unidos.

O conceito de robótica há muito convive conosco. Ele evoluiu do conceito de automação. Derivada do grego, automação significa: “*having motion within itself*” (Mortimer, 1987: 1).

O termo robótica aplica-se ao estudo, à construção e à utilização de robôs em geral. Foi expresso pela primeira vez em 1942 pelo cientista e escritor Isaac Asimov, numa história chamada “*Runaround*” (História da Robótica, 1998). Na verdade, Asimov começou a escrever histórias sobre robôs em 1939, embutidas de salvaguardas. Tais salvaguardas foram formalizadas em três leis para a robótica, “hoje tidas como código de ética dos profissionais da área” (Alves, 1988: 1). São as seguintes:

- 1ª lei: Um robô não pode prejudicar um ser humano ou, por omissão, permitir que o ser humano sofra dano.
- 2ª lei: Um robô tem de obedecer às ordens recebidas dos seres humanos, a menos que contradigam a Primeira Lei.
- 3ª lei: Um robô tem de proteger sua própria existência, desde que essa proteção não entre em conflito com a Primeira e a Segunda Leis (Asimov, 1997, p. 9).

Mais tarde, Asimov, acrescentou uma quarta lei - a Lei Zero: “Um robô não pode causar mal à humanidade nem permitir que ela própria o faça<sup>6</sup>.”

As leis propostas são vistas hoje através de uma perspectiva puramente relacionada à ficção, uma vez que na época em que foram escritas, não se poderia prever o avanço vertiginoso nesta área.

Entretanto, duas tecnologias desenvolvidas mais recentemente e consideradas como o antecedente imediato da robótica, merecem destaque: o comando numérico (final da década de 40 e início de 50) e o telecomando. A primeira se baseia no trabalho original de John Parsons:

“Essa tecnologia é utilizada para controlar as ações de uma máquina operatriz, a qual é programada por meio de números, que podem ser introduzidos através de um teclado ou pela leitura de um cartão perfurado. Esses números podem especificar, por exemplo, as diferentes posições das ferramentas da máquina para efetuar uma usinagem adequada numa peça.” (*apud* Pazos, 2002: 7)

A segunda tecnologia, o telecomando, trata do uso de um manipulador remoto controlado por um ser humano:

“O manipulador é um dispositivo, em geral eletro-mecânico, que pode ser uma garra, um braço mecânico ou ainda um carro explorador, que reproduz os movimentos indicados por um operador humano localizado num local remoto. Esses movimentos podem ser indicados pelo operador através de um *joystick* ou algum outro tipo de dispositivo adequado. O telecomando é especialmente útil no manuseio de substâncias perigosas, tais como materiais radiativos, a altas temperaturas, tóxicos ou explosivos. O operador pode ficar num lugar situado a uma distância segura, e manipular o material observando e guiando os movimentos do manipulador através de uma

janela ou de um circuito fechado de televisão.” (Pazos, 2002: 7)

Uma aplicação do telecomando muito utilizada hoje é na medicina, em cirurgias realizadas em órgãos pequenos, como por exemplo, olhos e ouvidos, o que permite maior precisão de movimentos.

A base do robô moderno encontra-se na combinação de telecomando e comando numérico. Contudo, é tão somente no início do século XX, que a idéia de construção de robôs ganha corpo devido a necessidade de aumentar a produção e da melhora da qualidade dos produtos. E é nesse período que o robô industrial encontrou suas primeiras aplicações.

Em 1950, Asimov publicou o livro “*I, Robot*”, um verdadeiro clássico da ficção científica. Por muito tempo a robótica não passou disso. Os robôs eram vistos em história em quadrinhos, filmes, livros e até mesmo em peças teatrais. A propósito, a palavra robô tem origem numa das suas mais prestigiadas peças de teatro do autor tcheco Karel Capek, apresentada em Praga no início do século XX, intitulada *Rossum’s Universal Robots* (R.U.R.)<sup>7</sup>.

