

Fonte

Tecnologia da Informação na Gestão Pública

Ano 14 | Nº 17

Julho 2017

ISSN 1808-0715
Distribuição gratuita



www.prodemge.gov.br



Computação cognitiva e a humanização das máquinas



Certificado Digital Prodemge

Segurança e confiabilidade ainda mais perto de você



Se você precisa de um certificado digital para acessar serviços eletrônicos e facilitar as suas operações na internet, você precisa de um Certificado Digital Prodemge.

Com atendimento rápido e eficaz, a Prodemge oferece suporte técnico, preços competitivos e mais de 25 postos de atendimento em todas as regiões de Minas Gerais.



Confira a lista dos postos de atendimento em
<http://www.prodemge.gov.br/certificacaodigital>





“As máquinas podem pensar?”. As respostas à pergunta com a qual o britânico Alan Turing (1912- 1954) iniciou o artigo *Computing Machinery and Intelligence* (1950) repercutem, hoje, na conformação de nosso cotidiano. À época, a questão provocativa deu margem a polêmicas. Mas o visionário Turing, um dos pais da computação, já antevira: em fins do século XX, a opinião mais cultivada terá se alterado tanto que alguém poderá “falar de máquinas pensantes sem ser contrariado”.

Próximos à segunda década do século XXI, não é exagero afirmar que, atualmente, vivemos imersos numa ambiência tecnológica que tanto confirma quanto expande essa previsão. Um cenário povoado de dispositivos que aprendem a utilizar o conhecimento e reconhecem imagens, textos complexos e sons, inclusive a entonação de voz, mediante o uso intensivo da inteligência artificial. Desde o momento em que acordamos até a hora em que vamos dormir, interagimos com diversos tipos de tecnologia. De forma cada vez mais exponencial, ela nos oferece soluções instantâneas para facilitar aspectos cotidianos e melhorar e potencializar assuntos profissionais. O desenvolvimento tecnológico chega, portanto, à simulação dos pensamentos e das ações do ser humano, graças a um campo específico da ciência conhecido como aprendizado de máquina ou *machine learning*.

Dados a importância e o potencial do aprendizado de máquina, esta 17ª edição da revista Fonte apresenta algumas aplicações do tema em segmentos distintos, nas

áreas pública e privada. No setor médico, ele é considerado um importante aliado no salvamento de vidas, como pode ser comprovado com a criação do primeiro robô cognitivo gerenciador de risco do mundo. Apelidado de Laura, o robô utiliza algoritmos para identificar a septicemia ou sepse, popularmente conhecida como infecção generalizada.

Além de contribuir para a revolução na medicina, o aprendizado de máquina também vem sendo aplicado nas áreas educacional, jurídica, do agronegócio, do entretenimento, do *marketing*, da segurança. Mais que apresentar *cases*, benefícios e resultados do uso desse campo da ciência tão novo, a intenção da publicação é também estimular o debate, tão necessário e urgente. Convidamos profissionais renomados e qualificados para nos ajudar nessa missão. Afinal, se as máquinas estão evoluindo e se comportando cada vez mais como humanos, qual será o nosso papel no futuro? Estaremos preparados para lidar com essa nova realidade? Quais os limites do aprendizado de máquina e os melhores caminhos para aliar essas tecnologias às experiências, informações e bagagens que, inerentes à nossa existência, cada um de nós acumula? Essas são algumas provocações e reflexões que gostaríamos de fazer a você com a leitura desta edição.

Bom proveito a todos!

Diretoria da Prodemge

Expediente

Ano 14 – nº 17 – Julho de 2017

Governador do Estado de Minas Gerais
Fernando Damata Pimentel
Secretário de Estado de Planejamento e Gestão
Helvécio Miranda Magalhães Júnior
Diretor-presidente
Paulo de Moura Ramos
Diretor de Desenvolvimento de Sistemas
Marconi Eugênio
Diretora de Gestão Empresarial
Gilberto Rosário de Lacerda
Diretor de Negócios
Gustavo Daniel Prado
Diretor de Infraestrutura e Produção
Pedro Ernesto Diniz

Conselho Editorial
Gustavo Daniel Prado
Lilian Noronha Nassif
Márcio Luiz Bunte de Carvalho

Marcos Brafman
Vivian Christiane Teixeira

EDIÇÃO EXECUTIVA

Superintendência de Marketing
Gustavo Grossi de Lacerda
Gerência de Comunicação
Lívia Mafra
Produção editorial e gráfica
Press Comunicação Empresarial
(www.presscomunicacao.com.br)
Jornalista responsável
Letícia Espíndola
Edição
Luciana Neves
Redação
Ana Carolina Rocha, Letícia Espíndola e
Luciana Neves
Projeto gráfico e diagramação
Claudia Daniel
Revisão
Cláudia Rezende

Impressão
Prodemge
Tiragem
3.000 exemplares
Periodicidade
Semestral

A revista Fonte visa à abertura de espaço para a divulgação técnica, a reflexão e a promoção do debate plural no âmbito da tecnologia da informação e da comunicação. O conteúdo dos artigos publicados nesta edição é de responsabilidade exclusiva de seus autores.



Rodovia Papa João Paulo II, 4.001
Serra Verde - CEP 31630-901
Belo Horizonte - Minas Gerais - Brasil
www.prodemge.gov.br
atendimento@prodemge.gov.br

Diálogo

Entrevista com o professor emérito da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) Nívio Ziviani, que fala sobre os avanços da tecnologia por meio da inteligência artificial, a necessidade de estarmos atentos às mudanças e o que o futuro nos reserva.

Dossiê

Computação cognitiva: a abundância de dados e o poder computacional suficiente para processá-los têm permitido ao homem alcançar resultados bastante positivos em diversas áreas, como as de medicina, educação, agricultura, justiça, segurança, *marketing*, comunicação e entretenimento.

Artigos

44 Computação cognitiva e a perspectiva neuronal

Adriano Alonso Veloso, professor-adjunto da Universidade Federal de Minas Gerais. Mestre e doutor em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Minas Gerais, pós-doutor pela Universidade Cornell (2013), membro do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para a Web e membro afiliado da Academia Brasileira de Ciências.

46 O século XXI dá boas-vindas à medicina. A oncologia agradece

Claudio Ferrari, oncologista clínico, secretário de Comunicação da Sociedade Brasileira de Oncologia Clínica, assessor de Diretoria do Instituto do Câncer do Estado de São Paulo e brand leader do Centro de Oncologia do Hospital Sírio-Libanês.

49 Agentes inteligentes em jogos digitais

Luiz Chaimowicz, professor-associado do Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Minas Gerais. Doutor, mestre e graduado em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Minas Gerais, nos respectivos anos de 2002, 1996 e 1993.

51 Como a computação cognitiva pode revolucionar a Justiça brasileira

Marcos Florão, graduado em Ciências da Computação, com especialização em Sistemas Web e em Gestão Empresarial pela Fundação Dom Cabral. Atua na área de tecnologia há mais de 20 anos. Atualmente é assessor de Inovação da Softplan, onde conduz os programas de inovação e empreendedorismo da Unidade de Negócios Justiça.

53 Coragem de ser humano – o desafio da computação cognitiva

Roberto Francisco de Souza, CEO e evangelista de tecnologia na empresa Kukac Plansis. Engenheiro e escritor, foi professor da PUC Minas e é vice-presidente de Sustentabilidade da Sucesu Minas. É fundador da ONG Árborea Instituto.

57 Justiça, transparência e responsabilidade em algoritmos de mineração de dados e aprendizado de máquina

Wagner Meira Jr., professor titular do Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Minas Gerais. PhD em Ciência da Computação pela University of Rochester (1997), mestre e bacharel em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Minas Gerais (1993 e 1990, respectivamente). Atualmente é pesquisador em produtividade do CNPq (nível 1B) e subcoordenador do INCT-Cyber, INCT para uma Sociedade Massivamente Conectada.

59 Computação cognitiva e inteligência artificial: conceitos e aplicações em larga escala

Fabrizio Barth, líder técnico do Grupo Watson – IBM Brasil e professor do curso Tech da ESPM. Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade de São Paulo (2009), mestre em Engenharia Elétrica pela Universidade de São Paulo (2003) e graduado em Ciências da Computação pela Universidade Regional de Blumenau (2000).

64 Sistemas cognitivos que salvam vidas

Hélvio de Castro Machado Homem, arquiteto de Soluções em Cloud na IBM, entusiasta do tema de tecnologia em saúde. Tem 20 anos de experiência em tecnologia de informação, bacharel em Sistemas de Informação e pós-graduado em Gestão Empresarial pela Fundação Getúlio Vargas.

66 Inteligência artificial – uma visão ética

Paulo Maia da Costa Ribeiro é bacharel em Ciência da Computação, com mestrado em Data Science pela Universidade de Auckland, Nova Zelândia. Atualmente trabalha na IBM, tendo sido analista de sistemas da Prodemge.

68 Computação cognitiva: a última fronteira?

Nelson Spangler de Andrade, engenheiro com especialização em Sistemas de Informação pela PUC/RJ; mestre em Administração Pública, gestão em Ciência da Informação pela Fundação João Pinheiro e pelo Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Minas Gerais; MBA em Gestão Empresarial pela Fundação Getúlio Vargas. Trabalha na Prodemge, onde atuou em Suporte, Sistemas, Produção, Tecnologia, Banco de Dados, Gestão Documental, Arquitetura de Dados e Consultoria.

Pensar TI

Artigos científicos aprofundam a discussão a respeito da computação cognitiva, tendo como base a inteligência artificial e o aprendizado de máquina, e refletem sobre o futuro da sociedade.

71 Fundamentos do raciocínio baseado em casos – aprendendo com o passado

Lilian Noronha Nassif, doutora em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Minas Gerais (2006), mestre em Administração Pública pela Fundação João Pinheiro (1997) e graduada em Ciência da Computação pela PUC Minas (1990). Realizou doutorado-sanduiche na University of Ottawa, Canadá, e desenvolveu pesquisa no National Research Council Canada (NRC) em 2003-2004. Atua, principalmente, nos seguintes temas: sistemas multiagentes inteligentes, grid computing, redes de computadores, gerenciamento de projetos e computação forense. Atua em perícias forenses de informática no Ministério Público de Minas Gerais e leciona na Universidade do Estado de Minas Gerais.

77 A nova era da inteligência artificial e o futuro do trabalho

Cesar Alexandre de Souza, professor-doutor da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo (FEA/USP) na área de métodos quantitativos e informática, desde 2007, onde ministra disciplinas de Sistemas de Informação e Métodos Quantitativos, nos níveis de graduação, mestrado e doutorado. Possui experiência profissional como gestor de TI em empresas nacionais. Organizador dos livros “Sistemas ERP no Brasil”, publicado pela editora Atlas, e “Fundamentos de Sistemas de Informação”, publicado pela Elsevier. Possui graduação em Engenharia de Produção pela Universidade de São Paulo (1990), mestrado (2000) e doutorado em Administração pela Universidade de São Paulo (2004). Suas áreas de interesse em pesquisa são: impactos da TI e de inovações digitais em organizações; TI em pequenas e médias empresas; e modelagem quantitativa em administração.

Sergi Pauli, aluno do doutorado em Administração de Empresas (área de tecnologia da informação) da Universidade de São Paulo, mestre em Administração de Empresas pela Universidade de São Paulo (2012) e graduado em Administração de Empresas pela Universidade de São Paulo (2004). Pesquisa os seguintes temas relacionados com tecnologia da informação: inteligência artificial (e seus impactos nas organizações), sistemas de Business Intelligence, sistemas de gestão empresarial. É gerente de projetos e arquiteto de solução na IBM, desde 2005.

84 Inteligência artificial: uma era de abundância ou o fim da espécie humana?

Vinicius Soares da Silveira é engenheiro de Telecomunicações pelo Instituto Nacional de Telecomunicações, especialista em Marketing-MBA pela Fundação Getúlio Vargas e mestrando em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Itajubá. Atua no mercado de TIC há mais de 20 anos, é head de Produtos & Serviços na Leucotron Telecom e fundador do portal AiNews Network, com conteúdo especializado em inteligência artificial.

Antônio Marcos Alberti é engenheiro eletricista pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Mestre e doutor em Eletrônica e Telecomunicações pela Faculdade de Engenharia Elétrica da Unicamp. Pós-doutor pelo Departamento de Internet do Futuro do Electronics and Telecommunications Research Institute (ETRI), na Coreia do Sul. Professor no Instituto Nacional de Telecomunicações (Inatel) desde 2004. Pesquisador na área de arquiteturas de informação, incluindo smart places, infraestruturas cibernéticas e novas arquiteturas para a internet. Criador do projeto NovaGenesis (www.inatel.br/novagenesis), arquitetura alternativa ao TCP/IP. Autor de vários artigos técnicos e científicos. Contribuidor para o Plano Nacional de IoT/M2M e Future Internet Forum da Coreia do Sul. Observador de tecnologias emergentes e entusiasta da evolução tecnológica e suas disrupções.

Carlos Henrique Pereira Mello possui graduação em Engenharia Mecânica – ênfase em Gerência da Produção pela Universidade Federal de Itajubá (1994), mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Itajubá (1998) e doutorado em Engenharia de Produção pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (2005). Desde 2006, é docente da Universidade Federal de Itajubá (Unifei) e atualmente é professor-associado.

92 A inteligência artificial e o direito

Alexandre Rodrigues Atheniense, sócio de Alexandre Atheniense Advogados, especialista em Internet Law pela Harvard Law School (2001 e 2003). Presidente da Comissão de Direito Digital da Ordem dos Advogados de Minas Gerais (OAB/MG), coordenador do curso de Especialização em Direito e Tecnologia da Informação na Escola Superior de Advocacia da Ordem dos Advogados do Brasil de São Paulo (ESA/SP). Coordenador do Comitê de Direito Digital do Centro de Estudos das Sociedades de Advogados (Cesa). Autor de várias obras publicadas na área de Direito Digital.

99 Computação cognitiva: a revolução das máquinas

Bruno Rodrigues, analista de sistemas na Prodemge, mestre em Sistemas de Informação e Gestão do Conhecimento (Fumec), formado em Análise e Desenvolvimento de Sistemas e especialista em Desenvolvimento de Sistemas em Software Livre. Tem pesquisado sobre técnicas de aprendizado de máquina e analytics aplicadas à engenharia de software.

Memória Viva

Por Gustavo Grossi, superintendente de Marketing da Prodemge



Nivio Ziviani

A quarta revolução tecnológica

À frente da sua quarta empresa, a Kunumi, o professor emérito da UFMG acredita na mudança da sociedade por meio da inteligência artificial



Divulgação

Ele participou ativamente de três grandes ondas tecnológicas. É cofundador de quatro startups nos últimos 20 anos. Duas delas tiveram tanto êxito que acabaram sendo vendidas para gigantes como a Google e a Linx. Seus brilhantes olhos azuis dão pistas de que ele ainda tem muito com o que contribuir. E ele quer ir além. Aos 70 anos, o professor emérito da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e coordenador do Laboratório para o Tratamento da Informação (Latin), Nivio Ziviani, não se intimida ao participar das aulas de um ex-aluno, para aprofundar os conhecimentos em aprendizado de máquina. “É muito importante essa troca, passar informação sem esconder, com elegância, sem dar cotovelada”, afirma ele.

Como cofundador de sua atual empresa, a Kunumi, o professor prevê uma grande e fascinante revolução tecnológica, com o desenvolvimento do aprendizado de máquina (do inglês, machine learning). Mas ele alerta que é preciso ética, educação, oportunidades e reconhecimento de todos os envolvidos, para que toda a sociedade saia ganhando. Leia a entrevista a seguir.

Fonte: Quando se fala em computação cognitiva, muitas pessoas comentam que o tema é amplo e que merece várias considerações...

Nivio Ziviani: Temos que ter cuidado com jogadas de *marketing* de algumas empresas. É importante entregar o que se promete. A computação cognitiva é a simulação do processo do pensamento humano de uma forma computadorizada. Envolve plataformas tecnológicas que podem usar não somente aprendizado de máquina, mas também reconhecimento de padrão,

raciocínio (do inglês, *reasoning*), geração de diálogos e narrativas, processamento de linguagem natural, dentre outras tecnologias, para imitar a forma como o cérebro humano funciona. É um negócio amplo e muito ambicioso. Aqui, no departamento (Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Minas Gerais), trabalhamos apenas com aprendizado de máquina, uma subárea da inteligência artificial que está causando um impacto mundial, sendo chamado por alguns de quarta revolução tecnológica.

F: Fale um pouco sobre inteligência artificial

N. Z.: O avanço da ciência e da tecnologia é um processo evolutivo, em que as ferramentas para processamento da informação de gerações anteriores podem ser usadas para construir as das próximas gerações. Com o aprimoramento desse processo na área de inteligência artificial, o tempo entre avanços vem decrescendo exponencialmente e o tempo decorrido entre dois marcos evolucionários acelera-se na medida em que o tempo avança, isto é, a distância temporal entre marcos sucessivos vem encurtando com o passar do tempo (de Ray Kurzweil, *The Singularity is Near/Singularity.com*).

A singularidade pode, potencialmente, ser gerada pelo desenvolvimento da inteligência artificial. Hoje, a inteligência artificial é uma subárea efervescente da ciência da computação, com muitas aplicações práticas e intensa atividade de pesquisa. O propósito da inteligência artificial é desenvolver software para automatizar trabalho rotineiro, entender a fala ou descrever os componentes de imagens, realizar diagnósticos em medicina e dar suporte à pesquisa científica básica. O grande desafio para a inteligência artificial provou ser a solução de tarefas intuitivas que são fáceis de serem realizadas pelos seres humanos, mas difíceis para as pessoas descreverem formalmente. A solução desses problemas intuitivos tem evoluído para permitir que os computadores aprendam a partir da experiência e entendam o mundo em termos de uma hierarquia de conceitos, em que cada conceito é definido por meio da sua relação com conceitos mais simples. A partir da hierarquia de conceitos, é possível para o computador aprender conceitos complicados. A subárea da inteligência artificial que tem levado a grandes avanços se chama aprendizado de máquina.

F: E como funciona o aprendizado de máquina?

N. Z.: O aprendizado de máquina visa dar aos computadores a capacidade de aprender sem serem explicitamente programados. Nos últimos dez anos, a

“O grande desafio para a inteligência artificial provou ser a solução de tarefas intuitivas que são fáceis de serem realizadas pelos seres humanos, mas difíceis para as pessoas descreverem formalmente”

área de aprendizado de máquina teve uma evolução espetacular. No passado, muitos projetos em inteligência artificial tentaram cunhar conhecimento sobre o mundo a partir de linguagens formais. Um computador pode tomar decisões automaticamente nessas linguagens formais usando regras lógicas de inferência. Entretanto, nenhum desses projetos obteve sucesso significativo. As dificuldades encontradas por esses sistemas mostraram a necessidade de os sistemas de inteligência artificial terem a capacidade de adquirir conhecimento extraído padrões a partir de dados não trabalhados. Capacidade essa que é conhecida como aprendizado de máquina, que permite que computadores possam resolver problemas envolvendo conhecimento do mundo real e, conseqüentemente, tomar decisões que aparentam subjetividade. Um algoritmo simples de aprendizado de máquina, chamado regressão logística, pode recomendar se um parto deve ser natural ou cesariana.

Os algoritmos de aprendizado de máquina dependem fortemente da representação dos dados de entrada. Por exemplo, as pessoas podem realizar com facilidade operações aritméticas sobre números arábicos, mas encontram dificuldade para realizar operações sobre números romanos. Quando um algoritmo é usado para recomendar ou não um parto cesariana, cada pedaço de informação relevante para representar a paciente é conhecido como uma característica. Entretanto, para muitas tarefas, é muito difícil saber quais características devem ser extraídas. Uma solução para esse problema é usar aprendizado de máquina para descobrir a própria representação, conhecido como aprendizado da representação. As representações aprendidas geralmente resultam em resultados melhores que representações realizadas manualmente.

Os algoritmos de aprendizado de máquina mais recentes são inspirados em modelos de aprendizado biológico, isto é, modelos de como o aprendizado ocorre no cérebro. Esses algoritmos usam as redes neurais artificiais que são baseadas no aprendizado da representação de dados, seja na forma de um vetor contendo valores da intensidade por *pixel* de uma imagem ou seja de um vetor de pesos relacionados a som, caracteres, palavras, parágrafos, formas, curvas, etc. As redes neurais artificiais são constituídas de múltiplas camadas de unidades de processamento, cada camada sucessiva usa a saída da camada antecessora, daí o nome aprendizado profundo. Um aspecto muito importante é que as camadas de características não são projetadas por engenheiros de *software*, mas elas são aprendidas a partir dos dados de entrada, usando um procedimento para aprendizado que é de propósito geral. Não é como a computação tradicional, que ensina passo a passo o que o computador deve fazer.

Existem hoje inúmeras arquiteturas diferentes de redes neurais artificiais, cada uma com o objetivo de resolver problemas específicos. As redes neurais artificiais vêm da década de 1950 e começam a funcionar de forma efetiva, com resultados fortes, de 2006/2007 para cá. Em 2012, elas começaram a executar uma série de atividades melhor do que nós, humanos. Resumindo, o aprendizado de máquina permite que os computadores possam ter a capacidade de aprender sem serem explicitamente programados, há uma quebra de paradigma. É algo extremamente poderoso.

F: Onde o aprendizado de máquina é útil?

N. Z.: Uma maneira de se avaliar onde o aprendizado de máquina é útil é pensar que o que é fácil para os seres humanos processarem é geralmente difícil para se programarem computadores, tais como problemas que resolvemos intuitivamente, que sentimos automaticamente, como reconhecer palavras faladas ou faces em imagens. Mas o que é penoso ou repetitivo para os humanos, é mais fácil programar para as máquinas, como dirigir veículos ou emitir um diagnóstico médico a partir de uma imagem. Em Pittsburgh, nos Estados Unidos, desde agosto de 2016, se você chamar um Uber, pode vir um carro autônomo. Há caminhão autônomo rodando nos Estados Unidos. O país tem cerca de 15 milhões de motoristas de caminhão. O motorista representa 75% do custo para entregar uma mercadoria, de costa a costa. O que vai acontecer? Vai ser substituído, vai ter que fazer outra coisa. E isso já está ocorrendo. E não é só o motorista, é uma cadeia enorme que pode ser impactada.

F: Como podemos nos preparar para essa realidade?

N. Z.: Essa é uma boa discussão. Empresas como Apple, Facebook, Google, IBM, Microsoft contratam as grandes cabeças nessa área, alguns com salários de sete dígitos por ano. Existem várias empresas que estão investindo em veículos autônomos. Quem não prestar atenção nos avanços tecnológicos, que já são realidade, vai sofrer. O motorista vai ser substituído, ele vai ter que arrumar outra coisa para fazer. Será necessário preparar o cidadão com educação, para fazer outras coisas, outros serviços, outros tipos de atividades. Tudo está acontecendo em velocidade muito rápida, tem um tsunami vindo aí. Hoje, há uma discussão na Suíça se se deve dar 2.500 euros ou não para cada cidadão, independentemente da condição de vida dele, porque o custo de fazer as coisas está diminuindo. Na Holanda, 80% da força de trabalho é *part time*; em Toronto, no Canadá, é a mesma discussão. Estamos caminhando para uma dissociação entre trabalho e renda.

F: A sensação que a gente tem é que a máquina vai dominar tudo, que não vai haver mais empregos...

N. Z.: Não é verdade. Nós, seres humanos, temos capacidade de adaptação absurda. O grande problema é quando as mudanças ocorrem em velocidade muito grande, a chamada singularidade. É o que está ocorrendo agora. Quando há uma máquina alimentando outra máquina, há uma aceleração muito grande na capacidade de solucionar alguns tipos de problemas, e o impacto na sociedade como um todo é muito grande.

F: Esse assunto ainda está muito restrito às universidades, às instituições e empresa de tecnologia?

N. Z.: Não mais. Tem impacto não somente em empresas de tecnologia, mas também em diversas camadas da sociedade.

F: Como a sociedade se prepara para ele?

N. Z.: Acho que temos que nos preparar por meio da educação, dando condições às pessoas para que elas possam mudar de atividade. A educação é muito importante nesse aspecto. Os países desenvolvidos, que estão mais preparados, vão sair na frente e talvez sejam menos impactados com as mudanças do que em lugares como o Brasil. Mas temos que discutir isso com a sociedade, ter iniciativas de distribuir não somente a riqueza gerada.

F: Ao que tudo indica o Brasil vai continuar atrás nesse aspecto...

N. Z.: Há uma dificuldade muito grande, porque distribuir riqueza no Brasil é a coisa mais difícil, porque tudo é controlado, o sistema trabalhista brasileiro, que deveria proteger o trabalho e ajudar a gerar emprego, não tem flexibilidade para ajudar nesse sentido. Você não pode contratar uma pessoa hoje pra trabalhar oito horas e depois reduzir para seis horas. Tudo é muito burocrático, proibido. Então, essas flexibilizações são fundamentais para nos prepararmos para essa reviravolta que está chegando.

Além disso, pesquisa e desenvolvimento no Brasil são feitas em grande parte nas universidades federais, universidades estaduais paulistas, algumas PUC e institutos de pesquisa tipo Embrapa. A produção científica brasileira vem crescendo acentuadamente, mas não gera PIB (Produto Interno Bruto) na proporção que deveria. Essa é a grande queixa. A responsabilidade da universidade brasileira é muito grande.

A UFMG tem seguido um caminho inovador e muito importante. Por exemplo, a UFMG é sócia da Kunumi, graças a uma peça jurídica extremamente interessante, que demoramos dez anos para construir, muito parecida com os modelos utilizados no MIT (Massachusetts Institute of

Technology). O *know-how* que a universidade produz é transferido para a empresa startup em troca de 5% das ações da empresa. Embora a universidade não tenha direito a votos pelas ações, ela tem todos os direitos de qualquer acionista. Corta-se, então, o cordão umbilical. A empresa tem autonomia e só comunica à universidade o recebimento de um investidor. O potencial das universidades brasileiras para gerar riqueza é enorme.

As universidades norte-americanas criam cerca de 600 a 800 *startups* por ano. O MIT tem cerca de 10 mil estudantes, sendo 6 mil de pós-graduação e 4 mil de graduação. Em 2009, foi feita uma análise de empresas criadas por alunos do MIT ou por professores que passaram pelo MIT, com a condição de a pessoa estar viva e a empresa, operacional. O resultado dessa análise relata 25.800 empresas operantes, gerando 3,3 milhões de empregos e faturamento anual de 1,8 trilhão de dólares. Já Stanford é ainda mais forte na criação de empresas *startup*.

F: O senhor participou ativamente de três grandes ondas tecnológicas. Gostaria que falasse um pouco a respeito.

N. Z.: A primeira onda foi a da metabusca, em 1996, 1997, 1998, pouco depois do nascimento da *web*, em



Escritório da Google em Belo Horizonte (MG) é um dos mais importantes fora dos Estados Unidos

“Quem não prestar atenção nos avanços tecnológicos, que já são realidade, vai sofrer. O motorista vai ser substituído, ele vai ter que arrumar outra coisa para fazer. Será necessário preparar o cidadão com educação, para fazer outras coisas, outros serviços, outros tipos de atividades”

1993. A metabusca permite usar mecanismos de terceiros para buscar diversas informações e depois fazer a fusão dos resultados. O que esses *sites* de busca por hospedagem fazem hoje, a gente fazia há 19 anos, com a empresa Miner, criada em abril de 1998. Era tecnologia de ponta, padrão mundial, com buscas de livros, música, material jurídico, *softwares*, médicos, notícias. Fazíamos a busca, a fusão dos dados recuperados e disponibilizávamos para o usuário. Quatorze meses depois da criação dela, a empresa Miner foi vendida para o Grupo Folha de São Paulo/UOL, em junho de 1999.

A segunda onda foi a da busca de documentos *web* na internet, com o lançamento da tecnologia TodoBR, no final de 1999. O Google nasceu em 1998. Havia o Alta Vista, o Yahoo, e a gente entrou nessa área fazendo pesquisa e desenvolvendo tecnologia para busca, com a Akwan, que nasceu em março de 2000, a partir da tecnologia TodoBR. Éramos concorrentes de Google, Yahoo, Alta Vista. Em julho de 2005, a Google Inc. comprou a Akwan, com o objetivo de criar um centro de pesquisa e desenvolvimento para a América Latina. A Google contratou todos os engenheiros da Akwan e hoje está instalada na avenida dos Andradas, em Belo Horizonte. Aqui, na capital mineira, o escritório da Google é um dos centros mais importantes fora dos Estados Unidos. Para você ter ideia, ouvimos dizer que 25% das melhorias nos mecanismos de busca nos últimos dez anos foram feitos nesse endereço.

Depois eu fui cofundador da Neemu, que nasceu em 2010, em Manaus (AM), para realizar busca em *sites* de comércio eletrônico. Dois alunos de doutorado voltaram para Manaus, depois de formados na UFMG, inoculados com o vírus do empreendedorismo, e criaram a Neemu. Foi um sucesso, chegando a processar 30% do tráfego do *e-commerce* do Brasil. A empresa foi comprada pela Linx, considerada líder brasileira no fornecimento de soluções em *software* de gestão para o varejo.

A terceira onda, que é o foco desta entrevista, veio com a Kunumi, empresa que trabalha com aprendizado de máquina e foco maior no aprendizado profundo. Costumo dizer que essa terceira onda é muito grande, padrão Havaí, está mais para tsunami. A Kunumi é uma empresa muito ambiciosa e que pretende mudar a sociedade aplicando inteligência artificial. Ela faz a ponte entre negócio e aprendizado de máquina em diversas áreas, como artes, computação cívica, finanças, saúde, seguros, dentre outros. Ela tem 13 meses de vida (fundada em março de 2016) e fica no BHTEC – Parque Tecnológico da Cidade de Belo Horizonte.

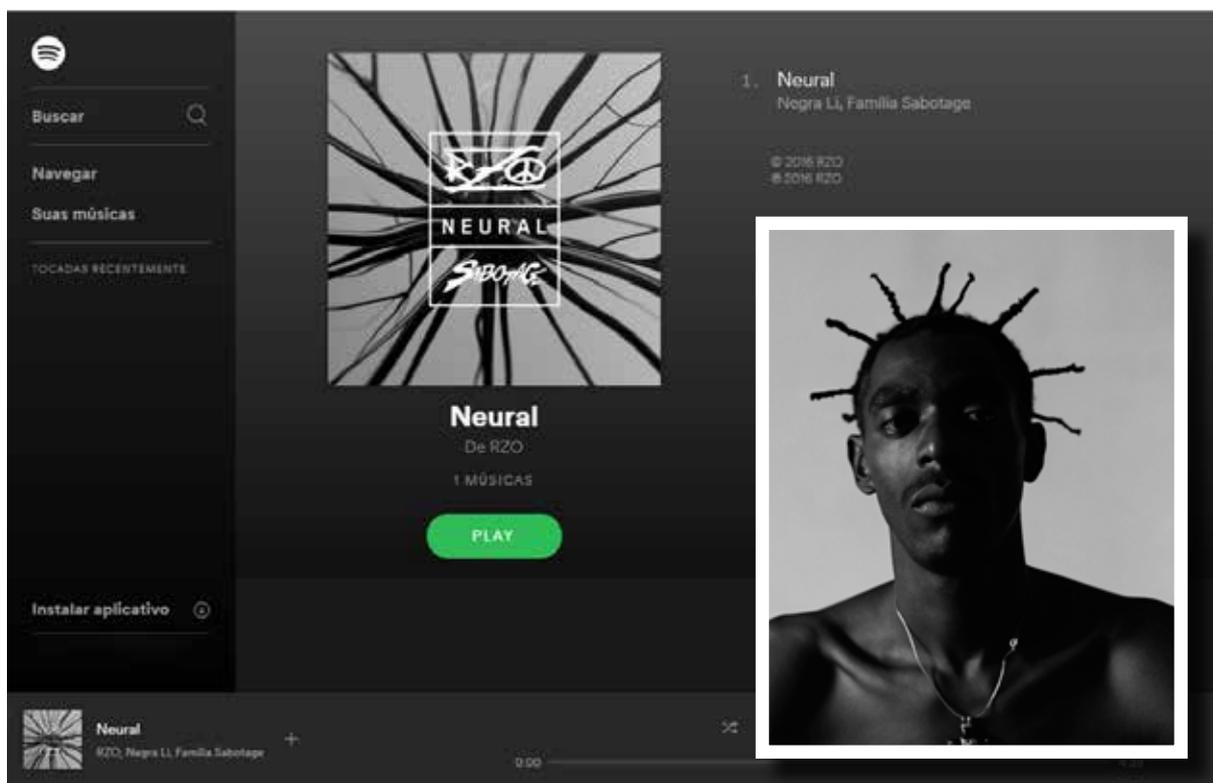
A beleza dessas iniciativas é a criação de empregos nobres, para graduados, mestres e doutores. Por exemplo, se você for ao UOL, verá muitos mineiros, levados daqui, da UFMG, pelo aluno de mestrado, cofundador da Miner, Victor Fernando Ribeiro, para trabalhar com ele à época da venda para o UOL.

F: O que significa Kunumi?

N. Z.: Kunumi é um nome em tupi-guarani que significa criança, menino. As crianças aprendem por repetição. A gente conta uma estória dezenas de vezes, e elas pedem para contar de novo, para repetir. É assim que as redes neurais artificiais funcionam, como crianças, por repetição.

F: O senhor poderia citar exemplos de dados em que vocês estão trabalhando?

N. Z.: Antes de enumerar alguns exemplos de dados em que estamos trabalhando, é importante ressaltar que o mantra da Kunumi é a distribuição, visando compartilhar o futuro com a sociedade por meio da tecnologia e de um número crescente de organizações parceiras, tais como universidades (UFMG é sócia e parceira, e o DCC – Departamento de Ciência da Computação – tem um laboratório de IA suportado pela Kunumi), hospitais (a Kunumi tem o Hospital Sirio-Libanês como parceiro na área de saúde), empresas e indústria. A seguir, vamos ver alguns exemplos de dados em que estamos trabalhando.



ARTE

Rap é um estilo muito ouvido no Spotify. Por isso, a empresa decidiu lançar um álbum póstumo sobre o famoso *rapper* Sabotage – assassinado em 2003 –, com nove músicas inéditas dele. Mas o Spotify queria também uma nova letra de música criada pela inteligência artificial a partir do aprendizado das características do Sabotage, como se ele tivesse composto a letra da música. Assim, foi criada uma música com o uso da tecnologia de IA da Kunumi, que, após análise das letras e dos manuscritos deixados por Sabotage, simulou versos que o *rapper* poderia ter escrito e gerou a letra da música “Neural”. O projeto articulado pela Kunumi em parceria com o Spotify contou com um grupo envolvendo a família do Sabotage e o RZO - Rapazes da Zona Oeste de São Paulo. A cada dez segundos, a rede neural soltava uma sentença, e o grupo avaliava se era ou não típica do Sabotage. No final, foi gerada a letra com poucas adequações ao estilo do artista. A música tem duração de 4 minutos e 20 segundos aproximadamente (o *teaser* no YouTube teve 2,5 milhões de visualizações em 3 de abril de 2017, e a música completa foi ouvida no Spotify 408.100 vezes até a data da redação deste texto).

SAÚDE

A Kunumi é o braço de IA do Hospital Sírio-Libanês em São Paulo. Um dos projetos em desenvolvimento é sobre os dados da UTI do hospital. Existe uma métrica

criada por especialistas, a SAPS3, para predição de óbito de pessoas ou grupos de pessoas, baseada em dados da admissão e da primeira hora do paciente na UTI. O Sírio-Libanês usa a SAPS3 para controle de qualidade. A tecnologia Kunumi conseguiu ganho de 24,4% sobre SAPS3 na predição de mortalidade. Mais importante, resultado equivalente sobre taxa de mortalidade foi obtido com somente dados pré-admissão, isto é, sem considerar os dados de primeira hora.

CIDADES INTELIGENTES

Projeto envolvendo cidades na Holanda, produto da integração massiva de dados administrativos, escolas, bibliotecas, transporte, hospitais, rede elétrica, rede de água, coleta de lixo, segurança, etc., visando aumentar o bem-estar da população. Os dados são obtidos pela plataforma Verdeterbuurt, de coleta de sugestões e reclamações dos cidadãos holandeses, para criar um modelo preditivo usando uma rede neural para priorizar as demandas e aumentar a felicidade deles.

CONSTRUÇÃO CIVIL

A partir de dados sobre compradores de imóveis, fazemos análise preditiva de inadimplência em *leads* (ponto ótimo entre ser seletivo e vender mais), cliente (quem tem mais chance de ficar inadimplente) e devedor (quais inadimplentes têm mais chance de serem recuperados).

“Quando há uma máquina alimentando outra máquina, há uma aceleração muito grande na capacidade de solucionar alguns tipos de problemas, e o impacto na sociedade como um todo é muito grande”

F: O que os estudiosos preveem para o nosso futuro?

N. Z.: O ano de 2015 foi o da grande explosão das máquinas superando os humanos em diversas atividades. Antes, as redes não tinham profundidade e possuíam poucas unidades de processamento. Além disso, o volume de dados disponível e o poder computacional eram muito pequenos. Mesmo assim, Ray Kurzweil dizia, em 1998: ou nós nos tornaríamos robôs ou nos mescláramos a eles. É impressionante o que ele diz. O aparecimento da singularidade... Desde os anos 1990, ele fez 147 previsões e acertou 86%. Quando apareceu o fax e começou a surgir o telefone celular, ele previu a queda da União Soviética, porque o governo ia perder o controle da informação. Em 2010, ele previu que, em 2019, teríamos computadores embutidos em relógios, para contar os passos das pessoas e os batimentos cardíacos. Disse que o poder total dos computadores seria comparável ao poder total do cérebro humano. Disse ainda que os homens iriam desenvolver relacionamento com a inteligência artificial. Teríamos veículos autônomos. Ele prevê que, em 2029, um computador pessoal custando 1.000 dólares será mil vezes mais capaz que o cérebro humano. No final dos anos 2030, nanomáquinas serão inseridas no cérebro para controlar o que entra e o que sai. As mentes vão se tornar cada vez mais baseadas em *software*. Ele prevê que, nos anos 2040, as pessoas vão passar a maior parte do tempo em uma imersão virtual.

F: Pessoalmente, o que o senhor acha disso tudo? Porque é assustador, causa medo, mas é também fascinante.

N. Z.: É importante considerar os aspectos éticos e de distribuição. Mas acredito que as formas de relaciona-

mento das pessoas, de ensino, dentre outras, terão que ser repensadas, porque mudanças vão ocorrer, mas têm que ser para o bem.

F: Continuaremos humanos ou não?

N. Z.: Acho que sim! A singularidade, computadores de 1.000 dólares, em 2050, serão um bilhão de vezes mais inteligentes que o ser humano. Ray Kurzweil prevê para 2099 um casal do *baby boom* (bebês nascidos entre 1946 e 1964, na chamada explosão demográfica, após a 2ª Guerra Mundial). É um caminho na direção da morte da morte, pois ele prevê que as pessoas chegarão aos 150 anos, com saúde e autonomia. Esse cara é muito interessante de se acompanhar.

F: O senhor foi o vencedor do prêmio Bom Exemplo, da TV Globo Minas, na categoria Inovação, neste ano de 2017. O que representa para o senhor esse prêmio?

