

# TURING, 100 ANOS DEPOIS DO SEU NASCIMENTO JÁ PODE UMA MÁQUINA PENSAR?

*Helder Coelho*

Departamento de Informática  
Faculdade de Ciências  
Universidade de Lisboa  
e-mail: [hcoelho@di.fc.ul.pt](mailto:hcoelho@di.fc.ul.pt)

*“Acredito que no fim do século o uso da palavra, e opinião  
geralmente educada, terão se alterado tanto que alguém  
será capaz de falar de máquinas pensantes sem ser contrariado.”*  
Alan M. Turing.

## 1 Introdução

Embora Alan Turing nunca tenha afirmado que o futuro é agora, fez algo que não era habitual no seu tempo, e, ao longo da sua curta vida (1912-1954), teve um profundo impacto na Ciência da Computação, na Biologia Matemática, na Ciência Cognitiva e na Inteligência Artificial (IA), que ainda perdura no início deste século nas comemorações dos 100 anos do seu nascimento. As máquinas de Turing (MT), isoladas, centralizadas e pesadas, estão aí, à espera de serem arrumadas nas prateleiras, e as novas substitutas, distribuídas e interativas, estão longe de terem esgotado os sonhos e os planos idealizados nos fins dos anos 30 e 40. A atualização contínua, na última década, dos telefones celulares (vulgo telemóveis) em direção à inteligência (“smart phones”), e as novas funcionalidades cada vez mais próximas dos computadores portáteis (“personal computers”, “desktop computers”, “portable computers”, “tablets”) na era da Internet, consagrou as tecnologias da informação e comunicações (TIC’s) na nossa sociedade. Durante a II Grande Guerra, em Bletchley Park (Inglaterra), Turing foi um dos cientistas responsáveis pela quebra do código da máquina Enigma dos alemães, necessária para a comunicação entre as suas tropas, nomeadamente submarinos, influenciando assim e decisivamente a vitória dos Aliados sobre os Nazis.

Turing licenciou-se em Matemática por Cambridge (Reino Unido) em 1934, doutorou-se em 1938, em Yale (EUA), sob a orientação de Alonzo Church, e fez propostas para a Lógica Matemática, a Filosofia, a Biologia Teórica e a Ciência da Mente. Em 1945 contribuiu para o desenho do ACE (Automatic Computing Engine) e, em 1948, para o primeiro computador

britânico, o ENIAC, na Universidade de Manchester. A publicação do artigo “Computing Machinery and Intelligence”, em 1950 na revista *Mind*, é justamente considerado como a antevisão da disciplina IA, porque através da proposta de um teste (TT ou Turing Test) enuncia o modo como se poderia determinar se uma máquina seria capaz de exibir um comportamento inteligente, isto é de pensar.

Nos anos 90, um bilionário lançou um concurso (Prêmio Loebner), todos os anos, para fazer renascer o teste, e, pela competição, abrir a discussão das ideias e de novos sistemas capazes de provar que os desafios em torno de uma mente artificial continuam sendo atuais, e estão bem longe de se poderem arrumar no lixo.

## 2 Atualidade da inteligência artificial

A IA foi lançada na Conferência de Dartmouth (verão de 1956, e 2 anos depois do aparecimento do primeiro computador civil da Univac) por 10 cientistas (3 ainda estão vivos, como Marvin Minsky) e através de uma proposta de trabalhos que circulou nos EUA desde 1955, e desde então o projeto estendeu-se à escala mundial. O Congresso bi-anual IJCAI (International Joint Conference on Artificial Intelligence) passará a ser anual a partir de 2015, aumentando as multidões em torno da apresentação das inovações (veja-se o sítio do último IJCAI-2011, o de Barcelona, e algumas das palestras convidadas, em clips de video).