A palavra robô, de origem tcheca – *robota* - quer dizer trabalhador forçado, que na obra de Karel Capek, se refere ao robô Rossum (cientista) e seu filho, criados para prestar serviços à humanidade de forma obediente e servil vindo este termo posteriormente a generalizar-se na indústria por causa da evolução introduzida pela automação. No desenrolar da tragédia tais “criaturas” se rebelam contra seus criadores assumindo o comando. É a imaginação do autor utilizada para criticar o progresso tecnológico introduzido na Europa pelos norte-americanos.

A exemplo desta tão famosa peça teatral, a ficção científica ganha corpo e inúmeros filmes do gênero foram produzidos. Entre os mais famosos estão: “O dia em que a terra parou” de 1951, “2001: Uma odisséia no espaço” de 1968, “Guerra nas estrelas” de 1977, entre tantos outros. E, bem recentemente, o filme “AI” de Spielberg, que trata de um robô dotado de consciência. Mas, não é esse tipo

de robôs mágicos da ficção científica que a robótica trata, pelos menos, até agora. Na verdade, os roboticistas concentram suas pesquisas na produção de artefatos e no desenvolvimento de robôs como máquinas informáticas, com sistemas complexos com funções interligadas, com a finalidade de processar informações. Suas ações dependem da variedade de informações que elas consigam processar. Neste contexto, de acordo com Martins (1993: 10): “robótica é a ciência dos sistemas que interagem com o mundo real com pouca ou mesmo nenhuma intervenção humana”.

Para conceber os mais variados dispositivos robóticos, esta ciência é uma área transdisciplinar em grande expansão. Necessita de conhecimentos de vários campos científicos: da microeletrônica, da engenharia mecânica, da engenharia elétrica, da matemática e de outras ciências e, como não se poderia deixar de mencionar, da Inteligência Artificial. Busca o desenvolvimento e a integração de técnicas e algoritmos para a criação de artefatos inteligentes ou não, sendo o artefato de maior popularidade hoje, o robô. É esta sintonia com várias áreas do conhecimento, requerida pela robótica, que tem possibilitado o avanço nesse campo.

Para uma melhor compreensão da robótica e seu relacionamento com a sociedade é importante esclarecer, dentro do possível, o que significa um robô e porque estas criações de laboratórios de Inteligência Artificial se distinguem de outras máquinas. Algumas definições são de origem mais abstratas e vêem os robôs como sistemas que interagem com o mundo real. Outras, mais técnicas, os consideram como verdadeiras máquinas animadas, porém, outras ainda mais detalhadas ajudam a sintetizar suas principais características não só dos já existentes, bem como dos que ainda estão por vir.

Na verdade, inúmeras definições têm surgido como é o caso desta, por exemplo, baseada na idéia francesa de robô, assim expressa: “Robô é um dispositivo automático adaptável a um meio complexo, substituindo ou prolongando uma ou várias funções do homem e capaz de agir sobre seu meio” (Mar-

tins, 1993: 13). Este conceito pode ser comparado com a moderna interpretação do pesquisador canadense, Marshall McLuhan, ao afirmar que: “todo produto da tecnologia, de alguma forma, faz estender nossos sentidos e nervos” (*apud* Martins, 1993: 13). Neste contexto, alguns exemplos como o automóvel e outros meios de transporte seriam extensões de nossos pés, assim como os meios de comunicação, rádio, TV, etc., estendem as capacidades do nosso sistema nervoso central: fala, audição e visão.

Assim são os robôs quando substituem ou prolongam uma ou mais funções humanas ao agirem nos ambientes para os quais foram projetados e tem impulsionado enormemente o desenvolvimento da robótica. Entre outras aplicações, os robôs são utilizados para pintar automóveis a pistolas (a *spray*), para fundir metais ou plásticos, para misturar produtos químicos, para desativar bombas, na pesquisa científica e educacional, etc.