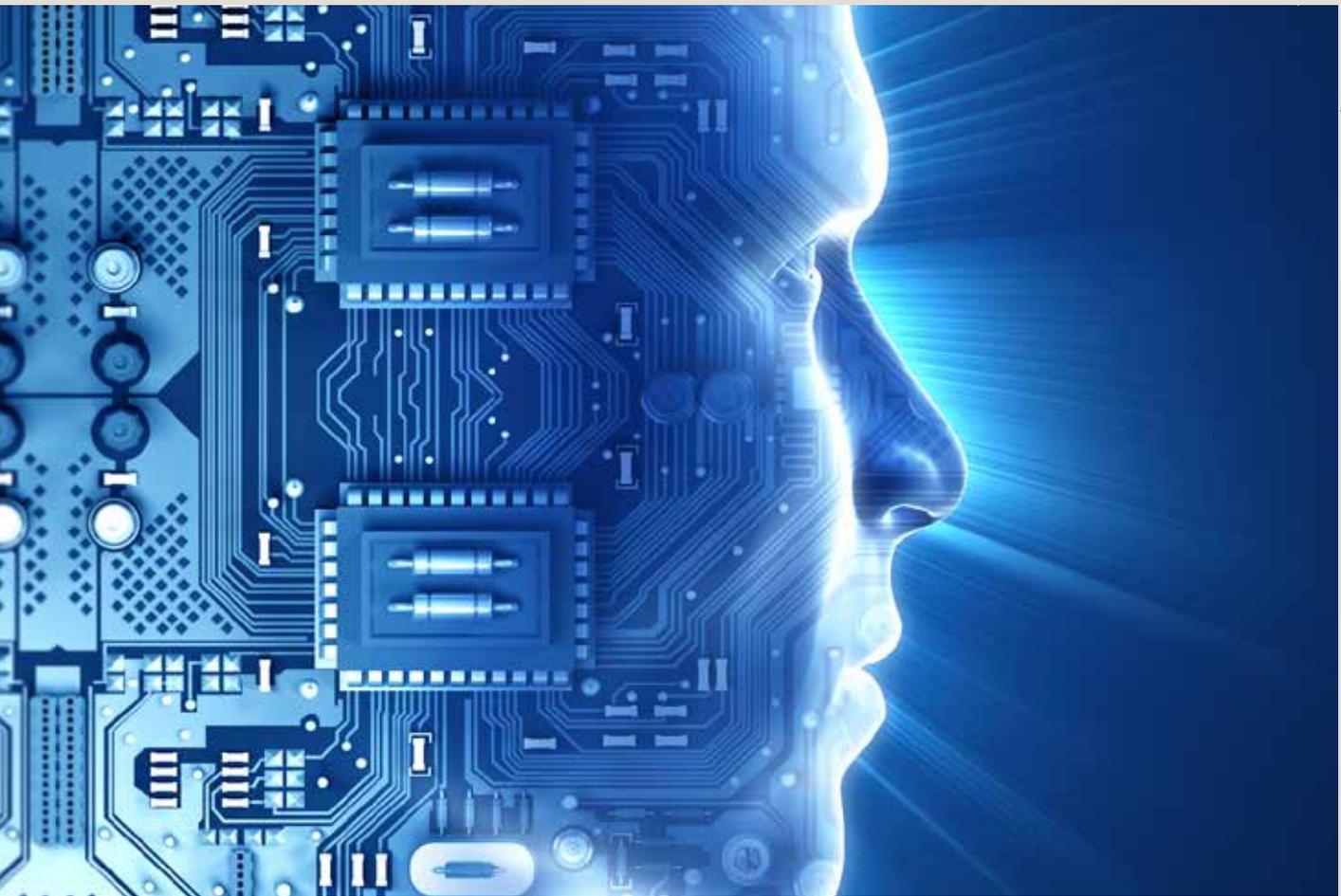
N. Z.: É uma honra muito grande. É bom! É um reconhecimento! Mas vale lembrar que nada acontece sem a ajuda de muita gente.

F: O senhor é professor emérito da UFMG e, aos 70 anos, esbanja energia e vitalidade para continuar contribuindo com a TI. O que o contato constante com os jovens tem proporcionado ao senhor?

N. Z.: É superlegal! Acordo com muito mais prazer para trabalhar, tenho mais energia. Teve um dia que peguei o elevador, e as secretárias me perguntaram se eu estava indo embora. Eu disse que ia para uma aula. Elas perguntaram se eu estava dando aula naquele horário. Quando eu disse que ia assistir à aula do professor Adriano Veloso, elas morreram de rir. O Adriano foi meu aluno, e hoje estou cursando a disciplina sobre aprendizado de máquina com ele. É muito importante essa troca, passar informação sem esconder, com elegância. Esse, inclusive, é o propósito da Kunumi, distribuir com elegância o conhecimento e a riqueza, sem dar cotovelada.

F: Com isso, o senhor chegará à geração dos 150 anos? (risos)

N. Z.: Quem me dera! Mas quero viver, com saúde, pelo menos até os 90 anos, porque tenho muita coisa a fazer ainda...



Banco de imagens - CPQD

Computação cognitiva: o ser humano no centro da tecnologia

A abundância de dados e o poder computacional suficiente para processá-los têm permitido ao homem alcançar resultados bastante positivos

A ficção científica nos ensinou a sonhar com máquinas superpotentes, que conseguem aprender sozinhas, a ponto de se tornarem autônomas para realizar atividades, rotineiras ou não, simples ou complexas, antes exclusivas aos seres humanos. Já o desenho animado Os Jetsons previu, mesmo que em tom de brincadeira, o avanço tecnológico no ano de 2062. Os traços dos autores Hanna-Barbera, exibidos originalmente entre 1962 e 1963 e relançados entre 1984 e 1987, nos mostravam como seria o futuro da humanidade: trabalho, eletrodomésticos e aparelhos de entretenimento automatizados, robôs como empregados, carros voadores, cidades suspensas. Embora ainda não consigamos vivenciar algumas situações, outras já são corriqueiras e naturais.

Nunca se falou tanto em robôs, realidade virtual, realidade aumentada, algoritmos, *chatbots*, *wearables*, internet das coisas, *machine learning* e outras tecnologias que, associadas, estabelecem uma nova era na interação entre humanos e as invenções por eles criadas. Atualmente, um termo que vem se tornando corriqueiro é computação cognitiva.

Embora o conceito esteja sujeito a muito debate, de uma forma geral, é possível dizer que a computação cognitiva envolve um conjunto de técnicas que busca replicar, em máquinas, algumas capacidades específicas do cérebro humano, como raciocínio, aprendizado e detecção de padrões. Ela permite aos computadores

HISTÓRIA

A computação cognitiva é um ramo da inteligência artificial, sendo assim, podemos dizer que ela nasceu “oficialmente” na década de 1950, a partir de dois eventos marcantes: a publicação de um artigo, pelo matemático inglês Alan Turing, em que ele discutia se máquinas poderiam algum dia pensar e como seria possível avaliar se máquinas estão, de fato, pensando ou não. O segundo evento foi uma conferência realizada em Dartmouth, nos Estados Unidos, em 1956, e que juntou vários pioneiros da inteligência artificial, como John McCarthy, Marvin Minsky e Herbert Simon, sendo o primeiro registro de um grupo que buscou dotar computadores com alguma forma de inteligência.

Para **Alan Godoy**, as primeiras aplicações de computação cognitiva e inteligência artificial a captar o interesse geral surgiram nos anos 1970, com os chamados “sistemas especialistas”, que buscavam transferir para o computador os conhecimentos e capacidades de *experts* em áreas específicas. Um exemplo é o sistema de diagnóstico médico MYCIN, que conseguiu, inclusive, superar os diagnósticos feitos pelos membros da Faculdade de Medicina de Stanford. Foi desenvolvido para identificar bactérias causadoras de infecções graves, como bacteremia (presença de bactérias no sangue) e meningite, e para recomendar antibióticos, com a dose ajustada para o peso corporal do paciente. O nome se derivou dos mesmos antibióticos, uma vez que muitos deles contêm o sufixo “-mycin”. O sistema Mycin também foi utilizado para análises de doenças da coagulação sanguínea.

Mas a grande repercussão da computação cognitiva aconteceu em 2011, com a utilização do sistema de

computação cognitiva da IBM, batizado de Watson, que conseguiu derrotar dois conhecidos vencedores de um programa de perguntas e respostas da televisão americana, chamado Jeopardy. Hoje, a plataforma cognitiva da IBM possui mais de uma dúzia de serviços baseados em 50 tecnologias subjacentes. Assim, o Watson consegue analisar imagens e áudio, inclusive de exames médicos, tornando-se uma importante ferramenta na transformação da saúde.

No Brasil, a IBM sentiu a necessidade de firmar parcerias para que a tecnologia pudesse ser ensinada já na universidade e para formar profissionais especializados em computação cognitiva. Desde 2016, as instituições de ensino Mackenzie, ESPM e Insper possuem matérias relacionadas ao tema em cursos de graduação, pós-graduação, mestrado e doutorado.



Odair Chiquinho dos Santos

“Um dos grandes valores da computação cognitiva é a capacidade de extrair conhecimento mesmo de dados que ninguém julgava relevantes para tomada de decisão”

pensarem em problemas específicos quase como seres humanos, aprendendo e podendo, em alguns casos, decidir tudo sozinhos, tendo como pilares a inteligência artificial (IA) e o aprendizado de máquina.

No dia a dia, as tecnologias de computação cognitiva podem ser observadas nas técnicas de visão computacional, que permitem a descrição do conteúdo de imagens e a análise de padrões observados nelas, e os sistemas que permitem a compreensão de fala e textos naturais, como os assistentes virtuais Siri, da Apple, Alexa, da Amazon, e Cortana, da Microsoft.

Outro exemplo de computação cognitiva que poucas pessoas percebem como tal são os buscadores, como o Google. “Quando você digita uma pergunta no Google, ele primeiro precisa entender o que você está querendo buscar e, após isso, procura quais as páginas que melhor correspondem ao seu interesse. Para fazer isso, ele precisa varrer automaticamente grande parte dos *sites* na internet, entender quais as informações contidas neles – que podem ser textos, imagens, áudios – e qual a relevância dessas informações, organizando esse conteúdo de uma forma que permita fornecer uma resposta rápida ao usuário”, explica Alan Godoy Souza Mello, mestre em Engenharia de Computação, pesquisador e líder da Plataforma Tecnológica de Computação Cognitiva no Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações (CPqD).

Alan explica que o termo computação cognitiva está cada dia mais em voga devido aos resultados que têm sido alcançados, recentemente, pela área de aprendizado de máquina, que é um dos subcampos da inteligência artificial. “A abundância de dados e o poder computacional suficiente para processá-los têm permitido alcançar resultados bastante positivos. Essa situação se acentuou nos últimos anos, com a popularização da internet e de conteúdos gerados por usuários, bem como com o uso de unidades de processamento gráfico (GPU) para o treinamento de modelos de IA. Pela primeira vez, temos aplicações práticas de visão computacional,

processamentos de fala e de diálogo que oferecem desempenho satisfatório ao usuário”.

Base de dados

Um dos grandes valores da computação cognitiva é a capacidade de extrair conhecimento mesmo de dados que ninguém julgava relevantes para tomada de decisão. Usualmente é necessário um bom analista para explorar uma base de dados e descobrir quais deles são úteis para a tomada de decisão. “Em geral, os dados que costumam ser relevantes são aqueles mais relacionados ao domínio do problema. Se você quer saber, por exemplo, qual o nível de satisfação do seu cliente, é mais provável que os dados de vendas e do serviço de atendimento ao consumidor sejam mais relevantes que os de salários dos funcionários. Além disso, quanto mais os dados forem de qualidade, confiáveis e precisos melhores as informações possíveis de se extrair deles”, comenta Alan.

Atendimento automatizado

Várias empresas já estão buscando formas de automatizar o atendimento ao consumidor, por meio de *bots* (diminutivo de *robots*) de conversação que funcionam em telefonia, *chats* e redes sociais, como o Facebook. Muito além da simples redução de custos, a ideia é prover um atendimento mais rápido e personalizado, com acesso direto a informações como: produtos adquiridos, interações anteriores com os canais de atendimento da empresa e nível de familiaridade com tecnologia.

“Muitos encaram esse futuro como um risco, como um ambiente em que o humano vai se tornando cada vez mais desnecessário e as pessoas cada vez mais distantes entre si. Esse sentimento é natural e tem se repetido com quase toda nova tecnologia que apareceu no mundo. Porém, temos mais motivos para estarmos otimistas do que para temer. As tecnologias têm nos tornado mais próximos, graças à internet, ao telefone e aos transportes. Hoje podemos conversar diariamente com pessoas do outro lado do mundo, trocar fotos e vídeos e até visitá-las com certa facilidade. O principal uso que as pessoas fazem de dispositivos como *smartphones* é para manter contato com as outras, seja por meio de ligações, de trocas de mensagens, seja para acompanhá-las em redes sociais. O mundo mudou, mas não ficou menos humano”, assegura Alan.

No mundo do trabalho, a tendência é a mesma. Enquanto novas tecnologias podem causar algum desemprego em curto prazo, o que se observa é que novos postos de trabalho sempre foram gerados, com menos riscos e remuneração maior aos funcionários, ao passo que os custos dos produtos caem para os consumidores.

Revolução

Com potencial de resolver problemas complexos, otimizando tempo e recursos, a computação cognitiva hoje está presente em todas as áreas de negócio, da financeira à educação, passando por agricultura, justiça, segurança, lazer e muitas outras. Ela está mais avançada na medicina e em *call centers*, auxiliando no atendimento a clientes. Essa tecnologia promete revolucionar a maneira como tratamos doenças, analisamos estatísticas, pesquisamos novos materiais e medicamentos e resolvemos disputas judiciais. “As pessoas têm apresentado grande aceitação

em relação às soluções cognitivas. Espera-se, também, que a capacidade de raciocinar e de gerar hipóteses dos sistemas inteligentes evolua para conseguir nos ajudar a resolver problemas humanos cada vez mais complexos”, afirma Guilherme Novaes, Líder de Watson no Brasil.

O Watson é um sistema de computação cognitiva que aprende em larga escala, raciocina de acordo com propósitos e interage com os humanos de forma natural. A inteligência artificial é uma das tecnologias incorporadas ao Watson. O maior objetivo dele é aumentar a capacidade cognitiva do ser humano.

BLINDAGEM CONTRA OS PERIGOS DA IA

O famoso físico Stephen Hawking se uniu a Elon Musk, CEO da SpaceX, notório por excentricidades visionárias, e assinou uma lista de 23 princípios que a humanidade deverá seguir para se blindar contra os perigos da inteligência artificial nas próximas décadas.

Os itens foram listados pelo Instituto Futuro da Vida (Future of Life Institute, em inglês), organização sem fins lucrativos que une figuras como o criador do Skype, Jaan Tallinn, e os atores Morgan Freeman e Joseph Gordon-Levitt, para garantir que o avanço tecnológico virá para o bem.

Eles tratam de pesquisa, ética e valores e preocupações de longo prazo. Os autores defendem maior in-

teração entre os laboratórios e os responsáveis pela criação de políticas públicas. Também ressaltam que todas as máquinas devem ser seguras, auditáveis por autoridades judiciais humanas, compatíveis com os direitos humanos e com a diversidade cultural e incapazes de subverter a ordem imposta. Além disso, recomendam que a inteligência artificial não deve ser usada por empresas ou governos para objetivos que não sejam benéficos para a humanidade.

Embora não tenha força de lei ou de acordo internacional, a relação consiste em sugestões e princípios de conduta que são consenso entre especialistas e que irão contribuir para a qualidade de vida no futuro se seguidos por todos.



Banco de imagens - PixaBay

Medicina personalizada

Os avanços tecnológicos na área da saúde permitiram aos profissionais ganhos muitas vezes inimagináveis no tratamento dos pacientes. Diante de infinitas possibilidades, hoje cada vez mais aventadas, o desejo é encontrar a cura para todo tipo de enfermidade e mal-estar, agudo ou crônico. A dedicação profissional é fundamental para individualizar e personalizar a assistência, estando atento às novidades para acolher quem precisa, sempre que possível, com o que há de mais moderno.

A plataforma de computação cognitiva da IBM, conhecida como Watson, promete transformar a maneira como a medicina é ensinada, pesquisada e praticada. Desenvolvida com base na inteligência artificial (IA), a solução raciocina de acordo com propósitos, aprende em larga escala e continuamente, ganhando em valor e conhecimento ao longo do tempo e a partir de interações com o ambiente.

Depois de vencer a disputa com campeões (humanos) de edições anteriores do programa de TV americano Jeopardy!, de perguntas e respostas, em 2011, o Watson ganhou visibilidade. A partir de então, passou a ser utilizado e aprimorado por centros de pesquisa e empresas de todo o mundo.

A ascensão do *big data* e de dados desestruturados torna os sistemas cognitivos cada vez mais necessários. A unidade mundial IBM Watson Health foi lançada em abril de 2015 e pretende melhorar a assistência ao paciente, por meio de projetos com o uso da computação cognitiva. A evolução do Watson foi tão surpreendente que, atualmente, recomendam-se terapias contra câncer a partir do cruzamento da literatura científica com dados clínicos e genéticos do paciente.

A funcionalidade é desenvolvida em parceria com o Memorial Sloan Kettering Cancer Center, um dos maiores centros do mundo em oncologia, sediado em Nova Iorque, nos Estados Unidos. O Watson pode acessar mais de 600 mil relatórios médicos, 2 milhões de páginas de texto de 42 publicações especializadas em câncer e 1,5 milhão de registros e exames de pacientes. O sistema computacional compara cada sintoma de cada indivíduo, sinais vitais, histórico familiar, medicamentos aplicados, genética e rotina diária. “O Watson não diz qual é o melhor, mas traz todos os possíveis tratamentos oncológicos e suas evidências científicas, inclusive com grau de risco e efeitos colaterais”, explica o líder para IBM Watson Health no Brasil, Eduardo Cipriani.

No Brasil, o Instituto Fleury, um dos maiores centros de medicina e saúde do país, é parceiro da IBM, desde outubro de 2016, para testar e validar o Watson for Genomics no Brasil, como potencial ferramenta provedora de informações para auxiliar a tomada de decisão médica. É uma solução hospedada na nuvem, que usa computação cognitiva para auxiliar os médicos a identificarem medicamentos e ensaios clínicos relevantes, com base em alterações genômicas de um indivíduo e dados extraídos da literatura médica.

O mapeamento genômico de tumores é uma das formas mais avançadas para se identificarem tratamentos eficazes contra a doença. Quanto mais rápido o resultado, melhor para o paciente, que pode iniciar, imediatamente, a terapia. “Um cientista leva geralmente três semanas para analisar as informações do sequenciamento e indicar as drogas mais eficientes. O Watson, por sua vez, já realiza esse trabalho em dez minutos”, afirma Cipriani.

Outro parceiro da IBM no país é a TheraSkin, indústria farmacêutica brasileira especializada e referência em dermatologia, que utiliza o Watson for Drug Discovery para o desenvolvimento de produtos e medicamentos no Brasil. Antes de desenvolvê-los, é feita uma análise minuciosa de centenas ou milhares de artigos científicos, livros e patentes até que os pesquisadores encontrem possíveis caminhos para o estudo. Essa revisão bibliográfica, que geralmente leva semanas ou meses, já é executada pelo Watson em curto tempo. A tecnologia cognitiva ajuda os cientistas a identificarem rapidamente relações entre genes, proteínas e medicamentos relacionados às doenças em estudo, agilizando-se o processo de novas descobertas científicas.



Bruno Favery

A tecnologia cognitiva auxilia na identificação das relações entre genes, proteínas e medicamentos relacionados às doenças em estudo

Monitoramento inteligente do paciente crônico

O suíço **Immo Oliver Paul**, 48 anos, é um entusiasta do uso da computação cognitiva como aliada à saúde. Graduado em Economia, Direito e Administração de Empresas, ele está à frente da *startup* Carenet Longevity. Sediada na capital paulista, a empresa desenvolve *wearables* (tecnologias vestíveis, ou seja, dispositivos tecnológicos que podem ser utilizados pelos usuários como peças do vestuário) e também investe em novas tecnologias para o processamento dos dados gerados por eles.

“Pesquisas apontam que, ao longo de toda a vida, uma pessoa pode gerar aproximadamente 1.000 TR (terabytes) de dados, resultantes das interações com os mais diversos tipos de tecnologias que deixam rastros digitais. Desse total, estimam-se que cerca de 20% estão ligados à própria saúde por estarem relacionados a hábitos comportamentais. Portanto, a interpretação deles é fundamental para que as pessoas tenham uma vida mais saudável, oferecendo a elas, por exemplo, a possibilidade de entender os sinais do próprio corpo para a prevenção de doenças”, explica.

Hoje, o principal cliente da empresa são os *call centers* que monitoram pacientes crônicos dos planos de saúde – aqueles que demandam mais cuidados. “Antigamente, os *call centers* ficavam restritos a fazer uma ligação mensal para esses pacientes, com o objetivo de saber como estavam se sentindo. Hoje, esse contato pode ser muito mais inteligente, uma vez que o sistema tem em mãos as informações sobre o estado de saúde de cada um. Isso possibilita, por exemplo, que o contato seja efetuado, exatamente, no momento em que o paciente está precisando realmente de suporte”, explica.

De acordo com Immo, esse monitoramento pode ser feito por meio de *hardwares* próprios, capazes de interligar os mais diversos tipos de *wearables*, aplicativos e dispositivos usados pelos pacientes, dentro da própria casa. Todos os dados de monitoramento são capturados e processados com a ajuda de um *software* proprietário da Carenet Longevity, chamado motor de regras. Esse motor de regras compara, em tempo real, os dados monitorados com os protocolos médicos cadastrados na plataforma, permitindo, por exemplo, que os *call centers* sejam notificados de que uma pessoa precisa de uma intervenção ou de que um medicamento precisa ter a dosagem ajustada pelo médico.

Com o intuito de refinar cada vez mais a inteligência de processamento da plataforma, tornando-a ainda mais assertiva, a Carenet Longevity está apostando no desenvol-



Divulgação Carenet Longevity

vimento de um número maior de protocolos por patologia dentro do motor de regra. “Atualmente, trabalhamos com 100 protocolos. A expectativa é de chegar a 5 mil regras específicas nos próximos dois anos”, diz Immo. Esse investimento também coincide com o desejo da empresa de aumentar o número de pacientes monitorados. Atualmente, são 40 mil pacientes, mas a expectativa é de alcançar 1 milhão de monitorados, nos próximos 12 meses.

Tecnologia para interpretar dados

Consultor estratégico para empresas de gestão americanas e europeias, Immo Oliver Paul teve a primeira experiência na área da saúde brasileira em 2006, quando ele e um amigo fundaram uma *startup* que desenvolvia alimentos funcionais. Em 2012, decidiu fundar, sozinho, a Carenet Longevity.

A abertura da empresa coincidiu com o *boom* dos *wearables* no mercado global, principalmente, nos Estados Unidos e na Europa. Em 2013, lançou, no país, os primeiros *wearables* desenvolvidos pela própria Carenet Longevity. “Eram dispositivos que mediam, por exemplo, o número de passos diários, o gasto calórico e a qualidade do sono e que eram vendidos diretamente aos usuários”, relata.

No segundo semestre de 2014, passou a negociar com empresas que atuavam nas áreas de esporte, *fitness* e bem-estar. Naquela época, uma parceria com a Netshoes fez com que Immo apostasse em uma nova área de atuação: o desenvolvimento de tecnologias capazes de integrar e interpretar os dados gerados por *wearables*, aplicativos ou dispositivos.



Ao identificar algo suspeito, o robô Laura emite alerta, informando o número do leito, em um monitor localizado na sala da equipe de enfermagem do posto que está apresentando problema

Contra a sepse, pela vida

A indignação de um pai, associada à obstinação dele em evitar que outras famílias vivenciem o drama que ele passou ao perder a filha Laura, aos 18 dias de vida, para a septicemia, popularmente conhecida como infecção generalizada, resultou no primeiro robô cognitivo gerenciador de risco do mundo. Depois de experimentar o chão se abrir, o analista de sistemas Jacson Fressatto encontrou forças para continuar vivendo na pesquisa tecnológica e criou o robô Laura, que hoje está ajudando a reduzir os casos de **sepse**, uma das principais causas de morte em Unidades de Terapia Intensiva (UTI).

Desde final de setembro de 2016, o robô Laura integra a equipe do Hospital Nossa Senhora das Graças, em Curitiba (PR), um dos maiores centros de saúde do estado, referência no Brasil e no mundo pela qualidade em tratamentos clínicos e cirúrgicos de alta complexidade, como transplantes de medula óssea e hepático. A solução utiliza tecnologias de computação cognitiva e é composta por vários algoritmos e por diferentes *softwares* de serviço, cujo objetivo é montar uma matriz de risco apoiada em uma base de dados de algum paciente ou de um hospital. Trabalha com *machine learning*, gerando modelos. “O robô Laura é um conjunto de sistemas cujo foco é acelerar a capacidade humana de ler diferentes informações e apresentar os dados necessários para a tomada de uma decisão em tempo real”, comenta Jacson.

Ele foi treinado por profissionais do Hospital Nossa Senhora das Graças e por especialistas da empresa de Jacson Fressatto para identificar potenciais pacientes com risco para desenvolver sepse, estudando todos os registros em tempo real (a cada 3,8 segundos). Ao identificar algo suspeito, o robô emite alerta, de modo descritivo, por meio de cores, em uma tela de televisão

SEPSE

É uma resposta desregulada e exagerada do sistema imunológico do organismo para combater uma infecção que traz risco à vida se não for identificada e tratada precocemente. Essa resposta provoca diversas reações, como febre, acelerações cardíaca e respiratória, dentre outras, podendo comprometer o funcionamento dos órgãos. O índice de mortalidade em hospitais brasileiros é de 57%, segundo o Instituto Latino-Americano (2005-2015), apesar dos avanços da medicina moderna, como antibióticos e cuidados intensivos.

posicionada na sala da equipe de enfermagem do posto que está apresentando problemas. Essa funcionalidade foi denominada “ansiedade de Laura”.

Quanto mais críticos os sinais, o robô fica mais ansioso, e os alertas vão escalando em cores, do verde para o amarelo, até o alaranjado e terminando no vermelho. Os alertas também ficam mais presentes, como uma respiração mais acelerada causada por ansiedade. Mesmo se os alertas vermelhos da Laura forem ignorados, ela envia *emails* e mensagens SMS para todos os profissionais envolvidos com o leito específico. “Essa funcionalidade da ansiedade de Laura fez com que o intervalo médio de tempo para inserção de qualquer tipo de informação no sistema de prontuário eletrônico do paciente reduzisse de 3h20 para 42 minutos nas primeiras semanas de sua interação com a equipe assistencial. A Laura cobre todos os pontos cegos, trabalha na obscuridade da sepse. A sepse engana os médicos, a Laura engana a sepse”, ressalta Jacson.

Sepse

Para ajudar as equipes a reconhecerem a sepse, o robô Laura capta e analisa dados dos sinais vitais, clínicos e laboratoriais dos pacientes internados, à procura de casos suspeitos de alguma infecção. A síndrome exige diagnóstico rápido e precisão no tratamento. “Apesar de todo o esforço da equipe médica, qualquer pessoa pode desenvolver a síndrome, desde que tenha um foco para infecção. A identificação precoce pode contribuir muito para reduzir a mortalidade, pois permite agilidade no tratamento, com infusão de antibióticos e demais medicamentos necessários”, afirma a infectologista Viviane Dias, chefe do Serviço de Controle de Infecção Hospitalar do Hospital Nossa Senhora das Graças.

Implantação

Para implantar a tecnologia no Hospital Nossa Senhora das Graças, Jacson Fressatto explica que foi utilizada uma conexão via *webservice*. “Não é instalado nada nos servidores do hospital. Criamos uma interface integradora e exclusiva de nosso produto com *layout* aberto para tra-

balhar com os dados gravados no sistema do hospital. O robô Laura consegue se integrar com qualquer sistema logado aos hospitais e laboratórios”, afirma Jacson.

O inventor explica que, ao se conectar ao sistema de um hospital, o robô começa a minerar a base de dados de todos os sistemas integrados e fazer uma classificação de riscos. O objetivo é coletar informações relacionadas à identificação precoce da sepse. A Laura, sozinha, calcula o tempo médio de atendimento entre todos os inputs que existem no sistema do hospital, ou seja, o tempo padrão que as pessoas usam para inserir novos dados.

Jacson explica que, quando há algum problema no leito X, por exemplo, o robô Laura apenas joga o número do leito X na tela, sem informar qual é o problema na interface, se os exames ou os dados vitais apareceram alterados, por exemplo. Ela só diz: “Vá ver o leito X”. Então, o profissional entra no sistema no qual ele já está acostumado a mexer e consegue entender os motivos de o robô estar enviando o alerta, como leucócitos alterados, sem dados vitais, etc. Assim que o profissional inserir a informação, no próprio sistema, de que foi

COMO TUDO COMEÇOU

“Eu queria achar o culpado”, frisa Jacson. Depois de passar nove meses fazendo serviços voluntários em vários hospitais, principalmente naquele onde a filha Laurinha foi tratada e faleceu, Jacson percebeu que não havia um culpado pelo ocorrido. Ele, no entanto, conseguiu perceber a falta de processos regulados e de uma auditoria para esses processos. “Era justamente isso o que eu sabia fazer da minha vida, mas eu não sabia resolver essa questão para os hospitais”, recorda.

Entre os anos de 2010 e 2012, dedicou-se, profundamente, ao estudo da septicemia. “Como eu trabalhei anteriormente na IBM, recebi um *mailing* sobre o Deep Blue, uma tecnologia própria da IBM, que havia se transformado no Watson, que usava tecnologia cognitiva. Então, comecei a estudar sobre isso e entender sobre as tecnologias cognitivas”, conta.

Já entre 2012 e 2013, ele começou a converter os algoritmos que possuía para as primeiras versões de *machine learning*. “A primeira coisa que os algoritmos faziam era a classificação de elementos, então resolvi fazer um teste. Peguei uma empresa particular, um cliente e fiz um teste na base WMS deles para isolar quais eram os elementos de linhas de gasto. A empresa estava amargando um prejuízo de US\$ 37 milhões na

operação logística daquele ano todo e não sabia para onde estava indo esse dinheiro, quais eram as linhas de prejuízo. O algoritmo resolveu isso em dois meses e conseguiu isolar todas as linhas. Uma delas se chamava ‘produto com data crítica’. Quando o vice-presidente começou a analisar todas as linhas, conseguiu checar com equipes específicas os motivos dos gastos e, apenas nisso, poupou US\$ 6,5 milhões. Quando eu fiz isso, validei o formato do robô”, conta Jacson.

Após fechar uma parceria, em 2014/2015, com a Federação das Santas Casas de Misericórdia e Hospitais Benéficos do Estado do Paraná (Femipa), que designou instituições de saúde para teste, concentrou-se para montar o robô Laura. “Em 2016, soltei a versão final 1.0, fechada e homologada. Não é um protótipo, é um produto fechado. Hoje não falta mais nada para a Laura”, revela.

A expectativa agora é que essa tecnologia possa ser levada a outros hospitais filantrópicos de todo o país. “Se conseguirmos diminuir em 5% os casos de sepse no Brasil, nós estamos falando de centenas de milhares de pessoas que vão deixar de morrer. Isso é algo extraordinário. Nós podemos salvar vidas usando um robô”, afirma Jacson.

checar o alerta, a Laura para de enviar essa notificação específica”, explica.

O diretor executivo do Hospital Nossa Senhora das Graças, Flaviano Feu Ventorim, comemora a presença do “novo membro da equipe médica e de enfermagem”. “Quando o Jacson nos apresentou o que robô poderia fazer, logo percebemos que poderia ser muito útil para monitorar e nos ajudar a reduzir um dos maiores riscos dos hospitais, a sepse. Já nas duas primeiras semanas que se seguiram à implantação, tivemos ganhos reais e de grande importância para o atendimento assistencial”, comemora.

Nos dois postos onde a tecnologia foi instalada, o tempo médio de intervalo decorrido entre todas as inserções de dados no sistema, conforme o cálculo do robô, reduziu-se significativamente. Quanto aos dados relacionados à mortalidade por sepse, como muitos outros fatores, eles podem apresentar como influência a idade, a situação e as doenças que o paciente apresenta ao se internar em um hospital. “Essa análise ainda está sendo realizada pela equipe hospitalar. No entanto, pode-se dizer que o robô tem afetado a agilidade dos processos e registros pela

equipe assistencial. Isso é fator relevante de contribuição não só para a identificação e o manejo precoce da sepse, também para outras situações que possam vir a acometer os pacientes internados”, afirma Viviane.

Flaviano ressalta que, antes da Laura, o Graças já tinha um protocolo para identificação da sepse, seguido de forma rigorosa pelas equipes de enfermagem e médica. “Foi esse protocolo que deu conhecimento de sepse à Laura, empoderando os enfermeiros e médicos na tomada de decisões”. Atualmente, a Laura está implantada em dois postos de enfermagem, que atendem pacientes oncológicos e cirúrgicos. Nas UTI, está em fase de implantação.

O diretor comenta que outros hospitais ficaram curiosos com a novidade e entraram em contato. “Para nós, é gratificante ser o primeiro hospital do mundo a implantar a Laura e servir como vitrine a outras instituições de saúde”. Viviane acrescenta que, no momento da internação, a equipe de enfermagem orienta todos os pacientes sobre o monitoramento da Laura. “Eles se sentem ainda mais tranquilos e seguros com o atendimento”, revela.



Jacson Fressatto: “podemos salvar vidas utilizando um robô”

Divulgação

LAURA NA PRÁTICA

27/7/2016 – 17h06: o robô Laura foi conectado aos servidores e sistemas do Hospital Nossa Senhora das Graças e passou a minerar, retroativamente, os dados dos pacientes internados desde o dia 14/3/2016.

23/9/2016 – 15h: implantação do robô de forma inovadora e em tempo recorde, envolvendo um time multidisciplinar de tecnologia da informação, enfermagem e de infectologia.

GANHOS:

- melhoria na *performance* dos times assistenciais, trazendo agilidade no atendimento;
- potencializa a assertividade, pois proporciona aos profissionais uma leitura sistêmica de dados, gerando conhecimento mais apurado;
- cruza todos os dados dos pacientes e, após identificar os graus de risco que aprendeu com o histórico de registros de todos os pacientes desde 14/3/2016, prioriza o atendimento e notifica às equipes qual paciente deve ser visto primeiro;
- potencializa e acelera a ação dos profissionais, pois ela vai além do limite humano, cruzando informações em alta velocidade e precisão;
- facilita a atuação proativa da equipe, e não reativa, mediante os sintomas, acelerando a tomada de decisões.

Saúde de qualidade e sem longa espera

Ela promete atendimento melhor e mais resolutivo que o que hoje é oferecido pelo Sistema Único de Saúde (SUS), mais prático que clínicas populares, mais moderno e justo que planos de saúde e bem mais acessível que consultas particulares. O Clinio, uma plataforma que está sendo desenvolvida pela *startup* pernambucana Epitrack, une detecção digital de doenças com saúde sob demanda, utilizando tecnologia integrada à IBM Watson.

Por meio dela, o cidadão poderá solicitar atendimento médico de consultas eletivas (que não sejam urgências ou emergências), de baixa complexidade, com alta resolutividade ainda na consulta e ser atendido pelo médico em domicílio ou em consultórios e clínicas parceiras. No cadastro do usuário, existe uma coleta padrão de dados sobre sintomas, histórico familiar de doenças, hábitos,

peso e altura. Sempre que solicitar uma consulta, o paciente fornece essas informações e vai alimentando os dados na plataforma. Durante o atendimento, o médico valida os sintomas.

O cofundador e CEO da Epitrack, **Onício Batista Leal Neto**, afirma que a plataforma utiliza epidemiologia computacional e computação cognitiva. Isso permite ao médico receber o contexto em que o paciente está inserido, levantando hipóteses baseadas em cruzamento de dados epidemiológicos. “Dessa forma, o médico pode lançar mão de indícios que ele sequer havia cogitado”, ressalta Onício. O usuário será atendido no horário marcado, evitando as longas, terríveis e recorrentes esperas. Além disso, o atendimento é mais barato que consultas particulares e o custo/benefício é muito competitivo.

A previsão é que o Clinio entre em operação no segundo semestre de 2017. O grande diferencial é que as informações fornecidas pelos usuários serão utilizadas para construir contextos epidemiológicos de doenças infecciosas e não infecciosas, que possam auxiliar no cenário da saúde e, dessa forma, na promoção de diversas ações. Conhecer a distribuição de determinadas doenças ou o consumo de diferentes tipos de antibiótico em uma região específica é um exemplo, além de entender a regulação da microdemanda e da oferta em saúde.

“Esperamos que o Clinio seja uma plataforma que traga uma verdadeira disrupção na área da saúde pública, pois estamos investindo todo o conhecimento que alcançamos ao longo de quatro anos de existência, desenvolvendo detecção digital de doenças, para atacar um problema grande da sociedade brasileira: o acesso à saúde de qualidade e de forma resolutiva. As plataformas concorrentes do mercado não possuem a tecnologia que usamos. E isso está sendo nossa grande aposta para conseguirmos ter um produto de sucesso”, afirma Onício.

Para construir o Clinio, foram utilizados algoritmos de epidemiologia computacional, baseados em modelos epidêmicos SIR, SIS, SIRS, SERS, etc.; algoritmos de aprendizado de máquina e aprendizado profundo, com integração de bases de dados abertas com informações de relevância epidemiológica; com processamento via IBM Watson.



Singularity University - Suep

Insights

Fundada em 2013, com o objetivo de atuar no segmento de inovação em saúde pública e epidemiologia, a Epitrack tem como diferencial o desenvolvimento de tecnologias para a saúde por parte de profissionais da área de saúde. Onício Neto, que é biomédico e epidemiologista, acredita que, para os clientes corporativos, como hospitais, redes de drogarias e *big pharma*, o Clinio permite o incremento de informações estratégicas sobre cenários específicos, que podem trazer *insights* e inteligência de mercado a serem aplicados no trabalho, em campanhas de *marketing* ou em quaisquer atividades que se baseiam em informação.

A Epitrack já desenvolveu outras plataformas de detecção digital de doenças, utilizando algoritmos computacionais e epidemiológicos para entender como, quando e onde epidemias podem se espalhar. Por meio de um aplicativo, o cidadão reporta os sintomas apresentados, cujos dados são enviados em tempo real para a nuvem, onde são utilizados algoritmos computacionais e epidemiológicos para identificar padrões de distribuição. Quando identificados, são gerados alertas em *dashboard* (painel de controle), monitorado por técnicos de vigilância em saúde. O objetivo é ajudar na tomada de decisão mais assertiva. As informações também são repassadas aos usuários, por meio do próprio aplicativo, mostrando a situação da comunidade em que vivem.

A *startup* também já desenvolveu plataformas que identificavam síndromes exantemáticas, como sarampo e rubéola, e respiratórias, como *influenza*. Há algum tempo, a Epitrack desenvolveu entidades de *machine learning* e *deep learning*, supervisionadas por pessoas da área de epidemiologia, que conseguem trazer validação sobre o contexto de saúde/doença em que são aplicadas.

Guardiões da saúde

Em quatro anos de atuação, a Epitrack conquistou quatro importantes prêmios. O mais recente foi concedido à plataforma Guardiões da Saúde, desenvolvido para as Olimpíadas, que permite entender como, quando e onde epidemias podem se espalhar. A *startup* recebeu o prêmio de melhor plataforma móvel em saúde para governos, concedido pelo World Government Summit, concorrendo com finalistas dos Emirados Árabes e da Singapura.

Em breve, o Ministério da Saúde pretende relançar o Guardiões da Saúde, que coleta informações sobre doenças diarreicas, síndrome respiratória (*influenza*) e arboviroses (transmitidas por picadas de mosquitos), como dengue, *zika* e *chikungunya*, e aponta quais cidades apresentam mais ocorrências semelhantes. A plataforma é também alimentada pelo próprio usuário, mediante *crowdsourcing*. Para incentivar a colaboração, são traba-

lhadas ferramentas de engajamento e *marketing*, como a *gamificação* da plataforma, garantindo a participação do usuário regularmente. No *marketing*, o que costuma motivar são campanhas para nichos específicos.