A Internet permite também o acesso livre (via online) a outras fontes, como artigos e livros (por exemplo, o de Robert Kowalski de 2011 ou o de Eric Sandewall de 2012). Atualmente, a fase de olhar para quebra-cabeças infantis, áreas isoladas ou para sistemas simples foi ultrapassada, sendo um dos objetivos enfrentar a incerteza (visão à distância), a complexidade (carro ou robô autónomo, o reconhecimento de rostos humanos, a cartografia de doentes com cânceros, a tradução automatizada, a descoberta de informação), e a mistura de áreas (aprendizagem, procura, estatística, processamento de língua natural, como no caso do Siri e do TrapIt do iPhone da Apple).

O teste pode configurar o nascimento das pesquisas em torno da IA, e não é por acaso que durante a Conferência de Dartmouth de 1956, John McCarthy, um dos seus fundadores, avançou para uma definição onde sublinhava que o objetivo é “fazer a máquina comportar-se de tal forma que seja chamada inteligente caso fosse este o comportamento de um ser humano”.

Na Ciência da Computação, a honra mais elevada é o prêmio Turing, considerado como o Nobel da Informática, e gerido pela Association for

Computing Machinery (ACM) desde 1966. O prêmio foi atribuído a muitos dos pioneiros da IA, como Marvin Minsky (1969), John McCarthy (1971), Herbert Simon e Allen Newell (1975), Edward Feigenbaum e Raj Reddy (1994), e, esta ano, a Judea Pearl (2011).

### 3 Teste Turing

Na apresentação original do teste (TT), um juiz humano conversa em língua natural, simultaneamente, com um humano e uma máquina, sem saber qual é um ou o outro, pois as identidades estão ocultas. Se o juiz humano não for capaz de distinguir, com segurança, a máquina do humano, então poder-se-á concluir que a máquina passou no teste. A conversa está limitada a uma via de comunicação, por exemplo texto, de forma que o resultado não dependa de qualquer habilidade da máquina, e é feita de modo indirecto, por um teclado. O interesse de Turing era então esclarecer se as máquinas poderiam pensar, mas como o pensar é difícil de definir, preferiu substituir aquela pergunta por uma outra menos ambígua e através do recurso de um jogo de imitação. No artigo da *Mind*, ele procurou rebater ainda todas as objeções quanto á proposição de que “as máquinas podem pensar”.

Até ao ano passado, foi sempre impossível (através do prêmio Loebner ou alternativas paralelas) que um agente artificial passasse o teste de Turing, mas o sistema Watson da IBM bateu na televisão americana, em 2011, dois campeões humanos de Jeopardy!, e, assim, conseguiu uma proeza, quase análoga ao do Deep Blue (da IBM) que, em 1997, vencera Garry Kasparov, então campeão do mundo em título de xadrez, embora não ganhando a aposta de Herbert Simon de 1959, de que “em 10 anos um programa inteligente venceria o campeão do mundo humano”. Em vez de ter sido em 1969, só se conseguiu em 1997.

O que será, de fato, um computador inteligente apto a vencer o teste? Aquele que é capaz de pensar, usando as palavras de Turing, ou pelo contrário um que tem bom senso, seguindo agora Marvin Minsky, o atributo mental do entendimento?

O que é pensar? Segundo um dicionário significa criar ideias, raciocinar, refletir, julgar, dar opinião, ou ser prudente. Alguém que pretende demonstrar que dois triângulos são congruentes, em geometria plana euclidiana, recorre ao conhecimento geométrico (teoremas, postulados, axiomas), às hipóteses e depois a um processo de inferência (raciocínio para trás ou refutação) para montar uma linha dedutiva, ou seja uma cadeia de pensamentos que o levará da tese (o que pretende resolver ou provar) aos dados

de partida. Um programa como o GEOM (Coelho e Pereira, 1979), escrito na linguagem de programação Prolog facilmente atinge esse objetivo. Da mesma maneira dar opinião também não é difícil, envolve acesso a uma base de conhecimentos e a uma pragmática, ou seja a operar num contexto muito determinado (fechado). Quase o mesmo se passa com um arquitecto a quem lhe pedem para desenhar (criar) uma casa dentro de um lago. Também neste caso, o agente interventor necessita de entender muito bem qual é o ambiente que está a envolver aquela nova casa para não estragar o cenário do lago, e, eventualmente, o contexto histórico e cultural de toda uma região.