Entre as definições de robô apresentadas, salienta-se aquela que é oficializada pela Associação das Indústrias de Robótica (antigo RIA – *Robot Institute of America*), que o define como: “*a programmable, multifunction manipulator designed to move material, parts, tools, or specific devices through variable programmed motions for the performance of a variety of tasks*”<sup>8</sup> (Roussel e Norvig, 1995: 773).

Este conceito, um pouco mais abrangente, coloca em evidência os termos ‘manipulador’ e ‘programável’, característicos do robô propriamente dito excluindo, assim, certas máquinas que não são robôs como, os eletrodomésticos de um modo geral, que para muitos se confundem com eles. Entretanto, este conceito é válido para os robôs da segunda geração.

De acordo com Martins (1993: 15-16), esses conceitos parecem não satisfazer os pesquisadores da área da robótica, argumentando que são por demais simplificados e incompletos e por não se referirem às características fundamentais dos robôs atuais, ou seja:

a) sensibilidade;

- b) capacidade de excluir por inspeção;
- c) capacidade de identificar peças;
- d) capacidade de posicionar peças.

No entanto, existem controvérsias por parte da *Japan Industrial Robot Association* (JIRA), que defende que máquinas operadas pelo homem podem ser consideradas robôs, independentemente da complexidade delas. Como se pode observar, as divergências entre os profissionais desta área são visíveis. Porém, independente dos desacordos, seria possível uma definição que possa ser adotada mundialmente? O que se pode adiantar, é que a robótica entre nós se mostra incipiente e o caminho a ser percorrido é longo e árduo.

A chegada dos robôs propriamente ditos é muito recente; deu-se nos inícios dos anos 60, agindo no complexo mundo da produção industrial. Desde então, vem ganhando espaço e desempenhando tarefas geralmente difíceis de altíssimo risco para o homem, ou extremamente cansativas.

### 3. Gerações de robôs

Aqui serão consideradas três gerações de robôs<sup>9</sup>, a saber:

- Primeira Geração: Robô *Pick-and-Place*;
- Segunda Geração: Robô *Play-Back*; e,
- Terceira Geração: Robô *Inteligente*.

Importante ressaltar que, dessas, as duas primeiras gerações continuam a ter aplicações generalizadas. A terceira geração, os chamados Robôs Inteligentes não apenas têm limitação em aplicações, como também carece de consenso sobre suas reais características, uma vez que a própria palavra “inteligente” ainda é objeto de debate em várias áreas do conhecimento, da psicologia à tecnologia. No entanto, aqui será levado a cabo o fato de que essa terceira geração de robôs é necessária, como será visto na breve descrição de cada uma delas, a seguir.

#### 3.1. Primeira geração: robô *pick-and-place*



A primeira geração de robôs é caracterizada por movimentos simples de ida e volta, com o efetuador (garra, etc.) abrindo-se e fechando-se para a realização de tarefas como manipulação repetitiva de materiais. Nesta categoria encontram-se os alimentadores de papel em gráficas, manipuladores de materiais incandescentes em metalúrgicas, etc.

O controle dos robôs de primeira geração é feito por curso e parada mecânica, através de parafuso sem fim, o que equivale dizer que a programação de uma tarefa para esses robôs é quase inflexível, e feita com muito pouca liberdade de mudança. Em outras palavras, os robôs de primeira geração não possuem flexibilidade de programação de novas tarefas, o que limita muito sua aplicação em células flexíveis da manufatura. Ainda, pode-se afirmar que (os robôs de primeira geração) tem um número bastante reduzido de tarefas diferentes as quais pode executar.