Câncer

Em 2015, a Epitrack fez parceria com o Laboratório de Imunopatologia Keizo Asami (Lika), em Recife (PE), para desenvolver uma plataforma conjunta de detecção digital de doenças e de biossensores para detectar câncer. Trata-se de um biossensor em que o usuário utiliza uma amostra de sangue para realizar o teste. Os dados são enviados para a plataforma de detecção digital de doenças, que permite o georreferenciamento de quem tem possibilidade de apresentar biomarcadores para alguns tipos de tumor. Isso ajudaria o mapeamento de regiões em tempo real ou próximo ao real, sugerindo hipóteses ou possíveis relações ambientais que, porventura, tenham influência na concentração de determinadas neoplasias.

“Projetos como esse demandam alto nível de investimento. No Brasil, ainda não possuímos investidores de risco que entendam o médio-longo prazo que a plataforma demanda para entrar no mercado. Como envolvem certo nível de diagnóstico, as etapas para validação e ensaios clínicos trazem custo elevado para a construção do projeto, que, no momento, avança na perspectiva de pesquisa e desenvolvimento, mas está um pouco distante da entrada no mercado”, comenta Onício.

Rodolfo Couid



Por meio de um aplicativo, o cidadão reporta sintomas e algoritmos computacionais e epidemiológicos que ajudam a identificar padrões de distribuição

Analisar é preciso

Quem precisa contratar seguro para o carro, geralmente, entra em *sites* das principais corretoras que conhece e faz simulações; pesquisa no Google; pede indicações a amigos por meio das redes sociais e lê matérias sobre o mercado nos principais *sites* de notícia. Em todo esse caminho percorrido na internet, foram deixados rastros digitais. Assim como você, todos os dias, milhares de pessoas disponibilizam informações pessoais sem perceber.

Esse imenso volume de dados, estruturados e não estruturados, é chamado *big data*. Mais importante que tê-los em mãos, é saber o que pode ser feito com tanta informação. Por meio da computação cognitiva, eles são processados, entendidos, personalizados e podem ser aplicados em diferentes situações. “Para usar adequadamente o potencial dos dados que a rede oferece, é necessário um processo inteligente por trás, que auxilia a reunir as informações e fazer as correlações”, explica a professora e pesquisadora **Beth Saad**, coordenadora do curso de pós-graduação em Comunicação Digital da Universidade de São Paulo (USP).

Na comunicação e no *marketing*, a computação cognitiva permite personalizar informações aplicáveis em larga escala. “Essa tecnologia pode fornecer o detalhamento

do perfil de consumo e de necessidades de determinado público, de maneira específica, podendo chegar a quase uma individualização do atendimento”, destaca Beth. Na prática, o sistema de computação cognitiva participa de um diálogo com o gestor de um produto ou de *marketing*, por meio de uma linguagem natural. “Ele pode perguntar quem foi o cliente que comprou mais em determinado dia, e o sistema responde. Não é preciso criar um código, entrar numa lista”, observa.

No futuro, com a computação cognitiva, a pessoa que está pesquisando sobre renovação de seguro poderá receber o contato do funcionário de um banco, que irá chamá-la pelo nome, saberá o interesse dela, o perfil, se é insegura ou decidida, os seguros já contratados, e oferecerá a ela o melhor investimento para o momento da contratação, dentre outras possibilidades.

Um sistema já deverá ter passado todas as informações ao profissional, mas é ele quem irá interpretá-las para saber a melhor forma de abordar o cliente. Surpreso com a qualidade e com a assertividade do atendimento, este decide pela compra do seguro. “Essa tecnologia irá trazer melhorias no atendimento ao cliente, não apenas no sentido de ampliar o consumo, mas de estabe-



Arquivo pessoal

POR ONDE VOCÊ É VIGIADO



Dispositivos que produzem ou armazenam dados no dia a dia

- Câmeras de vigilância
- Medidores de eletricidade e termostatos
- Televisores e consoles de *videogames* que possuem câmeras e microfones
- Biometria para entrada e saída
- Cartões de fidelidade
- Sensores de contagem de pessoas
- *Wifi* gratuito: troca de acesso por dados
- Bicicletas públicas: registro dos trajetos
- Cartões de transporte público: dados de deslocamento
- Geolocalizador em telefonia móvel



Cliente pode escolher o personal shopper do chatbot, que tem características e personalidades distintas

lecer um relacionamento mais próximo, contínuo e de fidelidade”, ressalta a professora. Por isso, Beth acredita que o futuro da computação cognitiva aplicado à comunicação e ao *marketing* é um caminho sem volta. “Ninguém conseguirá trabalhar nessa área sem utilizar dados. Para isso, os profissionais precisarão se preparar. A computação cognitiva é uma ferramenta muito preciosa, mas é preciso saber usá-la”, ressalta.

O trabalho deve ser planejado, com total controle e domínio dos dados que interessam para a empresa. Somente pessoas especializadas conseguirão trabalhar com eles. “A partir de ferramentas, podemos identificar o comportamento do consumidor para a marca de forma quantitativa, e não qualitativa”, explica Beth Saad.

Chatbots

Você já pode ter conversado com um robô sem saber. Muitas empresas, hoje, adotam os *chatbots*, que são *softwares* de gerenciamento de perguntas e respostas para interação com pessoas reais. Essa ferramenta pode ser utilizada baseada em regras, ou seja, funcionam por meio de comandos específicos (ou palavras-chaves) ou baseada em inteligência artificial, que tem a capacidade de entender o que a pessoa quer dizer.

Aplicativos de mensagem, como Facebook Messenger, Slack e Line, já oferecem a possibilidade de as marcas utilizarem os *bots*. Assim, as empresas poderão atingir clientes em larga escala. Segundo o instituto de pesquisa eMarketer, 2,19 milhões de pessoas vão usar aplicativos de mensagens em 2019, o que representará 68,2% dos usuários de internet móvel em todo o mundo.

O primeiro *e-commerce* do Brasil que adotou o *chatbot* que utiliza inteligência artificial e linguagem natural foi a ShopFácil.com, empresa da Organização Bradesco, em parceria com a Visa. Por meio da tecnologia, a empresa interage com usuários do Facebook Messenger em tem-

po real. Os consumidores contam com recomendação de ofertas baseadas no próprio perfil, ferramenta de busca interativa de produtos e acompanhamento de entrega.

“Desde que se iniciou a interação com computadores, nós, seres humanos, é que tivemos que aprender linguagens e interfaces deles. Agora, com a revolução dos *bots*, são eles que estão aprendendo a interagir conosco, em nossa linguagem”, explica Pietro Bujaldon, um dos fundadores do Smarters, *startup* de inteligência artificial parceira do ShopFácil.com.

O diferencial do atendimento desse *chatbot* é possibilitar ao cliente escolher dentre quatro vendedores virtuais com perfis diferentes, chamados de *personal shopper*. Roxy, Kevin, Fani e Peter têm características e personalidades, inclusive com imagem (ilustração) de cada um. Esse estilo individual é perceptível na linguagem utilizada na conversa. Ao solicitar um produto, o cliente recebe indicações e *links*, que são direcionados para o *site*, ou a compra pode ser feita no próprio Messenger. “Conseguimos fazer plugando nossa tecnologia de processamento de linguagem natural à plataforma de *e-commerce* do ShopFácil”, explica Pietro.

“Acreditamos que esses robôs estarão envolvidos na próxima grande revolução da interação entre pessoas e marcas e que serão um canal importante para o *e-commerce*. A cada dia, o nosso robô aprende mais para melhorar o atendimento sobre dúvidas e facilitar as compras das pessoas. A tendência natural é que os clientes possam comprar qualquer produto, somente dialogando com nosso robô, sem precisar baixar um aplicativo ou abrir uma página no navegador. Consumidores brasileiros costumam ser mais ativos em mensagens que nas redes sociais. A maior parte dos celulares, no Brasil, tem limitação de plano de dados e de capacidade de memória. Essa tendência vem ao encontro dessa necessidade”, afirma a superintendente do ShopFácil.com, Carla Mita.

Educação financeira

Como estratégia de responsabilidade corporativa, no início de maio deste ano, a Visa lançou um *chatbot* de educação financeira, o primeiro do Brasil. A ferramenta, que faz parte do Finanças Práticas, programa de educação financeira da empresa, ajuda a responder dúvidas de consumidores pelo Facebook Messenger ([facebook.com/FinancasPraticas](https://www.facebook.com/FinancasPraticas)). “Já disponibilizávamos um conteúdo completo no *site* do programa, mas era hora de investir em uma ferramenta que fizesse com que o conteúdo chegasse ao consumidor de uma maneira mais prática e eficiente. Como as pessoas estão cada vez mais no Facebook, é onde também devemos estar”, afirma a diretora de Comunicação Corporativa da Visa do Brasil, **Sabrina Sciamia**.

A tecnologia simula um ser humano na conversação com as pessoas, utilizando inteligência artificial e processamento de linguagem natural. Com interação em tempo real, a ferramenta atende às principais demandas dos usuários no momento em que são apresentadas. “Com o *chatbot*, além de aproximar os usuários dos conceitos fundamentais de finanças pessoais do dia a dia, teremos dados sobre o perfil e o interesse desses consumidores. Com isso, podemos direcionar, por exemplo, a criação de novos conteúdos sobre os assuntos mais procurados”, comenta Sabrina.

Todos os diálogos e as intenções dentro do *chatbot* estão traqueadas e com a possibilidade de extração dos dados. “Isso permite à área de Business Intelligence, do programa Finanças Práticas, fazer uma análise mais assertiva, com informações, por exemplo, dos itens mais procurados, principais dúvidas, idade, gênero do usuário, hora do dia mais acessado”, explica **Pietro Bujaldon**, fundador da Smarters, *startup* de inteligência artificial, responsável pela implantação e pelo desenvolvimento da ferramenta.



Arquivo pessoal



Arquivo pessoal

Para a parceria com a Visa, a empresa utilizou a tecnologia de *natural language processing* (processamento de linguagem natural), ou seja, computadores capazes de interagir via texto com as pessoas. “No exterior, desde 2011, já existiam empresas interessadas em trazer essa tecnologia para o Brasil. Foi então que, no final de 2014, começamos a estudar o tema para desenvolver a nossa plataforma. No ano seguinte, avançamos com os testes, e, hoje, ela foi construída de forma que pode ser plugada em qualquer aplicativo que permite o *bot*, como Skype, Telegram, dentre outros”, informa Pietro. Ele conta que o *chatbot* de educação financeira recebeu milhares de acessos na primeira semana de utilização da ferramenta.

Do ponto de vista do *marketing*, Sabrina acredita que, apesar de recente, percebe-se que a ferramenta é um canal aberto com o consumidor. “Não é preciso mais pedir para que a pessoa se inscreva para receber uma *news* no *email*, por exemplo. O próprio usuário acessa as informações mais facilmente, na hora e da forma que preferir. É uma quebra de paradigma muito grande, e conseguimos ser muito mais assertivos”, comemora a diretora.

Nesta fase inicial de uso do *chatbot*, ela conta que a empresa está experimentando e aprendendo a cada dia, mas que, em breve, deve utilizar as informações geradas pela ferramenta para as campanhas de *marketing*, principalmente para promover o acesso a ela.

Mas não pense que essa será a única maneira de a Visa trabalhar a educação financeira com os clientes. Tanto Pietro quanto Sabrina sabem que há perfis diferentes de consumidores e que cada um tem uma maneira de se relacionar com a marca. Por isso, defendem que a empresa deva manter os demais canais para oferecer opções aos diferentes públicos.

Segurança em transações financeiras

Mais da metade da população do Brasil, 57%, já realiza transações bancárias via *internet*. O *mobile banking* representa 21,9 bilhões de operações, 96% a mais do que em 2015, enquanto a *internet banking* foi responsável por 14,8 bilhões. Os dados são da Pesquisa Febraban de Tecnologia Bancária 2017 e mostra como o mundo conectado tem buscado esse tipo de conveniência. Para tornar as transações cada vez mais seguras nesse meio, instituições financeiras estão adotando a computação cognitiva na área de segurança.

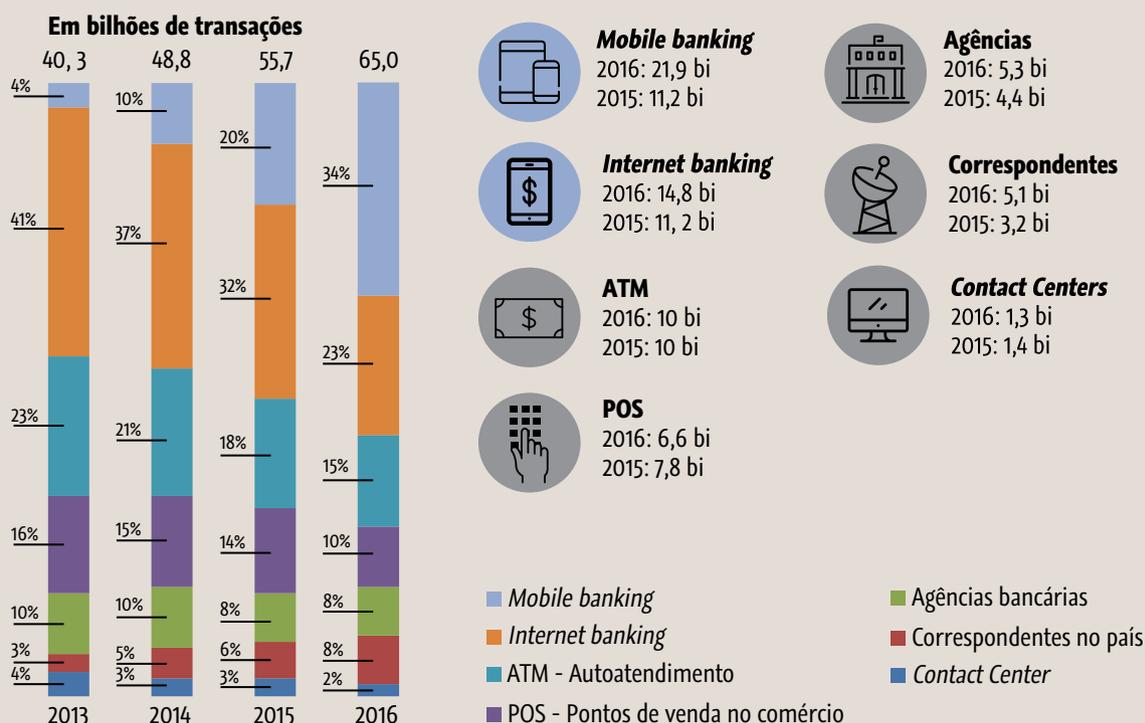
No Banco do Brasil (BB), 11,5 milhões de usuários utilizam o *mobile* para fazer transações; 47% delas são realizadas pelo *mobile* e cerca de 20% pela *web*, por meio do *internet banking*. Por isso, o BB vem investindo alto em tecnologia. Desde 2010, o aporte foi de R\$ 18,7 bilhões nessa área. Os clientes dos segmentos de alta renda foram os primeiros a experimentar as formas de aplicação da inteligência artificial, em 2016.

Por meio de um aplicativo da instituição financeira, os correntistas realizam transações por *smartphones* utilizando a biometria da voz gravada no sistema. Esse reconhecimento é feito por meio da memorização da voz do usuário pelos computadores. Um assistente virtual permite a conversa sobre os procedimentos, a voz é interpretada e analisada pela solução cognitiva que oferece a função desejada, por meio de um diálogo com o cliente.

A solução traz comodidade e mantém o mesmo nível de segurança, pois as autenticações e senhas são mantidas da forma tradicional.

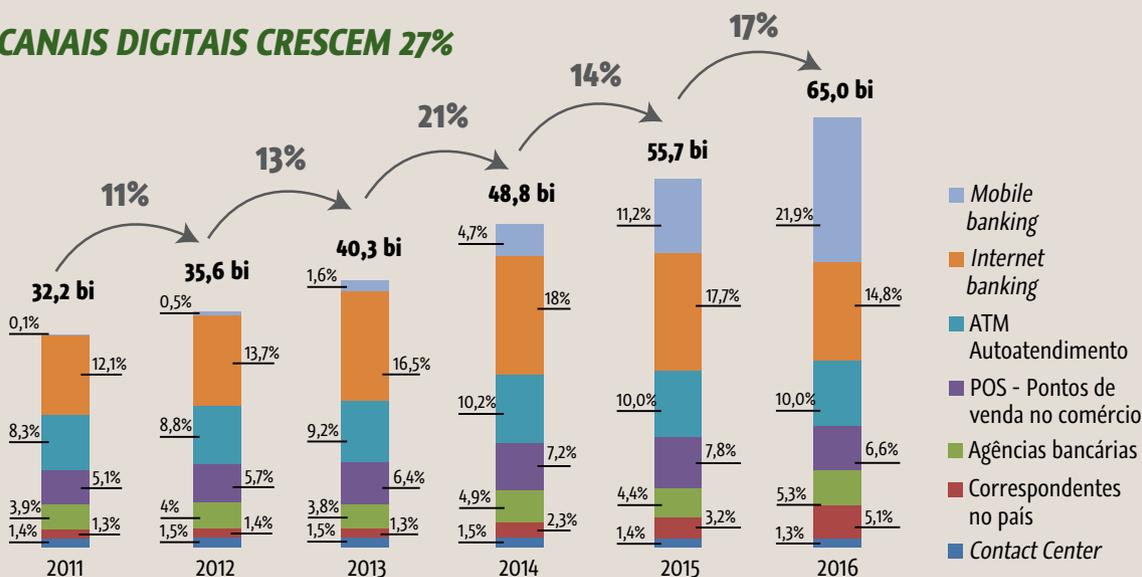
Isso é possível porque, com a computação cognitiva, há cruzamento de grandes volumes de dados que geram análises e respostas, criadas com base na decodificação de padrões, hábitos e interpretação de comandos acionados pelo cliente.

MOBILE BANKING JÁ REPRESENTA UM TERÇO DAS TRANSAÇÕES BANCÁRIAS



Fonte: Febraban (<https://portal.febraban.org.br/pagina/3106/48/pt-br/pesquisa>)

CANAIS DIGITAIS CRESCEM 27%



Fonte: Febraban (<https://portal.febraban.org.br/pagina/3106/48/pt-br/pesquisa>)

O primeiro a acreditar

O potencial da inteligência artificial e da computação cognitiva também tem sido explorado pelo Bradesco. A instituição financeira foi a primeira do Brasil a investir na tecnologia, depois que firmou parceria com a IBM, em outubro de 2014. Na época, o Bradesco passou a integrar o Watson Global Advisory Board, conselho global de empresas que trabalha com computação cognitiva, e passou a ter papel decisivo no direcionamento da nova tecnologia. Depois disso, a IBM investiu no aprendizado do português como segundo idioma utilizado pela máquina, que já era alfabetizada em inglês.

“É uma mudança fundamental tanto para a TI quanto para o negócio. Percebemos que os sistemas computacionais estão evoluindo de um contexto determinístico e programático para um paradigma de inteligência artificial e computação cognitiva. Essa mudança nos traz possibilidades de soluções que até pouco tempo só existiam em ficção científica”, ressalta Marcelo Câmara, gerente do Departamento de Pesquisa e Inovação do Bradesco. Ele falou sobre o tema no Ciab Febraban – Congresso e Exposição de Tecnologia da Informação das Instituições Financeiras, realizado em junho, em São Paulo.

A primeira etapa do projeto consistiu em avaliar as oportunidades com o uso da computação cognitiva. “Inicialmente, olhamos para dentro do Bradesco, para identificar onde poderíamos aplicar a tecnologia. Decidimos abordar a central de atendimento aos funcionários de agência e auxiliá-los a atender melhor nossos clientes”, explica.

Para isso, o banco ensinou o sistema a responder perguntas dos próprios funcionários sobre as rotinas de trabalho e o batizou de Bia – Bradesco Inteligência Artificial. Agora, a Bia responde a 14 mil perguntas por dia sobre 60 produtos e serviços do Bradesco, ajudando a melhorar a interação e a agilidade na apresentação de respostas e na resolução dos problemas.

Depois de aprovado o conceito e dominada a aplicação da tecnologia, os próximos passos incluem usar o novo paradigma em iniciativas com outros públicos e outras áreas de negócio. Como a tecnologia é capaz de analisar um grande volume de dados, análises de tendências, padrões de comportamentos e *insights*, tirando conclusões com rapidez, precisão e eficiência nas operações, poderá ser usada em diversas frentes.

INVESTINDO NO FUTURO

Lançado em 2016, o fundo de investimento em participações Bradesco Multiestratégia InovaBra conta com R\$ 100 milhões de capital proprietário do banco e faz parte do programa InovaBra Ventures. Recentemente, a Semantix, empresa que oferece soluções e consultoria utilizando tecnologia de computação cognitiva, e a Rede Frete Fácil, uma espécie de “Uber” de caminhões para contratação de frete de carga, foram selecionadas para receber os primeiros aportes de um fundo do Bradesco, que compõe a estratégia do banco de investir em *startups* no Brasil e no exterior.



Tecnologia criada pela Agrosmart permite obter, em tempo real, dados de toda a propriedade, como o desenvolvimento das plantações, utilizando apenas um ponto com sinal

Um olho na terra e outro na tela

Mariana Vasconcelos, 25 anos, cresceu vendo a família lidar, diariamente, com os desafios que a vida no campo impõe. Desde muito nova, acompanhou os trabalhos do pai, Marcos, 57 anos, no plantio de milho e na pastagem na fazenda da família, localizada em Itajubá, no Sul de Minas Gerais. Graduada em Administração pela Universidade Federal de Itajubá, Mariana sempre foi apaixonada pela área de tecnologia da informação (TI). Trabalhou em vários projetos que utilizavam o conceito de internet das coisas. Até que, em 2014, começou a pensar na possibilidade de aplicá-lo no agronegócio.

Afinal, no campo, as tomadas de decisão do pai, assim como de muitos outros produtores rurais que conhecia, sempre foram guiadas pela intuição ou pelos conhecimentos transmitidos de geração a geração. Hoje, felizmente, a tecnologia já faz parte do agronegócio e tem contribuído para ajudar os homens do campo a otimizar os processos e a reduzir os custos.

Ainda naquele mesmo ano, a ideia da jovem tomou forma com a criação da *startup* Agrosmart. Com o

slogan “Cultivo inteligente”, a empresa está sediada em Campinas (SP) e conta, atualmente, com 18 colaboradores. “O que mais me motivou a fundá-la foi a necessidade de entender melhor o ambiente a partir da análise de dados. Seria por meio desse entendimento que os produtores rurais teriam condições de tomar decisões mais assertivas, que trariam mais ganhos, flexibilidade e conectividade para a plantação”, explica.

Como boa empreendedora, sempre pensou que a aplicação de novas tecnologias no segmento seria promissora. “Sabia que haveria espaço para elas, considerando que o mercado representa grande parte da economia brasileira e que possui, portanto, muitas oportunidades de crescimento”, diz.

Os trabalhos iniciais da empresa aconteceram na fazenda do pai de Mariana. Primeiramente, foram realizados diversos tipos de testes com os principais sensores existentes no mercado à época. “Após selecionarmos aqueles que apresentavam resultados

confiáveis, percebemos que tínhamos um obstáculo a vencer, que era o da conectividade, ou seja, tínhamos que ser capazes de acessar os dados gerados pelos sensores virtualmente”, explica Mariana.

A partir de então, a Agrosmart se focou no desenvolvimento de um *hardware* próprio, capaz de ler os sensores e de enviar os dados aos usuários, a longa distância, sem necessidade de internet ou de sinal de celular. “Criamos uma tecnologia que possibilitava obter os dados de toda a propriedade utilizando apenas um ponto com sinal. Com isso, passamos a ter muitos dados sobre o clima e o desenvolvimento das plantações, em tempo real”, relembra.

Gestão sustentável

O próximo desafio foi pensar em maneiras para organizar esses dados. A crise hídrica vivida no Brasil, em 2015, foi percebida como uma oportunidade para o crescimento do negócio. Com o intuito de ajudar os agricultores a otimizarem o uso da água, a empresa elaborou os primeiros algoritmos para reduzir o uso desse recurso nas propriedades rurais. “Por meio deles, descobrimos a quantidade de água necessária para cultivar cada tipo de talhão, que é uma pequena área de terra empregada para o cultivo”.

Na sequência, esses algoritmos foram validados na fazenda de Marcos, onde os resultados da aplicação deles se mostraram bem positivos: 30% de economia nos consumos de água e de energia e 9% no aumento da produtividade. “Logo, outros produtores abriram as portas para que pudéssemos melhorar e criar mais coisas”, recorda. Foi por meio da bagagem adquirida com as experiências realizadas na fazenda da família e do aprendizado conquistado com os novos clientes que a Agrosmart criou, também em 2015, uma plataforma própria, capaz de auxiliar os produtores rurais a fazer uma gestão mais assertiva, sustentável e inteligente.

Mariana ressalta que a tecnologia não é, nem deve ser, inimiga dos homens do campo. “Nesse caso, ela tem o papel de empoderá-los, dando mais autonomia a eles. Eles têm tradição, observação e anos de experiência. Essa bagagem precisa ser levada em conta e deve ser vista como uma aliada da tecnologia”, defende. Por meio da plataforma, é possível, por exemplo, ter acesso às imagens no formato Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), que, em português, significa Índice de Vegetação da Diferença Normalizada, responsável por analisar as condições da vegetação por meio do sensoriamento remoto. “De forma prática, essas imagens fornecem informações para que o usuário tenha condições de avaliar a saúde da plantação”, conta.

EXPERIÊNCIA RICA

Em 2015, **Mariana Vasconcelos** foi selecionada entre mais de 500 pessoas para representar o Brasil como bolsista na Singularity University, universidade californiana ligada à agência espacial Nasa. “Possibilitou-me pensar como as tecnologias de ponta podem ser utilizadas para resolver os principais desafios e problemas vivenciados pela humanidade. Esse aprendizado fez com que eu refletisse sobre o trabalho da Agrosmart, tanto no que diz respeito ao desenvolvimento de novas tecnologias quanto aos impactos que ela provoca”, relata.

Além disso, a plataforma também possibilita que o agricultor saiba o volume de água necessário para a irrigação dos cultivos. “Esse dado é baseado na quantidade real de água de que determinada planta precisa, de forma a evitar desperdícios. Assim, ele reduz drasticamente o uso de água e de energia, aumentando, conseqüentemente, a produtividade da propriedade. Tudo isso só é possível por meio da interação entre a plataforma e o agricultor, cujos conhecimentos são sempre levados em conta na hora da parametrização do *software* e durante o acompanhamento dos trabalhos”, ressalta.

Atualmente, os principais clientes da Agrosmart são produtores rurais, de diferentes portes, atuantes em sete estados: Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo, Bahia, Rio Grande do Sul, Paraná e Mato Grosso do Sul. A empresa também opera, hoje, no México e em Israel. “Estamos investindo para crescer ainda mais no Brasil e para chegarmos à América Latina e ao Quênia, na África”, planeja Mariana.

Embrapa investe em conectividade de dados

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, reconhece a importância da aplicação da computação cognitiva no segmento, como aliada da sustentabilidade. O maior desafio, hoje, no entanto, conforme destaca a chefe-geral da Embrapa Informática Agropecuária, Sílvia Maria Fonseca Silveira Massruhá, é criar uma plataforma que permita a interoperabilidade,

a organização e a conectividade dos dados estruturados e não estruturados, gerados pelas mais diversas fontes, como produtores rurais, cooperativas, empresas públicas e privadas e governo.

“Acreditamos que um método de computação cognitiva tem que ser, ao menos parcialmente, ‘bioinspirado’. Ou seja, deve tentar simular a forma como o ser humano processa a informação”, destaca.

Os investimentos para a gestão desses dados já começaram e, inclusive, já resultaram em vários projetos. Um deles é o site www.agritempo.gov.br, também disponível na plataforma móvel (<https://play.google.com/store/apps/details?id=br.embrapa.agritempo>).

Ambos fornecem informações sobre as condições climáticas e meteorológicas, muito impactantes para o cultivo das plantações e, portanto, de grande relevância para os produtores rurais. “Além de influenciar o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade das culturas, o clima afeta também a relação das plantas com insetos e microrganismos, favorecendo ou não a ocorrência de pragas e de doenças”, ressalta.

Agrishow

Neste ano de 2017, a Agrosmart estreou na Feira Internacional de Tecnologia Agrícola, a Agrishow, considerada um dos principais eventos brasileiros voltados à tecnologia agrícola. Durante os dias 1º e 5 de maio, em Ribeirão Preto (SP), o estande da empresa mostrou uma fazenda inteligente.

AGRICULTURA DIGITAL EM DEBATE NACIONAL

Cada vez mais, a agricultura digital tem ganhado espaço no mercado. Exemplo disso será a 11ª edição do Congresso Brasileiro de Agroinformática, cujo tema é “Ciência de dados na era da agricultura digital”. Promovido pela Associação Brasileira de Agroinformática e pela Sociedade Brasileira de Computação (SBC), o evento será organizado pela Embrapa Informática Agropecuária, em parceria com o Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura (Cepagri), a Faculdade de Engenharia Agrícola (Feagri) e o Instituto de Computação (IC) da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Será realizado entre os dias 2 e 6 de outubro, no Centro de Convenções e na Casa do Lago da Unicamp, em Campinas (SP).

O principal objetivo será dividir com os participantes as inovações e os resultados de pesquisa mais relevantes na área. “Será uma oportunidade de compartilhar conhecimentos sobre agroinformática, possibilitando novos negócios, parcerias e projetos”, afirma a coordenadora geral do evento, a pesquisadora da Embrapa Informática Agropecuária, Luciana Alvim Santos Romani.

A programação incluirá mesas-redondas, painéis, palestras, exposições, apresentações de trabalhos científicos e concursos. Haverá também a exposição de empresas de Campinas e região, concursos para o desenvolvimento de aplicativos e painéis para debater a internet das coisas e as relações entre os profissionais do mercado e da academia.

Amplo apoio ao aluno

Uma das principais diferenças entre as computações cognitivas e tradicionais é o uso de algoritmos avançados de *machine learning* (aprendizado de máquina, em português). Por meio deles, é possível, por exemplo, analisar e pensar como o ser humano. E, quando se quer obter novos conhecimentos, a troca de informações é fundamental nesse processo. A aplicação da computação cognitiva na educação apresenta muitas possibilidades para contribuir com o aprendizado dos alunos.

Na Fundação Dom Cabral (FDC), renomada escola de negócios com filiais em Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro, o uso da plataforma Watson, da IBM, já é uma realidade. Fundada há 41 anos, a instituição foi uma das pioneiras no uso dela junto aos alunos. O interesse em promover o debate sobre os impactos da tecnologia no ambiente dos negócios teve início em 2008, ano em que foi criado o Centro de Referência em Inovação Nacional (CRI Nacional).

Com o objetivo de propiciar o debate e o intercâmbio de experiências sobre as melhores práticas voltadas à in-

vação, o CRI é composto, atualmente, por 26 empresas, dentre elas, a IBM. Foi por meio dessa parceria já firmada com a empresa americana que a FDC possibilitou que os participantes do Programa de Gestão Avançada (PGA) interagissem com a famosa Watson. A experiência aconteceu em agosto de 2016.

Direcionado a líderes organizacionais que trabalham na alta administração, o PGA é resultado de uma parceria entre a FDC e a escola francesa Insead, referência mundial em educação corporativa. O foco do curso é discutir assuntos relacionados à competitividade global. E, como não poderia deixar de ser, a tecnologia faz parte dessa pauta. “A inclusão de temas relacionados à tecnologia se fez muito necessário para que os executivos pudessem entender os impactos dela nos segmentos onde atuam, principalmente quando levamos em consideração que as informações das organizações estão cada vez mais digitalizadas”, explica a professora responsável pelo PGA, Marta Outeiro Moutinho Teixeira Pimentel.

Novo laboratório

Para este ano, a Fundação Dom Cabral continuará usando a plataforma Watson no Programa de Gestão Avançada, para enriquecer o aprendizado dos alunos. Além dessa tecnologia, que é um dos principais exemplos da aplicação da computação cognitiva, a instituição também está apostando em outros campos de estudo, como o das realidades virtual e aumentada e o de drones.

Ainda em 2017, a instituição planeja inaugurar um laboratório no *campus* Alphaville, no município de Nova Lima, em Minas Gerais, para desenvolver essas novas tecnologias. Batizado de Digital Lab, o espaço pretende propiciar experiências imersivas aos alunos. “Nossa proposta é trazer para a sala de aula experiências cada vez mais ‘reais’, nas quais as pessoas consigam interagir

com os mais diferentes cenários externos, aprendendo com eles e tomando as decisões mais assertivas para o próprio negócio. Mais ainda, elas serão estimuladas a usar a emoção e todos os outros sentidos nessas tomadas de decisão”, diz a professora Marta Pimentel.

Como grande entusiasta da área de tecnologia, a professora possui uma visão bastante otimista no que diz respeito ao uso dela no campo da educação, sendo um complemento à sala de aula. “Está aí para somar, e não acredito que irá acabar, um dia, com as salas de aula. A presença do professor tem e sempre terá uma função muito importante e específica, que é a de estimular o debate e a compreensão das pessoas sobre os mais variados temas”, conclui.

Projeto do Digital Lab, laboratório da Fundação Dom Cabral, previsto para ser inaugurado no campus Alphaville, em Nova Lima (MG)



Divulgação FDC

Uso do Watson

Na Fundação Dom Cabral, inicialmente, a plataforma Watson foi alimentada com informações relevantes sobre os mais diversos cenários geopolíticos vivenciados àquela época. Esse processo, que levou cerca de seis meses, foi fruto de trabalho conjunto entre a IBM e a FDC. Finalizada essa etapa, os participantes do Programa de Gestão Avançada puderam interagir com a plataforma, elaborando questionamentos com o intuito de descobrir como se configurará, no futuro, o segmento em que cada um deles atua.

Por esse ter sido um experimento inicial, a professora **Marta** destaca que houve situações em que a plataforma não foi totalmente assertiva nas respostas. Porém, ela diz que esses “erros” não tiraram o brilho da aplicação do Watson no PGA. “Essa experiência mostrou aos participantes que a tecnologia não é parte de um futuro distante, muito pelo contrário, já está no nosso cotidiano, hoje. Portanto, ela deve ser pensada e integrada à estratégia de qualquer negócio, independentemente da área de atuação”, destaca.

Um dos alunos que experimentaram o uso da plataforma pela primeira vez foi o diretor-geral de Habitacional e Rural do Grupo Segurador Banco do Brasil e Mapfre, Wady Cury. “Utilizar o Watson foi como lidar com um ‘bebê especial’, dotado de altíssima capacidade cognitiva. Assim como acontece com uma criança, que, quanto mais você



Divulgação FDC

a nutre de informações e experiências, mais desenvolvida fica, penso que ocorre com a plataforma”, compara.

Uma das vantagens do uso do Watson, segundo o executivo, é a diversidade de cenários que ele pode apontar diante dos questionamentos feitos pelos usuários. “Além de mostrar uma infinidade de caminhos para solucionar uma situação, ele os apresenta com uma rapidez impressionante. Foi muito revelador ver como uma tecnologia desenvolvida pelo homem pode pensar de forma tão semelhante a ele”.

Questionado se a plataforma poderá substituir, um dia, a figura do gestor, Wady é enfático. “Acredito que não, pois, embora ela aponte os caminhos, a escolha final sempre estará a cargo do ser humano. Afinal, o *feeling* para a tomada de decisão e a bagagem são atributos exclusivos nossos”, considera.

PROJETO PIONEIRO

Ensinar programação para os jovens de uma forma atrativa, simples e fácil. Esse é o objetivo do projeto CodeLife, idealizado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig). A iniciativa prevê o lançamento de uma plataforma *online* com desafios de programação direcionados aos alunos do ensino médio. Além dos desafios, ela também disponibilizará conteúdos específicos para o aprendizado para a formação básica como desenvolvedor *front-end*, *back-end*, *designer* e analista de dados.

“Tal como o inglês se tornou fundamental nos dias de hoje, acreditamos que a programação será a linguagem do futuro. Por representar a lógica da computação, a programação é um conhecimento muito válido para qualquer profissional, independentemente da área de atuação. Portanto, o CodeLife é

uma iniciativa que contribuirá também para a empregabilidade desses jovens”, ressalta o presidente da Fapemig, Evaldo Vilela.

O primeiro passo foi o lançamento, em maio, de uma Splash Page (www.codelife.tech), que é uma página-conceito em que os interessados terão que resolver um desafio básico de programação. Por meio dela, eles também deixarão os relatos sobre as experiências. A partir desses contatos, a Fapemig irá disponibilizar conteúdos para serem testados ao longo deste ano e, assim, conseguir desenvolver uma plataforma que realmente alcance os interessados. “Além da plataforma, tentaremos identificar parceiros que possam oferecer formação complementar para os alunos que mais se destacarem, formar fóruns específicos para discussão e realizar, futuramente, competições entre escolas”, planeja Vilela.



Bruno Favery

Entre os meses de abril e junho, visitantes da Pinacoteca puderam fazer perguntas a um assistente cognitivo sobre sete obras de arte do acervo, por meio do aplicativo mobile “A voz da arte”

Estímulo às artes

O uso da computação cognitiva vai muito além da aplicação em diferentes áreas profissionais. Hoje, essa tecnologia também está muito próxima do nosso cotidiano. Exemplo recente foi a utilização da plataforma Watson, da IBM, no projeto “A voz da arte”, realizado na Pinacoteca de São Paulo (SP), entre os meses de abril e junho deste ano. Com o intuito de celebrar o centenário da empresa no país, foi criado um sistema próprio – um assistente cognitivo –, capaz de responder às perguntas dos visitantes sobre sete obras de arte do acervo. São elas: Mestiço, de Cândido Portinari (1934); Saudade, de Almeida Junior (1899); Ventania, de Antonio Parreiras (1888); São Paulo, de Tarsila do Amaral (1924); O Porco, de Nelson Leirner (1967); Bananal, de Lasar Segall (1927); e Lindonéia, a Gioconda do subúrbio, de Rubens Gerchman (1966).

Ao proporcionar às pessoas uma experiência mais próxima e personalizada junto às obras selecionadas, o projeto tinha a expectativa de aumentar o interesse dos brasileiros pela arte. Estudos feitos pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), realizados em 2010, apontaram que 70% dos brasileiros nunca foram a um museu ou a um centro cultural. “As curiosidades sobre as obras que selecionamos são inúmeras, e conversar com elas seria uma forma individualizada e estimulante de aprender. O objetivo final é que as pessoas terminassem a visita entendendo um pouco mais sobre arte e com a experiência de que o museu é, sim, divertido”, afirma a executiva de comunicação externa da IBM Brasil, Fabiana Galetol.

“Em um mundo tão tecnológico, os museus não poderiam ficar para trás. A Pinacoteca está sempre se reinventando e criando estratégias para falar com seus públicos. A parceria entre a Pinacoteca e a IBM representa esse esforço, que resultou em uma ação inédita,

interativa e acessível”, ressalta o diretor de Relações Institucionais da Pinacoteca de São Paulo, Paulo Vicelli.

Funcionamento

Ao chegar à Pinacoteca, o visitante recebia um *smartphone* com fone de ouvido e o aplicativo *mobile* do projeto “A voz da arte”, já instalado no aparelho. Ao andar pelo museu, o público era notificado sobre a proximidade de obras interativas e era estimulado a fazer perguntas sobre a obra que estivesse mais próxima. Toda interação foi realizada por áudio e voz, em português. Deficientes auditivos também puderam participar da experiência por meio de conversa escrita (*chat*).