O cinema tem abordado a temática das máquinas que pensam, recorrendo aos cyborgs que fazem ações, agem, ou raciocinam, em “Blade Runner” de Ridley Scott, “2001, Uma Odisseia no Espaço” de Stanley Kubrick, “Aliens” de James Cameron, ou mesmo “Inteligência Artificial” de Steve Spielberg, onde o questionamento foi mais profundo, aliando agora a razão com a emoção. No entanto, por detrás dos cyborgs estão computadores que simulam ações humanas, executando-as sem consciência própria. Esses testes são bem diferentes do de Turing, onde “o experimentador se não for capaz de distinguir entre ambos (computador e homem), conclui que a máquina é inteligente”.

Voltemos ao caso do jogo de xadrez entre o Deep Blue e Kasparov. O desafio, ou teste, consistiu em uma série de partidas de xadrez, cujo contrato foi negociado previamente entre as duas partes, e cujas regras foram explicitadas para evitar confusões durante o jogo ou mesmo no final. Nessa negociação foi esquecido o lado psicológico, do humano, e por isso as acusações de batota ou de manipulação foram inevitáveis quando o ser humano perdeu por 3-2. A diferença no resultado não foi suficiente para que a vitória pudesse ser incontestada, assim como aquilo que é normal nas partidas entre seres humanos, onde cada lado recorre ao conhecimento de consultores (análise das partes do jogo, das situações), nos intervalos, corrigindo os parâmetros ou a força das peças situadas.

## 4 Cumprir o teste

Será que o teste (se uma máquina pode fingir que é um ser humano, qualquer que seja o seu género, e através da conversa baseada em textos) está em riscos de ser cumprido proximamente?

De facto, nos últimos anos, a IA apareceu em todos os lados, nos sistemas GPS de navegação, nos algoritmos de busca e descoberta da Google e da Apple (iPhone 4S com o Siri e o TrapIt), no automóvel Stanley, sem condutor,

capaz de andar no tráfego sem a atenção humana, na tradução automatizada de línguas naturais, no Watson a responder a perguntas em Inglês face ao Jeopardy, no MoGo a jogar Go contra jogadores profissionais, ou mesmo no robô humanóide Asimo da Honda a andar de um lado para o outro, embora os padrões exigentes de Turing não tenham ainda sido verificados. Contudo, o desafio em torno da modelação do pensamento humano influenciou profundamente a Informática (a Ciência da Computação e a Ciência Cognitiva), e alguns cientistas acham (Science April 12, 2012) que estamos bem próximos pois 1) é fácil obter enormes quantidades de dados em bruto sobre qualquer tópico e 2) as técnicas mais sofisticadas para coligir, organizar e processar esses dados estão à nossa mão, ou seja abrem-se oportunidades novas sobre a potencialidade dos dados. Por exemplo, o programa Eureka conseguiu descobrir, por si, as leis naturais da física dos movimentos de um duplo-pêndulo de Newton (Schmidt e Lipson, 2009), através da descoberta de relações matemáticas, escondidas em grandes massas de dados. As técnicas da programação genética e da regressão simbólica foram as escolhidas para apoiar a deteção das equações e procurar aquelas relações.