Além disso, os robôs de primeira geração não possuem sensores externos para monitoração de seu ambiente de trabalho. Com isso, alguma mudança ocorrer em seu ambiente, que por ventura vier a ocorrer, a mesma não é detectada pelo robô. Por exemplo, se a peça que o robô deveria pegar, para deslocá-la para outro lugar, não estiver no devido lugar, o robô se comporta como se a mesma lá estivesse. Isso pode ocasionar paradas obrigatórias em uma linha de produção, por exemplo.

### 3.2. Segunda geração: robô *play-back*

A segunda geração de robôs conseguiu superar a limitação observada nos robôs de primeira geração, ampliando significativamente o número de tarefas diferentes as quais pode executar. Tendo seu controle efetuado por computador digital, a programação de uma tarefa é armazenada em um programa de computador, escrito em uma linguagem dedicada ao robô alvo. Isso significa que mudança de tarefa equivale a mudança do programa correspondente. Essa flexibilidade é a principal característica que diferencia a primeira da segunda geração de robôs.

É comum ver-se nos pátios de montadoras de veículos automotores os robôs de segunda geração, com aplicações em pintura, solda, montagem, etc. Se um robô de segunda geração está executando uma tarefa de solda a ponto na linha de produção de um modelo de automóvel, por exemplo, a mudança de sua tarefa para um outro modelo se dá através da mudança do programa que fará o robô executá-la.

Importante salientar, no entanto, que os robôs de segunda geração não necessariamente possuem sensores externos, que o fariam capazes de monitorar mudanças em seu ambiente de trabalho. Nisso, os robôs de segunda geração se igualam aos de primeira geração. Há casos, é verdade, em que alguma forma de sensoriamento é agregada ao efetuador do robô, trazendo alguma facilidade na execução de tarefas. Mas isso representa uma exceção, não a regra. Isto é, o robô de segunda geração não é capaz de descobrir, por si só, se o modelo de automóvel não é mais o mesmo e, sozinho, tomar a decisão de mudar o programa (tarefa) para atender a esta mudança. Evidentemente que, se o número de modelos é pequeno, pode-se até prever algumas (poucas) situações em que tal mudança pudesse efetuar-se. Mas, ainda assim, isso teria um custo elevado.

Também, isso seria exigir demais da segunda geração de robôs, pois alguma coisa parecida com inteligência (seja isso o que for) estaria presente. Daí a necessidade de uma nova geração de robôs, a terceira, os chamados robôs inteligentes.

### 3.3. Terceira geração: robô inteligente

A necessidade de se dotar um robô de capacidade de tomar decisão em situações não previstas leva, necessariamente, a uma nova geração de robôs, a qual se convencionou chamar de robô inteligente. Note que, para a mudança da primeira para segunda geração de robôs, a área tecnológica foi auto-suficiente. Mas, da segunda para a terceira geração, isso não é possível. Uma das razões para isso é o fato da área tecnológica ser extremamente

eficiente em “como fazer”, e não necessariamente em “o que fazer”.

O nome, inteligente para a terceira geração de robôs, deve ser explicitado, o que é feito a seguir: do latim, *intellegerere*, significa aprender, mas ela é muito mais que a capacidade de aprender. Além da capacidade de aprender, é preciso levar em conta uma série de outros atributos, tais como: raciocínio, memorização, adaptação ao meio e, ainda, a motivação e o esforço. Verifica-se, então, como John McCarthy (2007), conceitua inteligência: “intelligence is the computational part of the ability to achieve goals in the world. Varying kinds and degrees of intelligence occur in people, many animals and somemachines”.

A inteligência é um processo. Se fosse possível chegar a um consenso sobre o conceito de inteligência, provavelmente facilitaria a árdua tarefa de caracterizar os assim chamados robôs inteligentes. Essa complexidade da inteligência dificulta não só a compreensão da inteligência propriamente dita, como também a ampliação dessa compreensão para os robôs.