Para identificar a aproximação do público junto às obras, foram instalados sensores de Beacon, que é um dispositivo *bluetooth* de geolocalização que permite interação pelo *smartphone*. Já o aplicativo é um *chatbot* cognitivo que utiliza sistema de voz e de entendimento da linguagem humana, por meio de serviços de inteligência artificial da IBM que estão na plataforma em nuvem IBM Bluemix.

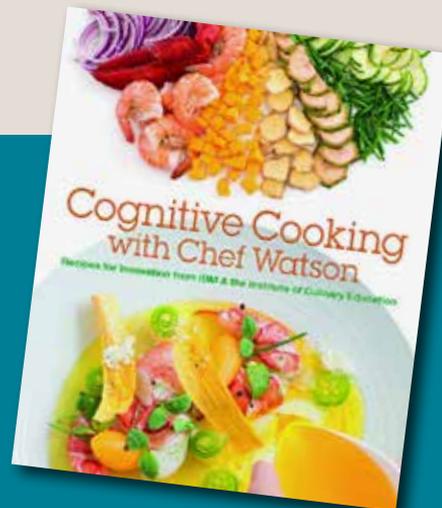
A psicóloga Andrea Fernanda Silva Veloso, 41 anos, visitou a exposição “A voz da arte” com as filhas Júlia, 16 anos, e Gabriela, 11 anos. “Achei muito interessante, pois, ao permitir que interajam e façam perguntas sobre as obras, a tecnologia estimula as pessoas a terem um olhar ainda mais curioso e prazeroso”, relata Andrea. Ela conta que a filha mais velha fez questão de filmar, com o celular, a própria experiência para compartilhar com as amigas. “No caso, ela escolheu a obra de Tarsila do Amaral, artista que ela já havia estudado na aula de Artes do colégio”, diz.

Lugar de computador é na cozinha

Você já imaginou degustar uma sobremesa que usa como ingredientes alho-poró, batata-doce e chocolate? Parece improvável, mas juntos eles fizeram parte da receita vencedora do concurso de culinária promovido pela Universidade Anhanguera, de São Paulo, entre os estudantes de Gastronomia. A competição desafiou os alunos a utilizarem o aplicativo Chef Watson para a elaboração de receitas inéditas.

Desenvolvido pela IBM, o Chef Watson está revolucionando a cena gastronômica, uma vez que foi treinado para oferecer as melhores combinações químicas entre alimentos que geram sabores para agradar o paladar humano. Para isso, a plataforma recebeu uma grande base de dados de receitas do *site* Bon Appétit, considerado um dos maiores do mundo no segmento.

Por meio do aplicativo, o usuário pode escolher os nomes dos ingredientes que deseja usar, assim como os que não quer, o tipo e a nacionalidade do prato. Um pequeno ícone indica o quanto os ingredientes possuem em comum. Além dos compostos de sabor, o aplicativo leva em conta a frequência com que ingredientes aparecem juntos. Quanto mais incomum a combinação, maior será a “surpresa”. Um *strudel* pode levar cereja e nozes ou *cranberry* e gergelim, por exemplo.



LANÇAMENTO DE LIVRO

Além do aplicativo, os amantes da gastronomia também podem manter contato com o Chef Watson por meio do livro “Cognitive cooking with Chef Watson”, em português, “Cozinha cognitiva com o Chefe Watson”. O livro é a primeira publicação que tem como autor um chefe digital. Nessa primeira edição, foram reunidas 65 receitas dos mais diversos tipos e etnias, fruto de parceria entre a IBM e o Instituto de Educação Culinária de Nova Iorque (ICE).

Para criar as combinações inéditas, os cientistas da IBM e os chefes do ICE analisaram diversas receitas já existentes, gostos e cheiros das combinações químicas entre os alimentos e avaliaram quais ingredientes nunca foram usados em conjunto – e que, juntos, resultariam em pratos apetitosos. Além disso, o Chef Watson também é programado para identificar preferências culturais quanto a determinados alimentos e ainda analisar a composição nutricional dos alimentos, a fim de criar receitas gostosas e funcionais.

Aplicativo Chef Watson ajuda a criar receitas e indica o quanto os ingredientes possuem em comum



Banco de imagens IBM



Disponível em português, francês, inglês e espanhol, o Meeka ajuda os usuários na organização do casamento

Uma forcinha para os noivos

A organização de um casamento demanda dos noivos muito planejamento. Afinal, até chegar o dia de dizer o tão sonhado “sim”, eles precisam cuidar de muitos detalhes que extrapolam o orçamento, como a escolha dos serviços, do bufê, das bebidas e a elaboração das listas de convidados e de presentes. E foi após vivenciar essa estressante experiência nos próprios casamentos que os gaúchos Márcio Acorci, 34 anos, e Daniel Tamiosso, 29 anos, tiveram a ideia de oferecer um serviço que fosse capaz de centralizar todas as etapas que envolvem o grande evento. “Identificamos que era uma necessidade de muitos outros noivos”, relembra Daniel.

Era 2010 quando começaram os primeiros trabalhos para o desenvolvimento desse serviço, com o objetivo inicial de auxiliar o planejamento dos casamentos dos criadores da ferramenta. Quatro anos mais tarde, Márcio e Daniel fundaram a *startup* MeCasei.com. “Em 2014, decidimos abandonar os nossos empregos para nos dedicarmos integralmente a esse projeto, após identificarmos que esse serviço poderia ser altamente comercializado”, recorda.

O primeiro passo foi o lançamento, naquele mesmo ano, do *site* MeCasei.com (www.mecasei.com), para facilitar a jornada de outros noivos até o altar. Com pouco mais de dois anos de fundação, a empresa registra, atualmente, mais de 200 mil usuários atendidos. Para Daniel, que ocupa o cargo de diretor de Tecnologia da *startup*, esse sucesso é reflexo de um mercado que está sempre em crescimento. “É que nunca sai de moda”, ressalta.

Com o intuito de otimizar ainda mais o atendimento aos usuários e complementar os serviços prestados pelo *site*, a *startup* passou a usar a plataforma Watson para criar um serviço de assistente pessoal dentro do próprio serviço. O resultado foi o desenvolvimento do aplicativo Meeka, lançado em fevereiro de 2016. “É como se fosse um sistema de inteligência artificial nos moldes da Siri, da Apple, e do Cortana, da Microsoft, mas adaptado às utilidades do *site*. É um produto que vai ao encontro à principal missão da empresa, que é a de ser a melhor amiga dos noivos”, explica Daniel.

Os processos para criação do aplicativo tiveram início em julho de 2015, época em que a empresa participou do Programa Global de Empreendedorismo da IBM (IBM Global Entrepreneur, em inglês). “A partir dos conhecimentos que a nossa equipe já tinha sobre inteligência artificial, constatamos que o uso da plataforma Watson seria a melhor solução para a MeCasei.com. De lá para cá, o trabalho com a IBM rendeu bons resultados, e a empresa foi escolhida, em 2016, como uma das seis *startups* participantes do Programa Mais Inovadoras”, ressalta Daniel.

O aplicativo Meeka também está disponível por meio de um *chatbot* dentro do Facebook Messenger, desde abril de 2016. Disponível em português, francês, inglês e espanhol, o Meeka ajuda os usuários respondendo às mais diversas perguntas que envolvem a organização do evento, como, por exemplo: “quantos convidados já confirmaram presença no meu casamento?”, “quanto eu ainda tenho de dinheiro?” e “quais minhas próximas atividades?”.

Em média, por mês, o Meeka é utilizado por mais de 1.000 pessoas e possui uma taxa de acerto nas respostas entre 70% e 80%. No entanto, apesar dos bons resultados, Daniel reconhece que as empresas ainda têm muitos desafios para vencer na área de computação cognitiva. “Estamos ainda numa fase muito embrionária, de experimentação, de testes iniciais de tecnologia e de aplicabilidade ao consumidor final”, conta.

Para o futuro, Daniel ainda prevê que a computação cognitiva será afetada pela aplicação do conceito da computação afetiva, campo da informática que visa dar aos computadores a habilidade de captar as emoções e os sentimentos dos usuários. “No caso da MeCasei.com, o uso da computação afetiva poderá nos ajudar, num primeiro momento, a entregar um planejamento totalmente único e customizado em todas as dimensões do casamento. Num segundo momento, ela permitirá a automação completa dele, fazendo o uso de robôs de *conciêrgue* para a realização do cerimonial do evento”, prevê.

Governo de Minas intensifica controle de cargas com tecnologia

De norte a sul, de leste a oeste, os mais diversos tipos de mercadorias circulam pelas rodovias brasileiras. Alimentos, bebidas, medicamentos, móveis, eletrodomésticos, veículos e outros vários itens que nos trazem conforto e bem-estar movimentam diariamente as estradas e, por isso, elas precisam ser muito bem monitoradas. Somente em Minas Gerais, são aproximadamente 40 mil quilômetros de estrada, o que concede ao estado o título de maior malha rodoviária do Brasil. Fora isso, Minas também faz divisa com os estados de Rio de Janeiro, São Paulo, Espírito Santo, Bahia, Goiás, Mato Grosso do Sul e com o Distrito Federal, tornando os desafios de controle e de fiscalização de cargas ainda maiores.

Com o intuito de fazer uma gestão ainda mais assertiva das cargas que circulam pelo território mineiro, órgãos como Secretaria de Estado de Fazenda (SEF), Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão (Seplag), Secretaria de Estado de Segurança Pública (Sesp), Polícia Militar de Minas Gerais (PMMG), Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA) e Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais (BDMG) se mobilizaram para investir, juntos, em tecnologias da informação e da inteligência artificial. Esse projeto, que também conta com o envolvimento da Prodemge, irá contribuir não só com a segurança,

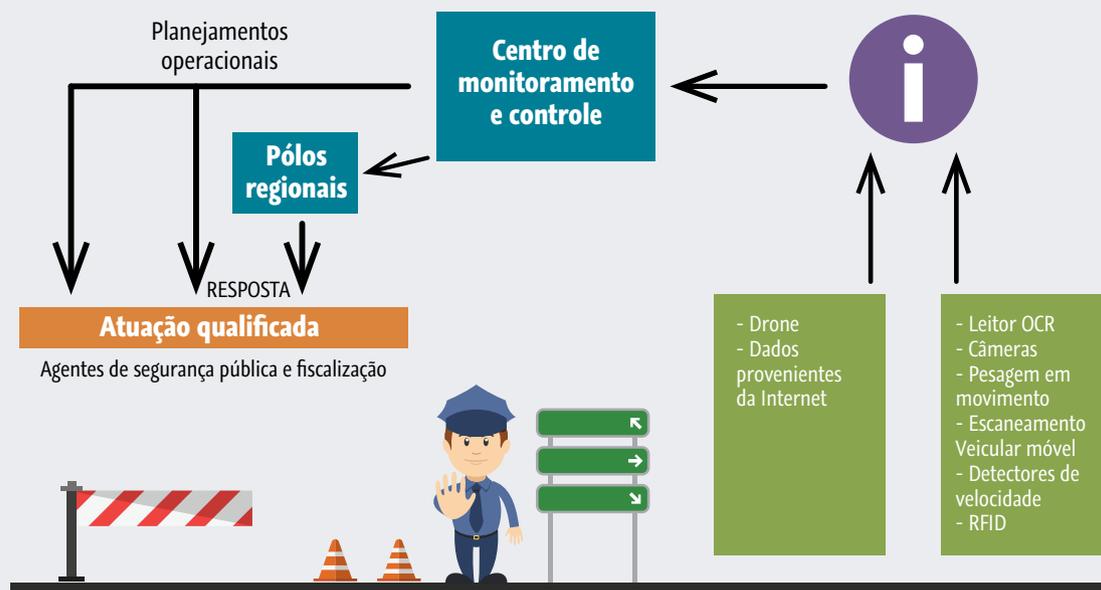
mas também com os trabalhos de fiscalizações sanitária e tributária das mercadorias que trafegam no estado.

Batizada de Plataforma Tecnológica para Fiscalização, Monitoramento e Ações nas Áreas Tributária, de Segurança Pública, de Controle Sanitário e de Operação Viária, a tecnologia prevê a implantação de pontos de captura, com leitores de imagens editáveis e detectores de velocidade, nas entradas e saídas das principais cidades e nas proximidades das centrais atacadistas. Serão 365 locais fixos, além de 21 pontos móveis de captura, sendo que, em oito deles, haverá equipamentos de escaneamento veicular. O aparato também inclui 50 viaturas policiais com equipamentos embarcados e 20 balanças de pesagem de veículos em movimento.

Por meio da iniciativa, prevista para iniciar o funcionamento no próximo ano, será possível identificar se um carro é roubado, podendo informar, com bastante rapidez, a ocorrência à unidade da PMMG mais próxima para as devidas providências. Também terá condições de monitorar se o veículo já passou, por mais de uma vez, por locais onde ocorreu algum delito, dando indícios de que ele pode estar sendo usado para práticas criminosas.



OPERAÇÃO ESTADUAL COM O APOIO DE SISTEMAS TECNOLÓGICOS DE FISCALIZAÇÃO E MONITORAMENTO - MODELO OPERACIONAL



BENEFÍCIOS DA PLATAFORMA

- Uso de técnicas de inteligência artificial para obtenção de indícios que possam subsidiar uma ação mais assertiva para as áreas de segurança pública e das fiscalizações tributária e sanitária.
- Implantação de uma solução integrada de captura e armazenamento de dados, permitindo o tratamento das informações e as ações de diferentes órgãos estaduais no que diz respeito à melhoria da segurança e à

prevenção de atos ilícitos nas rodovias e vias públicas das grandes cidades mineiras.

- Maior agilidade às ações executadas, com a disponibilização de informações em tempo real para os agentes públicos.
- Utilização do potencial do estado em inteligência analítica, permitindo o desenvolvimento de ações preventivas e proativas.

Para o chefe do Gabinete Militar do Governo de Minas Gerais, coronel PM **Fernando Antônio Arantes**, a plataforma contribuirá bastante para os trabalhos da PMMG nas rodovias. “Hoje, o método tradicional de abordagem policial se dá, primeiramente, observando-se as estatísticas criminal e de acidentes que nos apontam os locais de maior necessidade de atuação. Alia-se a essas informações a experiência profissional, que pode nos apontar alguma situação anormal. Com a nova tecnologia, teremos informações precisas, por meio de análises automatizadas de banco de dados, dos veículos que passarão pelos pontos com certa antecedência, possibilitando abordar aqueles com informações qualificadas e pontuais, o que nos poupa um precioso tempo”, destaca.

Além de contribuir para uma rápida intervenção dos agentes policiais, quando necessário, a plataforma tam-



Gabinete militar do governador



bém ajudará na prevenção de futuros delitos. Com base nas informações fornecidas por ela, confirmando ou não o envolvimento de determinado veículo em um crime, a plataforma fará uso de algoritmos, de forma automática, permitindo resultados ainda mais assertivos no futuro. “Uma aplicação possível será na identificação, no estado, de carros clonados. Pela plataforma, conseguiremos identificar os locais em que determinado veículo trafegou. Se constatamos que uma mesma placa foi identificada em pontos muito distantes, em um curto intervalo de tempo, teremos indícios fortes para suspeitar que trata-se de um veículo clonado”, explica o coronel.

Aliás, o caráter preventivo da plataforma, será um dos grandes diferenciais do projeto, destaca o diretor de Infraestrutura e Produção da Prodemge, **Pedro Ernesto Diniz**. “Ela permitirá o cruzamento das informações contidas nos bancos de dados dos vários órgãos que estão envolvidos nesse projeto. Ao possibilitar a integração dos dados oriundos de diversas áreas de conhecimento do estado, será possível tomar decisões mais assertivas e, assim, idealizar e implantar políticas de caráter preventivo”, explica.

Informações sobre o peso dos veículos de maior porte também poderão ser analisadas pela plataforma, sendo essenciais para as fiscalizações tributária e sanitária. “Esses dados serão muito importantes para comparar se o número informado corresponde ao peso esperado para determinado tipo de carga, evitando possíveis problemas de sonegação e de irregularidades sanitárias”, destaca o superintendente de Tecnologia da Informação da Secretaria de Estado de Fazenda de



Minas Gerais, **Oswaldo Lage Scavazza**. Essas informações, antes coletadas por meio de balanças, agora, serão feitas por meio de um *chip* posicionado em um dos pontos de captura. “Será uma grande evolução”, comenta Pedro Ernesto.

Os dados coletados pela plataforma serão armazenados nos *datacenters* da Prodemge e da SEF e integrados, por meio de *links* (linhas de comunicação), aos bancos dos outros órgãos envolvidos, permitindo o acesso recíproco aos dados e aos sistemas hospedados nos *datacenters*. “A possibilidade de receber os dados coletados pela plataforma, no prazo mais curto possível, em tempo real, contribui para a celeridade do trabalho da SEF. Teremos condições de confrontá-los com as bases de dados existentes em nosso *datacenter*, protegido por sigilo fiscal, identificando eventuais indícios de sonegação”, finaliza Scavazza.

PARCERIA PÚBLICO-PRIVADA

Além da participação dos órgãos estaduais, a iniciativa também prevê a participação de uma empresa privada para a formalização de uma parceria público-privada (PPP). Para isso, foi aberto, pela Prodemge, um procedimento de manifestação de interesse (PMI). As interessadas preencheram documentação específica, para propor as tecnologias necessárias para implantação da plataforma. Após essa etapa, elas serão avaliadas e, futuramente, será elaborado edital de licitação para a escolha da selecionada. A previsão é que a empresa seja anunciada no final de 2017.

ENTREVISTA

Luciano Lemos

Gerente de Marketing de Produto da Fundação CPqD, atua com produtos de segurança da informação e com soluções de colaboração. Formado em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), mestre em Política Científica e Tecnológica pela mesma universidade e MBA em Gestão de Negócios pela Escola Superior de Administração, Marketing e Comunicação (Esamc).



Arquivo pessoal

Como as instituições financeiras estão utilizando a computação cognitiva?

As instituições financeiras têm aplicado computação cognitiva para melhorar os processos internos, a qualidade dos serviços prestados aos correntistas e a seus relacionamentos com os clientes. A computação cognitiva abre muitas oportunidades por possibilitar o processamento de grande volume de dados, com capacidade de aprendizagem e de identificação de padrões semelhante à do cérebro humano, além de permitir que o ser humano interaja com os sistemas por meio da linguagem natural, aumentando sua experiência.

Os projetos ainda estão na fase embrionária, com as instituições implementando serviços de assistentes virtuais que interagem de forma simples, por voz ou por texto, para resolver problemas pontuais, sanar dúvidas, orientar sobre determinados produtos e receber reclamações. Mas as possibilidades de aplicação são inúmeras, com potencial, por exemplo, de termos um assistente pessoal de investimentos que auxilia o correntista na tomada de decisão com base no perfil dele.

O que gerou esse interesse?

Podemos dizer que o mercado financeiro está vivenciando um período de transição. Os bancos, por exemplo, estão passando de uma fase na qual os canais digitais, como internet *banking* e *mobile banking*, estão consolidados por serem aplicações completas e já representam a maior parte das transações para uma fase de aposta na melhoria da experiência dos correntistas e sua fidelização, principalmente no que se refere à forma de disponibilizar os produtos e serviços.

Um grande atrativo para a adoção dessa tecnologia é o potencial de criação de soluções com capacidade de aprendizagem e de extração de novos dados, prioritariamente não estruturados, os quais seriam dificilmente tratados pelos sistemas de *software* tradicionais.

“O CPqD Antifraude é voltado para a prevenção e a detecção de fraudes em tempo real.”

Além de proporcionar melhor experiência para os clientes, um dos principais interesses no uso da inteligência cognitiva é o ganho de eficiência operacional. Por exemplo, um atendimento realizado por um assistente virtual de um banco pode trazer ganhos em padronização, escalabilidade e agilidade do atendimento aos correntistas. A ideia não é substituir totalmente o atendimento humano, mas concentrar boa parte da solução no assistente virtual, resolvendo os problemas mais simples ou que ainda não foram “ensinados” à máquina.

Quais bancos nacionais estão investindo nessa tecnologia e como?

O sistema financeiro brasileiro está normalmente na vanguarda da tecnologia. Podemos notar que muitas inovações tecnológicas, de modelos de negócio e de entrega de serviços são trazidas, principalmente, pelas *startups* da área financeira, conhecidas por *fintechs*, e pelos grandes bancos. Assim, atualmente, os grandes bancos e os bancos digitais são os principais investidores em soluções baseadas na computação cognitiva.

Como a computação cognitiva age para garantir a segurança nas transações bancárias?

Para o correntista, a segurança nas soluções cognitivas pode ser garantida com as formas tradicionais de autenticação, senhas, uso de módulos de segurança (com-

ponente seguro), *tokens* etc. No entanto, uma forte tendência na área de segurança dos correntistas é o uso da autenticação biométrica da voz e da face, que são formas que, além de seguras, trazem mais comodidade e melhor experiência aos usuários, principalmente em ambientes móveis, além de serem mais adequadas e naturais à forma de interação do usuário com um sistema cognitivo.

Para atender a essa demanda do mercado, o CPqD desenvolveu o CPqD Smart Authentication, cujo objetivo é verificar se uma pessoa é autêntica por meio dos atributos únicos da voz e da face, de forma natural e com segurança para prevenir fraudes. Com esse produto, é possível realizar a autenticação de clientes por diferentes canais de atendimento (*web*, móvel, telefone etc.), com um único sistema centralizado. Pode-se utilizar a autenticação por voz, face ou de forma combinada.

O CPqD desenvolveu também dois outros produtos que utilizam computação cognitiva para auxiliar no apoio à tomada de decisão com relação a um evento ou uma transação supostamente fraudulentos, protegendo o banco e o correntista. O CPqD Antifraude é voltado para a prevenção e a detecção de fraudes em tempo real, com monitoramento contínuo do comportamento dos usuários e clientes, com o suporte de tecnologias capazes de tratar grandes volumes de eventos em muitos canais diferentes. Estamos presentes em grandes bancos e redes adquirentes.

Outra solução de combate à fraude é o CPqD Componente Seguro, uma solução inovadora, transparente ao usuário, que tem como foco protegê-lo contra fraudes e *malwares* avançados, que atuam no dispositivo em que o usuário realiza as transações bancárias. Com a computação cognitiva, a solução é capaz de aprender o comportamento do correntista e identificar se é ele ou se é um *malware* quem executa a transação.

Quais soluções estão sendo utilizadas atualmente e quais os benefícios delas?

Seguem alguns exemplos de soluções que vêm sendo demandadas pelo mercado financeiro ou já estão sendo utilizadas.

Assistente virtual no *mobile banking*

Uma solução que se tornará comum, em breve, é a oferta de um assistente virtual para auxiliar os correntistas a navegarem no *mobile banking* via voz. O assistente será capaz de interpretar a intenção do cliente, independentemente da forma na qual ele se expresse, e devolverá uma resposta adequada, via texto ou voz.

“ É possível realizar a autenticação de clientes por diferentes canais de atendimento (*web*, móvel, telefone etc.), com um único sistema centralizado ”

Visando ao incremento da segurança e da comodidade do usuário, há demandas pela autenticação biométrica de voz.

Assistente virtual de treinamento de funcionários

A regulamentação do setor financeiro faz com que haja inúmeras normas e legislações que devem ser rapidamente assimiladas pelos funcionários, para que as instituições estejam *compliance* e também para atender bem e ganhar a confiança dos clientes. Um sistema de treinamento ou para tirar dúvidas regulatórias dos funcionários é bastante atrativo para as instituições financeiras.

Prevenção à fraude

O número crescente de fraudes e as maneiras inovadoras de se fraudar geram forte demanda por sistemas de prevenção à fraude, os quais são capazes de identificar uma possível fraude em uma transação a partir do comportamento do suposto correntista.

Solução de cobrança inteligente

Outra aplicação interessante e já em desenvolvimento para as instituições financeiras é uma plataforma de cobrança digital voltada para solução de cobrança. O objetivo é utilizar inteligência cognitiva para definição da melhor estratégia de cobrança para maximizar a recuperação de débitos, combinando canais digitais e atendentes humanos.

Assistente virtual para registro de sinistro

Um exemplo de aplicação da inteligência cognitiva na área de seguros é o uso de assistentes virtuais para atender a um sinistro. Nesse tipo de solução, o assistente virtual vai realizando algumas questões ao cliente e, com base em suas respostas, o atendimento vai sendo direcionado ao tipo de sinistro do cliente. Pode-se, de uma maneira muito rápida, enviar documentos, fotos, vídeos e outros conteúdos ao assistente de forma a obter aprovação do sinistro com agilidade, assim como informações sobre a indenização.

Agilidade para a Justiça

A computação cognitiva pode assegurar mais eficiência e agilidade para a área jurídica. Como os processos se repetem, apesar das particularidades e de todos serem julgados com base nas leis, a tecnologia pode facilitar o cruzamento das informações e proporcionar rapidez nas tomadas de decisões, pondo fim à máxima de que “a Justiça no Brasil é lenta”.

Enquanto a discussão prática ainda é incipiente em órgãos públicos e entidades, os escritórios de advocacia JBM e Mandaliti Advogados, de São Paulo, têm se dedicado ao assunto. A partir da necessidade de redução de custos e de aumento da eficiência e da produtividade, em 2013, os sócios José Edgard da Cunha Bueno Filho, Renato Mandaliti e Reinaldo Mandaliti e o administrador Rodrigo Mandaliti criaram a Finch Soluções, empresa que implanta robôs de captura de informação, automação e gestão de processos para negócios jurídicos.

Antes de a Finch ser criada, os escritórios de advocacia compartilhavam a plataforma BPO Jurídico e Tecnologia para execução dos serviços. Eram aproximadamente 480 pessoas responsáveis pela gestão da plataforma, que gerava cópias de todo o fluxo de informações relativas a esses processos e de todas as demais atividades de suporte para atuação dos advogados. As cópias envolviam mais de 320 mil processos dos escritórios (físicos e virtuais), totalizando quase 100 mil diligências por mês; aproximadamente 10 mil audiências mensais relacionadas a esses processos; 28 filiais; e mais de 5 mil escritórios correspondentes; além da alimentação dos *softwares* jurídicos dos clientes.

“A área de tecnologia possuía pouco mais 70 pessoas, que, além das atividades de *help desk* e de gestão dos servidores, desenhavam, implantavam e sistematizavam os processos de trabalho, desenvolviam todas as soluções de tecnologia da informação utilizadas pelos escritórios para execução dos serviços jurídicos. Esse desenvolvimento sempre foi feito em conjunto com os advogados dos escritórios, via times *cross-funcionais*, compostos por engenheiros de *software*, desenvolvedores, advogados, estagiários e auxiliares jurídicos”, explica o presidente da Finch, **Renato Mandaliti**.

Como exemplo, ele cita a criação de um *software* jurídico, em 2008, o Gracco, que permite o gerenciamento dos andamentos processuais, das fases, dos compromissos, dos agendamentos, das publicações, das peças processuais e dos relatórios gerenciais. “A elaboração desse *software* consumiu mais de 100 mil horas, entre reuniões e desenvolvimento efetivo”, destaca.

Outras tecnologias criadas pelo JBM/Mandaliti Advogados, em 2012, foram o primeiro *app* jurídico, que permite, por meio de *smartphone*, tratar fotos e transmiti-las diretamente para a pasta do processo, por meio do Gracco; e o primeiro sistema de elaboração automática de peças processuais a partir do uso de macros. Em fevereiro de 2013, antes mesmo de surgir a Finch, o escritório já possuía o primeiro robô de automação no mundo jurídico. Um ano depois, a empresa implantou o conceito de esteiras de trabalho com foco em determinadas atividades para otimização dos fluxos, tudo medido e controlado pelo Gracco.



Mônica Zanoni

“A plataforma consegue analisar milhares de decisões judiciais por minuto transformando-as, em uma planilha de Excel ou em gráficos mais sofisticados”

“Desafiar paradigmas, inovação e tecnologia sempre fizeram parte do nosso DNA. No começo de 2012, buscávamos uma solução para nos ajudar a preparar as ‘cartas de circularização’ para nossos clientes, que exigiam que nós nos posicionássemos a respeito das chances de perda de cada processo (provável, possível ou remota). Particularmente, eu não me conformava com a dificuldade de elaboração de uma análise mais precisa, com a indicação das chances de perda em termos percentuais, se tínhamos uma base de processos tão grande”, comenta Renato. Ele afirma que foi nesse momento que teve início o investimento em inteligência artificial. A versão *alfa* do sistema foi concluída no final de 2013.

Finch Soluções e a inteligência artificial

A Finch Soluções foi constituída a partir das áreas de BPO Jurídico e de Tecnologia, sendo uma empresa autônoma e independente do JBM/Mandaliti Advogados. “Do ponto de vista técnico, separamos as atividades não privativas de advogados que eram desenvolvidas pelas áreas de BPO Jurídico e de Tecnologia e as transferimos para a Finch, juntamente dos respectivos profissionais”, conta Renato. Em média, 68% a 72% das atividades envolvidas no processo de gestão e de controle do contencioso de volume não são privativas dos advogados.

Atualmente, a empresa utiliza a plataforma Finch Analytics, que adota técnicas de inteligência artificial, como processamento de linguagem natural, redes neurais, aprendizado de máquina, semântica indutiva, dentre outras. “Em linhas gerais, a plataforma trabalha na estruturação de dados, ou seja, ela classifica (lê, entende e interpreta) documentos jurídicos. Ela consegue, por exemplo, analisar milhares de decisões judiciais por minuto, transformando-as, literalmente, em linhas e colunas de uma planilha em Excel ou em gráficos mais sofisticados, a partir do uso de *softwares* de BI (*Business Intelligence*)”, exemplifica o presidente.

Em 2014, a empresa foi convidada pela Harvard Law School para participar de um seminário sobre tecnologias

disruptivas no mundo jurídico. Na ocasião, foi apresentado o funcionamento da plataforma, que leu, entendeu e interpretou mais de 13 mil decisões sobre planos médicos proferidas pelo poder Judiciário brasileiro.

Serviços

Os tipos de serviços oferecidos pela empresa vão desde leitura e classificação automática de documentos jurídicos de forma geral, passando por cadastro automatizado, identificação automática de advogados agressores (aqueles que possuem o maior número de ações contra uma determinada empresa), contingenciamento preditivo (prevê a decisão de um determinado juiz sobre uma determinada ação) e identificação dos argumentos vencedores nas causas julgadas favoravelmente às empresas.

“A inteligência artificial traz ganhos de eficiência e de produtividade e possui capacidade analítica que nenhum ser humano jamais sonhou em atingir. Por meio dela, é possível fazer correlações que antes não eram sequer cogitáveis, por exemplo, relacionar o impacto do trânsito e de dias chuvosos nas decisões tomadas pelos juízes nesses dias. É interessante? Muito. É relevante? Talvez”, analisa Renato.

Ele conta uma experiência com o uso da inteligência artificial, com a análise de 4.600 processos trabalhistas de um cliente, que forneceu apenas o CNPJ. “Nossa automação buscou todos os documentos desses processos trabalhistas, e a Finch Analytics leu e interpretou todos, criando uma base estruturada de dados. A partir daí, aplicamos um *software* de BI e obtivemos resultados impressionantes, como gráficos (*dashboards*), mostrando valores das ações, cargos que mais acionavam a empresa, número de processos, advogados que mais processavam a empresa. Tudo dividido por estados, varas do Trabalho, etc.”, conta. O prazo médio de execução desse trabalho foi de 15 dias. “Quantos advogados seriam necessários para realizar a mesma atividade no mesmo prazo?”, indaga.

Por tudo isso, os dados se tornaram o ativo mais importante da atualidade. No entanto, sem o uso da tecnologia de informação, eles não valem nada. Sobre o futuro da tecnologia, Renato afirma que não sabe ao certo o que esperar, mas acredita que os profissionais do Direito irão encontrar formas complementares de conviver com ela, pelos inúmeros benefícios que gera. “Ela permite decisões mais rápidas e mais bem-informadas, eliminando muito do *‘feeling* jurídico’. Acreditamos também no surgimento de novas especialidades no setor, como, por exemplo, o cientista de dados jurídicos. O fato é que nós, seres humanos, possuímos adaptação, criatividade e empatia, capacidades ainda não reproduzíveis pelas máquinas”, conclui.



Arquivo pessoal

Adriano Alonso Veloso

Professor-adjunto da Universidade Federal de Minas Gerais. Mestre e doutor em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Minas Gerais. Pós-doutor pela Universidade de Cornell (2013). Membro do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para a Web e membro afiliado da Academia Brasileira de Ciências.

Computação cognitiva e a perspectiva neuronal

Dirigir automóveis, compor músicas, interpretar imagens, reconhecer emoções, traduzir textos e fala. O que todas essas tarefas têm em comum? Primeiramente, são tarefas cognitivas, e, por isso, tipicamente, as associamos exclusivamente aos humanos. Mas outro fator em comum é que são tarefas crescentemente realizadas por máquinas, e, em diversas delas, as máquinas já conseguem sobressair ao desempenho humano, seja em termos de precisão seja em agilidade. Foi o que aconteceu, por exemplo, com o jogo de tabuleiro Go, um jogo muito mais sofisticado que o xadrez e do qual o melhor jogador do mundo, atualmente, é uma máquina.

Há muitos outros casos como esse e, por trás de todos esses casos, está um conceito chamado aprendizado de máquina. Trata-se de um conjunto de técnicas capaz de prover as máquinas da capacidade de realizarem tarefas mesmo que não tenham sido explicitamente programadas para tal.

De forma geral, o objetivo da disciplina de aprendizado de máquina é demonstrar que, com uma quantidade suficiente de dados e de processamento e juntamente com algoritmos sofisticados, as máquinas podem solucionar tarefas que apenas humanos são capazes de solucionar. Em particular, o aprendizado profundo é um ramo do aprendizado de máquina que emprega algoritmos que processam dados de forma a imitar o processo de aprendizado humano.

Especificamente, algoritmos de aprendizado profundo processam dados por meio de uma rede neuronal artificial com múltiplas camadas. A informação é passada de camada para camada, sendo que a saída de uma camada é a entrada da próxima camada. A primeira camada da rede é chamada camada de entrada; a última é a camada de saída. Todas as outras camadas, entre a entrada e a saída,

são denominadas camadas ocultas. Cada camada oculta é composta por unidades de processamento que, por sua vez, ligam-se a outras unidades de processamento localizadas em camadas posteriores. O processo de aprendizado dá-se no encontro de pesos ótimos entre essas unidades de processamento. Ou seja, há uma função de perda a ser minimizada e há um conjunto ótimo de pesos para o qual o valor da função de perda é mínimo.

Há diversos tipos de redes neuronais artificiais, tais como redes autoassociativas, redes convolutivas, redes recorrentes, redes com memória, redes adversariais e muitas outras. O principal fator que caracteriza cada tipo de rede é o tipo de padrão extraído dos dados. Redes autoassociativas, por exemplo, extraem padrões genéricos a partir de dados não supervisionados, e esses padrões podem ser utilizados em diversas tarefas diferentes. Redes convolutivas extraem padrões espaciais, enquanto redes recorrentes extraem padrões sequenciais. Há ainda a possibilidade de criar arquiteturas profundas compostas por combinações de diferentes tipos de redes neuronais. Nesse ponto é importante mencionar que algo que permeia todas essas redes é a capacidade de produzir padrões com diferentes níveis de abstração. Mais especificamente, os padrões extraídos vão ficando mais e mais abstratos à medida que as camadas vão ficando mais profundas.

Dessa forma, redes profundas podem explorar uma quantidade realmente enorme de dados provenientes das mais diversas aplicações, para extrair padrões pouco abstratos e muito genéricos. Então, em uma segunda etapa, as redes são ajustadas, finalmente, usando uma quantidade reduzida de dados produzidos de maneira bem específica e tornando os padrões genéricos altamente discriminativos. Essa característica das redes profundas, que chamamos de transferência de aprendizado, é responsável por grandes avanços em diversas áreas. Em muitas delas, existem métodos bem estabelecidos, mas que estão sendo rapidamente suplantados pelas redes profundas.

Outro fator que diferencia os diversos tipos de redes neuronais é a forma com que elas são treinadas. Há formas realmente criativas de lidar com desafios práticos, como a escassez de dados supervisionados. Um exemplo são as redes adversariais. Nesse caso, há uma rede geradora e uma rede discriminadora que operam em sincronia. A rede geradora fornece a entrada para a rede discriminadora. Essa entrada pode ser um dado real ou um dado (falso) produzido pela rede geradora. A rede discriminadora, por sua vez, tenta distinguir se o dado de entrada é real ou falso e informa sua decisão à rede geradora. O objetivo da rede geradora é enganar a rede discriminadora. Portanto, ela passa a produzir entradas cada vez mais realísticas, minimizando, assim, sua função de

“Redes profundas podem explorar uma quantidade realmente enorme de dados provenientes das mais diversas aplicações para extrair padrões pouco abstratos e muito genéricos”

perda. Da mesma forma, a rede discriminadora passa a distinguir as entradas reais com precisão cada vez maior. O efeito sinérgico das duas redes forma uma arquitetura profunda altamente eficaz, mesmo com uma quantidade reduzida de dados supervisionados.

Muitas características importantes das redes profundas são inspiradas na biologia. Um exemplo é o regularizador das redes profundas, que visa evitar que a rede torne-se mais complexa do que o necessário. Descobriu-se que, ao desligar diferentes partes da rede durante seu processo de treinamento, a rede torna-se muito mais eficaz. Sabe-se que um processo similar ocorre em nosso cérebro, ou seja, as sinapses não ocorrem em todos os neurônios ao mesmo tempo, de forma que não gastemos mais energia do que o necessário.

Mas há também redes neuronais que são muito mais inspiradas em circuitos lógicos, nem tanto em biologia. Esse é o caso das redes de memória de curto prazo, em que cada unidade de processamento possui três portas: entrada, saída e esquecimento. A função da porta de entrada é determinar a quantidade de informação vinda da camada anterior que será mantida na unidade de processamento. De forma contrária, a porta de saída controla a quantidade de informação a ser passada para as unidades de processamento da próxima camada. Por fim, a porta de esquecimento controla a quantidade de informação que deve ser excluída com o passar do tempo.

Tipicamente, em aprendizado profundo, criamos um algoritmo ou arquitetura profunda para solucionar uma tarefa em particular. A computação cognitiva, por outro lado, visa encontrar uma arquitetura universal capaz de solucionar uma variedade de tarefas. Sendo assim, é natural que os sistemas de computação cognitiva venham fazendo uso crescente de algoritmos de aprendizado profundo.



Maristela Martins

Claudio Ferrari

Oncologista clínico. Secretário de Comunicação da Sociedade Brasileira de Oncologia Clínica (SBOC). Assessor de Diretoria do Instituto do Câncer do Estado de São Paulo. Brand leader do Centro de Oncologia do Hospital Sírio-Libanês.

O século XXI dá boas-vindas à medicina. A oncologia agradece.

Próxima de chegar à terceira década do século XXI, a medicina ainda se parece muito com a que praticamos durante as últimas décadas do século XX.

Apesar da enorme quantidade de informação acumulada e dos fantásticos recursos computacionais disponíveis, os profissionais de saúde ainda não contam com o apoio de sistemas de informação para entender melhor os problemas que têm diante de si e decidir como resolvê-los. Além disso, os resultados dos milhões de tratamentos realizados fora de protocolos de pesquisa permanecem em arquivos isolados e inacessíveis, perdendo-se inúmeras oportunidades para se saber mais sobre as doenças e seus tratamentos.