## 5 Teste Loebner

“Cada novo passo em direção à IA revela o que a inteligência real não é”, afirmou enfaticamente Hofstadter. E, de novo, estamos a falar no teste (TT) da capacidade de uma máquina (programa) exhibir um comportamento inteligente, um modo de se medir o progresso tecnológico através de uma conversa (interação, e jamais de uma simples demonstração). Em 1950, Turing tentou contornar as dificuldades em responder à pergunta “Podem as máquinas pensar?”, porque a palavra pensar era difícil de definir. A nova pergunta que alinhou “Será que existem computadores digitais que se comportam bem no jogo da imitação” traduzia um desvio ao uso de palavras ambíguas. Assim, a interpretação normalizada de um TT consistia numa conversa entre dois sujeitos, o interrogador C tentava determinar que jogador, A ou B, é um computador ou um ser humano (homem ou mulher). O seu argumento consistia no seguinte: se não podemos dizer a diferença então somos obrigados a dar crédito ao ente de inteligência, mesmo que não saibamos se é uma pessoa ou uma máquina. O que existe de interessante neste argumento é que Turing estava empenhado não em defender a bondade do teste ou do caminho para a IA, mas sim no problema filosófico sobre o que é um cérebro e uma mente, ou seja em centrar a sua busca na consciência

ou no pensamento humano, independentemente de podermos replicar em máquinas ou não.

Os investigadores não pouparam esforços para realizar o TT, embora no caso do ELIZA, do PARRY e do MGonz tivesse parecido um enorme êxito na altura e pouco mais. Depois, graças a Hugh Loebner, e de forma regular após 1991, a competição com um Prémio principal de 100.000 dólares (e outros 3 prémios menores) e um interrogador (além de um júri com 12 juízes), esses sistemas ficaram para durar. O Catherine de David Levy (1997), o PC Therapist III de Joseph Weintraub (1991, 1992, 1993, 1995), o ALICE de Richard Wallace (2000, 2001, 2004), o Elbot de Fred Roberts (2008), o Do-Much-More de David Levy (2009), os agentes (“bots”) Suzette (2010) e Rosette (2011) de Bruce Wilcox mostraram a excelência das imitações que os computadores podem atingir quando se tratam de comportamentos humanos. Nenhum ganhou o Prémio principal por ter convencido a 100%, e assim vencido o TT. E, também nem sempre estes premiados convenceram plenamente os jurados. Por exemplo, o Elbot da empresa Artificial Solutions obteve 33% (embora ultrapassando o patamar dos 30% de Turing e fazendo história). Noutros casos, souberam enganar os juízes e dirigir a conversa. No entanto, o programa Suzette, na volta preliminar de qualificação com quarto categorias, e ao longo das perguntas sobre o tempo, as coisas, as relações e a memória, enganou um juiz!

Note-se que o Prémio Loebner é apenas uma versão do TT, considerado pelo seu criador como um método para fixar se um programa de computador atua como se estivesse a pensar. No caso do Suzette, o programa é um “chatbot”, um agente que deverá interatuar via o recurso à língua natural na forma de texto. Na sua essência, o teste coloca um ser humano a “falar” com um programa e com um outro ser humano, por períodos de 25 minutos cada, e no fim terá de dizer quem é quem.

Quando se fala de inteligência em função de sofisticação, ou seja da complexidade do comportamento, é bom recordar que estamos a observar um programa com vários níveis de inteligência, em ação numa sequência linear de perguntas e respostas. Resta saber de que inteligência estamos falando: capacidade de fazer/resolver ou da sensibilidade a “coisas”? Os programas não passam, até hoje, de conversadores insensíveis, eventualmente não interessados em escutar o que o outro está a dizer, mas como em qualquer conversa podem conduzir ou serem conduzidos! No caso do Suzette, o programa fora previamente preparado para um conjunto de temas, cada um associado a regras e a respostas. Mas, e além disso, também foi capaz de ligar os temas à conversa e para dirigir a discussão para assuntos de que ele

possuía bastantes conhecimentos. Ou seja, o programa foi ensinado para ser do tipo humano e para não se contentar em parecer só um simples agente (bot).

