

## **Inteligência artificial além dos limites do homem**

*Às portas do terceiro milênio, o mundo se prepara para uma integração entre homem e máquina.*

Davi Geiger

Após cerca de 60 anos de pesquisa em inteligência artificial, pode-se dizer que os pesquisadores estão hoje muito perto de reproduzir a inteligência humana. Ou seja: com o avanço da ciência, o mundo prepara-se para entrar automatizado no novo milênio. Computadores e robôs já convivem com seres humanos nas fábricas, nas instituições financeiras, nas escolas e até nos supermercados. Mas, seis décadas depois que surgiram os primeiros computadores, lá pelos idos da Segunda Guerra Mundial, um punhado de questões se colocam: será que eles vão competir com os seres humanos? Chegará o dia em que não será mais possível distinguir o homem da máquina? Precisamos temer essas novas formas de inteligência? Elas nos dominarão?

Para responder a essas questões, é preciso antes entender o que é inteligência artificial. A ciência que se dedica a estudá-la tem por finalidade criar máquinas que reproduzam as atividades inteligentes do

homem, com uma performance, se possível, superior à do ser humano. O ponto básico de que partem esses cientistas é o próprio conceito de inteligência. Uma das definições mais comuns é que a inteligência é a capacidade de aprender. Desse ponto de vista, as máquinas inteligentes são aquelas capazes de aprender a montar um automóvel, a construir uma casa ou, mesmo, fazer um diagnóstico médico. E já existem muitos avanços nessa área. Alguns grupos de pesquisa treinaram computadores que podem até prever o futuro de pacientes com doenças graves. Eles recebem, por exemplo, fichas médicas de pacientes com insuficiência cardíaca. Alguns ainda vivos e outros que já morreram da doença. Assim, a máquina pode estudar o histórico de cada paciente e comparar, caso a caso, aqueles que sobreviveram e os que não resistiram à doença num determinado prazo. Depois, o médico joga no computador os dados de um novo caso. Com base nesse conhecimento acumulado, o computador pode prever se o paciente corre o risco de morrer em um futuro próximo.

**O mestre derrotado**

Isso já é feito hoje, com acerto de 90%, e é extremamente útil para selecionar pacientes na fila dos transplantes de coração. Outro grande sucesso entre esses computadores aprendizes é o chamado Deep Blue. Pode-se dizer que ele é o atual campeão mundial de xadrez, pois, no ano

passado, derrotou o grande mestre russo Garry Kasparov. O Deep Blue é capaz de processar mais de um bilhão de jogadas por segundo.

Chegamos, então, ao máximo em inteligência artificial? Na verdade, ainda é um pouco cedo para comemorar, pois restam vários problemas a resolver nessas máquinas aprendizes. Por exemplo: após o jogo de xadrez, Kasparov chamou a atenção para o fato de que a jogada que Deep Blue levou mais tempo para executar (aproximadamente 20 minutos) foi a pior de todo o jogo. Tanto que o computador teve que voltar atrás no lance seguinte, perdendo dois movimentos. A questão que se coloca é a seguinte: o Deep Blue ganhou porque aprendeu a jogar xadrez ou, de fato, simplesmente porque é capaz de examinar mais jogadas possíveis ao mesmo tempo do que Kasparov? Se se levar em conta que o aprendizado é a aquisição de conhecimento a partir da experiência ou do número de dados disponíveis à percepção, fica mais fácil entender o que houve com o Deep Blue. É claro que aprender somente a partir dos dados, isto é, sem modelos a priori, não passa de um ideal.

### **Modelo e aprendizado**

Seria comparável, por exemplo, a aprender Física apenas observando a natureza, sem se apoiar em qualquer modelo ou teoria já elaborada a respeito. Não foi assim que a Física se desenvolveu, mas sim com idéias

ou modelos. No entanto, os cientistas mais importantes, como Isaac Newton (1642-1727) tiveram que usar sua criatividade - mais do que o simples aprendizado - para formular a lei da gravidade. De façanhas como essa, os computadores não são capazes hoje. Para ganhar de Kasparov, várias noções do jogo foram colocadas a priori no computador, e, de posse delas, Deep Blue pôde examinar bilhões de jogadas. Essa foi sua superioridade com relação a Kasparov.