Assim, a medicina segue dependente da memória e da capacidade individual de cada médico para estabelecer as correlações que permitirão estabelecer diagnósticos e orientar as escolhas terapêuticas que estarão sabidamente baseadas nos resultados de tratamentos de um universo limitado de pacientes.

Os desafios da oncologia

Sabemos que acompanhar o fluxo de novas descobertas é uma tarefa verdadeiramente desafiadora em todas as áreas da medicina.

No caso da oncologia, o crescente volume de informações e a recente introdução dos dados moleculares na avaliação dos tumores e da possível predisposição ao câncer tornaram esse desafio ainda maior.

Em poucos anos, cada caso de câncer deverá ser entendido não só pelas características celulares e histológicas do tumor, mas também pelas mutações que lhe deram

origem. E essas informações serão combinadas às características individuais do paciente (incluindo perfil genético e comorbidades) e aos dados de eficácia dos diversos recursos terapêuticos – cirurgia, radioterapia, quimioterapia, terapia-alvo, imunoterapia, etc. – para a escolha do tratamento.

Como processar tantas informações? O que será preciso para tornar realidade a medicina personalizada?

A resposta é simples: precisamos de ajuda, e a computação cognitiva parece ser a melhor opção.

Um futuro melhor graças à tecnologia de informação

Contando com a colaboração da computação cognitiva, o que podemos esperar em um futuro muito próximo?

1. Seremos melhores médicos

Se já não bastasse o incrível número de estudos científicos publicados, o oncologista tem ainda de encarar um volume de dados moleculares sem precedentes e integrá-los aos dados clínicos para entender a particularidade de cada caso e escolher a melhor opção de tratamento.

Ao ajudar a identificar os elementos mais relevantes de cada caso, trazendo à atenção os estudos científicos mais recentes e as probabilidades envolvidas, considerando ainda os resultados previstos para as diferentes intervenções e as prováveis interações medicamentosas, a computação cognitiva poderá favorecer enormemente as tomadas de decisão.

Acertaremos mais em menos tempo! E esse ganho de eficiência trará ainda mais um benefício: os profissionais de saúde ganharão tempo para desenvolver um atendimento mais próximo de cada paciente.

2. Faremos incontáveis novas descobertas

O modelo atual de registro mantém dados fragmentados e incompletos dos pacientes em repositórios isolados e inacessíveis. Sendo assim, à exceção de raros pacientes acompanhados em protocolos de pesquisa, não há integração de informação de diferentes serviços, e a comparação de dados de diferentes pacientes com diagnósticos e tratamentos semelhantes também não é possível.

Agora imagine que as informações de todos os pacientes fossem tratadas como as de pacientes de pesquisas – registro rigoroso do perfil do paciente, dos tratamen-

tos administrados, das respostas, dos efeitos adversos, etc. – e que todos esses dados fossem integrados, analisados e comparados. Quantas descobertas não seriam possíveis?

O processamento dessa montanha de informações recebe o nome de Real World Data (Dados do Mundo Real, em português) e já começa a ser incorporada à realidade de alguns serviços. Trata-se de uma nova era para o conhecimento médico e que nos levará muito além do que os estudos clínicos – limitados por custos e interesses das indústrias – permitem.

3. Manteremos controle de qualidade em tempo real

Sistemas de informação bem-estruturados e integrados permitirão um melhor controle de qualidade de todo o processo de atenção à saúde.

O monitoramento de cada paciente, desde a fase de diagnóstico, passando pelos diversos tipos de tratamentos, com registro cuidadoso de respostas e complicações, trará possibilidades inéditas para o controle da qualidade de todo o processo.

Um bom exemplo disso é a possibilidade de controle de eficácia dos medicamentos contra o câncer. É fácil desconfiar da qualidade de uma medicação quando o percentual de resposta esperada se aproxima de 100%. Em situações como essa, qualquer resultado adverso levanta a suspeita de que a medicação possa estar fora de especificação. O mesmo já não se pode dizer em situações em que apenas uma parcela dos pacientes deve apresentar respostas, o que é muito comum na oncologia. Se tivermos de contar apenas com nossas capacidades de observação e avaliação probabilística, quantos pacientes com uma expectativa de resposta de 50%, por exemplo, iremos tratar antes de suspeitar de um medicamento que apresenta apenas parte da ação biológica prevista?

A computação cognitiva poderá operar uma verdadeira revolução nesse cenário.

4. Abriremos mais espaço para contribuições do próprio paciente

Dispositivos móveis ou implantáveis capazes de gerar informações instantâneas sobre pressão arterial, frequência cardíaca, saturação de O₂, glicemia, temperatura corporal, dentre outros parâmetros já são realidade. O desafio para a próxima década é integrar essas informações, bem como outros dados gerados por aplicativos, aos prontuários dos pacientes e torná-los úteis.

“O monitoramento de cada paciente, desde a fase de diagnóstico, passando pelos diversos tipos de tratamentos, com registro cuidadoso de respostas e complicações, trará possibilidades inéditas para o controle da qualidade de todo o processo”

Trata-se de um grande projeto de interoperabilidade de dados, que terá o paciente como centro de toda a informação, ao longo de toda a vida. Sem dúvida, uma tarefa que se beneficiará muito da computação cognitiva.

5. Seremos capazes de reduzir significativamente os desperdícios na saúde

Redução de custos tornou-se um tema central nas discussões sobre saúde no mundo todo, e não poderia ser diferente em nosso país. A “cultura do desperdício”, que prevalece no segmento de saúde, e os custos crescentes das novas tecnologias são elementos importantes dessa equação.

Todo médico se lembra das (poucas?) vezes que deixou de solicitar um exame que depois se mostrou necessário, mas nem tenta se lembrar dos milhares de exames absolutamente desnecessários que pediu ao longo de sua carreira. Afinal, até hoje, ninguém é criticado pelos exames que pediu, mas apenas por aqueles que deixou de pedir.

Outro fator que contribui enormemente para o desperdício é a demanda dos pacientes, que, confundindo ser bem-cuidado com fazer mais exames, pressionam seus médicos para que solicitem as avaliações.

Dessa forma, certo grau de desperdício é prevalente na grande maioria das instituições do país, públicas e privadas, e responde por um enorme percentual dos gastos do sistema.

A lógica do capitalismo, que garante lucro para os inovadores, criou condições ideais para o desenvolvimento da indústria de biotecnologia, que tem revolucionado a medicina. Por outro lado, o impacto financeiro das novas descobertas protegidas por patentes é inegável, aumentando a pressão pela redução dos desperdícios. Por isso, torna-se fundamental assegurar que as terapias sejam aplicadas àqueles que sabidamente se beneficiarão delas.

Integrando dados clínicos, ajudando a desenvolver hipóteses diagnósticas e prevendo possíveis desdobramentos de cada situação, a computação cognitiva ajudará os médicos a fazerem um melhor uso dos recursos disponíveis, contribuindo para a sustentabilidade do sistema.

Muito ajuda quem não atrapalha

Os sistemas de informação devem apoiar os médicos e demais profissionais de saúde no cuidado dos pacientes. Nunca dificultar esse trabalho! Entretanto, uma rápida análise dos prontuários utilizados em nosso país sugere que isso não ocorra desta forma. Os prontuários eletrônicos alcançaram a excelência nos controles administrativos – especialmente na gestão de gastos e receitas –, mas oferecem pouco para ajudar no cuidado dos pacientes.

Além disso, na maioria das vezes, o registro completo de informações acaba determinando um gasto de tempo incompatível com os tempos propostos para as consultas, fazendo com que as informações deixem de ser coletadas.

Por isso, todo esforço realizado para a criação de novos sistemas de informação deve valorizar o momento mais importante de sua utilização: a interação médico-paciente – em geral contatos breves, nos quais qual boa parte das informações é inserida no sistema e consultada para tomada de decisão.

Vencendo os limites do cérebro humano

Com a tecnologia ao nosso lado, erraremos menos, aprenderemos com os resultados de cada tratamento e teremos mais tempo livre para entender o que realmente importa para cada um de nossos pacientes.



Luiz Chaimowicz

Professor-associado do Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Minas Gerais. Doutor, mestre e graduado em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Minas Gerais, nos respectivos anos de 2002, 1996 e 1993.

Agentes inteligentes em jogos digitais

O conceito de agentes inteligentes tem ganhado força na comunidade de inteligência artificial (IA) nas duas últimas décadas. Em sua definição clássica, um agente é uma entidade que percebe o ambiente à sua volta utilizando seus sensores e age nesse ambiente utilizando os seus atuadores. Eles normalmente agem de forma autônoma e podem persistir por um longo tempo, adaptando-se a mudanças dinâmicas em seu ambiente. De forma geral, esse conceito pode ser aplicado a uma grande variedade de entidades, desde seres humanos até agentes de *software* (*softbots*), passando por robôs e agentes em jogos digitais.

Especialmente na área de jogos e entretenimento digital, o desenvolvimento de agentes inteligentes tem recebido bastante atenção, seja para criar agentes que desafiam as habilidades dos seres humanos seja com o objetivo de tornar os jogos mais imersivos e divertidos. Em geral, a criação desses agentes requer a utilização de técnicas cada vez mais sofisticadas de inteligência artificial, o que tem motivado a realização de diversas pesquisas acadêmicas na área. Nesse contexto, o Laboratório Multidisciplinar de Pesquisa em Jogos do Departamento de Ciência da Computação da UFMG tem desenvolvido diversos trabalhos nos últimos anos.

Um desses trabalhos foi o desenvolvimento de um agente inteligente para auxiliar o jogador em jogos de estratégia em tempo real (ou jogos RTS, do inglês Real Time Strategy). Em geral, jogos RTS são bastante complexos, especialmente para jogadores iniciantes. Dessa forma, a ideia básica do trabalho foi implementar um agente capaz de auxiliar o jogador, por meio de dicas táticas e de estratégia. Para isso, foi necessário estabelecer métricas para avaliar o estado local de jogos RTS, elaborar hipóteses sobre qual é o desempenho atual do usuário, raciocí-

nar sobre formas de melhorar o desempenho do jogador e apresentá-las sob a forma de dicas de estratégia. Os resultados obtidos em diferentes experimentos mostraram que o arcabouço desenvolvido cumpre seus objetivos sem degradar o desempenho de um jogo já existente^[1].

Seguindo essa mesma linha, também investigamos o uso de agentes inteligentes para realizar o balanceamento dinâmico de dificuldade ou ajuste dinâmico de dificuldades (DDA, do inglês Dynamic Difficulty Adjustment) em jogos digitais^[2]. O DDA consiste em alterar a dificuldade de um jogo dinamicamente, visando acompanhar a evolução do jogador durante o mesmo. O principal objetivo do DDA é manter o jogador interessado e envolvido no jogo do início ao fim de sua experiência, proporcionando um adequado nível de desafios ao mesmo. Para isso, desenvolvemos um sistema que avalia o desempenho do jogador utilizando diferentes métricas e que altera dinamicamente o sistema de inteligência artificial do jogo, tornando-o mais fácil ou mais difícil de acordo com o desempenho do jogador. Isso foi feito modificando as características dos agentes controlados pelo computador (Non Player Characters – NPCs) existentes no jogo. O jogo Defense of the Ancient (DotA) foi utilizado como plataforma experimental, e os resultados obtidos demonstraram a efetividade do método proposto.

Outra linha de pesquisa que temos trabalhado se foca no uso do arcabouço matemático da teoria dos jogos no desenvolvimento de agentes inteligentes para jogos complexos. Os jogos RTS possuem características que os tornam muito difíceis para os algoritmos de IA: o espaço de estados é muito grande, os ambientes são dinâmicos e as decisões devem ser tomadas em tempo real. Para lidar com esses desafios, foi proposta uma nova representação, baseada em uma camada de raciocínio acima do jogo. Essa camada abstrata de raciocínio trabalha com os algoritmos do jogo, que podem ser entendidos como métodos que determinam estratégias durante as partidas e que especificam mudanças de estratégia entre as partidas, por meio da experiência acumulada.

Para raciocinar sobre os algoritmos de um jogo de interesse, o qual denominamos jogo subjacente, modelamos o processo de escolha de algoritmos como um metajogo. No metajogo, as ações consistem na escolha de algoritmos do jogo subjacente. Os pontos de decisão, ou estados, do metajogo são associados a estados do jogo subjacente, de modo que diferentes algoritmos podem ser utilizados em diferentes situações. Um experimento inicial foi feito utilizando o jogo Starcraft como jogo subjacente. Um agente foi criado calculando-se o Equilíbrio de Nash a partir de um conjunto de algoritmos representados pelos agentes que jogaram o torneio de StarCraft

da conferência AIIDE 2015^[3]. Esse agente teve um bom desempenho, classificando-se entre os 50% melhores participantes dos torneios de AIIDE e CIG 2016.

Por fim, outro desafio no qual estamos trabalhando agora é a criação de agentes genéricos, capazes de jogar diferentes tipos de jogos. Inicialmente, estamos limitando o escopo a jogos genéricos de tabuleiro com dois jogadores, informação perfeita, determinísticos, discretos e sequenciais. Tais características descrevem jogos combinatórios, tais como Go, Xadrez, Reversi, dentre outros. São problemas excelentes para a experimentação em IA por possuírem um ambiente controlado definido por simples regras, mas que tipicamente apresentam grande profundidade e estratégias complexas, podendo se tornar grandes desafios de pesquisa.

A pergunta que queremos responder é: dadas as regras de um jogo desse tipo, como gerar de forma completamente não supervisionada um agente inteligente capaz de jogá-lo e que seja competitivo em comparação a agentes específicos para o jogo em questão? Basicamente, o agente deverá ser capaz de aprender a jogar o jogo, encontrando as ações e estratégias que o levem a um bom resultado. Uma abordagem inicial que estamos desenvolvendo consiste no uso de técnicas de busca Monte-Carlo para a avaliação de estados juntamente com o uso de redes neurais para a generalização desses estados. Essa metodologia ainda está em avaliação, mas resultados promissores já foram obtidos para os jogos Reversi e Nine Man Morris^[4].

Em conclusão, cabe dizer que o desenvolvimento de novas técnicas de IA para jogos, especialmente o desenvolvimento de agentes inteligentes para diferentes tipos de jogos, tem um grande potencial de trazer inovação para os jogos digitais, tornando-os mais imersivos e desafiantes para os jogadores. Isso poderá impactar de forma significativa o desenvolvimento de novos jogos e contribuir para o avanço dessa área de pesquisa.

[1] R. L. F. Cunha, M. C. Machado & L. Chaimowicz. “RT-Smate: towards an advice system for RTS games”, ACM Computers in Entertainment (CIE), vol. 11, n. 4, 2014.

[2] M. P. Silva, V. do Nascimento Silva & L. Chaimowicz. “Dynamic difficulty adjustment on MOBA games”, Entertainment Computing, vol. 18, pp. 103 - 123, 2017.

[3] A. Tavares, H. Azpúrua, A. Santos & L. Chaimowicz. “Rock, Paper, StarCraft: Strategy Selection in Real-Time Strategy Games”, Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence and Interactive Digital Entertainment, pp. 93-99, 2016.

[4] M. A. Rezende & L. Chaimowicz. “Towards a Generic Game Player for Board Games”. A ser publicado.



Fábio Magri | Divulgação Softplan

Marcos Florão

Graduado em Ciências da Computação, com especialização em Sistemas Web e em Gestão Empresarial pela Fundação Dom Cabral. Atua na área de tecnologia há mais de 20 anos. Atualmente é assessor de Inovação da Softplan, onde conduz os programas de inovação e empreendedorismo da Unidade de Negócios Justiça.

Como a computação cognitiva pode revolucionar a Justiça brasileira

“Penso, logo existo”. Em sua célebre frase, o filósofo René Descartes faz uma alusão à razão como única forma de existência. Descartes almejava obter conhecimento absoluto e inquestionável. Porém, apesar de ter acesso às melhores universidades da Europa, questionava-se o tempo todo quanto à real relevância daquilo que havia aprendido. Mais que isso, acreditava que o único aprendizado realmente relevante era acerca da matemática. Ao duvidar, constantemente, da essência de tudo o que conhecia e de tudo aquilo que aprendera, Descartes passou a valorizar enormemente a sua “capacidade de duvidar”, pois, ao fazer isso, era impulsionado a pensar e, ao pensar, encontrava, então, a certeza de existir. Sua existência tornou-se, assim, a sua primeira verdade inegável.

A visão de Descartes foi marcante à época, na óptica do movimento iluminista, pois elevava a importância da razão em relação às emoções e a outras características humanas, até então relegadas a segundo plano. Mais tarde, Piaget edificou uma ponte entre as emoções e a razão, demonstrando que, apesar das diferenças entre afetividade e razão, ambas estavam presentes em todas as ações humanas. Descartes e Piaget, indiretamente, estudavam aspectos ligados à cognição e à busca pelo conhecimento.

E o que é cognição? É o processo de aquisição de conhecimento que se dá por meio da percepção, da memória, do raciocínio e do juízo. É ela quem nos diferencia como espécie e é por meio dela que nos organizamos como sociedade e evoluímos constantemente, buscando conhecer, desenvolver e avançar, simplesmente pelas capacidades de duvidar do meio e de percebê-lo, retendo informações e decidindo quais delas são relevantes.

Ao nos organizarmos como sociedade, emerge a necessidade de uma ordem social, que implica um conjunto de normas, demarcando e harmonizando as condutas do

indivíduo nessa sociedade. A vida social é possível e viável por meio do uso de regras que visam dar manutenção à ordem e à segurança, de modo a atenuar conflitos e promover justiça. É o direito o conjunto de normas e condutas sociais, criadas pelo estado e garantidas por ele, que visa à manutenção do equilíbrio das relações sociais.

Atualmente, a sociedade passa por novo período de transformações, trazendo consigo novas formas de enxergar e de resolver problemas, pois, com as dificuldades, também surgem as grandes ideias. Essa tônica é o bastante para que o mundo jurídico mergulhe de cabeça na chamada 4ª Revolução Industrial, mais especificamente no universo da computação cognitiva, lançando mão de recursos para auxiliar o processo de entendimento e tomada de decisões da cena jurídica.

Mas afinal o que é computação cognitiva? É a capacidade de aprender e evoluir a partir de novas informações, ou seja, dotar computadores de capacidade similar à dos humanos para aprender e resolver problemas. Alguns estudos preveem que, até 2045, teremos acesso barato a recursos computacionais equivalentes aos da capacidade cerebral de toda a raça humana reunida, o que certamente desenha um futuro repleto de enormes transformações e oportunidades, mas também de intrigantes desafios.

A verdade é que o poder dessa tecnologia para resolver problemas do mundo real, nos dias de hoje, já é um fato. A computação cognitiva também é sustentada pelos mesmos pilares: memória, raciocínio, percepção e juízo. E é por meio da “imitação” desses aspectos que algoritmos computacionais aprendem e se especializam na solução de problemas específicos.

Estamos imersos na chamada era da informação. Diariamente, é produzido e consumido um grande volume de dados e informações. A internet, amparada pelas mídias sociais, fornece à sociedade acesso e conscientização acerca de seus direitos. Segundo pesquisa da Fundação Getúlio Vargas (FGV), um dos maiores motivos para o crescimento do litígio no Brasil são as disputas acerca de contratos bancários, principalmente aquelas ligadas ao direito do consumidor, evidenciando, assim, que o acesso popular às informações acerca de seus direitos estimula um aumento expressivo do litígio em nosso país.

Em seu estudo, a FGV ainda aponta que, além da maior conscientização dos cidadãos acerca de seus direitos, existem no Brasil muitos outros vetores de incentivo à judicialização. Para se ter uma ideia, segundo informações do Conselho Nacional de Justiça (CNJ), no relatório “Justiça em números”, no estado de São Paulo, cada magistrado tem, na fila, aproximadamente 10 mil demandas judiciais. Além do crescimento das demandas em decorrência do maior acesso à informação, a crise econômica

no Brasil também contribuiu para a maior procura pelo Judiciário. Segundo pesquisas, a partir de 2015, houve acréscimo no volume de processos maior do que o esperado para o período, fenômeno similar ao ocorrido em 2009, no período pós-crise de 2008. Em meio a fatos e números assustadores, encontra-se a realidade dos operadores do direito em nosso país.

Assim, quando avaliamos a capacidade de aprendizado de máquina sob a óptica de um problema específico, como, por exemplo, a leitura de uma petição inicial com o objetivo de “entender” seus componentes, a máquina tem o potencial de ampliar a capacidade de trabalho humana, pois consegue processar, ou seja, “ler” um volume extremamente maior de informações, em um mesmo intervalo de tempo.

Obviamente, muita pesquisa ainda é necessária para possibilitar uma real avaliação do potencial aqui em debate, mas inúmeras soluções para problemas repetitivos que dependem de análise qualitativa podem ser desenvolvidas por meio de computação cognitiva. É válido afirmar que, por meio da computação cognitiva, é cada vez mais possível atribuir à máquina a capacidade de inferir a relação semântica para quaisquer tipos de dados, sejam eles textos, áudios, sejam vídeos. Ou seja, com o tempo, a máquina poderá “entender” o significado de qualquer documento jurídico, extraindo o valor das informações, relacionando-as e auxiliando na tomada de decisões.

É sabido que a linguagem jurídica tem como características marcantes a formalidade e o uso de palavras pouco cotidianas. Tais características, por vezes, acabam contribuindo para a criação de peças gigantescas, que, não raro, dão corpo a pleitos e argumentações de natureza e essência bastante simples, ou seja, a quantidade de real informação sem ambiguidade em documentos jurídicos acaba sendo pequena quando comparada a outros textos da língua portuguesa. Por isso, não raro, vemos notícias de juízes solicitando a reforma de petições a seus patronos, devido ao volume de páginas presentes em questões quase triviais. Problemas reais como esse são tarefas potencialmente viáveis para a computação cognitiva, servindo, à luz do direito, à criação, por exemplo, de assessores virtuais com inteligência artificial, que sirvam a nossos magistrados como instrumento de ampliação da capacidade deles de lidar com os crescentes volumes de informação.

Em suma, ampliar a capacidade de lidar com grandes volumes de informação, bem como de operar tarefas repetitivas em escala, é uma contribuição real e viável da computação cognitiva aos diversos setores e atividades humanas e traz consigo o potencial de alavancar enormes transformações nos campos da produtividade e da eficiência operacional das nossas organizações.



Divulgação Kukac Plansis

Roberto Francisco de Souza

CEO e evangelista de tecnologia na empresa Kukac Plansis. Engenheiro e escritor, foi professor da PUC Minas e é vice-presidente de Sustentabilidade da Sucesu Minas. É fundador da ONG Arbórea Instituto.

Coragem de ser humano – o desafio da computação cognitiva

O destino é Austin, estado do Texas, nos Estados Unidos, em pleno inverno americano. Passo apressado por uma Orlando agitada, lotada de turistas e uma imigração preguiçosa, cheia de manias. Não há inverno em meu destino final, pelo menos não como brasileiros imaginam que se comporte o Hemisfério Norte, num final típico.

Início de madrugada, aterrizo em um aeroporto vazio e sugestivamente texano. Na bagagem, a lembrança de 1984, ano em que trabalhei na tese de aplicar inteligência artificial em diagnósticos energéticos para a indústria com base no que se fazia então em medicina. O *software* de então chamava-se Mycin. Escrito em Lisp, foi pioneiro sistema especialista dos idos de 1970, criado em Stanford para recomendar antibióticos com a dose correta a cada paciente.

Caminho pelo longo corredor em forma de aeroporto e começo a rir sozinho, devem me achar louco. 1984 era o ano de George Orwell, título de seu mais festejado livro, de 1948. Longos 36 anos depois, quando chegou a data de sua cabala, ainda havia esperança e a distopia de Orwell não se realizara como um fenômeno mundial. Seguíamos em frente, e fazer pensar o computador era um maniqueísmo, antes que tudo. Nós o ensinávamos a nos imitar, somente usando os primeiros microcomputadores da Unitron, clones do Apple IIe.

De fato, não há inverno rigoroso em Austin, constato, mas a madrugada está fria. Recorro à atendente simpática da Hertz para me explicar o caminho do hotel. A tecnologia me decepcionara: sem internet, meu aplicativo de mapas off line falhou, e uma humana muito prestativa foi quem me salvou, entre “turn here”, vira acolá, até que agradei por chegar ao hotel para um merecido descanso.

Eu teria dois dias inteiros até o início do evento. Dois dias para pensar na transformação que me levara até ali. Até então, não me dera conta de que 32 anos se passaram desde a minha pesquisa, e, agora, retomados os estudos, desde a primavera brasileira de 2014, finalmente eu e minha empresa começávamos a acelerar para levar ao mercado ferramentas para o desafio da inteligência cognitiva.

O ano seguinte, 2015, foi gasto em catequese. Conversei com agências, com profissionais de *marketing*, de saúde, de tecnologia, com filósofos. Sentia e sinto ainda um medo no ar. As conversas terminavam quase sempre no Uber, recém-chegado a nossa Belo Horizonte. Falavam dele como se falassem apaixonadamente de política, do direito que tem o aplicativo de inovar, de atender melhor um cliente cansado dos maus-tratos dos taxistas, dos carros em péssimas condições, dos aeroportos e cidades conhecidas pelo repetido roubo nas operações de transporte coletivo por veículos piratas.

Com todos que falei, percebi que não percebiam o óbvio: somos todos taxistas! Um aplicativo, o Uber, permitiu que uma nova forma de venda do transporte público fosse levada ao consumidor, forçando os governantes e legisladores, em todos os lugares do mundo, a sucumbir à realidade e vestir com alguma roupa de legalidade o que, no fundo, não significava somente tirar a proteção dos motoristas licenciados e transferi-la ao usuário, mas uma pressão clara sobre o poder público, que nunca mais legislará à margem das redes sociais.

Estou no quarto de um típico hotel americano, numa manhã que começa em névoa e se transforma em sol pleno, da mesma forma que a minha consciência se ilumina com a visão de que o Uber está ultrapassado: o carro sem motorista é uma realidade, e até já se discute a legislação que será aplicada numa batida sem motoristas.

Enquanto saio em busca de conexão, sou somente humano, sem exoesqueleto. No hotel, consulto o Google Maps e memorizo o caminho até a operadora de celular mais próxima, onde farei meu *rentrée* no mundo conectado. Preciso trabalhar, e meu trabalho depende disso.

Triste? Não penso assim. Estou tranquilo com essa condição há anos, convencido da imparcialidade da tecnologia e da profunda parcialidade do mau uso que possamos fazer dela. Mas estou apreensivo com a perspectiva de meus tantos interlocutores nos últimos meses. Escutam, atentos, que a transformação está chegando às suas empresas, mas agem como uma geração moribunda, no fundo esperando muito que seus filhos, e não eles próprios, tenham que lidar com as mudanças, conforta-

“O carro sem motorista é uma realidade, e até já se discute a legislação que será aplicada numa batida sem motoristas”

velmente aposentados, enquanto olham seus netos conversarem com robôs dinossauro que crescem com eles e aprendem.

Uma atitude covarde, concluo. Nossos filhos precisam de nós. Precisam de nossa decisão sobre esse tema. Não sabem que nada será como antes, porque, em sua maioria, já não conhecem o antes. Nasceram numa humanidade que convive com a tecnologia cada vez mais impactando suas vidas. Não merecem a ladainha de que nosso tempo foi melhor que o deles, que brincávamos na rua, que andávamos descalços. Precisam que brinquemos com eles e andemos descalços com eles.

Como se lembrarão se não possuírem memória?

Dois dias se passam e minha rinite alérgica atacou com força, fruto de um carro em que me recomendaram nunca fumar, mas, mas outros fumaram tanto que fui obrigado a abrir mão de um modelo melhor, substituindo-o por outro mais simples, livre de cheiros. Tarde demais. Meu nariz anuncia a crise, e começo a contagem regressiva padrão para o seu encerramento.

Estou na abertura do evento, um coquetel calmo, mas com as pessoas precisando muito falar umas com as outras sobre o que fazem, quem sabe, na esperança de encontrar outros com quem dividir alguma culpa recôndita por estarmos transformando o mundo de forma tão definitiva.

Isso! Entre tosse e espirro, é isso que estamos fazendo aqui. Ajudando a transformar o mundo da forma mais definitiva que já ocorreu, nessas mudanças incluídas as grandes navegações, a internet, o *mobile*. Podemos estar construindo *matrix*, brinquei comigo mesmo, rindo, enquanto um robô é convidado gentilmente a dançar e dança. Simpático ele. Está à venda nas boas casas do ramo...

Não ria! Isso é sério! Está à venda em <https://www.aldebaran.com/en/cool-robots/buying-a-robot>.

Será mesmo? Somos *matrix* ou somos Neo? De que lado estamos? Sigo para o banheiro para limpar as vias nasais e, se possível, limpar junto essa ideia aterrorizante.

A manhã seguinte me encontra pior de saúde e melhor de expectativa. Compro pastilhas para evitar tossir no evento. Chego, converso com os poucos brasileiros presentes e me sento para ouvir as apresentações.

Logo percebo que não estamos falando de filosofia, de perspectivas. Estamos falando de produtos. Estamos falando de soluções que podem estar em qualquer empresa no dia seguinte. Pessoalmente, desconfio que estarão.

Como sei que #somostodostaxistas, começo a pensar nas possibilidades de aplicação imediata de cada solução. Na cabeça, me visita agora Arthur C. Clarke: “Um professor que puder ser substituído por uma máquina deve sê-lo”. Tiro “professor”, coloco qualquer um no lugar: um médico, um advogado, um marqueteiro, quem quer que seja. É tudo a mesma coisa.

Conjugo Drummond:

“cantaremos o medo dos ditadores, o medo dos democratas,
cantaremos o medo da morte e o medo de depois da morte.
Depois morreremos de medo
e sobre nossos túmulos nascerão flores amarelas
e medrosas”

Há medo, mas alguém resolve falar de futuro. Diz que vidas estão sendo salvas pela computação cognitiva e que isso importa muito. Diz que a tecnologia pode ajudar muita gente, certamente sabendo que muitos relatórios ao redor do mundo falam do impacto da computação cognitiva sobre o trabalho e sobre a nossa humanidade.

Ligo para casa pelo Whatsapp. Digo isso ao Geraldo, sócio de longa data, talvez em busca de um apoio moral para seguir em frente. Ele me diz que temos que fazê-lo, que temos que ajudar as empresas a usar toda essa tecnologia da melhor maneira possível e encontrar a própria razão positiva de existência. Geraldo concorda com Clarke. Todos concordamos, mas é triste concordar.

Escuto dizer que, breve, brevíssimo, a capacidade de reconhecimento facial da máquina excederá a dos humanos. Será possível comparar uma foto com milhares de fotos que espontaneamente publicamos na *web*, para dizer onde você esteve, quem é, se cometeu um crime.

“Escuto falar da capacidade de entender muito melhor o cliente, entender sua personalidade e oferecer a ele a exata experiência de compra que pretende e melhorá-la a partir de suas reações”

Escuto dizer que um médico precisaria ler milhares de artigos por semana para estar “up to date” com a capacidade de definir o que tenho e me curar. Esse médico não existe, não sem a computação cognitiva... Fico pensando se eu podia pegar uma palhinha e consultar o dr. Virtual Cognitivo ali mesmo, para me recomendar o tratamento contra tanta, mas tanta tosse, devido à qual a organizadora do evento, gentil e vergonhosamente, me oferece água, certamente por um misto de pena e raiva.

Escuto falar de um hotel em que um computador registra a reserva e toma todas as providências para o hóspede. Sabe que quarto o cliente prefere, quantos travesseiros, o andar, a comida. Atende o telefone e conversa com ele para registrar pedidos especiais e já é classificado como alguém que atende muito melhor que humanos.

Escuto falar da capacidade de entender muito melhor o cliente, entender sua personalidade e oferecer a ele a exata experiência de compra que pretende e melhorá-la a partir de suas reações. Escuto falar de sistemas capazes de impedir fraudes e me surpreendo em saber que o Brasil, *psmm*, o Brasil, está usando essa tecnologia com sucesso para desbaratar seus escândalos de corrupção doméstica.

Agora, em minha cabeça, dor e planos. Os seios paranasais me torturam, mas dói mais o cérebro, usinando as tantas possibilidades. Tenho planos para educação, para saúde, para campanhas de publicidade, para advocacia. Sinto-me mesmo uma usina: diga-me com que trabalhas e eu te direi como a computação cognitiva vai transformar tua vida!

Sim! É disso que estamos falando. Quem pensar nela como tecnologia estará errando. Não é só tecnologia. É, antes de tudo, o pensar da solução, a construção de casos de uso replicáveis, que todos possam usar e consumir. Não há limites à vista, mas é a inventividade do próprio homem que poderá determinar como, em cada indústria, se poderá aplicar a solução.

Pela primeira vez, a programação não será feita apenas por gente da tecnologia. Estamos falando de linguistas, psicólogos cognitivos, gente que ensinará os sistemas a compreenderem e aprenderem sobre um determinado assunto.

A usina me conduz à arte. Usar a computação cognitiva para criar experiências únicas de visitação. Trabalho nessa ideia há algumas semanas, e ela me desperta outras.

Um dia de sol intenso se despede de mim em Austin. Olho para cima e vejo o símbolo da Universidade do Texas chancelando tudo o que vi e ouvi. Sigo de carro para o aeroporto, cada vez melhor de expectativas, cada vez pior de saúde. Não estou indo para casa. Sigo para outro evento onde vamos falar de redes sociais corporativas, mas sei que, todo o tempo, ouvirei falar de cognição.

Enquanto embarco, uma sensação estranha me toma.

Sento numa cadeira de corredor, no meio da aeronave, e me sinto cansado, muito cansado. O voo decola, e tenho um sentimento de dever cumprido, mas de grande desafio pela frente. Terei que falar a meus pares, voltar a conversar com muitos dos que já visitei para chamá-los à ação. Convencê-los de que estamos diante da maior transformação que o mundo já viveu, até aqui.

Fecho os olhos. Quinze minutos se passaram, e uma aeromoça protocolar me oferece bebida. Não consigo olhar para nada sem pensar se a computação cognitiva afetará seu trabalho. Quem sabe Pepper, o robô, me oferecendo bebida no avião?

Meu corpo esfria. Bebo um gole de tônica, e é justo o tempo de segurar pelo braço a aeromoça e dizer: acho que não estou bem...

Tive uma sensação de morte, estranhamente tranquila, muito tranquila. Se morrer é assim, asseguro que não é tão ruim. Eu até sorri antes de... Desmaiar!

Não sei quanto tempo fiquei ali, desacordado. Desperto, e Mitch, um paramédico que foi voluntário para me

“Um robô não se lembraria de dizer isso e, se dissesse, seria um robô. Não compreenderia seu significado mais profundo”

atender a bordo, cuida de mim com extrema simpatia. Toda a tripulação se preocupa. Ganho oxigênio e direito de comer algo de graça. Estou bem e me recuperando, enquanto Mitch faz piadas que são testes de reação comigo. As aeromoças se tornaram subitamente atenciosas.

Mitch é um profissional, nota-se.

Mitch não é um robô.

Mitch foi capaz de me passar segurança, foi capaz de me encantar!

Senti-me em casa, não nas alturas.

Se Clark estivesse vivo, eu poderia responder agora. Um robô não pode fazer o trabalho de Mitch. Trata-se de ser gente. Trata-se de ser humano, cuidando de humano.

Quando desembarco na escala, em Charlotte, saio primeiro pelo *finger* e espero Mitch no saguão. Eu o agradeço muito e o cumprimento com mão firme. Mitch se lembra de me dizer, por último, antes de sumir na multidão:

- Coma alguma coisa. Liga para casa, fala com sua esposa e filhos, mas liga mesmo! Cuide da saúde!

Mitch abre um largo sorriso e desaparece na confusão do desembarque.

Um robô não se lembraria de dizer isso e, se dissesse, seria um robô. Não compreenderia seu significado mais profundo.

Sigo caminhando lentamente até meu próximo embarque.

Estou tranquilo. Posso fazer meu trabalho. Quem tiver medo merecerá ter medo. Quem não temer perder sua humanidade a encontrará, com certeza.



Wagner Meira Jr.

Professor titular do Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Minas Gerais. PhD em Ciência da Computação pela University of Rochester (1997), mestre e bacharel em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Minas Gerais (1993 e 1990, respectivamente). Atualmente é pesquisador em produtividade do CNPq (nível 1B) e subcoordenador do INCT-Cyber, INCT para uma Sociedade Massivamente Conectada.

Justiça, transparência e responsabilidade em algoritmos de mineração de dados e aprendizado de máquina

Desde os primórdios da ciência da computação, projetar e implementar algoritmos que mimetizam o comportamento humano tem sido um desafio perseguido por pesquisadores, desenvolvedores e empresas, o que tem como grandes motivações as facilidades e comodidades que tal nível de automação provê. Não apenas os avanços em termos de algoritmos, mas também fatores como a expansão contínua do poder computacional, a ubiquidade da conectividade via internet e a difusão de dispositivos móveis e portáteis de toda ordem têm tornado esse desafio cada vez mais presente no nosso dia a dia. Vivemos um momento no qual algoritmos têm uma forte e crescente influência em nossas vidas, muitas vezes determinando o conteúdo que vamos consumir, os lugares que vamos visitar e mesmo a definição sobre uma oferta de emprego que vamos receber.

Do ponto de vista ético e social, é fundamental a compreensão de como os algoritmos podem ser tendenciosos ou mesmo discriminatórios contra alguns grupos com base em qualquer característica física ou cultural, tais como sexo, etnia e religião, dentre outras. Algoritmos podem ser tendenciosos e promover a discriminação, mesmo quando o processo computacional é matematicamente justo. A maioria dos métodos de mineração de dados, por exemplo, é baseada na premissa de que os dados históricos são corretos e representam bem a população, o que é, muitas vezes, pouco realista. Um algoritmo é projetado para extrair e utilizar padrões estatísticos nos dados de treinamento. Se esses dados refletem preconceitos sociais existentes contra uma minoria, o algoritmo provavelmente irá incorporar esses preconceitos.

Há uma série de questões associadas à justiça algorítmica. Em primeiro lugar, é necessário contextualizar justiça, o que varia em termos de contextos e aplicações. Por exemplo, respostas em máquinas de busca não podem carregar estereótipos ou serem distantes da realidade. Em segundo lugar, é necessário quantificar a justiça ou a injustiça do algoritmo, o que é um desafio por questões como incompletude dos dados a serem coletados, ambiguidade da linguagem e dinamismo da internet e suas aplicações. Em terceiro lugar, projetar algoritmos que sejam justos ou pelo menos cientes de potenciais injustiças é ainda um tema de pesquisa e que tem um longo caminho para alcançar serviços comerciais. É importante notar que justiça não é apenas desejável, mas fundamental para todo tipo de serviço, público ou privado, que seja ofertado à população.

Um segundo aspecto é que algoritmos, frequentemente, são opacos, sendo impossível, na prática, determinar se as suas decisões são enviesadas ou errôneas. Sistemas baseados nesses algoritmos podem resultar em decisões indesejadas e danosas, seja por erros seja por mudanças nas condições de uso, invalidando as suas premissas. Prover transparência, ou seja, minimizar a opacidade dos algoritmos é um desafio por várias razões. A primeira é intrínseca ao algoritmo, uma vez que alguns não são capazes de “explicar” as suas decisões, ou seja, quais as evidências e/ou atributos levados em conta para as decisões tomadas. Um caso típico de algoritmos opacos são as redes neuronais profundas (*deep learning*). Uma vez que, havendo uma explicação, é necessário validar o quanto ela é inteligível para usuários finais, o que depende não apenas do contexto de aplicação e do algoritmo, mas também do quanto o usuário domina a aplicação e suas peculiaridades. Uma vez inteligível, é necessário avaliar o quão convincente a explicação é, o que pode aumentar ou diminuir a confiança do usuário no algoritmo. Finalmente, temos uma questão que trespassa todas as anteriores, que é o segredo industrial que o algoritmo pode representar e que pode inviabilizar várias das estratégias de transparência. Já há propostas de abordagens que geram explicações para as decisões de um algoritmo baseado em outras técnicas, mantendo o seu sigilo, numa lógica “caixa-preta”.