A evolução presenteou a nós, seres humanos, com capacidade de tomada de decisão. E, também, aos animais e, até certo ponto, aos vegetais. Mas, principalmente, aos seres humanos. Aprender um pouco o que significa essa capacidade pode ser o “caminho das pedras” para a mudança da segunda para a terceira geração de robôs. E essa é uma tarefa não trivial, uma vez que, a área tecnológica sozinha, não é capaz de tal façanha. Como diz o poeta, “vamos precisar de todo mundo”: psicologia, pedagogia, evolução, etologia, engenharia, educação, etc., e, principalmente, a neurociência, pois ela é que tem nos apresentado (neste início de milênio), com pesquisas sobre novos modelos mentais. Tais modelos podem ser de grande utilidade para dotar os robôs de terceira geração de capacidade de tomada de decisão em situações não previstas.

Em resumo, a principal característica da terceira geração de robôs (robô inteligente) é a sua capacidade de monitorar seu ambiente e, em função de mudanças ambientais, tomar decisões que podem, inclusive, modificar este próprio ambiente. Em outras palavras, o robô

inteligente terá que descobrir, sozinho “o que fazer” em certas situações. Isso já é suficiente para ter-se uma idéia da complexidade envolvida em projetos de robôs de terceira geração. Não é a toa que a robótica, literalmente, parou na segunda geração. Não há nada de novo na área (Dyson, 1999), preocupando-se apenas a desenvolver brinquedos para ricos.

É imperativo, portanto, que trabalhos como este ganhem espaço no meio científico, pois uma vez que novos modelos mentais são disponibilizados pela neurociência, podem ser colocados em uma linguagem formal e, a partir daí, poderem ser tentados em robôs, agora sim, de terceira geração.

#### 4. Conclusões

As três gerações de robôs contemplam a totalidade dos robôs implementados hoje. Sejam fixos ou móveis, antropomórficos ou não. Aliás, algumas pesquisas sobre robôs antropomórficos, como os que auxiliam no estudo do equilíbrio de bípedes (que não pode ser considerado um problema trivial, também), podem ser de grande ajuda para pessoas com dificuldade de locomoção<sup>9</sup>.

É interessante, também, colocar o robô, independente de sua geração, como mais um artefato de automação. Nada mais que isso. Ou seja, ele representa a tentativa da capacidade intelectual do ser humano de exercer as funções superiores de sua mente em ação: procurar facilitar a vida.

#### 5. Referências bibliográficas

- Alves, J.B.M. (1988). *Controle de robô*. Campinas: Editora Cartgraf.
- Asimov, I. (1997). *O homem bicentenário*. (Persson, M, Trad.). Porto Alegre: L&PM Editores, (Original Publicado em 1976).
- Burke, T. J. (2002). *Vida e morte na terra*. Blumenau: Editora da FURB.
- Burns, E.M. (1972). *História da civilização ocidental: do homem das cavernas até a bomba atômica*. 2. Ed. (Machado, L.G., Machado, L.S. e Vallandro, L., Trads.). Porto Alegre: Editora Globo. (Original Publicado em 1941).