A tecnologia computacional mudou muito nos últimos 20 anos (desde 1991, quando o Prémio Loebner começou), movendo-se sempre para os dispositivos móveis, como os tablets, ou os iPhones e os iPads, isto é para uma visão mais saudável da inteligência humana. E, os nossos conhecimentos (Neurociências) sobre a cognição, o cérebro e a mente aumentaram imenso. Damásio no seu quarto livro, o da consciência publicado em 2010, mostrou que já sabemos qual é o seu lugar e a sua constituição, assim como o que pensamos de novo sobre a mente humana e o papel do eu.

O velho problema mente-corpo ficou recentemente mais clarificado com novas investigações, publicadas na Nature (Maio 16, 2012) pelo grupo de Leigh Hochberg da Universidade Brown (EUA), onde a mente de uma paciente comandou um braço robótico (3D) através dos pensamentos. Na IA, as misturas de áreas, teoria das probabilidades, teoria dos jogos e ciência da complexidade, permitem hoje enfrentar problemas situados nas fronteiras das disciplinas ou na sua interseção, abrindo novas perspectivas ao trabalho interdisciplinar e, também, à educação universitária.

## 6 Watson

O supercomputador Watson da IBM (“DeepQA project”), tal como o Deep Blue em 1997 com o xadrez, transformou-se publicamente (na TV nacional dos EUA) numa máquina de pergunta-resposta, a mais avançada do mundo, e com o jogo Jeopardy! numa vedeta foi-se além do uso simples de textos como no TT, graças ao domínio da língua inglesa (LN). A designação de máquina esperta é bem apropriada neste caso porque face aos desafios de volumes astronómicos de dados surgiu uma solução apoiada no domínio das regras de uma língua natural, algo mais duro (por causa da intenção do significado) do que as regras do xadrez. E, tudo, em poucos segundos!

Segundo o director do projeto, David Ferrucci, o objetivo não era nada trivial: durante muito tempo os sistemas de pergunta-resposta (PR) limitaram-se ao acesso rápido a uma grande base de dados. Tratava-se agora de compreender o que se pretendia com a pergunta e de fornecer o bocado certo da resposta desejada, ou seja fazer com que o computador soubesse de facto falar com o interrogador, como no TT. O recurso ao envolvimento da Estatística com a LN, iniciado há uma década, foi o elemento vital para o sucesso pois facilitou a associação das palavras. Na teoria, a computa-

ção estatística era possível há mais tempo, pois os computadores não eram suficientemente rápidos e a memória não era suficiente. O custo do poder computacional (velocidade e capacidade de armazenamento) baixou muito, tornando possível lidar com enormes volumes de dados, e deste modo a base de conhecimentos incorporou milhões de documentos. Além disso, a disponibilidade de ferramentas linguísticas (dicionários, classificadores de partes do discurso, descobridores de sinónimos) banalizou-se, assim como a acessibilidade a algoritmos eficientes (por exemplo, para desambiguar o significado de palavras).

A maioria dos sistemas de PR têm uma mão cheia de algoritmos. Watson usa mais que uma centena de algoritmos, ao mesmo tempo, para analisar uma pergunta de modos diferentes, gerando centenas de soluções possíveis. Um outro conjunto de algoritmos ordena estas respostas de acordo com a sua plausibilidade, isto é o Watson pensa em probabilidades. Não produz uma única resposta certa, mas um número enorme de possibilidades, e depois classifica-as de acordo com o grau de acerto em relação à pergunta.

No final do projeto (após a análise dos erros e de muitas experiências), e já em competição contra antigos campeões humanos do Jeopardy!, Watson limitou-se a vencê-los, mas não a todos. Os críticos lamentam a sua falta de emoção e de aprendizagem com os erros, pois não melhora com o tempo. Ferrucci continuará a sintonizá-lo, pois alterar o seu desempenho será cada vez mais difícil. Um programa Watson M.D. (para o diagnóstico médico) pode estar para breve, permitindo a IBM generalizar o Watson para o setor da saúde pública.