Em ambos os casos, é necessário que os eventuais danos causados pelos algoritmos sejam quantificados, auditados e entendidos, assim como os responsáveis sejam acionados e eventualmente punidos, o que exige mudanças no processo de projeto, desenvolvimento e operação. Um exemplo muito discutido atualmente é a

responsabilidade por acidentes envolvendo carros autônomos. Nesse caso, havendo fatalidades, a responsabilidade seria do fabricante, do desenvolvedor de solução, do proprietário ou do concessionário da rodovia? Como auditar as causas do acidente e determinar responsabilidades? Alguns desafios técnicos como rastreabilidade de decisões, proveniência de dados, durabilidade das informações relevantes já vêm sendo discutidos, bem como as implicações legais, em um mundo cada vez mais automatizado.

Em suma, podemos sintetizar esses novos requisitos de algoritmos e serviços em três propriedades fundamentais, descritas a seguir:

Justiça: os modelos gerados por algoritmos não devem possuir vies significativo. Nesse contexto, não é suficiente assumir que os resultados gerados por modelos e algoritmos de mineração de dados e aprendizado de máquina não são enviesados simplesmente porque os dados foram coletados automaticamente ou refletem a realidade. Vies pode ser também inerente aos algoritmos, refletindo preferências políticas, comerciais, religiosas ou sexuais dos seus desenvolvedores.

Responsabilidade: desenvolvedores e provedores de serviços e soluções devem ser responsáveis pelas decisões tomadas pelos algoritmos de sua autoria e/ou propriedade, provendo garantias de não discriminação a todos os usuários.

Transparência: o algoritmo deve dar ciência aos indivíduos e instituições a respeito dos dados que são armazenados e do uso que é feito desses dados, incluindo os fundamentos das saídas geradas pelos modelos, como classes e recomendações.

Essas propriedades e seus desdobramentos já vêm sendo discutidas em vários países, em particular na União Europeia, que já tem, inclusive, uma regulação a entrar em vigor no próximo ano, a GDPR (General Data Protection Regulation), e nos Estados Unidos, onde já se discute a criação de uma agência para regulação de algoritmos. Acreditamos que tais discussões não tardam a chegar ao Brasil e, considerando as empresas que exportam *software* e serviços, já são uma realidade.

Em termos de perspectivas, consideramos fundamental que a discussão desses requisitos passem a ser lugar-comum no projeto, no desenvolvimento e na operação de serviços, agregando ainda mais valor e relevância da tecnologia da informação à sociedade em grau amplo.



Arquivo Pessoal

Fabrício Barth

Líder técnico do Grupo Watson – IBM Brasil e professor do curso Tech da ESPM. Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade de São Paulo (2009), mestre em Engenharia Elétrica pela Universidade de São Paulo (2003) e graduado em Ciências da Computação pela Universidade Regional de Blumenau (2000).

Computação cognitiva e inteligência artificial: conceitos e aplicações em larga escala

1. Introdução

A inteligência artificial (IA) é uma área da ciência ou da engenharia que tem como objetivo construir máquinas inteligentes, especialmente programas de computador inteligentes. Essa é uma definição bem abrangente, imprecisa e um tanto quanto antiga, mas ainda é considerada. Outros autores preferem simplesmente dizer que inteligência artificial é uma área da computação que estuda como fazer os computadores realizarem coisas que, no momento, as pessoas fazem melhor. Nesse caso, o computador precisa ser realmente “inteligente” para realizar atividades que, no momento, as pessoas fazem melhor.

Essa área tem dois objetivos: o teórico, que consiste na criação de teorias e modelos para a capacidade cognitiva, para compreender o que é inteligência e como o raciocínio se processa; e o de implementação de sistemas computacionais baseados nesses modelos, para implantar sistemas computacionais que resolvem problemas que outros sistemas, implementados usando técnicas tradicionais, não conseguem resolver.

A IA foi criada em meados da década de 1950. Desde então, muitos conceitos foram revisados, alguns objetivos nunca foram alcançados e muitas aplicações inovadoras foram desenvolvidas. Por exemplo, até hoje ninguém criou um modelo capaz de descrever como o raciocínio humano se processa e, provavelmente, nunca ninguém criará. No entanto, o conceito de sistema especialista foi amplamente implantado na década de 1980. Muitos jogos eletrônicos da atualidade fazem uso de conceitos de IA, e sistemas para reconhecimento de fala são largamente utilizados no mercado. Não se esquecendo de mencionar que, em 1997, o Deep

Blue, sistema computacional implementado pela IBM, conseguiu vencer uma partida de xadrez contra Garry Kasparov, um dos maiores jogadores de xadrez de toda a história.

Qual é a diferença entre desenvolver um sistema capaz de jogar (e vencer) uma partida de xadrez contra um campeão mundial e desenvolver um Enterprise Resource Planning (ERP), por exemplo? No caso de um ERP, é possível conhecer e especificar todas as regras que transformam as entradas do sistema em saídas. No caso do Deep Blue, não é possível especificar e implantar todas as regras que decidem qual jogada o jogador deve realizar, dada uma configuração qualquer do tabuleiro. Dessa forma, não é possível para o desenvolvedor de *software* especificar e desenvolver um jogador de xadrez utilizando técnicas convencionais de programação. O desenvolvedor de *software* precisa utilizar outros conceitos para tal desafio.

a. Agente autônomo

Um conceito muito difundido na academia e que permite o desenvolvimento de sistemas como o Deep Blue é o de agente autônomo. Agentes autônomos são sistemas computacionais que habitam algum ambiente complexo e dinâmico, percebem e agem de maneira autônoma sobre esse ambiente, para realizar um conjunto de tarefas e objetivos para os quais foi projetado. O Deep Blue foi projetado para jogar e vencer um jogo de xadrez. O desenvolvedor do Deep Blue não informa como ele irá vencer um jogo. Apenas informa como ele deve enxergar e representar internamente o tabuleiro, quais são as ações que o Deep Blue sabe executar e como essas ações alteram o tabuleiro. Quem é responsável por montar um plano de execução que permite o Deep Blue sair do estado inicial de um jogo de xadrez e alcançar um estado vencedor é o próprio Deep Blue.

Outro exemplo de agente autônomo é o projeto de veículo autônomo de Stanford, que venceu a última competição de veículos autônomos da Darpa. Não é possível para nenhuma equipe de desenvolvimento de *software* especificar todas as ações que um carro deve realizar para dirigir em uma cidade qualquer. Portanto, a equipe responsável por esse projeto teve que desenvolver um sistema de sensoriamento, atuadores para controlar o veículo e um módulo autônomo para tomar a decisão sobre qual é a melhor ação para determinada situação.

A solução Watson, que participou da competição Jeopardy!, também é um exemplo de agente autônomo. Pois é impossível para qualquer equipe de desenvol-

“A IBM não está mais preocupada em provar o conceito de computação cognitiva em escala laboratorial, mas está preocupada em gerar valor para a sociedade”

vimento de *software* especificar regras que conseguem responder a todas as perguntas a que o Watson respondeu no Jeopardy!. Portanto, o Watson precisa ter certas características autônomas para responder às questões da competição. No caso do Watson, essas características autônomas foram implementadas utilizando técnicas para processamento de linguagem natural, recuperação de informação e aprendizagem de máquina. Para que o Watson pudesse perceber o ambiente, ou seja, entender as perguntas que eram feitas, foram utilizadas técnicas de reconhecimento de fala. Para atuar sobre o ambiente, foram utilizadas técnicas de sintetização de voz.

b. E o que é computação cognitiva?

Computação cognitiva é um termo cunhado pela IBM que faz uso do conceito de agente autônomo, mas que, ao invés de implementar apenas soluções de pequeno impacto social, tem como objetivo implantar soluções cognitivas (autônomas) em larga escala, impactando o mercado como um todo.

Para implementar essas soluções de computação cognitiva, a IBM desenvolveu, e ainda está desenvolvendo, inúmeros serviços que utilizam conceitos e técnicas de aprendizagem de máquina, processamento de linguagem natural, recuperação de informação, mineração de dados e textos e processamento massivo de dados.

Neste momento, a IBM não está mais preocupada em provar o conceito de computação cognitiva em escala laboratorial, mas está preocupada em gerar valor para a sociedade, sanando problemas que podem ser resolvidos apenas com soluções de computação cognitiva, ou seja, sistemas que possuem alguma capacidade autônoma. Um exemplo real de projeto cognitivo é o aplicativo “A voz da arte”, implantado no Museu da Pinacoteca, em São Paulo.

2. Projeto “A voz da arte”

Em 5 de abril de 2017, foi aberto ao público uma nova experiência na Pinacoteca. Uma experiência que permite ao visitante interagir de uma forma muito diferente com algumas obras de arte presentes nesse museu.

Quando uma pessoa chega à Pinacoteca, ela pode optar por usar um fone de ouvido conectado a um celular. A partir daí, basta caminhar pelo espaço para receber notificações sempre que estiver próxima a uma das obras interativas. Essas notificações são possíveis por meio do uso de *beacons* que são percebidos pela aplicação que está no celular.

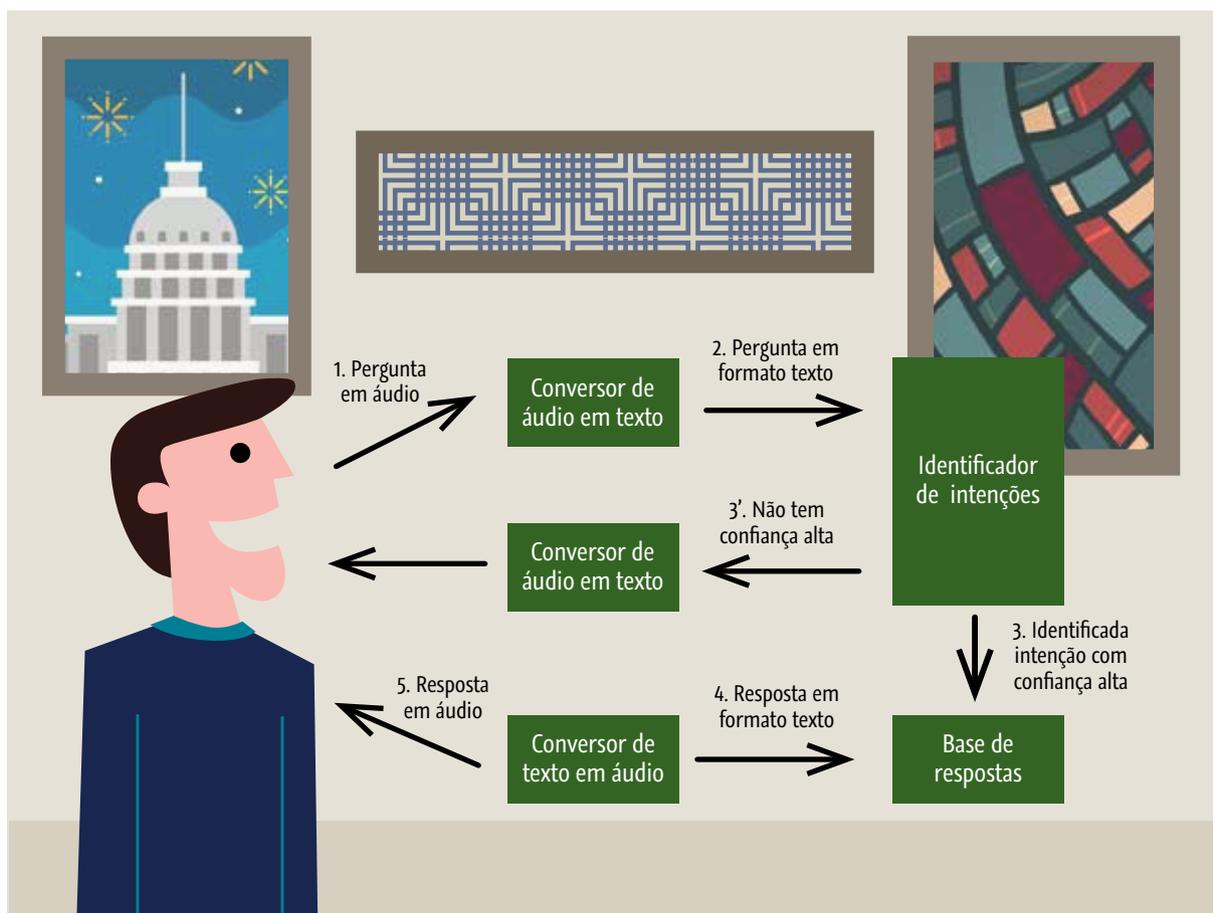
Na Pinacoteca, foram instalados *beacons* de localização e um *beacon* para cada obra. Ao todo, foram utilizadas sete obras nessa experiência. Os *beacons* de localização são utilizados para orientar o visitante dentro da Pinacoteca, enquanto os *beacons* das obras são utilizados para alertar o visitante de que, ali, existe uma obra com a qual ele pode interagir.

a. E como acontece essa interação?

Toda interação acontece por voz. O visitante pode perguntar uma questão sobre a obra de arte, o sistema identifica qual é a dúvida por trás daquela pergunta e fornece a resposta.

Isso é possível porque essa solução foi construída da maneira como está ilustrado na figura abaixo. Segundo o diagrama, a primeira etapa depois que alguém faz a pergunta é converter o áudio em texto. O texto resultante da conversão (etapa 2) é enviado para um componente que tem como responsabilidade interpretar aquilo que foi dito, ou seja, identificar a intenção por trás da pergunta.

O identificador de intenções pode entender uma intenção com uma alta confiança (etapa 3), ou seja, ele tem certeza de que aquele texto significa algo que ele conhece. Ou ele pode retornar uma informação dizendo que não entendeu a pergunta ou que está em dúvida (etapa 3’).



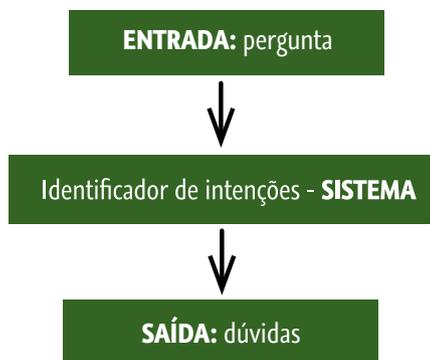
Se o identificador de intenções encontrou uma intenção com alta confiança, então, a próxima etapa é ver qual resposta está associada àquela intenção e enviar esse conteúdo para o conversor de texto em áudio. No final desse processo, o visitante do museu escuta um áudio com a resposta.

b. Fácil, não? Mais ou menos

O principal componente dessa solução é aquele que consegue identificar a intenção ou dúvida por trás de uma pergunta. No entanto, o grande desafio desse tipo de solução está justamente em como desenvolver esse componente para que ele possa responder a todas as perguntas dos visitantes da Pinacoteca de forma satisfatória, ou seja, fazendo com que os visitantes saiam da Pinacoteca felizes com a experiência. Considere, por exemplo, o quadro “São Paulo”, de Tarsila do Amaral. A grande questão é: como desenvolver um sistema capaz de entender toda e qualquer pergunta sobre essa obra de arte e fornecer a melhor resposta para a maioria das perguntas?

Utilizando técnicas tradicionais de desenvolvimento de *software* onde você precisa implementar todas as regras que transformam entradas em saídas antes mesmo de colocar o sistema para funcionar, isso não é possível. Pois, antes mesmo de começar o projeto, seria impossível listar as principais dúvidas de um público tão eclético (dentre eles: crianças, idosos, conhece-

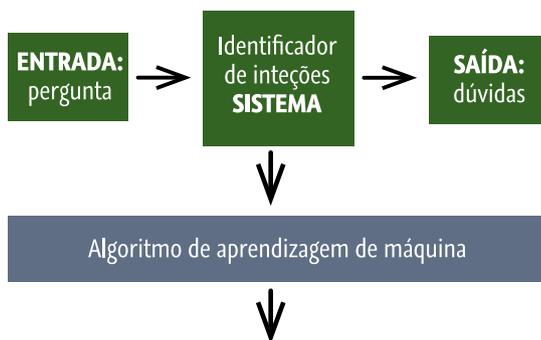
dores de arte e até leigos por completo) e implementar todas as regras de processamento de linguagem natural, uma por uma.



Ou seja, não é possível desenvolver tal sistema utilizando técnicas tradicionais de desenvolvimento de *software*.

c. Sendo assim, que abordagem foi utilizada no caso da Pinacoteca?

No projeto da Pinacoteca, foi utilizada uma abordagem baseada em aprendizagem de máquina, em que o conjunto de regras que fará parte do sistema é gerado a partir de uma amostra de exemplos que descrevem o comportamento esperado do sistema. Ou seja, a partir de um conjunto de exemplos de entrada e saída, exemplos de perguntas e as suas respectivas classes (ou dúvidas). (Veja abaixo).



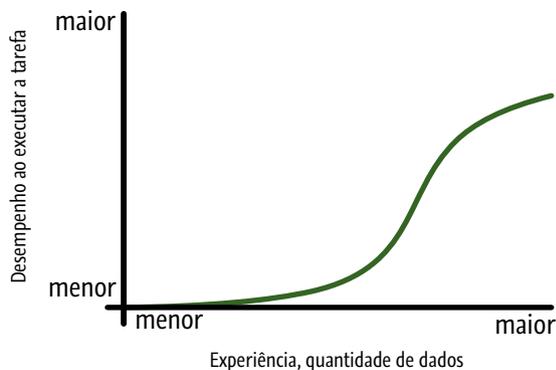
Pergunta (entrada)	Intenção (saída)
A figura de vermelho é um gato?	elemento_vermelho
A figura de vermelho é um homem?	elemento_vermelho
A imagem representa São Paulo de qual época?	data_obra
A obra mostra São Paulo em qual época?	data_obra
A obra retrata São Paulo em qual época?	data_obra
A parte azul do quadro tem um rio?	elementos_rio
A imagem representa qual cidade?	localização_obra

Exemplo de um conjunto de exemplos para treinamento

O algoritmo de aprendizagem de máquina cria um modelo capaz de identificar qual é a intenção de novas perguntas feitas para o quadro. Inclusive perguntas que nunca foram feitas para o quadro antes. Por exemplo, se alguém perguntar: “que década a obra retrata?” Então, o sistema será capaz de informar que a intenção por trás dessa pergunta é data_obra. Isso é um exemplo da capacidade de generalização dos algoritmos de aprendizagem de máquina.

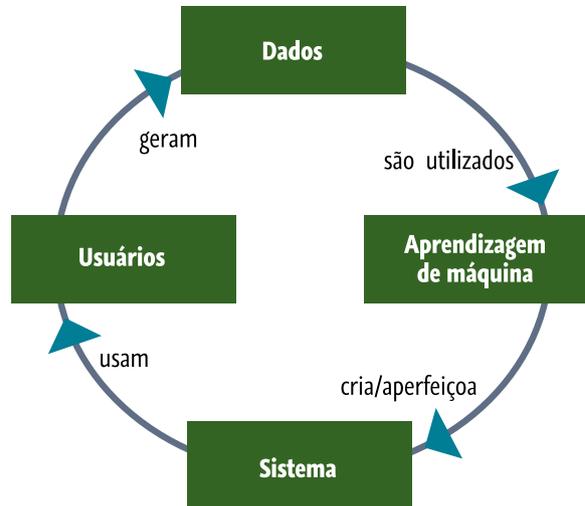
Dessa forma, com poucos exemplos de perguntas, é possível criar uma aplicação capaz de resolver toda e qualquer dúvida sobre uma obra de arte? Não. Uma regra básica é quanto maior a quantidade de exemplos utilizados pelo algoritmo de aprendizagem de máquina, melhor será o desempenho do modelo gerado. Nesse aspecto, computadores são muito parecidos com humanos: quanto maior a experiência, espera-se que maior seja o desempenho do computador ao realizar aquela tarefa.

Impacto esperado da quantidade de dados no desempenho do algoritmo (acurácia do modelo)



Qual é a melhor estratégia para o desenvolvimento de um sistema capaz de responder a dúvidas sobre obras de arte? A melhor estratégia é a incremental e interativa. Ou seja, liberar o mais rápido possível uma versão do sistema criada com poucos exemplos. Coletar toda a interação dos usuários com a aplicação e adicionar as novas perguntas feitas no conjunto de exemplos. Periodicamente, deve-se retreinar o modelo e atualizar a aplicação com a nova versão do mesmo. Ao fazermos isso, estamos implementando o que é chamado de ciclo virtuoso de aplicações baseadas em aprendizagem de máquina.

Ciclo virtuoso de aplicações baseadas em aprendizagem de máquina



Assim, em pouco tempo foi possível desenvolver algo realmente inovador e que está fascinando diversas pessoas.

Esse é um exemplo típico de agente autônomo ou inteligente, pois, para que um assistente virtual possa responder dúvidas sobre inúmeras obras de arte de uma forma muito assertiva, é necessário que esse assistente virtual possa ter capacidade de entender o que o visitante do museu está perguntando, raciocinar de forma autônoma (sem interferência humana) sobre qual é a melhor resposta para cada caso e entregar isso aos seus usuários.

O projeto “A voz da arte” é um excelente exemplo da nova era da inteligência artificial. Um momento em que deixamos de apenas executar experimentos em ambientes bem controlados e passamos a fazer uso desse tipo de tecnologia em uma escala muito maior.

“Quanto maior a quantidade de exemplos utilizados pelo algoritmo de aprendizagem de máquina, melhor será o desempenho do modelo gerado”



Hélio de Castro Machado Homem

Arquiteto de Soluções em Cloud na IBM, entusiasta do tema de tecnologia em saúde. Tem 20 anos de experiência em tecnologia de informação, bacharel em Sistemas de Informação e pós-graduado em Gestão Empresarial pela Fundação Getúlio Vargas (FGV).

Sistemas cognitivos que salvam vidas

São seis da manhã de um feriado em um chalé no meio da Serra da Mantiqueira. Acordo com uma mão batendo em minhas costas e, quando me dou conta, vejo minha esposa tentando se comunicar. Olho para ela, pergunto o que está acontecendo, e a única coisa que ela expressa é um resmungo impossível de ser interpretado. Os olhos dela começam a virar e pergunto: “é hipo?”. Ela mal consegue balançar a cabeça, mas é o suficiente para eu entender que sim, é uma hipoglicemia. Levanto desesperado, pego uma lata de refrigerante e, com alguma dificuldade, faço ela bebê-lo. Encontro o glicosímetro, checo a glicemia e me assusto: algo em torno de 25 mg/dl. Cerca de 20 minutos depois de ela ter tomado a lata inteira da bebida, explico onde estávamos e o que havia acontecido. Nesse momento, me dou conta: eu quase havia ficado viúvo.

Embora esse tenha sido o pior episódio de hipoglicemia dela que presenciei, inúmeros outros já aconteceram ao longo do nosso relacionamento. Minha esposa tem diabetes tipo 1, ou seja, o pâncreas não produz insulina, e ela precisa fazer aplicação dessa substância para evitar a hiperglicemia, que é a alta taxa de glicose no sangue e que, quando frequente, causa sérios danos em longo prazo, como deficiências visual, renal, cardíaca, dentre outras. A hipoglicemia, por outro lado, acontece quando o nível de açúcar no sangue fica abaixo de 70 mg/dl e, se continuar caindo, pode levar à morte instantânea.

Os quadros de hipoglicemia costumam estar associados a alguns sintomas, sendo os mais comuns: tontura, irritação, tremor, sudorese, taquicardia, dentre outros. Um dos grandes problemas é que muitos diabéticos têm quadros de hipoglicemia assintomáticos, ou seja, simplesmente não notam o próprio estado e, por isso, não tomam nenhuma atitude para remediá-lo. Isso é muito perigoso e pode colocar a vida do diabético e até de ou-

tras pessoas em risco, se envolvidas em um acidente de automóvel, por exemplo.

Atualmente, mais de 400 milhões de pessoas ao redor do mundo têm diabetes. Estima-se que, anualmente, mais de 3 milhões de mortes são causadas pela diabetes ou por doenças desencadeadas por ela. O controle do nível de glicose no sangue do diabético é fundamental para se evitarem situações de hipo e hiperglicemia, e, nos tratamentos mais modernos, o paciente calcula, com base em orientação médica, a quantidade de carboidratos ingeridos em uma determinada refeição e os converte em doses de insulina a serem aplicadas.

Parece simples, mas há outras variáveis que afetam o resultado final. Embora existam tabelas de referência, determinar de forma precisa o peso do que se está ingerindo não é trivial, principalmente para alimentos não industrializados, que não contam com tabela nutricional. Infecções geralmente elevam a glicemia, e atividades físicas alteram o metabolismo, mudando a forma como o corpo reage à insulina. Acrescente a essas variáveis os erros humanos, e a chance de descontrole aumenta muito.

Há vários anos, novos tratamentos e tecnologias vêm sendo desenvolvidos para melhorar a qualidade de vida dos pacientes diabéticos e a eficácia dos tratamentos. Um grande exemplo disso são os chamados Sistemas de Infusão Contínua (SIC) de insulina, popularmente conhecidos como bombas de insulina. O conceito é simples: um aparelho similar a um *pager*, com mecanismo extremamente preciso, capaz de injetar micro-doses de insulina por meio de um cateter, é aplicado no subcutâneo do paciente. É possível configurar para cada paciente, de acordo com a prescrição médica, a quantidade basal de insulina que deve ser injetada ao longo do dia e também os *bolus*, aquele racional de quantidade de insulina para quantidade de carboidrato ingerido. Configurações avançadas permitem, dentre outras coisas, a variação da insulina basal a cada hora do dia e diferentes tipos de *bolus*, de acordo com o tipo de alimento ingerido. Essas funcionalidades permitem que se obtenham resultados mais satisfatórios, com um tratamento personalizado para cada paciente.

Outra tecnologia que vem sendo trabalhada por fabricantes de bombas de insulina são os sensores para monitoramento da glicemia. Também conectado ao subcutâneo do paciente, o sensor se comunica via *bluetooth* com a bomba, que tem configurado limites de glicemia que determinam em quais níveis o paciente deve ser alertado. Uma vez que um dos limites é atingido e o diabético alertado, deve-se verificar a glicemia dele com o glicosímetro e adotar a ação necessária, comandando a infusão de mais insulina na bomba ou ingerindo glicose de alguma forma.

A grande novidade nessa área é a introdução de aplicativos de *smartphones* que utilizam sistemas cognitivos, aqueles com capacidade de entender linguagem natural e de autoaprendizado. Eles se conectam com a bomba e o sensor, coletam os dados e, com isso, conseguirão interpretar o quadro do paciente com base no histórico de eventos e de interações recentes dele. O aplicativo poderia ainda coletar informações de *wearable devices* para levar em consideração o nível de atividade física praticado pelo usuário, além de oferecer-lhe uma melhor experiência, por exemplo, permitindo-lhe informar ao sistema qual é o almoço dele tirando apenas uma foto do prato. Nesse caso, o próprio aplicativo identificaria o alimento ingerido e a quantidade, recomendando ao usuário a quantidade de insulina que deveria ser injetada.

Mais importante, esses aplicativos trarão muito mais eficiência na análise do tratamento e na predição de eventos, detectando-os com antecedência de até duas horas. Uma vez detectado o descontrole glicêmico, o aplicativo poderia sugerir ou tomar uma ação com base em configurações e histórico de eventos anteriores com as mesmas características, como a infusão proativa de insulina para evitar a hiperglicemia e, em casos de hipoglicemia, suspender imediatamente a infusão e também alertar o paciente e pessoas próximas a ele ou até mesmo serviços de emergência sobre a ocorrência.

Com o aplicativo armazenando os dados do paciente em nuvem, o usuário poderá permitir que o próprio médico acesse, a qualquer momento e de qualquer lugar, as informações do usuário com todo o histórico de eventos. O médico, por sua vez, poderá contar com a capacidade analítica do sistema, que armazenará dados de milhares de pacientes ao redor do mundo e terá acesso a diversas e mais atualizadas literaturas médicas, além de avaliar quais ajustes poderiam ser feitos no tratamento ou mesmo nas configurações da bomba de insulina.

Já em desenvolvimento há mais de dez anos, o pâncreas artificial é a grande aposta de especialistas no aperfeiçoamento de tratamento de pacientes diabéticos. O principal objetivo é que ele reproduza o funcionamento de um pâncreas humano, fazendo com que o paciente tenha o menor nível possível de interação com o sistema. Toda a tecnologia já desenvolvida é, certamente, uma grande base para o sucesso.

Esse é um dos exemplos de como a tecnologia, em especial com o advento de sistemas cognitivos, pode ajudar no desenvolvimento da área de saúde e melhorar a qualidade de vida de pacientes com doenças crônicas.



Arquivo pessoal

Paulo Maia

Bacharel em Ciência da Computação, com mestrado em Data Science pela Universidade de Auckland, Nova Zelândia. Atualmente trabalha na IBM, tendo sido analista de sistemas da Prodemge.

Inteligência Artificial: uma visão ética

Discussões sobre Inteligência artificial (IA) vêm chamando atenção do público, com muitas preocupações sobre o tema. Ao longo das últimas décadas, a IA, o aprendizado e a tomada de decisão automatizadas tornaram-se comuns em nossas vidas. Planejamos viagens usando sistemas GPS que dependem de algoritmos de IA para otimizar a rota. Os *smartphones* entendem nossa fala, e Siri, Cortana e Google Now estão melhorando os processos de aprendizagem, para entender nossas intenções. Algoritmos sofisticados de aprendizagem de máquina (*machine learning*), como *deep learning* ou redes neurais, evoluíram bastante e conseguem detectar rostos enquanto tiramos fotos com nossos telefones e os reconhecem quando os publicamos no Facebook. IA fornece a milhões de pessoas, previsões de trânsito e recomendações sobre livros e filmes, traduz idiomas em tempo real e acelera o funcionamento de nossos *laptops* ao adivinhar o que faremos em seguida. Várias empresas estão trabalhando em carros autônomos – com supervisão parcial de humanos ou de forma totalmente independente. Além das influências em nossa rotina, as técnicas de IA estão desempenhando papéis na ciência e na medicina. A IA já está em hospitais, ajudando médicos a entenderem quais pacientes estão em maior risco, e os algoritmos de IA estão pesquisando e identificando efeitos colaterais raros, mas devastadores, de medicamentos.

A IA fornece hoje uma pequena amostra das contribuições mais profundas por vir. A utilização das tecnologias atualmente disponíveis poderia salvar milhares de vidas. Em longo prazo, os avanços na inteligência das máquinas terão influências profundamente benéficas sobre saúde, educação, transporte, comércio e ciência em geral.

No entanto, os avanços na IA e a perspectiva de novos sistemas autônomos baseados nela estimulam nossos pensamentos sobre eventuais riscos potenciais associados. Vá-

rias dessas especulações preveem uma “reação em cadeia de inteligência”, na qual um sistema IA é encarregado da tarefa de desenhar, de forma recursiva, versões progressivamente mais inteligentes de si. Podemos imaginar cenários em que um sistema de computador autônomo tenha acesso a recursos potencialmente perigosos (por exemplo, dispositivos capazes de sintetizar moléculas biologicamente ativas, controle dos mercados financeiros mundiais ou sistemas de armas pesadas). A dependência de qualquer sistema de computação para o controle nessas áreas é repleta de riscos, e sistemas autônomos que operam sem uma supervisão humana cuidadosa e mecanismos de segurança podem ser especialmente perigosos.

É importante que cientistas da computação continuem a investigar e a abordar preocupações sobre as possibilidades de perda de controle sobre as máquinas inteligentes, mesmo que julguemos os riscos pequenos e distantes. Já existem riscos importantes. Em particular, podemos elencar algumas classes de risco: *bugs*, segurança cibernética, autonomia e impactos sócioeconômicos.

O primeiro conjunto de riscos decorre de erros de programação no *software* IA. A verificação dos sistemas de *software* é desafiadora e crítica, e muitos progressos já foram feitos. Muitos sistemas de *software* que não adotam IA foram desenvolvidos e validados para obter alto grau de garantia de qualidade. Práticas semelhantes devem ser aplicadas aos sistemas IA. Um desafio técnico é garantir que os sistemas construídos por meio de métodos de aprendizagem de máquinas se comportem adequadamente. Outro desafio é garantir o bom comportamento quando um sistema de IA encontra situações imprevistas. Nossos veículos automatizados, robôs domésticos e serviços inteligentes devem funcionar bem, mesmo quando recebem informações confusas. Devem utilizar uma arquitetura de automonitoramento em que se observam continuamente as ações do sistema, se verifica se seu comportamento é consistente com as principais intenções do *designer* e se intervêm ou se faz alerta se problemas forem identificados.

Um segundo conjunto de riscos são ataques cibernéticos. Os algoritmos IA são tão vulneráveis quanto qualquer outro *software* para o ataque cibernético. À medida que implantamos sistemas de IA, precisamos considerar as novas possibilidades de ataque que estes expõem. Por exemplo, manipulando-se dados de treinamento, que na verdade são utilizados pelos modelos de aprendizagem de máquinas para extração de regras, esses ataques podem alterar o comportamento desses sistemas. Precisamos considerar as implicações dos ataques cibernéticos nos sistemas de IA, especialmente quando os métodos de IA são encarregados de tomar decisões de alto risco. Antes de colocar algoritmos de IA no controle de decisões de alto risco, devemos estar confiantes de que esses sistemas podem sobreviver a ataques cibernéticos de grande escala.

Um terceiro conjunto de questões refere-se a casos em que os seres humanos não conseguem instruir corretamente o sistema IA sobre como deve se comportar ou mesmo em situações que envolvem decisões complexas. Imaginemos o caso de um carro autônomo em uma estrada se depa-
rando com um outro veículo na mesma pista, no sentido contrário. Caso faça o desvio para evitar a colisão, ele atingirá um grupo de pessoas, incluindo crianças. Qual seria a melhor decisão? Autoexterminio ou invadir o acostamento e atingir as pessoas? Você compraria um carro que possuísse um código de autoexterminio?

Um aspecto importante de qualquer sistema de IA que interage com as pessoas é que este deve interpretar o que as pessoas pretendem, ao invés de executar comandos literalmente. Um sistema de IA deve analisar e entender se o comportamento que um ser humano está solicitando provavelmente será julgado como “normal” ou “razoável” pela maioria das pessoas. Além de confiar em mecanismos internos para assegurar um comportamento adequado, os sistemas IA precisam ter capacidade e responsabilidade de trabalhar com as pessoas para obter *feedback* e orientação. Eles devem saber quando parar e “pedir instruções”, além de sempre estarem abertos para *feedback*.

Outro conjunto de riscos diz respeito às amplas influências da automação cada vez mais presente sobre a economia mundial e aos eventuais distúrbios que isso pode gerar. Uma pesquisa recente da Universidade de Oxford sobre o futuro da empregabilidade sustenta que 47% dos empregos nos EUA estão sob risco de serem automatizados nos próximos 20 anos. Empregos nas áreas de transporte, logística, assim como funções de suporte administrativo, sofrem alto risco devido à automação. Como exemplo, vejam o *site* www.narrativescience.com, onde, por meio da utilização de dados estatísticos de uma partida de futebol, é possível publicar um artigo sobre o jogo de forma automatizada. É fato que as empresas tenderão cada vez mais a utilizar máquinas automatizadas nas prestações de serviço e linhas de produção. Bill Gates publicou um artigo alertando que os robôs deveriam ser taxados como humanos. Dessa forma, as empresas sofreriam uma penalização tributária pelo uso massivo de máquinas automatizadas, eventualmente deixando o robô de ser atrativo em algumas áreas. Além disso, os impostos gerados poderiam ser utilizados pelos governos em políticas sociais para diminuir o impacto da automação na sociedade.

A comunidade de cientistas da computação deve assumir um papel de liderança na exploração e abordar preocupações sobre máquinas inteligentes. Devemos trabalhar para garantir que os sistemas de IA responsáveis por decisões de alto risco se comportem de forma segura e correta e também examinar e responder às preocupações sobre potenciais influências de transformação da IA. Além dos estudos acadêmicos, os cientistas da computação precisam manter um canal aberto para se comunicarem com o público sobre oportunidades, preocupações e realidades da IA.



Nelson Spangler de Andrade

Engenheiro com especialização em Sistemas de Informação pela PUC/RJ; mestre em Administração Pública, gestão em Ciência da Informação pela Fundação João Pinheiro e pelo Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Minas Gerais; MBA em Gestão Empresarial pela Fundação Getúlio Vargas. Trabalha na Prodemge, onde atuou em Suporte, Sistemas, Produção, Tecnologia, Banco de Dados, Gestão Documental, Arquitetura de Dados e Consultoria.

Computação cognitiva: a última fronteira?

“Saber muito não nos torna inteligentes. A inteligência se traduz na forma que se recolhe, julga, maneja e, sobretudo, onde e como se aplica o conhecimento”. Carl Sagan

A humanidade, desde o surgimento do *homo sapiens*, há 200 milhões de anos, buscou alternativas para criar ferramentas e sistemas capazes de executar tarefas braçais e intelectuais acelerando a espiral do progresso e da inovação. Tal evolução apresenta crescimento exponencial a partir de meados do século XX, em muito, devido à ciência da computação.

As primeiras gerações de computadores eram capazes de realizar cálculos em alta velocidade. Posteriormente, tornaram-se capazes de executar programas, cada vez mais complexos. O próximo passo, a computação cognitiva, busca uma tecnologia capaz de processar informações e de aprender com elas de forma semelhante ao que ocorre no cérebro humano, sem que precise ser programada. A computação cognitiva irá mudar a forma como tratamos a informação.

Na década de 1950, o matemático Alan Turing propôs um teste para avaliar se um sistema poderia exibir inteligência, e o cientista John McCarthy cunhou o termo inteligência artificial (*artificial intelligence*), hoje de uso geral, para designar sistemas que pudessem simular o pensamento humano.

Trata-se de desafio ancestral, ainda não alcançado, de prover inteligência aos sistemas computacionais, fazendo com que simulem à perfeição o raciocínio humano. Que máquinas, *lato sensu*, se associem entre si

“É confortável a visão de que sistemas de computação cognitiva não irão sobrepujar ou substituir a ação humana. Serão assistentes, de alto nível, da sociedade e da ciência, para acelerar o conhecimento e auxiliar nas decisões.”

e aos próprios homens. Algo disso foi feito em jogos, lógica formal e provas de teoremas. O emprego da robótica, a representação de conhecimento e sistemas especialistas limitados a um determinado domínio são outros exemplos. Entretanto, apenas nos últimos anos, a evolução tecnológica tem suportado o desafio de capacitar-se para processar e armazenar tantas e crescentes informações não estruturadas e suportar algoritmos capazes de lidar com a incerteza.

Antes dos atuais avanços da ciência, a ficção científica já projetava o momento em que o homem criaria máquinas à própria semelhança e as consequências, benfazejas ou funestas, desse ato. No dizer de um dos mais importantes autores, e também cientista, Isaac Asimov: “talvez as máquinas façam o trabalho que torna a vida possível, e os humanos façam todas as outras coisas que tornam a vida algo prazerosa, que valha a pena”.

Computação cognitiva é uma abordagem tecnológica, ainda inovadora, para a concepção de sistemas com capacidade de interagir de forma natural com as pessoas e com outros sistemas, buscando soluções para problemas e desafios encontrados no dia a dia. As organizações e a academia já vêm atuando para auferir os benefícios que a computação cognitiva pode gerar em frentes como a força de trabalho, a relação homem-máquina, a qualidade de vida (saúde, educação, segurança, transporte), a sustentabilidade, o lazer, os sistemas e processos autômatos, a expansão do conhecimento, a inovação de serviços.