Outra questão interessante é saber o que realmente a máquina consegue aprender. Um bom exemplo é o carro que estava sendo treinado para trafegar sem motorista. Para fazer isso, ele precisava, antes de mais nada, aprender a distinguir onde é estrada e onde não é. Foram-lhe, então, fornecidos vários exemplos e, com base neles, o carro executou sua tarefa com absoluto sucesso em vários testes. Até que, num dia ensolarado, ele saiu da pista, chocou-se com uma árvore e se espatifou. Descobriu-se, então, que o automóvel não havia aprendido "o que é uma estrada", mas sim, "o que é escuro", pois, sem que os pesquisadores se dessem conta, todos os exemplos de aprendizado haviam sido feitos à tarde, quando havia sombra na estrada. Quando o teste foi feito num dia de sol, apenas a árvore estava escura. Resultado: ele escolheu a árvore, como se fosse a estrada.

Entre os seres vivos, o processo de aprendizado também segue alguns modelos. Por exemplo, a capacidade que os filhotes têm de reconhecer seus pais e mães. Isso vale para as aves, como as galinhas. O pintinho, logo que sai da casca do ovo, sabe que precisa seguir sua mãe (ou, na ausência dela, o primeiro animal que se mover). Significa que o pintinho já nasce com um conhecimento armazenado: reconhecer o objeto que se move e segui-lo. Mas vale também para os filhotes humanos. O bebê aprende a reconhecer faces humanas, em especial a da mãe e do pai, distinguindo-as de qualquer outro "modelo" ou objeto (móvel ou não), sem que ninguém o ensine a fazer isso. É como se as várias informações necessárias para definir o que é um rosto já estivessem armazenadas dentro dele.

## **Emoção e consciência**

Na realidade, a capacidade de aprender é apenas uma das definições ou dos aspectos da inteligência. Este é o critério mais aceito, apenas porque é uma maneira de as pessoas se diferenciarem socialmente umas das outras. Inteligência é mais do que simplesmente a capacidade de aprender. Pode-se considerar a maturidade emocional de um indivíduo, por exemplo, como um critério válido de inteligência, como algo que também pode levar uma pessoa ao sucesso. Alguns especialistas já usam o termo "inteligência emocional". E existem, ainda, outros aspectos da inteligência, como a consciência ou a capacidade de julgamento, que

devem ser levadas em consideração. Enquanto isso, o Deep Blue é apenas uma máquina que sabe jogar xadrez. Outra forma de definir inteligência é considerar a medida da utilização do cérebro. Para entender a atividade cerebral é preciso considerar o cérebro como uma rede de neurônios onde apenas um grupo deles está ativo durante cada atividade mental. O nosso cérebro é composto de cerca de 100 bilhões de neurônios que se conectam por meio de um fenômeno denominado sinapse. Em média, cada neurônio efetua 100 sinapses.

E aqui cabe a pergunta: quais são as atividades mentais que mais utilizam o cérebro humano? Será aquela responsável pelos cálculos complicados e pela manipulação de complexos conceitos matemáticos? Ou a usada para jogar xadrez? Ou quando participamos de testes de QI? Ou, simplesmente, quando compramos uma maçã no supermercado? Diretamente, nenhuma delas. A atividade mental que coloca mais neurônios em atividade é a visão. Nada menos que um terço da atividade do cérebro humano é dedicado à visão - enquanto, para jogarmos xadrez, por exemplo, menos de 1% da estrutura cerebral entra em ação.