## 7 Contexto

A importância de Turing deve ser justamente comparada com a de Darwin, pois cada um no seu tempo foi capaz de fazer uma revolução na cultura e no pensamento científico, rompendo com o status quo e impondo novas visões que perturbaram muitas outras disciplinas científicas.

O seu trabalho nos anos 30, em Yale nos EUA com Alonzo Church, versou a questão de Hilbert sobre os métodos aplicados pelos matemáticos, e obviamente sobre o modelo da computação humana, levando-o depois a debruçar-se sobre a memória e os estados da mente (mentais). Os seus interesses não descuraram as noções essenciais das ciências da computação. Assim, a noção de computabilidade foi articulada em função das propriedades das máquinas: qualquer função sobre números naturais, que pode ser

computada por um computador humano, pode também ser computada por uma máquina de Turing. E, não esqueceu a definição de algoritmo.

Um algoritmo é, simultaneamente, uma máquina abstrata de estados e uma descrição recursiva construída sobre operações arbitrárias, tomadas como primitivas. Abordando a noção de máquina como processo mecânico, isolando a relação entre uma disposição ilimitada de símbolos no espaço e uma sequência de eventos no tempo, regulados por um número finito de estados mentais. Distinguiu os estados de uma máquina, separando o tempo discreto dos estados da mente. E, sublinhou que os princípios de operação de uma máquina deveriam imitar as ações de um computador humano.

Em 1936, com a construção do teorema da indecibilidade, uma coisa negativa, mostrou que existem coisas que podemos descrever, embora não seja possível através de um método, processo ou procedimento. Antes, necessitou de fazer algo construtivo, definindo o que era um método, um procedimento e um processo mecânico. E, fê-lo de uma forma antes nunca pensada, através uma definição matemática, formalizando algo em termos específicos e que pode ser feito por um computador. Na altura isto não foi fácil, porque os computadores ainda não existiam. Como é que conseguiu uma tal proeza? Pensou na ideia de um programa de computador, o que hoje em dia é chamado de máquina de Turing. A ideia materializava-se num longa fita, com marcas de quadrados, que era processada ao ritmo de um quadrado de cada vez (algo que podemos hoje em dia construir com um programa e mostrar no ecrã de um computador, o que Turing então não conseguia, pois apenas podia ter a ideia e imaginar, fazer uma espécie de experiência de pensamento). O interessante é que por mais complexo que seja um computador atual e o que faça seja equivalente ao que podia ser feito com aquele formalismo atômico. A invenção da moderna ideia de computação estava feita e apoiava-se em algo trivial: as instruções ou programa são também uma forma de dados (informação). E, em vez de se falar em números podemos dizer agora que os programas e os dados são símbolos (a ideia do processamento simbólico e do processamento do conhecimento da IA).

Antes, em 1931, Kurt Gödel tinha revolucionado a Lógica ao afirmar que as frases sobre números, teoremas, ou provas de teoremas podiam ser codificadas como números. Turing tinha aprendido isto em 1935, em Cambridge (Reino Unido), e por isso deu um passo em frente quando proclamou, no ano seguinte, que “existem coisas que se podem descrever, mas que não se podiam fazer com formalismo”. E, por isso teve de desenhar o que um formalismo realmente é, o que é um algoritmo, recorrendo à ideia do Gödel

do seguinte modo: codificou operações sobre números ou símbolos como símbolos.

A ideia de uma máquina universal assentava na convicção de que as instruções são uma forma de dados, ou seja a base da computação que suportou o nascimento dos computadores eletrônicos que Turing e John von Neumann desenharam quase ao mesmo tempo.

## 8 Interdisciplinaridade

Embora Turing tivesse uma vida curta, a sua criatividade levou-o, depois de 1950, da Computação para a Biologia Matemática, recorrendo ao seu computador de Manchester. Contudo, podemos facilmente descobrir qual foi a relação entre o seu interesse pela IA e pela Biologia: a questão do cérebro ser modelado por um algoritmo e, portanto, por uma denominada máquina de Turing. Como cresce ou se desenvolve o cérebro? Como as células nervosas proliferam no embrião e depois. O que a teoria abstrata da computação tem a ver com a descrição matemática da formação de formas na estrutura biológica?