O real desenvolvimento de aplicações de computação cognitiva ocorre a partir da segunda década do século atual, por meio de grandes corporações de pesquisa, tecnologia e serviços. Dentre as experiências mais conhecidas e bem-sucedidas, podem ser citadas: IBM Watson, Apple Siri, Google Go, Microsoft Cortana e Amazon Echo; enlaçando ciência, indústria e negócio. Outras tecnologias em evolução, como inteligência artificial, internet das coisas, *chips* inteligentes, processamento em nuvem, estão associadas à computação cognitiva na expansão dos horizontes da automação.

Em 2011, a IBM, por meio do sistema Watson, conseguiu vencer os dois maiores jogadores humanos de Jeopardy, um famoso jogo de perguntas e respostas da TV norte-americana que requeria entendimento da linguagem natural, busca por enormes quantidades de informação, criação de hipóteses e tratamento de incertezas. Atualmente, a IBM possui cerca de 300 parceiros comerciais para o uso da tecnologia que desenvolveu.

Iniciou-se, aí, a discussão na comunidade especializada para saber quando esses sistemas vão atingir o mesmo nível da inteligência humana, tendo a capacidade de executar qualquer tarefa que um adulto pode realizar. Existem até previsões de quando isso irá ocorrer: 2022, segundo os mais otimistas, ou 2075, para os mais cautelosos. Uma data mediana, por volta de 2040, é considerada pela maioria dos prognósticos.

É confortável a visão de que sistemas de computação cognitiva não irão sobrepujar ou substituir a ação humana. Serão assistentes, de alto nível, da sociedade e da ciência, para acelerar o conhecimento e auxiliar nas decisões. Visões apocalípticas da dominação do homem por suas próprias criaturas são, entretanto, abundantes na literatura e no cinema, mas consideradas ficção e entretenimento.

O especialista humano em medicina, engenharia, direito ou qualquer outra atividade intelectual não será substituído, mas poderá contar com um assistente cognitivo que lhe dê subsídio para melhorar a atuação com relação à expertise que possui.

Acredita-se que a civilização rumará para uma economia de ideias. A riqueza nesse novo mundo será a inovação, e fato importante é que precisaremos lidar de maneira diferente com os sistemas cognitivos. Devemos ser capazes de embutir na essência deles os valores éticos que são importantes para a humanidade. A computação cognitiva deve compartilhar os mesmos objetivos de evolução, progresso e bem-estar que a maioria dos homens busca.



O uso da linguagem natural e da visão computacional para identificar padrões por meio de algoritmos de aprendizado de máquina, permitindo sua utilização nas áreas de negócios, tratamentos de doenças e qualidade de vida, em serviços de atendimento ao cliente e em projetos de veículos autômatos.

A aplicabilidade da inteligência artificial no âmbito jurídico.

A intensidade tecnológica em diversas atividades de trabalho e a inclusão de sistemas inteligentes impactando a sociedade e as profissões. A inteligência artificial e as oportunidades para transformação e ganhos de eficiência nas empresas, mas, também, as ameaças a empregos e a modelos de negócio já estabelecidos.

A dificuldade de se ensinar às máquinas os valores humanos e os possíveis impactos de uma inteligência artificial desalinhada com os valores humanos.

Fundamentos do raciocínio baseado em casos – aprendendo com o passado



Arquivo pessoal

Lilian Noronha Nassif

Doutora em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Minas Gerais (2006), mestre em Administração Pública pela Fundação João Pinheiro (1997) e graduada em Ciência da Computação pela PUC Minas (1990). Realizou doutorado-sanduiche na University of Ottawa, Canadá e desenvolveu pesquisa no National Research Council Canada (NRC), em 2003-2004. Atua, principalmente, nos seguintes temas: sistemas multiagentes inteligentes, grid computing, redes de computadores, gerenciamento de projetos e computação forense. Atua em perícias forenses de Informática no Ministério Público de Minas Gerais e leciona na Universidade do Estado de Minas Gerais.

Resumo

Raciocínio baseado em casos é uma abordagem de aprendizagem de máquina que utiliza casos passados para resolver novos problemas. A intensidade tecnológica em diversas atividades de trabalho e a inclusão de sistemas inteligentes terão forte impacto na sociedade e nas profissões. Compreender as técnicas de inteligência artificial (IA) permite ampliar o espectro de aplicações delas em um contexto de evolução tecnológica em que a IA tem papel fundamental em um cenário próximo. Este artigo apresenta o framework tradicional da técnica Raciocínio Baseado em Casos, descrevendo formas de organização da base de casos e etapas de recuperação de casos da base, adaptação do caso passado para o novo caso, revisão da solução aplicada nos casos recentemente executados e retenção do novo caso na base. Também são apresentadas as novas aplicações dessa abordagem em tecnologias emergentes, tais como big data, agentes inteligentes, robótica e sensores.

Palavras-chave:

inteligência artificial, raciocínio baseado em casos, tomada de decisão.

1. Introdução

A primeira e a segunda revoluções industriais superaram a capacidade das atividades físicas do homem, criando maquinaria e industrializando atividades anteriormente manuais e de baixa tecnologia. Já a revolução da tecnologia da informação vem superando as atividades intelectuais do homem, dentre seus aspectos de armazenamento e processamento. Embora o conhecimento, até então, tenha sido intrínseco somente ao homem, a nova revolução permitiu também o aprendizado de máquinas que utilizam técnicas de inteligência e passam a ter cognição.

A computação cognitiva faz uso de uma série de tecnologias para aprendizado. Conhecimentos com incerteza e imprecisão podem ser melhores representados utilizando-se as técnicas de redes neurais e lógica *fuzzy* [Zadeh 1965]. A lógica *fuzzy* é uma extensão da lógica *booleana*, na qual criam-se preferências e regras de inferência com associações difusas entre variáveis do problema previamente definidas.

Já o Raciocínio Baseado em Casos (RBC) é uma técnica que adapta soluções passadas para novas demandas usando casos passados para explicar, criticar e interpretar novas situações para um novo problema. O RBC sugere um modelo de raciocínio que incorpora a resolução e o aprendizado do problema e integra casos no processo de memória [Kolodner 1993].

A técnica de RBC tem sido usada crescentemente em diversos ramos, tais como projeto de engenharia, diagnóstico médico, atendimento a clientes do tipo *help-desk* e tomada de decisão empresarial.

Este artigo apresenta em detalhes as fases do *framework* aplicado ao RBC e revisa o amplo espectro em que ele é aplicado. O artigo está organizado da seguinte forma: na seção 2 é apresentado o RBC, com detalhamento de cada uma das fases desse raciocínio; na seção 3 são apresentadas as aplicações do RBC em várias áreas do conhecimento; e, finalmente, na seção 4 são feitas as considerações finais.

2. A técnica RBC

Um caso é um pedaço contextualizado do conhecimento representando uma experiência que ensina uma lição fundamental para alcançar os objetivos do raciocinador. Casos representam conhecimento específico para situações específicas, ou seja, representam conhecimento no nível operacional, em que se explicita como uma tarefa foi conduzida ou como um conhecimento foi aplicado, ou como estratégias específicas foram utilizadas para se alcançar determinado objetivo [Kolodner, 1993]. O ciclo básico do RBC, ilustrado na Figura 1, inclui as fases denominadas Recuperação, Adaptação, Revisão e Retenção.

Os casos passados de resolução de problemas são armazenados em uma base de casos. Na fase Recuperação, o sistema RBC compara um novo problema com casos passados e recupera casos similares que sugerem soluções para o novo problema. Na fase Adaptação, o sistema modifica a solução passada para construir uma solução para o novo problema. Na fase Revisão, o sistema RBC revisa a solução proposta. Na fase Retenção, o novo caso e a solução para ele são incluídas na biblioteca de casos [KOLODNER, 1993] [LEWIS, 1995].

As seguintes premissas fazem parte do modelo RBC [Kolodner, 1993]:

- fazer referência a casos passados é vantajoso para lidar com situações que são recorrentes. A referência a situações prévias similares é frequentemente necessária para lidar com as complexidades das novas situações;
- qualquer forma de raciocínio requer que a situação seja elaborada em detalhes e seja representada com clareza e com vocabulário apropriado para permitir ao decisor adquirir o conhecimento de que ele precisa e raciocinar sobre ele;

- como o caso passado pode não ser o mesmo que o novo caso, é preciso adaptar a solução passada para que seja utilizada na nova situação. A adaptação compensa as diferenças entre a situação passada e a nova;
- o aprendizado acontece como uma consequência natural do raciocínio. Se um novo problema é derivado da resolução de um problema complexo, então, por consequência, um novo procedimento é aprendido para lidar com essa classe de situações.

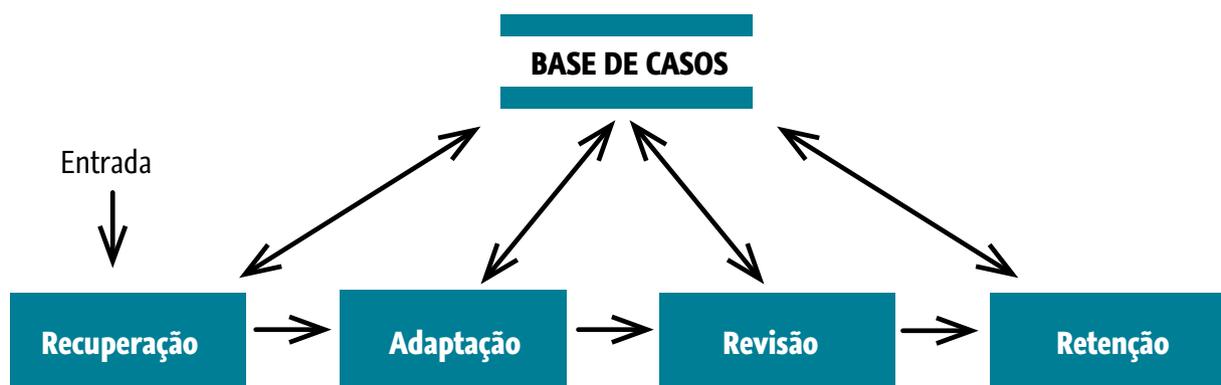
2.1 - Organização da base de casos

A organização da memória de casos auxilia na melhoria da eficiência da fase de recuperação de casos. Duas principais classes de memórias têm sido propostas: desestruturadas – ou *flat* –, e estruturadas.

Na memória *flat*, todos os casos são do mesmo nível, a fase de recuperação processa todos os casos e o algoritmo clássico, denominado *nearest-neighbor*, é o método comum usado para a recuperação de casos. As memórias estruturadas são organizadas por generalizações ou abstrações. Elas podem ser organizadas, por exemplo, pelo uso de hierarquias de camadas, árvore de decisão ou árvores B.

Memórias organizadas de forma estruturada facilitam a avaliação de uma nova situação e permitem o controle por indexação [Bichindaritz, 2005]. Uma pesquisa em uma lista estruturada é diferente de uma pesquisa em uma estrutura de árvore complexa. Cada uma tem vantagens e desvantagens. Na memória *flat*, embora requeira mais tempo de computação, o melhor caso é sempre encontrado. Em uma estrutura de árvore complexa, menos tempo de computação é requerido, porém a recuperação do melhor caso não é garantida [Kolodner, 1993].

Figura 1: Estrutura genérica para raciocínio baseado em casos



2.2 - Recuperação de casos no RBC

Na fase de recuperação de casos, os casos passados são selecionados de acordo com o grau de similaridade em relação a um novo caso. Para o cálculo de similaridade, existe uma distinção entre similaridade global e local.

A similaridade global corresponde à similaridade entre casos e a similaridade local corresponde à similaridade entre atributos do caso [Kolodner, 1993]. A similaridade local para diferentes atributos depende da computação de uma função f_i . Uma função pode converter símbolos diferentes em números. A similaridade também depende de uma faixa de valores. Por exemplo, se o valor da função é 1, significa total similaridade, ou, se o valor da função é 0, significa nenhuma similaridade. O número de casos recuperados depende de uma marca limite, T , tal que o caso é recuperado somente se a similaridade entre ele e o novo caso é maior do que T . Os seguintes métodos são comumente usados para o cálculo da similaridade local [Aamodt & Plaza, 1994].

Numérico	$\text{sim}(a,b) = 1 - \frac{ a-b }{\text{faixa}}$
Simbólico	$\text{sim}(a,b) = \begin{cases} 1 & \text{se } a=b \\ 0 & \text{se } a \neq b \end{cases}$
Multivalorado	$\text{sim}(a,b) = \frac{\text{card}(a) \cap \text{card}(b)}{\text{card}(a \cap b)}$
Taxonomia	$\text{sim}(a,b) = \frac{h(\text{nodo comum}(a,b))}{\min(h(a), h(b))}$

Onde:

a e b são atributos de casos diferentes;

$\text{sim}(a,b)$ é a similaridade local para um determinado atributo entre os casos a e b ;

faixa é o valor absoluto da diferença entre os limites superior e inferior do conjunto;

card é a cardinalidade (tamanho) do conjunto de atributos;

h = altura (número de níveis) da árvore da taxonomia.

Uma vez que a similaridade local tenha sido calculada para cada característica, o sistema RBC deve calcular a similaridade global. Uma maneira de medir a similaridade global entre dois casos A e B com p características é dada a seguir:

$$\text{sim}(A,B) = \sum_{i=1}^p \omega_i \text{sim}_i(a_i,b_i)$$

Onde:

ω_i é o peso do atributo i ;

sim_i é a similaridade local calculada para o atributo i .

Um algoritmo muito popular chamado *nearest-neighbor* (NN) recupera casos em sistemas RBC. Nesse algoritmo, a soma das características ponderadas de um novo caso é comparada a casos históricos [Kolodner, 1993]. O algoritmo seleciona os casos que apresentam mais características em comum com o novo caso. O tempo que o algoritmo NN recupera casos aumenta substancialmente com o aumento do tamanho da base de casos.

2.2.1 - Outras abordagens de recuperação de casos

A literatura apresenta outras abordagens projetadas para evitar pesquisas exaustivas na base de casos. Em [Schaaf, 1996], a base de dados armazena distâncias de similaridade pré-computadas de aspectos específicos entre vários objetos. Para um novo caso A , o algoritmo escolhe um objeto de teste F da base de dados. Se F é dissimilar a A , indica que um objeto F' similar a F também é dissimilar a A . Portanto, o algoritmo elimina objetos similares a F e, conseqüentemente, reduz o espaço de pesquisa a cada iteração do algoritmo.

Em [Montani 68 & Portinale, 2005], os autores levam em consideração as dependências temporais entre casos. Uma classificação preliminar reduz o espaço de pesquisa de recuperação de casos baseado em uma única característica. Um algoritmo de recuperação de casos é então organizado como se segue: 1) os casos com alta similaridade local são extraídos (considerando-se uma característica por vez) e a interseção dos conjuntos recuperados é computada; 2) a similaridade global é também computada, considerando-se a média ponderada das distâncias locais.

Em [Nassif, 2006] a base de casos é filtrada baseada em uma sequência de atributos relevantes. Essa sequência evita o uso de pesos para atributos na computação da similaridade global e associa limites aos atributos ao invés de associá-los aos casos. Essa associação evita computação desnecessária da similaridade local para alguns atributos.

2.3 - Adaptação de soluções no RBC

A fase de adaptação usa as soluções aplicadas nos casos obtidos na fase de recuperação. A fase de adaptação procura por diferenças entre o caso novo e o caso passado e aplica fórmulas ou regras sugerindo uma solução adaptada [Lewis, 1995]. Se as diferenças são irrelevantes, então a solução do caso passado é transferida sem

modificações para o novo caso. Esse é um tipo trivial de reúso de casos. No entanto, para alguns sistemas, a cópia da solução é inadequada e uma adaptação é requerida [Aamodt & Plaza, 1994]. Em geral, existem quatro decisões principais que precisam ser executadas no processo de adaptação:

- identificar o que precisa ser alterado;
- identificar quais partes da solução devem ser mudadas;
- identificar os métodos de adaptação aplicáveis;
- selecionar uma estratégia de adaptação e utilizá-la.

As adaptações podem ser feitas por meio de métodos de substituição e de transformação. O método de substituição é o processo de escolher e instalar uma reposição de alguma parte de uma solução passada. Um grupo completo de componentes pode ser substituído simultaneamente. O método de transformação converte uma solução passada em uma solução que funciona em uma nova situação ao se inserir, remover ou modificar alguns elementos [Schaaf, 1996]. A fase de adaptação depende do domínio da aplicação. Em alguns domínios, tal como medicina, essa fase é considerada como um dos principais desafios para se aplicar a técnica RBC.

2.4 - Revisão de casos

A fase de revisão de casos consiste em duas tarefas: 1) avaliar a solução gerada pelo reúso do caso; 2) consertar a solução de um caso usando um domínio específico de conhecimento.

Na primeira fase, avalia-se se o reúso obteve sucesso e então realiza-se a retenção (próxima fase). Caso contrário, ou seja, se a solução falhou, deve-se analisar a solução fora do RBC, algumas vezes consultando-se um especialista ou aplicando-se a solução em um ambiente real. Enquanto se avalia o caso, o *status* desse na base deve ficar suspenso, não podendo ser utilizado. Reparar um caso envolve a detecção de erros e a explicação dos motivos da falha, de forma a se evitar a repetição do problema.

2.5 - Retenção de casos

A fase de retenção de casos adiciona novos casos à base de dados e analisa a permanência dos casos passados.

O aprendizado do sucesso ou da falha no reúso de um caso depende da fase de revisão e dos possíveis reparos. Isso envolve analisar quais partes do caso devem

ser retidas, como realizar a indexação do caso para uso futuro e como realizar a integração desse novo caso na estrutura de memória existente.

A base de casos também pode ser revisada para controle do tamanho que ela possui. Uma base muito grande afeta o tempo de recuperação de casos e podem existir muitos casos que aumentam a base, mas que não estão contribuindo para a eficiência do sistema. Nesse caso, a retirada de casos que nunca foram usados pode ser um critério a ser analisado pelo desenvolvedor da solução.

3 - Exemplos de uso de RBC

A técnica RBC foi introduzida em ferramentas comerciais no início da década de 1990 e, desde então, tem sido usada em aplicações dos mais variados domínios, dentre eles [AIAI, 2003]:

- diagnóstico: o diagnóstico baseado em casos recupera casos passados cuja lista de sintomas é similar à do novo caso e sugere diagnósticos baseados na melhor combinação de casos combinados;
- *helpdesk*: os sistemas de diagnóstico baseado em casos são usados na área de atendimento ao cliente, lidando com problemas relacionados a um produto ou serviço;
- suporte à decisão: na tomada de decisão, quando encontrado um problema complexo, as pessoas geralmente procuram por problemas análogos para encontrar possíveis soluções;
- projeto: sistemas de apoio a projetistas industriais e arquitetonômicos têm sido desenvolvidos para apoio no processo de partes do projeto geral;
- a usabilidade da técnica RBC tem crescido em várias áreas de aplicações de inteligência, tais como os exemplos a seguir.

No artigo de [Auslander *et al.* 2015] é apresentado um novo algoritmo baseado em RBC, e que controla uma equipe de veículos autônomos em missões de assistência em desastres, ocorridos em áreas remotas ou perigosas, tais como locais atingidos por avalanches, enchentes e terremotos. Nesses casos, a assistência realizada por um pessoa traria riscos para a vida dela. Portanto, veículos autônomos podem ser enviados para que possam realizar procedimentos rápidos e seguros.

[Borck *et al.* 2015] também apresentam um algoritmo baseado em RBC no qual um sistema controla veículos aéreos não tripulados em situação de combate,

para auxílio em operações dentro da faixa visual do piloto. O algoritmo armazena os objetivos do caso, as observações e a política de outros veículos aéreos hostis. O objetivo do algoritmo aplicado a um sistema multiagente é reconhecer o plano, as atividades e as intenções dos agentes adversários, para tomada de contramedidas.

Aplicações muito interessantes têm usado a técnica de RBC na área de ciências da saúde. O artigo de [Marling] utiliza essa técnica para auxílio ao controle de diabetes e já prevê a intensificação do uso com o fenômeno de *big data* em que diversos pacientes passarão a utilizar sensores. Nesse artigo, os autores alertam que a Organização Mundial de Saúde estima que existem 347 milhões de pessoas que possuem diabetes, sendo de 5% a 10% do tipo 1, que é a forma mais grave, em que o pâncreas não produz insulina. Esse tipo não é curável, mas pode ser controlado pelo acompanhamento do nível de glicose no sangue. Esse acompanhamento previne complicações diabéticas em longo prazo, tais como cegueira ou amputações. O sistema 4DSS (4 *Diabetes Support System*) é um protótipo baseado na técnica de RBC e que detecta e prevê problemas de controle de glicose no sangue e sugere ajustes terapêuticos personalizados para corrigi-los, sendo capaz de prever qual será o nível de glicose no sangue nos próximos 30 a 60 minutos, o que permitiria haver tempo para intervir e prevenir problemas.

Segundo [Bichindaritz & Marling], o RBC tem sido especialmente aplicável para resolver e apoiar decisões em ciências médicas. Dentre as razões, estão: 1) casos históricos são essenciais para o treinamento de profissionais da saúde; 2) a literatura médica possui muitos relatos informais de tratamento de pacientes individuais, uma vez que muitas doenças não são conhecidas suficientemente para que se desenvolvam modelos formais e orientações universalmente aplicadas; 3) quando orientações estão disponíveis para os clínicos, requer-se um conhecimento prévio para que se tornem operacionais; 4) um sistema biológico como o corpo humano é difícil de descrever em modelos gerais; 5) mesmo em domínios em que um modelo possa representar um processo da doença, tais como hipertensão e doença do coração, frequentemente vários diagnósticos interagem para manifestar os sintomas; 6) raciocínio por exemplos é natural para profissionais da saúde; 7) medicina é um campo de dados intensivos e é vantajoso desenvolver um sistema capaz de raciocinar a partir de casos preexistentes em registros médicos eletrônicos.

RBC também é uma técnica eficiente na área de serviços para clientes ou *helpdesks*, conforme apresentado em [Chang *et al.* 1996], que detalham o sistema SmartUSA, que reduziu significativamente o tempo de

resposta e a carga de trabalho no Departamento de Serviços a Clientes da Union Camp Corporation. Os autores confirmam a eficiência da solução RBC na área de *helpdesk*, apresentando uma estatística de que 60% a 70% do tempo gasto se refere a problemas anteriormente já resolvidos.

[Nassif *et al.* 2005] apresentam um sistema distribuído multiagente, que utiliza a técnica de RBC para decidir onde armazenar e processar *jobs* em um ambiente de nuvem. Atributos como desempenho da máquina, taxa de sucesso, carga de trabalho atual e políticas de acesso são analisados para decidir sobre a execução ou o armazenamento de um novo *job* no ambiente distribuído.

[Ros *et al.* 2009] e [Homem *et al.* 2015] projetaram o comportamento de robôs de forma coordenada, em um jogo de futebol, ou seja, um ambiente de incerteza, dinâmico, em tempo real e com adversários em movimento. A solução foi baseada na abordagem RBC para a seleção de ação cooperada entre os robôs.

Essas diversas aplicações do RBC são apenas alguns exemplos de uma larga gama de opções. O RBC tende a ser mais eficaz ao longo do tempo, situação em que a base de casos cresce incrementalmente, sempre revisada com soluções de sucesso, permitindo, portanto, melhor assertividade no reuso de casos para novos problemas.

4 - Considerações finais

O constante aprimoramento das técnicas de aprendizagem de máquina e a expansão delas em vários segmentos podem mudar significativamente a relação homem-máquina em algumas poucas décadas. Assim como as redes de computadores, os celulares e a internet tiveram efeito pervasivo na sociedade, permitindo interação em rede e comunicações instantâneas, a popularização da computação cognitiva em escala abrangente terá grande impacto na sociedade, trazendo efeitos positivos na vida diária das pessoas, mas também podendo desenvolver efeitos negativos que envolvam a liberdade ou a ética.

A técnica de raciocínio baseado em casos está em pleno desenvolvimento em várias áreas. É uma técnica baseada em *framework* genérico, em que cada fase pode ser aprimorada com novas técnicas. A simplicidade de implantação favorece a aplicação em situações de tomada de decisões nas quais a experiência e o conhecimento são necessários. Similarmente ao conhecimento humano, o RBC revisa erros, adapta soluções e, principalmente, aprende com o passado.

Referências bibliográficas

- [Aamodt & Plaza 1994] Aamodt, A., Plaza, E. (1994). **Case-Based Reasoning: Foundational Issues, Methodological Variations, and System Approaches**. *AI Communications*.
- [AIAI 2003] Artificial Intelligence Applications Institute. <http://www.aiai.ed.ac.uk/links/cbr.html>. Visitado em 20/03/2017.
- [Auslander *et al.* 2015] Auslander B., Floyd M. W., Apker T., Johnson B., Roberts M., Aha D. W. (2015) Learning to Estimate: A Case-Based Approach to Task Execution Prediction. In: Hüllermeier E., Minor M. (eds.). **Case-Based Reasoning Research and Development. Lecture Notes in Computer Science**, vol 9343. Springer, Cham.
- [Bichindaritz 2005] Bichindaritz, I. (2005). **Memory Organization as the Missing Link**.
- [Bichindaritz & Marling 2006] Bichindaritz, I., Marling, C. - **Case-based reasoning in the health sciences: What's next? Artificial Intelligence in Medicine** 36(2), 127–135 (2006) 10.
- [Borck *et al.* 2015] Borck H., Karneeb J., Floyd M. W., Alford R., Aha D. W. (2015) Case-Based Policy and Goal Recognition. In: Hüllermeier E., Minor M. (eds) **Case-Based Reasoning Research and Development. Lecture Notes in Computer Science**, vol 9343. Springer, Cham.
- [Chang *et al.* 1996] Chang, k., Raman, P., Carlisle, W., Cross, J. A Self-improving Helpdesk Service System Using Case-Based Reasoning Techniques. Article in **Computers in Industry** 30(2): 113-125.
- [Gomes *et al.* 2002] Gomes, L., Gomes, C., Almeida, A.(2002). **Tomada de Decisão Gerencial – Enfoque multicritério**. Editora Atlas S.A. São Paulo, Brasil.
- [Holtzman 1989] Holtzman, S. (1989). **Intelligent decision systems**. Addison-Wesley.
- [Homem *et al.* 2015] Homem T. P. D., Perico D. H., Santos P. E., Bianchi R. A. C., de Mantaras, R. L. (2016). Qualitative Case-Based Reasoning for Humanoid Robot Soccer: A New Retrieval and Reuse Algorithm. In: Goel A., Díaz-Agudo M., Roth-Berghofer T. (eds) **Case-Based Reasoning Research and Development**. ICCBR 2016. Lecture Notes in Computer Science, vol 9969. Springer, Cham.
- [Kolodner 1993] Kolodner, J. (1993). **Case-Based Reasoning**. Morgan Kaufmann Publishers: San Mateo, CA, USA.
- [Lewis 1995] Lewis, L. (1995). **Managing Computer Networks: A Case-Based Reasoning Approach**. Artech House: London.
- [Marling *et al.* 2015] Cindy Marling, Razvan C. Bunescu, Babak Baradar-Bokaie, Frank Schwartz: **Case-Based Reasoning as a Prelude to Big Data Analysis: A Case Study**. ICCBR (Workshops), 2015: 175-183.
- [Montani & Portinale 2005] Montani, S., Portinale, L. (2005) Case Based Representation and Retrieval with Timed Dependent Features. In the proceedings of the International Conference on Case Based Reasoning (ICCBR). **Lecture Notes in Computer Science** 3620, H. Munoz-Avila, F. Ricci eds., Springer-Verlag, 353-367. Chicago, USA.
- [Nassif 2006] Nassif, Lilian N. (2006) **Seleção distribuída de recursos em grades computacionais usando raciocínio baseado em casos e políticas de granularidade fina**. Tese de doutorado. Departamento de Ciência da Computação. UFMG. Belo Horizonte.
- [Nassif *et al.* 2005] Nassif, Lilian N., Nogueira, José Marcos S., Karmouch, Ahmed, Ahmed, Mohamed, Impey, Roger, de Andrade, Flávio V. Job Completion Prediction in Grid Using Case-Based Reasoning. In **Proceedings of the 14th IEEE International Workshops on Enabling Technologies: Infrastructures for Collaborative Enterprises (WETICE)**. ETNGRID. IEEE Computer Society, Linköping, Sweden, 2005.
- [Ros *et al.* 2009] Raquel Ros, Josep Lluís Arcos, Ramon Lopez de Mantaras, Manuela Veloso. **A case-based approach for coordinated action selection in robot soccer**. *Journal Artificial Intelligence*. Volume 173 Issue 9-10, June, 2009. Pages 1.014-1.039. Elsevier Science Publishers Ltd. Essex, UK.
- [Russel & Norvig 2003] Russel, S., Norvig, P. (2003). **Artificial Intelligence – A Modern Approach**. Second Edition. Prentice Hall.
- [Shaaf 1996] Schaaf, J. Fish and shrink. A next step towards efficient case retrieval in large scale case bases. Proceedings of the Third European Workshop on Advances in Case-Based Reasoning. Lausanne, Switzerland, 1996, in: **Lecture Notes in Artificial Intelligence** 1168, Springer Verlag, 1996, pp. 362-376. Between Case Based Reasoning and Information Retrieval in Biomedicine. Proceedings of the Workshop on CBR in the Health Sciences, Chicago, IL, USA, p. 18-31.

A nova era da inteligência artificial e o futuro do trabalho



Arquivo pessoal

Cesar Alexandre de Souza

Professor-doutor da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo (FEA/USP), na área de Métodos Quantitativos e Informática, desde 2007, onde ministra disciplinas de Sistemas de Informação e Métodos Quantitativos, nos níveis de graduação, mestrado e doutorado. Possui experiência profissional como gestor de TI em empresas nacionais. Organizador dos livros “Sistemas ERP no Brasil”, publicado pela editora Atlas, e “Fundamentos de Sistemas de Informação”, publicado pela Elsevier. Possui graduação em Engenharia de Produção pela Universidade de São Paulo (1990), mestrado (2000) e doutorado em Administração pela Universidade de São Paulo (2004). As áreas de interesse dele em pesquisa são: Impactos da TI e de Inovações Digitais em Organizações; TI em Pequenas e Médias Empresas; e Modelagem Quantitativa em Administração.

Sergi Pauli

Aluno do doutorado em Administração de Empresas (área de Tecnologia da Informação) da Universidade de São Paulo, mestre em Administração de Empresas pela Universidade de São Paulo (2012) e graduado em Administração de Empresas pela Universidade de São Paulo (2004). Pesquisa os seguintes temas relacionados com Tecnologia da Informação: Inteligência Artificial (e seus impactos nas organizações), Sistemas de Business Intelligence, Sistemas de Gestão Empresarial. É gerente de projetos e arquiteto de solução na IBM, desde 2005.



Arquivo pessoal

Resumo

As aplicações da tecnologia de informação (TI) têm trazido impactos nos processos de trabalho e na estratégia das empresas e das organizações desde que começaram a ser por elas utilizadas, no início dos anos 1950. Agora, mais uma vez, inovações da TI parecem trazer grandes oportunidades para transformação e ganhos de eficiência nas empresas, mas, também ameaças a empregos e a modelos de negócio já estabelecidos: são as aplicações da inteligência artificial (IA). Ao mesmo tempo em que um novo mundo de possibilidades e oportunidades se desdobra, com ferramentas que podem revolucionar diversas áreas trazendo benefícios para ampla parcela da população, os desafios e riscos parecem ser igualmente consideráveis, principalmente no que se refere aos impactos no trabalho e nos empregos. O objetivo deste artigo é discutir os possíveis impactos desses novos desenvolvimentos e aplicações da IA nas organizações, processos de negócio e empregos. Em primeiro lugar, abordamos a evolução da IA até o momento atual. Depois, avaliamos os impactos e as principais preocupações com relação às aplicações mais recentes desse tipo de tecnologia. Finalmente, discutimos, em maior detalhe, o tema do emprego e seu futuro, considerando o crescente uso da inteligência artificial, discutindo três possíveis cenários, derivados da literatura, para o impacto da IA nos empregos.

Palavras-chave:

inteligência artificial, computação cognitiva, emprego, impactos da TI nas organizações.

Introdução

As aplicações da tecnologia de informação (TI) têm trazido impactos nos processos de trabalho e na estratégia das empresas e organizações desde que começaram a ser por elas utilizadas, no início dos anos 1950. Em uma sequência de evoluções do uso nas organizações, a TI

passou de uma ferramenta para automação de rotinas de cálculo, nos anos 1950 e 1960, para uma ferramenta de apoio à decisão, nos anos 1970 e 1980, para um sistema de integração interna e entre empresas nos anos 1990, finalmente se tornando uma plataforma mundial para realização de negócios, conectando as empresas, consumidores, cidadãos e governos, nos anos 2000 e

adiante. A cada passo dessa evolução, inovações em *hardware* e *software*, bem como em tecnologias de comunicação e redes, se combinaram para permitir mudanças e reconfigurações na maneira de as empresas se organizarem, realizarem a própria gestão e oferecerem produtos e serviços. Agora, mais uma vez, as inovações desse setor parecem trazer grandes oportunidades para transformação e ganhos de eficiência nas empresas, mas também ameaças a empregos e modelos de negócio já estabelecidos. São as aplicações de inteligência artificial (IA), que, de uma maneira bem ampla, podem ser definidas como um conjunto de técnicas e algoritmos de programação que procuram simular o raciocínio humano na solução de problemas. A combinação da IA com tecnologias como a computação em nuvem, a computação móvel e o *big data* formam o cerne de mais essa “Nova Era”, mas é preciso considerar que, de fato, algo parece ser realmente novo desta vez.

Em 2011, a IBM, uma das principais empresas atuando no mercado de tecnologia da informação, apresentou ao mundo um sistema chamado Watson, uma combinação de diferentes tecnologias de *hardware* e *software* com algoritmos matemáticos de *machine learning* e que pode ser considerado como um ícone desse movimento (o Google Car seria outro exemplo). O Watson é uma fantástica máquina de aprendizagem em domínios específicos, capaz de entender e interpretar complexas perguntas em linguagem natural, podendo respondê-las com alto nível de precisão, como ficou demonstrado na participação especial dele em um difícil jogo de perguntas e respostas da televisão americana, repleto de jargões, gírias e frases de duplo sentido, chamado “Jeopardy!”¹. O sistema, que levou dois anos para ser desenvolvido e treinado, venceu com ampla margem de pontos dois dos maiores ganhadores (humanos) do famoso *game show*, no que pode ser considerado mais um marco no embate entre a inteligência humana e a artificial.

Nesses pouco mais de seis anos, desde então, diversos outros sistemas de inteligência artificial surgiram, foram se consolidando e, aos poucos, têm-se compreendido as possíveis aplicações empresariais que eles possuem. Diversas organizações de diferentes portes voltaram a investir no tema, observando seu grande potencial comercial e uma corrida ao ouro pode ser observada no mercado². As aplicações também se expandiram em profundidade e amplitude. Atendimento em *call centers*, auxílio em diagnóstico médico, detecção de fraudes, análise de processos jurídicos, além de aplicações lúdicas, tais como a Voz da Arte³, na Pinacoteca de São Paulo, e muitas outras são alguns dos exemplos do uso crescente da inteligência artificial no dia a dia das empresas e das pessoas. A locomoção autônoma, representada pelo Google Drive, como citado, é também uma das aplicações com as quais se prevê um grande impacto na economia e até mesmo no modo de a sociedade se organizar.

Ao mesmo tempo em que um novo mundo de possibilidades e oportunidades se desdobra, com ferramentas que podem revolucionar diversas áreas positivamente, trazendo benefícios para amplas parcelas da população, os desafios e riscos parecem ser igualmente espantosos, principalmente com alertas como os de Frey & Osborne (2016), pesquisadores da Universidade de Oxford. Em recente pesquisa, esses autores destacaram que, de acordo com as estimativas deles, 47% das ocupações de trabalho do mercado norte-americano têm alta probabilidade de serem digitalizadas, isto é, executadas por computadores com pouca ou nenhuma supervisão humana, em curto para médio prazo. Segundo os mesmos autores, essas ocupações podem ser substituídas em, talvez, uma ou duas décadas, principalmente em decorrência dos avanços recentes da IA e de campos correlatos.

O objetivo deste artigo é discutir os possíveis impactos desses novos desenvolvimentos e aplicações da inteligência artificial nas organizações, processos de negócio e empregos. Em primeiro lugar, abordamos a evolução da IA até o momento atual. Depois, avaliamos os impactos e as principais preocupações com relação às aplicações mais recentes desse tipo de tecnologia. Finalmente, discutimos em maior detalhe o tema do emprego e o futuro dele, considerando o crescente uso da inteligência artificial.

A evolução da inteligência artificial e sua definição

Os conceitos de inteligência artificial e as aplicações dele não são novidade – surgiram de fato pouco depois que os primeiros computadores começaram a ser viabilizados. Como campo de pesquisa, foi estabelecido já em 1956, quando os pioneiros do movimento – John McCarthy, Marvin Minsky, Nathaniel Rochester e Claude Shannon – organizaram um evento de cooperação entre pesquisadores, focando-se em temas como teoria dos autômatos, redes neurais e estudo da inteligência, assuntos precursores da inteligência artificial (Moor, 2006). Mas, antes mesmo disso, ainda sem contar com os meios para a implementação efetiva, Alan Turing e outros pesquisadores já discutiam as possibilidades de se criar uma máquina que pudesse pensar.

Apesar de um início promissor e entusiasmado, com grandes expectativas e alguns sucessos (ainda que limitados), como o General Problem Solver, em 1959, um algoritmo que imitava processos de resolução de problemas humanos, e o Geometry Theorem Prover, que provava teoremas a partir de axiomas, o progresso da inteligência artificial, após essa década inicial, foi bastante lento e, praticamente, inexistente sob o ponto de vista comercial (Russell & Norvig, 2010). Essa situação ocorreu por diferentes motivos, dentre eles: o tema era muito mais complexo do que se podia imaginar, com diversas variáveis envolvidas (muitas

1 http://www.nytimes.com/2011/02/17/science/17jeopardy-watson.html?pagewanted=all&_r=0

2 <https://www.cbinsights.com/blog/top-acquirers-ai-startups-ma-timeline/>

3 <http://sisemsp.org.br/pinacoteca-de-sao-paulo-ibm-watson/>

delas ainda desconhecidas); as soluções eram extremamente restritas a cenários particulares, não podendo ser aplicadas em problemas mais genéricos; as limitações computacionais de processamento e armazenamento restringiam ou impediam uma aplicação mais ampla e, inclusive, comercial dos conceitos de IA.

O resultado foi que a pesquisa em inteligência artificial recebeu a reputação de “fazer grandes promessas e falhar em entregar” (Yudkowsy, 2006) e foi praticamente abandonada nas grandes corporações, que não viam benefícios e retornos que justificassem os investimentos. Apesar de a subvenção destinada ao tema nas universidades também ter sido reduzida drasticamente, o campo de pesquisa sobreviveu dentro dos meios acadêmicos, nas escolas de ciências da computação, matemática aplicada e engenharia, que avançaram nos últimos 50 anos em teorias, aplicações e desdobramentos, ainda que limitados a soluções e situações específicas e com evolução lenta, mas atingindo um patamar de mercado de 2 bilhões de dólares na década de 1990 (Russell & Norvig, 2010).