- Calvin, W.H. (1998). *Como o cérebro pensa: a evolução da inteligência, ontem e hoje*. (Tort, A. Trad). Rio de Janeiro: Editora Rocco. (Original Publicado em 1996).
- Dennet, D.C. (1998). *A perigosa idéia de Darwin: a evolução e os significados da vida*. (Rodrigues, T.M., Trad.). Rio de Janeiro: Editora Rocco. (Original Publicado em 1995).
- Dyson, F. J. (1999). *O sol, o genoma e a Internet*. São Paulo: Editora Schwarcz.
- Ferreira, A.B.H. (1978). *Pequeno dicionário da língua portuguesa ilustrado*. 11ª Ed. Rio de Janeiro: GAMMA.
- Ferreira, A.B.H. (1999). *Dicionário Aurélio eletrônico século XXI*. Versão 3.0. Editora Nova Fronteira e Lexikon Informática.
- Houaiss, A. (2001) *Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa*. Instituto Antônio Houaiss de Lexicografia. Rio de Janeiro: Editora Objetiva.
- Hurst, W.J. e Mortimer, J.W. (1987). *Laboratory robotics: a guide to planning, programming, and applications*. Estados Unidos: VCH Publishers.
- Kubrick, S. (1968). *2001: Uma Odisséia no espaço*. Direção: Stanley Kubrick. Produção: Stanley Kubrick e Victor Lyndon. Intérprete: Keir Dullea Gary Lockwood e outros. Roteiro: Stanley Kubrick e Arthur C. Clarke. Música: Danúbio Azul. Local: Warner Home Vídeo-Brasil.
- Martins, A. (1993). *O que é robótica*. São Paulo: Editora Brasiliense.
- McCarthy, J. (2007). *What is artificial – Basic questions*. Retirado em 15/10/2007, do endereço eletrônico: <http://www.formal.stanford.edu/jmc/whatisai/nodel1.html>.
- Pacheco e Silva Filho, A.C. (2003). Psicanálise e neurociências. *Rev. Psiquiatria Clín.*, 30 (3).
- Pazos, F. (2002). *Automação de sistemas & robótica*. Rio de Janeiro: Axcel Books do Brasil Editora.
- Roussel, S.J. e Norvig, P. (1995). *Artificial intelligence: a modern approach*. New Jersey: Prentice Hall.
- Teixeira, J.F. (1990). *O que é inteligência artificial*. São Paulo: Editora Brasiliense.

## Notas

- (1) Importante: Este artigo é uma compilação de capítulo de mesmo título da tese de doutorado de Dulce Halfpap, defendida em 2005, Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento (EGC), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.
- (2) Os dicionários não necessariamente contemplam definições técnicas, todavia se foi buscar de outras fontes para ajudar a esclarecer temas como: artefato, mente, consciência e memória; que são tratados neste trabalho.
- (3) a) Alguma coisa criada pelo homem, geralmente para uma finalidade prática; especialmente: um objeto remanescente de um período específico (cavernas contendo artefatos pré-históricos); b) alguma coisa característica de, ou resultante de uma atividade ou instituição humana – self-consciousness... resulta num artefato de nosso sistema de educação – Times Literary Supplement; c) um produto de caráter artificial (assim como em um teste científico) geralmente devido a uma ação externa (humana). Tradução livre). Disponível no endereço eletrônico: <http://www.merriam-webster.com/dictionary/artifact>
- (4) Um artefato pode ser definido como um objeto que foi intencionalmente feito ou produzido para um determinado propósito. Frequentemente a palavra 'artefato' é usada em um sentido mais restrito ao se referir a objetos feitos a mão simples (ferramentas) que representam uma cultura em particular. (Este pode ser o sentido arqueológico da palavra). Em ciência experimental, a expressão artefato é usada para se referir a resultados experimentais os quais não são manifestações do fenômeno natural estudado, mas são devidos a uma configuração em particular do experimento. Tradução livre). Disponível no endereço eletrônico: <http://plato.stanford.edu/entries/artifact/#Oth>.
- (5) Aquilo que se movimenta por si mesmo. Tradução livre.
- (6) Isaac Asimov. Disponível no endereço eletrônico: [http://en.wikiquote.org/wiki/Isaac\\_Asimov#Three\\_Laws\\_of\\_Robotics](http://en.wikiquote.org/wiki/Isaac_Asimov#Three_Laws_of_Robotics)
- (7) Os Robôs Universais de Rossum.
- (8) Um robô é um manipulador programável, multifuncional projetado para manipular materiais, peças, instrumentos, ou dispositivos específicos através de vários movimentos programados para desempenhar uma variedade de tarefas. (Tradução livre).
- (9) Obtida em palestra sobre Robótica, proferida pelo Prof. João Bosco da Mota Alves, no RExLab/UFSC, no dia 14 de outubro de 2005.