## 9 Conclusão

Alan Turing sonhou com um programa de computador que podia imitar uma pessoa e, 100 anos após o seu nascimento, ainda não o conseguimos realizar. Embora o objetivo da Ciência dos Computadores seja um verdadeiro resolvidor geral de problemas (o alvo de Herbert Simon e Allen Newell no GPS (General Problem Solver) de 1959) a realidade dos computadores hoje em dia é uma coleção de resolvidores específicos que melhoram todos os dias em domínios limitados, algo diferente de uma IA aberta e flexível como o próprio cérebro. O Deep Blue conseguiu bater o campeão de xadrez, mas não o das damas. O Google procura facilmente informação na Web, mas não consegue responder a perguntas como o Watson, que por sua vez bateu o campeão de Jeopardy!, mas não consegue jogar às damas.

O Soar (s para state, o para operator, a para and, e o r para result), cujo desenvolvimento começou nos anos 80 ainda com o grupo de Newell (nomeadamente John Laird, agora na Universidade de Michigan) na Universidade de Carnegie Mellon é uma arquitetura cognitiva bastante avançada e mais geral do que os presentes sistemas de IA.

O ponto fulcral da decisão nestes sistemas costuma ser a seleção da próxima regra (bocado de conhecimento) a ser disparada (ativada). No Soar,

as regras de associação disparam em paralelo e a sua tomada de decisão é a seleção do próximo operador, pois cada um deles está associado a um valor esperado. Quer isto dizer que Soar raciocina de modo muito diferente dos sistemas clássicos da IA, baseados em conhecimento (regras de produção do tipo se...então, ou seja uma espécie de reação).

O procedimento de decisão do Soar é mais flexível pois procura aquela informação que é retirada das regras e escolhe depois um operador. Isto permite trazer o conhecimento para tomar a decisão sobre o que fazer em seguida, algo que não ocorria anteriormente nos sistemas tradicionais. Este modo é mais próximo do que costumam fazer os seres humanos, os quais são capazes de olharem para uma grande quantidade de aspetos sobre uma certa situação (reflexão sobre o que fazer em seguida, isto é cognição em vez de reação) (Minsky, 2006). Esta característica é ajudada com a adição de mais memórias ao Soar que possuem informação para suportar o olhar (escolha) do sistema sobre diversos aspetos e antes de determinar o que fazer em seguida.

Laird, no seu recente livro (Laird, 2012), fala sobre o jogo de video Frogger e de um agente que é capaz de o vencer, tal como uma criança de 6 anos, algo ainda difícil para um computador. Acontece que este agente artificial faz o mesmo que a criança. Logo no início não tem sorte e perde, mas não desanima, e por tentativa e erro (algo que os seres humanos fazem habitualmente), experimentando no jogo, e descobrindo o que funciona ou não, ou seja aprendendo a melhorar as aptidões para vencer.

Esta nova capacidade do agente Frogger vem do Soar e chama-se imagem mental, a possibilidade de criar imagens internas (imaginar) das situações as quais vão ser usadas durante os próximos raciocínios. O agente sabe fazer experiências, independentemente de ter êxito ou não, e deste modo vai aprendendo a jogar: imagina um nova direção, um novo passo, e usa isto para avaliar a situação e até que ponto tal foi útil ou não.

Em geral os sistemas de IA não têm memória episódica como os seres humanos, isto é não conseguem consolidar a memória de curto prazo em memória de longo prazo, como no filme *Memento* de Christopher Nolan. E, por isso, Laird decidiu também dotar o Soar com esta capacidade, pois os seres humanos quando resolvem um problema criam imagens desse problema na mente. Anteriormente, o Soar apenas armazenava descrições abstratas e simbólicas dessas situações.