Em geral, essa constatação causa surpresa nas pessoas leigas, porque a visão é uma atividade inconsciente e, portanto, parece ser feita sem esforço. Outras atividades, ao contrário, como fazer cálculos ou tomar decisões, são conscientes, trabalhosas e cansativas. Para os cientistas,

porém, não há razão para surpresas. Basta observar a ordem da evolução natural: desde a formação dos primeiros organismos multicelulares, a natureza levou 500 milhões de anos para construir os primeiros sistemas de visão. Depois, foram necessários mais 450 milhões de anos para aperfeiçoar a visão, por meio da "construção" de espécies mais sofisticadas - e só então houve o desenvolvimento da linguagem e da fala. Já o jogo de xadrez, como também a matemática, só foram introduzidos na história humana há menos de 10 mil anos. Atualmente, o grupo de cientistas em atividade estudando a visão computacional é pelo menos mil vezes maior que o número de pesquisadores que se dedica ao desenvolvimento de computadores como o Deep Blue. E ainda assim, nessa área, não se conseguiu nenhum resultado tão satisfatório quanto os obtidos com o computador campeão, com seu xeque-mate em cima de Garry Kasparov.

### **Do homem de barro ao homem de silício**

*A idéia de recriar o homem é muito antiga.*

Um dos primeiros autômatos da história surgiu por volta do século VI, em Praga, na forma de lenda. Ele recebeu o nome de Golem que, em hebraico, significa algo como "substância imperfeita ou

embrionária". Tal como Deus criou o homem do barro, contam os judeus que o Golem nasceu como um tosco boneco de argila, criado pelo rabino Judah Loew ben Bezulel para proteger os judeus da comunidade das constantes perseguições. Para dar vida à argila, o rabino pronunciou várias letras sagradas em um secretíssimo ritual da Cabala, a tradição mística judaica. O Golem tornou-se então um fiel e poderoso protetor da população, mas, aos poucos, adquiriu consciência, passou a reclamar status de ser humano e fugir do controle. A história termina mal, quando ele se apaixona pela filha do rabino, que acaba destruindo a imperfeita criatura. Mais tarde, a história do Golem iria se repetir em histórias como a do monstro de Frankenstein, da escritora inglesa Mary Shelley. O médico suíço Victor Frankenstein monta um ser humano a partir de partes de cadáveres e dá-lhe vida com choques elétricos. Rejeitado e incompreendido pelos seres humanos, o monstro acaba se tornando violento e também precisa ser destruído.



Mas é com o advento do computador que a inteligência artificial deixa o terreno da ficção e arranha os limites da realidade. O cientista britânico Alan Turing foi um dos pioneiros nesse campo, na década de 40. Foi ele o criador do famoso "teste de Turing", no qual o filósofo americano John Searle inspirou-se para propor o teste do quarto chinês, por meio do qual seria possível distinguir o homem do computador. O teste propõe que se imagine um quarto fechado, dentro do qual existe um computador ou um chinês. A função do ocupante do quarto é traduzir textos do chinês para o inglês. Do lado de fora, um examinador envia mensagens, por baixo da porta, escritas em chinês, e recebe do quarto a tradução em inglês. O examinador é livre para escrever o que quiser. A pergunta que se coloca é a seguinte: será que podemos criar um computador tal que nenhum examinador será capaz de distinguir, pelas traduções, se dentro daquele quarto fechado encontra-se um chinês ou um computador? Alan Turing estava convencido de que era absolutamente

possível criar esse computador. Para todos os efeitos, a crença de Turing está no início de toda a pesquisa sobre inteligência artificial.

## **O novo milênio**

O trabalho científico relativo à inteligência artificial, e em especial à visão, já vem dando frutos, usados nas atividades do dia-a-dia. São bastante comuns, por exemplo, os sistemas de inspeção de falhas em produção de peças empregados pelas indústrias automobilísticas. A mesma tecnologia é aplicada também na agricultura, na separação das laranjas podres das boas. O computador pode não saber, ainda, distinguir perfeitamente uma laranja de uma maçã, mas, quando se trata da mesma fruta, tudo que ele tem a fazer é verificar se a fruta tem manchas pretas, sinal de que não serve para o consumo.

Baseadas também em conhecimentos de visão computacional, já estão chegando ao mercado novas

técnicas de verificação de identidade de um indivíduo, através da leitura automática da impressão digital ou da retina. Esses dois métodos deverão substituir, em breve, os cartões de crédito. Cada loja ou restaurante poderá ter máquinas para leitura de identidade que poderão, também, verificar o saldo bancário do cliente.

Em outras áreas também esse progresso é visível. Nos Estados Unidos, por exemplo, já existem as telefonistas artificiais, que entendem os pedidos de informação. Algo parecido fazem algumas agendas eletrônicas, que reconhecem os caracteres escritos a mão. O correio aéreo americano também utiliza sistemas automáticos de leitura de códigos postais e já existem até máquinas de filmar que corrigem as trepidações produzidas por um cineasta de mão não muito firme.

Na área da medicina, os avanços são ainda maiores. Já existem vários sistemas chamados de "especialistas" para realizar diagnósticos, de

maneira simples: o paciente descreve todos os seus sintomas, o computador faz algumas perguntas complementares e então descobre a doença, se o caso não for muito complicado. O mesmo tipo de sistema está sendo desenvolvido para substituir advogados. No futuro, os computadores certamente serão melhores do que os humanos, nesse setor, pelo seguinte motivo: o homem não é tão bom quanto a máquina para processar informações e tomar decisões rápidas.

Um bom exemplo foi o que ocorreu recentemente no julgamento do ex-jogador de futebol americano e ator de cinema O.J. Simpson, acusado de matar a ex-mulher e o namorado dela. Pesava contra O.J. o fato de que ele era um marido violento. Mas seu advogado de defesa contra-argumentou usando um dado estatístico: o número de maridos violentos nos Estados Unidos é bastante grande, e, no entanto, os casos de esposas assassinadas não são significativos. Portanto, estatisticamente falando, o fato de o acusado ser um marido violento não

significaria que ele fosse o culpado pelo crime. O juiz e o júri, ao que parece, ficaram impressionados com o argumento, tanto que o astro foi absolvido. Ocorre que o raciocínio matemático neste caso não foi bem formulado. Uma vez que a mulher de Simpson estava morta, a pergunta deveria ter sido: das mulheres mortas que tinham maridos violentos, quantas foram assassinadas pelos seus maridos? A estatística, então, se voltaria contra O.J. Simpson. Para o computador, todos os dados são evidências probabilísticas maiores ou menores, mesmo que se trate de uma confissão. A decisão seria, então, baseada na acumulação de evidências - e provavelmente Simpson estaria hoje cumprindo pena.

A própria televisão acabará sendo absorvida pelo computador num futuro próximo, tornando possível uma interação do espectador com o programa. Os computadores poderão, dia mais dia menos, interagir com as pessoas, fazendo perguntas e até "vendo" o espectador. Eles se tornarão robôs integrantes da nossa vida. Muita gente teme que, no

futuro, os robôs competirão com os seres humanos, ou até mesmo, os substituirão. É mais provável, porém, que eles os complementem. Serão como extensões do corpo humano, aumentando o grau de relação do homem com o mundo, a exemplo do que já ocorre hoje, por exemplo, com as agendas eletrônicas e as calculadoras, que são extensões da memória. O que não cabe na cabeça, fica guardado no bolso. Da mesma forma, o computador permitirá ver coisas impossíveis hoje: sensores e óculos infravermelhos, por exemplo, propiciariam uma visão de 360 graus a qualquer hora do dia ou da noite. Seria possível também visitar lugares que atualmente são inacessíveis. Um pesquisador com pernas mecânicas poderia, por exemplo, caminhar no fundo do mar ou dentro de um vulcão. Não é um sonho: afinal, os cientistas já estão explorando o planeta Marte com o auxílio de robzinhos teleguiados.

**\*Quem é Davi Geiger**

O físico carioca Davi Geiger, autor desta reportagem, é considerado uma revelação entre os melhores cientistas do mundo na área de computação e neurociência. No início deste ano, ele recebeu um dos prêmios mais cobiçados de sua área, o "Jovem Cientista" da National Science Foundation. Ganhou nada menos que 500 mil dólares para aplicar em pesquisa. Davi Geiger tem 40 anos de idade, o que, para a ciência, é considerado pouco. "Na pesquisa científica, o doutorado é apenas o primeiro passo. Um professor quando começa sua carreira tem entre 30 e 35 anos", explica ele.