Esta discussão sobre a generalidade dos sistemas de IA é relevante para o nosso futuro, pois as quantidades de conhecimento de um domínio de intervenção são cruciais para o seu sucesso e para podermos afirmar que

esses sistemas/agentes têm inteligência. Do mesmo modo que o Soar, e um outro sistema de IA, o Cyc, desenvolvido desde o início dos anos 80 nos EUA, por Douglas Lenat, primeiro na MCC e mais tarde pela CycCorp, perseguiu o objetivo de codificar uma combinação de conhecimentos, gerais e particulares, através de processos automáticos. Nos últimos anos, a agência DARPA tem recorrido amiúde ao Cyc para, em tempo útil, resolver as suas dificuldades, alargando o poder deste sistema. Assim, cada vez mais os sistemas de IA devem ser capazes de interagirem com outros agentes no sentido de aumentarem os seus conhecimentos e deste modo serem capazes de se tornarem mais gerais e competentes, afinal o sonho que Turing perseguiu.

## Referências

- [1] B. Christian, *Mind vs. Machine*, The Atlantic, March, 2011.
- [2] H. Coelho e L. M. Pereira, “GEOM: a Prolog Geometry Thorem Prover”, *Memória nº 525 do LNEC*, 1979.
- [3] S. B. Cooper, “Turing’s Titanic Machine?” *Communications of the ACM*, Vol. 55, No. 3, pp. 74–83, March, 2012.
- [4] A. Damásio, *O Livro da Consciência*, Temas e Debates, 2010.
- [5] D. C. Dennett, *Sweet Dreams: Philosophical Obstacles to a Science of Consciousness*, A Bradford Book, The MIT Press, 2005.
- [6] D. Ferruci, *et al.*, Building Watson: An Overview of the DeepQA Project, *AI Magazine* Vol. 31, No. 3, 2010.
- [7] R. M. French, “Dusting Off the Turing Test”, *Science*, Vol. 336, No. 6088, April 13, 2012.
- [8] L. R. Hochberg *et al.*, “Reach and Grasp by People with Tetraplegia using a Neurally Controlled Robotic Arm”, *Nature*, Vol. 485, pp. 372–375, May 17, 2012.
- [9] A. Hodges, *Alan Turing, The Enigma*, Walker and Co., 2000.
- [10] A. Hodges, “Beyond Turing’s Machines”, *Science*, Vol. 336, No. 6088, April 13, 2012.

- 
- [11] D. Hofstadter, *Gödel, Escher, Bach: An Eternal Golden Braid*, Penguin, 2000.
- [12] J. Laird, *The Soar Cognitive Architecture*, The MIT Press, 2012.
- [13] D. Lenat e R. V. Guha, *Building Large Knowledge-Based Systems: Representation and Inference in the Cyc Project*, Addison-Wesley, 1990.
- [14] M. Minsky, *The Society of Mind*, Simon & Schuster, 1986.
- [15] M. Minsky, *The Emotion Machine: Commonsense Thinking, Artificial Intelligence, and the Future of the Human Mind*, Simon & Schuster, 2006.
- [16] S. Pinker, *How the Mind Works*, W. W. Norton, 1997.
- [17] M. Schmidt e H. Lipson, “Distilling Free-Form Natural Laws from Experimental Data”, *Science*, Vol. 324, April 3, 2009.
- [18] A. M. Turing, “Intelligent Machinery”, *National Physical Laboratory’s Report*, UK, 1948.
- [19] A. M. Turing, “Computing Machinery and Intelligence”, *Mind*, Vol. LIX No. 236, pp. 433–460, 1950.
- [20] A. M. Turing, “The Chemical Basis of Morphogenesis”, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, Series B, Biological Sciences, Vol. 237, No. 641, pp. 37–72, 1952.
- [21] M. Y. Vardi, “What is an Algorithm?”, *Communications of the ACM*, Vol. 55, No. 3, pp. 5, March, 2012.