Sua carreira começou no curso de Física da PUC do Rio de Janeiro. Depois, ele fez doutorado em Física no Massachusetts Institute of Technology, o famoso MIT, berço da inteligência artificial. Da física, passou para o estudo do cérebro, ainda no MIT, tentando entender e traduzir em modelos matemáticos a forma como o cérebro é capaz de enxergar. Hoje, é professor do Departamento de

Computação no Courant Institute of Mathematical Sciences e de Neurociência na New York University.

### **Por que a visão é tão difícil?**

Recriar o fenômeno da visão é um dos maiores desafios de quem trabalha com inteligência artificial, porque este é um dos mais complexos sistemas do organismo humano. Isso fica claro ao usar um exemplo concreto: como um robô reconheceria uma maçã ao andar por um supermercado? A resposta é: por meio de uma série de variáveis que seriam analisadas por seu cérebro eletrônico simultaneamente durante milhões de conexões. Veja alguns exemplos:

#### **Contexto**

A noção de contexto é importante porque por meio dela saberemos que as maçãs vão ser encontradas com outras frutas e não com as carnes. Definir e compreender o que é contexto é muito difícil para



os cientistas hoje. No caso de maçãs no supermercado, o computador terá que aprender o que são frutas, e produzir este conceito não é fácil. Afinal, não é suficiente descrever o contexto usando palavras (nossa linguagem natural), mas sim, usando modelos matemáticos ou algoritmos. O computador pode começar a procurar as maçãs identificando a seção onde está escrito "frutas". Mas, chegando lá, como saberá onde estão as maçãs?

### **Segmentação**

Como reconhecemos uma fruta? Como sabemos onde começa e onde acaba uma fruta a partir da visão (sem usar as mãos)? Temos de reconhecer as bordas, saber como juntá-las e formar o contorno de todas as frutas. Este problema, chamado de "segmentação de objetos", é fundamental em visão e os cientistas não podem dizer que já sabem como segmentar uma imagem. Segmentar os objetos é outra forma de identificar a maçã - e nesse campo a cor é um fator importante. As maçãs são ou verdes

ou vermelhas (talvez um pouco amareladas), o que significa que as frutas de cor laranja, por exemplo, são imediatamente eliminadas. Outro fator fundamental é a textura, que permite diferenciar uma maçã de verdade de uma de plástico, por exemplo. O tamanho também conta: frutas muito pequenas, como uvas, ou muito grandes, como as melancias, não são maçãs.

### **Representação e similaridade**

Como diferenciar uma maçã de uma pêra, de uma manga-rosa, ou mesmo de um pimentão? As maçãs têm sua própria forma, mas existem várias posições e ângulos diferentes que podem fazê-la semelhante a outra fruta. Por isso, é preciso ter armazenado no cérebro vários modelos visuais do que é a forma da maçã e das outras frutas e objetos para poder distinguir um do outro. Além disso, é preciso saber comparar estas formas, guardadas na memória, com o que se está vendo na prateleira no momento da busca. Este processo de armazenar eficientemente e comparar

formas também é muito mais complexo do que parece.

### **Top-down** e **Bottom-up**

Para complicar ainda mais o problema da visão, o processo de segmentação (que procura circunscrever o objeto escolhido dentre vários outros ) e o de representação e similaridade (que compara os objetos armazenados no cérebro com os objetos extraídos da imagem), não são independentes. Para identificar os objetos é preciso saber como eles são. A segmentação não pode ser resolvida sem o reconhecimento. É como o problema do ovo e da galinha: o que vem antes? Mas como estes processos interagem um com o outro permanece sendo um mistério.

Disponível em:< <http://galileu.globo.com//edic/88/informatica2.htm>> Acesso em.: 17 set. 2007.