Mas algo mudou nas últimas duas décadas. Uma das principais barreiras da evolução da inteligência artificial, mais precisamente as limitações de infraestrutura tecnológica, foi em parte superada. De acordo com Brynjolfsson & McAfee (2011), essa mudança pode ser explicada por dois conceitos bastante discutidos e conhecidos no mundo da tecnologia da informação, a Lei de Moore e o Princípio do Tabuleiro de Xadrez, sugerido por Kurzweil (2000), conceitos associados à (por enquanto) constante melhoria exponencial do desempenho e da capacidade dos computadores. Graças aos avanços tecnológicos e aproveitando-se desse aprimoramento exponencial, máquinas com altíssima (e crescente) *performance* podem hoje executar atividades que eram impossíveis até pouco tempo e, o mais importante, a preços acessíveis. Outra importante evolução foi a introdução dos modelos probabilísticos de inferência a partir do final dos anos 1980, em contraste com os puramente lógicos e simbólicos, o que permitiu a modelagem de situações reais em que os resultados são incertos e dependem de informação incompleta. Esses modelos probabilísticos, associados à disponibilidade e à quantidade cada vez maior de dados (ou *big data*), são a base dos mecanismos de aprendizagem de padrões (ou *machine learning*), que permitiram aos computadores emular as habilidades humanas de reconhecimento de imagens, faces, voz e de compreensão de linguagem natural, dentre tantas outras aplicações recentes, incluindo a habilidade de aprender a dirigir automóveis em ruas e estradas repletas de outros veículos, pessoas e obstáculos em geral.

A combinação dessas duas tendências e a evolução do *hardware* e dos modelos probabilísticos, culminando nos impressionantes resultados obtidos pelas técnicas de aprendizagem por máquina, colaboraram para o estado atual da IA, em um período de renascimento e euforia, após meio século de frustração e de promessas não cumpridas.

Inteligência artificial, intencionalidade e consciência

Mas qual é, afinal, a definição de inteligência artificial? Na introdução, apresentamos uma breve definição, mas cabe detalhamento e discussão aqui. Como conceito, é a capacidade de máquina de entender, aprender, aplicar conhecimento e decidir quando aplicar, tratando-se de situações complexas, de forma que ela possa executar atividades tão bem quanto ou melhor que os humanos (Nilsson, 1998). Como tecnologia, inteligência artificial é qualquer sistema baseado em tecnologia da informação que, combinando matemática (algoritmos e outros métodos) e técnicas da ciência da computação, é capaz de fazer com que máquinas se comportem como se fossem inteligentes.

Desde praticamente o surgimento, como campo de pesquisa, existe um debate entre duas linhas de pensamento concorrentes na área de inteligência artificial, que, com o recente renascimento, voltou a ser tratado com novo fôlego: o debate entre as “escolas” da inteligência artificial “fraca” *versus* a inteligência artificial “forte”. Elas, basicamente, abordam ideias distintas com relação ao grau ou à capacidade de consciência e intencionalidade possíveis para máquinas e computadores, numa discussão que foge de questões meramente técnicas e entra em debates filosóficos e, por que não, existenciais.

De um lado, a primeira “escola”, a inteligência artificial fraca ou restrita, foca-se em artefatos construídos deliberadamente para demonstrar comportamentos inteligentes, sem que necessariamente o sejam (Bringsjord & Schimanski, 2003). De acordo com essa perspectiva, há coisas que uma máquina não seria capaz de fazer hoje ou no futuro, não importa o quão avançadas sejam as tecnologias e os algoritmos que a sustentam. Autor (2014) opina que “computadores não pensam por si mesmos, não têm bom senso, não compensam os descuidos e erros de programadores e não improvisam soluções para situações inesperadas”, eles seguem meticulosamente o que foi previamente definido por humanos – ou pelos dados a partir dos quais eles praticaram e aprenderam, alertando para padrões, mas sem demonstrar criatividade. Imagine, para essa última situação, um sistema de IA que tenha recebido centenas de imagens de quadros de um determinado pintor, digamos Renoir. O sistema pode aprender os padrões a partir das imagens (cores, figuras, texturas, dentre outros) e ser capaz de identificar se novas figuras são ou não quadros de Renoir. Essa é a essência da aprendizagem de máquina e a principal aplicação dela, o reconhecimento de padrões e a classificação de novos dados. Por recursos de programação, é possível então fazer o sistema “sonhar”, isto é, gerar novos padrões aleatórios a partir daqueles que aprendeu, criando novas obras de arte “no estilo” de Renoir, que podem ser indistinguíveis das reais aos olhos menos atentos. Isso significa que o computador é, de fato, criativo?

De outro lado, a inteligência artificial forte, que entende que as máquinas podem, sim, ser conscientes e agir com intencionalidade, isto é, podem realizar processos mentais, tendo percepção e lucidez com relação ao ambiente em que está e com propósito e determinação, conhecedoras das consequências dos atos que comete. Um dos principais defensores da IA forte é o inventor e cientista Ray Kurzweil, que acredita que a inteligência artificial no nível da inteligência humana já tem, inclusive, data marcada para acontecer: 2029⁴. Dentro da IA forte, reside a ideia da inteligência artificial geral ou genérica, isto é, máquinas e computadores completamente conscientes, capazes de entender, pensar, raciocinar e desempenhar atividades mentais como os humanos, inclusive resolver uma variedade de problemas e atividades ao invés de problemas pontuais ou simples busca de padrões (Bostrom & Yudkowsky, 2011; Standage, 2016). Alinhada ao pensamento da IA forte, está a ideia de que a consciência humana é um resultado de fenômenos químicos e físicos que podem ser replicados por meio de modelos computacionais (ou mesmo em futuros computadores que usem modelos biológicos). Por isso, como comentamos, há um pouco de filosofia e questões existenciais aqui. Não é preciso ser religioso para contestar essa visão, entretanto. O físico inglês Roger Penrose, por exemplo, afirma que a computação não poderá adquirir a consciência, porque essa emerge de processos de natureza quântica e não algorítmica que ocorrem no cérebro (Penrose, 1991).

Os avanços recentes de inteligência artificial, como o Watson, são todos no campo da inteligência artificial fraca. De fato, alguns autores dizem que sequer há inteligência nessas aplicações – na verdade, seria apenas a solução de problemas com aplicação de algoritmos e força bruta computacional. Ao contrário da IA fraca, entretanto, poucos avanços podem ser vistos no campo da IA forte, pois não é uma questão de melhores máquinas, métodos ou algoritmos, mas de conhecimento. Considerando-se o conhecimento atual do cérebro e da mente e de como eles funcionam, a IA forte é, neste momento, uma noção improvável, algo no campo teórico e especulativo, uma discussão mais próxima da ficção científica que da realidade. Chomsky⁵ concorda com essa visão, pois “tentar capturar a natureza da inteligência humana é um problema colossal, muito além dos limites da ciência contemporânea”. Até mesmo pesquisadores da IBM envolvidos com Watson explicam que “a ideia de que máquinas vão acordar um dia e decidir o que vão fazer não é realista” (Standage, 2016).

De qualquer maneira, diferentemente de outros tipos de automação proporcionados pela tecnologia e por sistemas de informação tradicionais, a IA está associada a processos não rotineiros que envolvem a cognição, ou seja,

a correta interpretação do contexto e a correspondente adaptação para a tomada de decisão. Dessa maneira, as novas capacidades da IA trazem possibilidades para automação de tarefas em que, previamente, os computadores não tinham obtido sucesso, tais como as já citadas compreensão da linguagem natural e o reconhecimento de padrões. Essas novas possibilidades estão associadas aos impactos, desejados e não desejados, descritos a seguir.

Impactos da inteligência artificial nos empregos

A tecnologia da informação tem um papel relevante no desenvolvimento econômico e social. Graças a essas tecnologias, foi possível conquistar economias de escala e eficiência operacional que, em consequência, permitiram o acesso de uma crescente parcela da população a informação, produtos e serviços. Um exemplo é o sistema bancário que, por meio do uso intensivo de TI, foi se tornando acessível a um público cada vez maior; ou a própria administração pública, que, por meio de iniciativas de governo eletrônico (*e-government*), aprimorou a interação e o atendimento dos cidadãos. A tecnologia da informação trouxe melhor qualidade de vida, participação social e, inclusive, novos empregos e novos setores da economia. Da mesma forma, as novas tecnologias da informação, alavancadas por inteligência artificial, também trarão benefícios relevantes para as pessoas que, por exemplo, não têm acesso a um diagnóstico médico adequado ou a uma assessoria jurídica de qualidade.

Por outro lado, a tecnologia da informação também trouxe e criou novos desafios, dificuldades e problemas, inclusive uma crescente desigualdade digital entre diferentes estratos da sociedade, segundo defendem alguns autores (p. ex., Van Dijk, 2006). Com suas inovações, a TI afetou, de forma irreversível, pessoas, organizações e mercados, impactando e, em alguns casos, destruindo empregos, modelos de negócios e indústrias, como podem atestar aqueles que viveram a falência da Kodak⁶. Com as novas aplicações da inteligência artificial, não será diferente. As consequências negativas associadas a novas aplicações de IA são atualmente discutidas de forma acalorada por pesquisadores e pensadores em diversos meios. Um dos impactos amplamente discutidos na literatura é aquele que ocorrerá no trabalho e nos empregos e os desdobramentos éticos, econômicos e sociais disso.

O impacto das tecnologias e inovações no emprego não é, na verdade, um tema recente. Pelo contrário, é estudado desde as primeiras revoluções industriais, quando tecnologias das mais variadas provocaram, dentre outras consequências, o aumento da produtividade, mas, simultaneamente, o deslocamento da mão de obra do campo para

4 <http://www.businessinsider.com/ray-kurzweil-thinks-well-have-human-level-ai-by-2029-2014-12>

5 <https://www.youtube.com/watch?v=0klCLG4Zg8s>

6 <https://www.tecmundo.com.br/kodak/17306-o-triste-fim-da-kodak.htm>

as indústrias e, numa segunda onda, das indústrias para os serviços. Observando-se esses cenários, já nos anos 1930, economistas como Keynes (1963) e, antes dele, David Ricardo sugeriam que as sociedades seriam angustiadas por um novo tipo de doença, o “desemprego tecnológico”. Esse seria o desemprego causado pelo descompasso entre a rápida e crescente aplicação de novas tecnologias mais produtivas e a lenta e decrescente criação de novos empregos para uso da mão de obra disponível. Com relação às novas tecnologias de informação, mais especificamente à internet e às evoluções da década de 2010, Brynjolfsson & McAfee (2011) apresentam dados que mostram que, a partir de 2009, os Estados Unidos começam a se recuperar da crise financeira de 2008, com o crescimento do lucro das empresas, entretanto, sem correspondente crescimento nos empregos. Algo que os autores batizaram de “o grande descolamento” (“*the great decoupling*”) entre ganhos de produtividade na indústria e ganhos salariais ou em empregos, provocado pelo uso generalizado da TI na economia.

Ao contrário das outras “ondas” de tecnologia, contudo, nesta, a automação fundamentada na inteligência artificial avança em tarefas que exigem formação de nível superior, preparo intelectual e/ou experiência, o que tem gerado muita apreensão quanto ao futuro do emprego e das profissões. Diferentemente das revoluções tecnológicas predecessoras, que ficaram limitadas à automatização de atividades manuais e repetitivas, que requerem mais físico que inteligência, nesta nova “onda”, os aplicativos e sistemas podem contribuir em uma ampla gama de atividades que exigem algum grau de cognição, área de domínio essencialmente humano (Frey & Osborne, 2016).

Não há consenso entre autores e pesquisadores com relação à extensão das implicações, e poucos estudos estão disponíveis com resultados conclusivos. De qualquer forma, o tema parece ter recebido a atenção de organizações e governos, como ficou claro em recente painel no Fórum Mundial Econômico de Davos, em 2017⁷. Há aqueles mais otimistas, que acreditam que, como em revoluções passadas, novas oportunidades de emprego serão criadas ou que defendem que esta revolução não é de substituição de homens por máquinas, mas de colaboração ou complementação de homens pelas máquinas (Autor, 2014). Outros, porém, acreditam que esta nova onda de automação é mais assustadora que as anteriores e com impactos ainda mais severos (Frey & Osborne, 2016). Stephen Hawking, o ilustre físico inglês, por exemplo, acredita que a inteligência artificial pode ser potencialmente mais perigosa que armas nucleares⁸. Outros influentes formadores de opinião como Elon Musk, Steve Wozniak e Bill Gates compartilham dessa visão angustiada.

Independentemente da linha de pensamento, porém, praticamente todos concordam que os empregos e as

profissões, das mais simples às mais complexas, serão impactados de alguma forma pela inteligência artificial nos próximos anos, com diversas carreiras deixando de existir e outras completamente novas sendo geradas por negócios que ainda estão por vir. A ameaça nessa equação do emprego, contudo, está justamente na previsão de Keynes, de quase um século, isto é, na incompatibilidade entre volume e velocidade das tendências. Ao mesmo tempo em que 47% das ocupações de trabalho do mercado norte-americano estão sob risco de serem digitalizadas nas próximas décadas, novas posições em organizações tradicionais não têm sido praticamente criadas. Além disso, as novas companhias que vêm despontando no mercado são normalmente altamente digitalizadas, com um quadro de funcionários extremamente enxuto.

Esse cenário traz, evidentemente, consequências éticas, econômicas e sociais. Sob o ponto de vista econômico, o que está em risco é o ciclo “virtuoso” entre tecnologia e economia, sobre o qual a maior parte de nossas sociedades se baseou nos últimos séculos. Segundo Ford (2015), à medida que novas tecnologias eram aplicadas na produção, a produtividade do trabalhador aumentava, assim como o valor dele para as organizações e, consequentemente, a remuneração que recebia. Esses trabalhadores, por seu lado, injetavam crescentes proventos na economia, aumentando a demanda por produtos e serviços que, posteriormente, seriam produzidos num ciclo de retroalimentação contínuo. Com uma tecnologia que substitui de forma permanente as pessoas, que não conseguem ser recolocadas, o colapso desse modelo é inevitável.

Como consequência, estão os temas sociais, uma vez que essa substituição pode ampliar as desigualdades e criar novas adversidades, pois o emprego passaria a ser um “privilegio” para poucos. Um dos debates mais acalorados, que transcende a questão da inteligência artificial, mas que é afetado diretamente por ela, é sobre o salário mínimo universal, por meio do qual haveria um pagamento mensal incondicional para todos os cidadãos (Ford, 2015). “Poderosas tecnologias, como a inteligência artificial, vão fazer a vida dos trabalhadores ainda mais difícil no futuro”, alertam alguns⁹. E é ético persistir nesse caminho, sabendo os possíveis impactos que isso pode trazer para todos nós num futuro tão próximo?

Três possíveis cenários

Pesquisadores, profissionais, gurus e futurólogos já discutem o tema da inteligência artificial e os impactos dela no trabalho há alguns anos, mesmo que de forma superficial. Nessa literatura, parece haver linhas de argumentação que explicam de forma genérica três cenários para os impactos da IA: (a) a substituição de pessoas

7 <https://www.weforum.org/events/world-economic-forum-annual-meeting-2017/sessions/the-real-impact-of-artificial-intelligence>

8 <http://observer.com/2015/08/stephen-hawking-elon-musk-and-bill-gates-warn-about-artificial-intelligence/>

9 <http://www.economist.com/blogs/economist-explains/2016/06/economist-explains-4>

por máquinas, portanto, de alto impacto no mercado de trabalho, devido ao deslocamento de indivíduos para fora dele; (b) a complementação e o aprimoramento de pessoas pelas máquinas, numa relação de parceria e sinergia, assim, de médio impacto no mercado de trabalho; e (c) a manutenção da situação atual, sem grandes mudanças, logo, de baixo ou nenhum impacto no mercado de trabalho. Os cenários mencionados são, evidentemente, uma simplificação de um problema muito mais complexo, com diversas variáveis adicionais, algumas, inclusive, desconhecidas. A aplicação de sistemas de inteligência artificial depende de uma série de fatores, como as características da profissão/trabalho (habilidades, experiência, atividades etc.), as características do mercado (tecnologia, legislação etc.), além de toda a questão financeira (isto é, o custo-benefício da efetiva inclusão desses sistemas) e outros fatores.

O primeiro cenário, o da substituição, sugere a aplicação em grande e ampla escala de máquinas, computadores e sistemas habilitados com inteligência artificial (associada a desenvolvimentos em outras áreas, como robótica), mas capazes de executar atividades não rotineiras que exigem algum grau de cognição e inteligência. Essas avançadas máquinas seriam capazes de executar não apenas tarefas específicas, mas possuiriam uma combinação de habilidades que lhes permitiriam responder a uma variada gama de desafios convencionais, pré-requisitos para a aplicação delas em atividades do dia a dia de organizações. A introdução dessas máquinas traria maior produtividade, eficiência operacional e menor vulnerabilidade em comparação com humanos. Elas iriam, portanto, permitir a decisão de substituir a mão de obra humana, atualmente responsável por essas atividades. Esse movimento, em ampla escala e associado à velocidade e ao volume da reposição de postos de trabalho, discutido anteriormente, iria deslocar um contingente humano para fora do mercado de trabalho de forma permanente.

O segundo cenário, o da complementação, também sugere a aplicação em grande e ampla escala de sistemas habilitados com inteligência artificial. Contudo, esses sistemas não seriam de fato inteligentes e, portanto, ao invés de substituir humanos, apenas os complementariam de modo a fazer em conjunto o que nenhum deles é capaz de fazer eficientemente sozinho (Davenport & Kirby, 2015; Autor, 2014). Ou seja, em lugar de ser um jogo de soma zero, em que um compete com o outro, a visão mais adequada seria de aprimoramento na produtividade, numa relação de benéficos mútuos, assim como ocorreu no passado, com ferramentas de produtividade pessoal, por exemplo (planilhas eletrônicas e editores de texto). Como Brynjolfsson & McAfee (2011) explicam, seria uma corrida *com* as máquinas e não *contra* elas. Esse cenário,

evidentemente, impactaria o mercado de trabalho, mas, principalmente, no sentido de que as pessoas teriam de se capacitar para essa nova realidade, pois os empregos passariam a ter cada vez mais aplicações de inteligência artificial. Esse cenário não ignora o fato de que algumas posições deixariam de existir, mas entende que seria um processo paulatino de migração para outras atividades e profissões, algumas delas que sequer existem hoje.

O terceiro cenário, o da manutenção, é na verdade uma alternativa lógica que complementa o universo de probabilidades. Ele descreve a situação hipotética em que, mesmo com os avanços em sistemas de inteligência artificial, não haveria diferenças ou impactos significativos nos empregos. Hipotético porque, como dito anteriormente, todos os autores parecem concordar que é improvável de acontecer, tendo-se em conta o que já vem sendo observado no mercado. De qualquer forma, essa terceira via poderia ocorrer se uma barreira técnica imprevista e extremamente complexa dificultasse de tal forma a pesquisa, o desenvolvimento e a aplicação da inteligência artificial de modo que os próximos passos se tornassem inacessíveis ou passassem a ter custo demasiado alto, reduzindo o ritmo e alcançando um novo patamar técnico – assim como os sistemas especialistas nos anos 1980 e muitos outros exemplos em tecnologia da informação.

Nesse debate dos cenários de impactos, é importante recuperar a discussão das distinções entre IA fraca ou forte. Por um lado, pode-se inferir que o cenário da substituição está intensamente fundamentado sobre a ideia de sistemas com algum nível de inteligência, portanto, em linha com as noções defendidas pela IA forte. Por outro lado, o cenário da complementação está mais alinhado com a IA fraca, considerando-se que os sistemas de inteligência artificial ainda são limitados nas aplicações e improváveis de efetivamente substituírem por completo humanos nas atividades destes. Portanto, com os conhecimentos que se tem hoje, o cenário da complementação parece ser aquele mais próximo da realidade, inclusive em longo prazo. Essa visão é compartilhada pelo mercado, pelo menos por aquelas companhias que estão realmente se focando nas estratégias em IA, como IBM, Amazon, Google. De acordo com Ginny Rometty¹⁰, CEO da IBM, as soluções de inteligência artificial devem ser “construídas para as pessoas, pelas pessoas e com as pessoas”, isto é, com o propósito correto e também alinhadas com a linha de pensamento de complementação. Para garantir esse objetivo, essas organizações estabeleceram o “Partnership on AI”¹¹, um fórum de discussão para “estudar e formular melhores práticas em tecnologias de IA, desenvolver o entendimento de IA do grande público, servir como plataforma de discussão e engajamento sobre IA e suas influências nas pessoas e na sociedade”.

¹⁰ <https://www.weforum.org/events/world-economic-forum-annual-meeting-2017/sessions/the-real-impact-of-artificial-intelligence>

¹¹ <https://www.partnershiponai.org/>

O que resta aos humanos?

Ao analisar esses cenários, fica a questão e a preocupação: o que sobrar para nós, humanos? Um exemplo interessante desse dilema é apresentado no livro, pelo pesquisador do MIT Labs Cesar Hidalgo, que recebeu a visita do treinador de futebol Pep Guardiola, em 2013 (Hidalgo, 2015). Um dos seus alunos perguntou ao técnico se ele treinaria um time de futebol composto por robôs. Ele respondeu: “a maior dificuldade em ser técnico não é criar uma estratégia para o jogo, mas colocar essa estratégia na cabeça dos jogadores... Já que, no caso dos robôs, isso não é um problema, vou recusar sua oferta”. Daí, podemos tirar que os aspectos de relacionamento humano, gestão, motivação e criatividade (criação de uma estratégia) são um conjunto de características do ser humano que não têm contrapartida em ferramentas digitais. Não há dúvida de que, em um nível macro, a sociedade precisará lidar com esse balanceamento. O ex-presidente americano Barack Obama, em uma série de entrevistas para a revista Wired, afirmou explicitamente que, por conta dos impactos da IA, “precisaremos redesenhar o acordo social”¹².

Ainda não está claro o caminho a se seguir, e diferentes correntes filosóficas, econômicas e políticas têm a própria posição quanto ao futuro. De qualquer maneira, em uma visão mais pragmática, podemos traçar algu-

mas recomendações para os jovens que buscam se formar e ingressar no mercado, sejam como empregados sejam como empreendedores:

- é preciso estar informado sobre os novos desenvolvimentos e possibilidades da TI e da IA na profissão e nas tarefas que escolher e, mais que isso, aplicá-los efetivamente;
- uma vez que impactos de médio e longo prazos de TI e IA são pouco previsíveis, é preciso investir em habilidades gerais, flexibilidade e no aprendizado contínuo;
- é preciso exigir das universidades a inserção da IA nos cursos, a fim de se capacitar para as novas realidades do mercado de trabalho;
- É preciso preparar-se para o futuro, a partir de agora, entendendo, poupando e investindo nas opções mais adequadas para cada um, ou seja, praticar a educação financeira.

Pablo Picasso fez certa vez uma afirmação interessante sobre os computadores: “os computadores são inúteis, eles só não dão as respostas”. É uma observação vinda de alguém que fez da criatividade o modo de vida e que, assim, pôde ter essa perspectiva genial. As respostas são o mais óbvio. É a capacidade de fazer perguntas (certas ou erradas) que nos diferencia. É o que nos torna humanos – e o que nos manterá empregados no futuro!

Referências bibliográficas

- Autor, David H. **Polanyi's Paradox and the Shape of Employment Growth**. Massachusetts Institute of Technology (MIT). National Bureau of Economic Research (NBER) Working Paper No. w20485. 2014.
- Bostrom, Nick; Yudkowsky, Eliezer. **The Ethics of Artificial Intelligence**. Draft for Cambridge Handbook of Artificial Intelligence - editors: William Ramsey and Keith Frankish. Cambridge University Press. 2011.
- Bringsjord, S., & Schimanski, B. (2003). **What is artificial intelligence?** Psychometric AI as an answer. IJCAI International Joint Conference on Artificial Intelligence, 887–893. Brynjolfsson, Erik; McAfee, Andrew. **Race Against the Machine**. Digital Frontier Press. 2011.
- Davenport, Thomas. H.; Kirby, Julia. **Beyond Automation**. Harvard Business Review, 58–65. 2015.
- Ford, Martin. **Rise of the Robots**. Basic Books. 2015.
- Frey, Carl Benedikt; Osborne, Michael A. **The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?** Technological Forecasting & Social Change. 2016.
- Hidalgo, C. Why Information Grows: **The evolution of order, from to economies**. Nova York, Basic Books, 2015.
- Keynes, John M. **Economic Possibilities for our Grandchildren**. Essays in Persuasion. 1963.
- Kurzweil, Raymond. **The Age of Spiritual Machines: When Computers Exceed Human Intelligence**. Viking Press. 2000.
- Moor, James. **The Dartmouth College Artificial Intelligence Conference: The Next Fifty Years**. AI Magazine, 27(4). 2006.
- Nilsson, Nils. J. **Artificial Intelligence - A New Synthesis**. Morgan Kaufmann. 1998.
- Penrose, R. **A Mente nova do Rei**. Rio de Janeiro, Campus, 1991.
- Russell, Stuart. J.; Norvig, Peter. **Artificial Intelligence: A Modern Approach**. 1995.
- Standage, Tom. **The Return of the Machinery Question**. The Economist. June 25th 2016. 2016.
- van Dijk, J. a G. M. **Digital divide research, achievements and shortcomings**. Poetics, 34(4–5), 221–235, 2006.
- Yudkowsky, Eliezer. **Artificial Intelligence as a Positive and Negative Factor in Global Risk**. Artificial Intelligence, 1–42. 2006.

¹² <https://www.wired.com/video/2016/10/president-barack-obama-on-how-artificial-intelligence-will-affect-jobs/>

Inteligência artificial: uma era de abundância ou o fim da espécie humana?



Wagner de Almeida Vieira

Vinicius Soares da Silveira

Universidade Federal de Itajubá. Vinicius é engenheiro de telecomunicações pelo Instituto Nacional de Telecomunicações, especialista em Marketing-MBA pela Fundação Getúlio Vargas e mestrando em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Itajubá. Atua no mercado de TIC há mais de 20 anos, é head de Produtos & Serviços na Leucotron Telecom e fundador do portal AiNews Network (www.ainews.com.br), com conteúdo especializado em inteligência artificial.

Antônio Marcos Alberti

Instituto Nacional de Telecomunicações. Antônio Marcos é engenheiro eletricitista pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Mestre e doutor em Eletrônica e Telecomunicações pela Faculdade de Engenharia Elétrica da Unicamp. Pós-doutorado pelo Departamento de Internet do Futuro do Electronics and Telecommunications Research Institute (ETRI), na Coreia do Sul. Professor no Instituto Nacional de Telecomunicações (Inatel) desde 2004. Pesquisador na área de arquiteturas de informação, incluindo smart places, infraestruturas cibernéticas e novas arquiteturas para a internet. Criador do projeto NovaGenesis (www.inatel.br/novagenesis), arquitetura alternativa ao TCP/IP. Autor de vários artigos técnicos e científicos. Contribuidor para o Plano Nacional de IoT/M2M e Future Internet Forum da Coreia do Sul. Observador de tecnologias emergentes e entusiasta da evolução tecnológica e suas disrupções.



Arquivo pessoal

Carlos Henrique Pereira Mello

Universidade Federal de Itajubá. Carlos Henrique possui graduação em Engenharia Mecânica – ênfase em Gerência da Produção pela Universidade Federal de Itajubá (1994), mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Itajubá (1998) e doutorado em Engenharia de Produção pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (2005). Desde 2006 é docente da Universidade Federal de Itajubá (Unifei) e atualmente é professor-associado.

Resumo

A discussão em torno do potencial destrutivo de uma inteligência artificial tem sido recorrente nas grandes mídias e na comunidade científica. Por meio de uma revisão bibliográfica, este artigo aborda a dificuldade de se ensinar às máquinas os valores humanos, explora exemplos de aplicações benéficas e maléficas e apresenta caminhos técnicos causadores e mitigadores de risco. Discutem-se os possíveis impactos de uma inteligência artificial desalinhada com os valores humanos. Abordam-se os caminhos para o desenvolvimento seguro em inteligência artificial, nos aspectos técnicos e sociais, a fim de potencializar a inteligência artificial benéfica. Conclui-se não haver razões imediatas para alardes, dado o atual estágio de desenvolvimento. As inteligências artificiais atuais e as previstas para o curto prazo apresentam, na verdade, grande potencial para melhorar a qualidade de vida humana. Mesmo não havendo risco iminente, conclui-se também que pesquisas profundas e duradouras se mostram necessárias para endereçar riscos que, em longo prazo, poderiam gerar significativos impactos negativos.

Palavras-chave:

ética em inteligência artificial (IA), inteligência artificial (IA) amigável, singularidade, superinteligência, inteligência artificial (IA) benéfica.



Arquivo pessoal

1. Introdução

A rápida expansão das aplicações de inteligência artificial tem aumentado a tensão sobre o tema, gerando receio quanto ao surgimento de uma inteligência artificial capaz de dominar a espécie humana.

Se por um lado a inteligência artificial maléfica é uma preocupação da massa, por outro lado as aplicações benéficas de inteligência artificial se multiplicam nos mais diversos segmentos, como explorado por Stone *et al.* (2016).

Para garantir que, ao longo dos anos, as aplicações benéficas continuem se destacando em detrimento das aplicações maléficas, são necessárias pesquisas, as quais abordaremos ao longo deste estudo.

2. Diferença entre IA e IAG

A literatura contempla diversos termos para se referir à inteligência artificial. Neste estudo, nos focaremos em dois deles: (1) *Narrow AI*, que remete a *Narrow Artificial Intelligence* e (2) *AGI*, que se refere a *Artificial General Intelligence*. Traduziremos esses termos como IA especializada (inteligência artificial especializada) e IAG (inteligência artificial geral), respectivamente.

Segundo Penaccin e Goertzel (2007), o termo IAG se refere a sistemas que possuem um nível autônomo de raciocínio para autocompreensão e autocontrole. Possuem a habilidade para resolver uma variedade de problemas complexos em contextos variáveis. Aprendem a resolver novos problemas que não conheciam no momento em que foram criados.

Já as IA especializadas, também conforme Penaccin e Goertzel (2007), são focadas em realizar tarefas específicas, como jogar xadrez, diagnosticar doenças, dirigir carros e assim por diante.

Essa diferenciação se mostra fundamental para o entendimento do estado da arte em cada campo e dos diferentes níveis de riscos que um sistema apresenta em relação a outros.

3. A complexidade dos valores humanos

De acordo com Soares e Fallenstein (2014), criar um treinamento que cubra todas as dimensões relevantes dos valores humanos é difícil, pela mesma razão que não é simples especificar os valores humanos de forma direta.

Sotala e Yampolskiy (2014) pontuam que os valores e objetivos humanos sequer são consenso entre a hu-

manidade. Além de não serem claros, os valores são mutáveis ao longo do tempo. Dessa forma, uma IAG precisaria ser capaz tanto de acompanhar a evolução da percepção humana quanto saber discernir por meio da análise desses valores o que seria benéfico ou maléfico. Por exemplo, se uma IAG tivesse sido desenvolvida no século XVI e treinada com valores escravistas dominantes em diversas sociedades àquela época, ela poderia considerar a escravidão de outro povo como um valor aceitável.

Segundo Bostrom (2014), identificar e codificar nossos objetivos finais é difícil porque as representações dos objetivos humanos são complexas. Valores humanos como felicidade, justiça, liberdade, glória, direitos humanos, democracia, equilíbrio ecológico e autodesenvolvimento são difíceis de serem definidos em linguagem computacional, porque não basta definir as palavras do ponto de vista humano, como, por exemplo, a felicidade é “a satisfação das potencialidades inerentes à nossa natureza humana”. A definição precisa estar embasada em termos que apareçam na linguagem de programação da IAG e, mais profundamente, em suas primitivas, como operadores matemáticos e endereços de memória, apontando para conteúdos de registros específicos.

4. Avanços positivos

O avanço do desenvolvimento em IA especializadas tem viabilizado aplicações nos mais diferentes segmentos, oferecendo no presente momento resultados significativamente positivos para a sociedade.

Stone *et al.* (2014) exploram os campos com maior potencial para a aplicação de IA especializadas, destacando-se os principais, como: (1) transportes, (2) robôs domésticos e para serviços, (3) saúde, (4) educação, (5) comunidades de baixa renda, (6) segurança, (7) mercado de trabalho e (8) entretenimento.

4.1 - Transportes

De acordo com Stone *et al.* (2016), a grande variedade de sensores já presentes nos veículos e rodovias viabiliza carros cada vez mais inteligentes, automatizando desde recursos, como o controle de velocidade, o monitoramento de pontos cegos, o ato de mudar de faixas e o ato de estacionar, até se atingir o grau de automação completa dos atuais carros autônomos. Um melhor planejamento do trânsito e do tráfego também já pode ser obtido aplicando-se IA especializadas para administrar horários de ônibus e metrô e gerenciar dinamicamente sinais de trânsito, limites de velocidade e valores de pedágio.

A fabricante de automóveis NIO anunciou, em 2017, o modelo Nomi, embarcado com IA especializada, denominada EVE, com o objetivo de aprender sobre os hábitos e as preferências dos seus passageiros.

4.2 - Robôs domésticos e para serviços

Stone *et al.* (2014) afirmam que robôs domésticos têm evoluído sistematicamente, agregando capacidade de lidar com diferentes questões, viabilizando, por exemplo, significativo aumento de eficiência na tarefa de limpeza doméstica.

Welinder (2017) demonstra que o processo de aprendizagem das máquinas também tem evoluído, de forma que robôs já são capazes de repetir em um ambiente real os movimentos que um ser humano realiza em realidade virtual, o que pode revolucionar o processo de treinamento dos robôs para a realização de tarefas domésticas.

4.3 - Saúde

De acordo com Stone *et al.* (2016), avanços já foram concretizados em aplicações para suporte à decisão clínica, para monitoramento de pacientes, em dispositivos automatizados de apoio à cirurgia e tratamento, e para gerenciamento dos sistemas de saúde. As conquistas mais recentes incluem a mineração de dados nas redes sociais para inferir riscos à saúde e o uso de aprendizado de máquina para prever pacientes em risco.

Streba *et al.* (2017) afirmam que sistemas computacionais também apresentam potencial para redução do tempo de diagnóstico e para redução da carga de trabalho da equipe médica. Sistemas de IA especializada que analisam dados (1), por meio da combinação de dados biológicos e clínicos, e (2) endoscopia, por meio de videocápsula sem fios, já apresentam resultados positivos.

Somashekhar *et al.* (2016) conduziram um profundo estudo sobre a plataforma IBM *Watson for Oncology*, avaliando um conjunto de 1.000 pacientes com cânceres de mama, cólon, reto e pulmão. Aferiu-se que 90% das recomendações ou considerações realizadas pela plataforma estariam corretas, quando comparadas às recomendações e considerações de um conselho formado por médicos oncologistas. O tempo levado em cada análise realizada pela plataforma de IA especializada foi da ordem de 40 segundos, enquanto os médicos levavam entre 12 e 20 minutos para a mesma tarefa. Concluiu-se que, embora a plataforma não possa ser utilizada de forma autônoma, ela se configura como uma importante ferramenta de apoio ao diagnóstico.

4.4 - Educação

Almeida Júnior, Spalenza e de Oliveira (2017) propõem o uso de IA especializada para correção de redações do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem), com o objetivo de reduzir os custos e o tempo para essa atividade. Seu experimento, aplicando IA especializada para analisar o domínio da norma padrão da língua brasileira, apresentou resultados satisfatórios e, se aplicado imediatamente ao Enem, significaria, na visão daqueles autores, uma economia de 90 milhões de reais.

Castro e New (2016) destacam cinco exemplos de aplicação de IA especializada no segmento de educação. O primeiro é o projeto *Teacher Advisor* da IBM, que apoia os professores na preparação de aulas de matemática para ensino superior. O segundo é o projeto do distrito de Tacoma (Washington) que, junto à Microsoft, desenvolveu um sistema capaz de prever evasão escolar, com base em dados demográficos e de desempenho escolar do aluno. O terceiro é o caso do Instituto de Tecnologia da Geórgia, que implementou um assistente virtual baseado no IBM Watson, capaz de responder a perguntas como, por exemplo, onde encontrar material sobre conteúdo específico. O quarto é o Duolingo, uma empresa que utiliza IA especializada, para desenvolver planos de aprendizagem personalizados para cada estudante e para aprimorar os mecanismos de avaliação de aprendizagem. O quinto, a aplicação da empresa Turnitin, que desenvolveu um assistente de revisão de escrita, que é capaz de detectar e alertar sobre o uso de linguagem impreciso ou mal-estruturado.

4.5 - Comunidades de baixa renda

De acordo com Stone *et al.* (2016), uma contribuição da inteligência artificial nesse contexto pode ser exemplificada na previsão de gravidez de risco, como é realizada pelo Departamento de Serviços Humanos de Illinois, permitindo que se intensifiquem os cuidados pré-natal.

Castro e New (2016) exemplificam uma pesquisa da Universidade de Stanford, na qual se desenvolveu um protótipo capaz de detectar áreas de pobreza por meio da análise de imagens de satélite, com o objetivo de permitir que iniciativas de apoio sejam direcionadas de forma mais eficiente.

4.6 - Segurança

No que diz respeito à segurança, Castro e New (2016) exemplificam aplicações como:

- sistemas de detecção de disparos de arma de fogo, amplamente implementados em diversas cidades

- dos Estados Unidos, capazes de identificar não só o disparo, mas também a direção do atirador;
- o sistema da empresa Hitachi, sendo implantado também em diversas cidades estadunidenses, processando dados, como os produzidos em redes sociais, chamadas ao 911, postagens com localização próximas a escolas e outras variáveis, para criar um mapa de calor das áreas de risco;
- o projeto Avert (em inglês, *Autonomous Vehicle Emergency Recovery Tool*, equivalente em português a Ferramenta Autônoma de Recuperação Emergência de Veículos), utilizado para desarmar bombas em veículos, evitando a exposição de agentes humanos ao risco da explosão;
- o Corpo de Bombeiros de Atlanta (AFRD), que utiliza IA especializada para identificar edifícios mais suscetíveis a incêndios, priorizando esses endereços na agenda de inspeções;
- o projeto da empresa Qylur Security Systems, que analisa o conteúdo de bolsas para identificar objetos perigosos sem que humanos precisem manipulá-los fisicamente.

4.7 - Mercado de trabalho

Pistono e Yampolskiy (2016) pontuam que o impacto negativo no mercado de trabalho é, na verdade, um dos riscos da ampla utilização de inteligência artificial, conforme descrito na Seção 5 deste presente trabalho.

Stone *et al.* (2016) pontuam que é mais difícil vislumbrar os novos empregos gerados pela automação que aqueles que serão eliminados por ela, a partir da automação de tarefas.

Mas, se, conforme Pistono e Yampolskiy (2016) e Stone *et al.* (2016), a preocupação com o futuro dos empregos é verdadeira, por outro lado também podemos visualizar novas oportunidades se formando, com o surgimento de novas vagas em mercados específicos. O estudo do World Economic Forum (2016), por meio de previsões para o ano de 2020, indica que há de fato uma expectativa de redução de vagas em funções administrativas, mas que também há uma expectativa de aumento na quantidade de vagas para profissionais de computação, matemáticos, arquitetos e engenheiros. Ainda conforme o estudo, as novas vagas surgirão especialmente nos mercados de tecnologia da informação e comunicação, serviços profissionais e mídia/entretenimento/informação, nessa ordem de importância.

4.8 - Entretenimento

No campo do entretenimento, Stone *et al.* (2016) afirmam que a IA especializada tem sido utilizada, por exemplo, para melhorar o desempenho de atletas nos

esportes, para compor músicas e para converter palavras em objetos tridimensionais.

Na interseção entre entretenimento e educação, destaca-se a iniciativa da Pinacoteca (2017), que implementou, em parceria com a IBM, uma aplicação que entende perguntas orais e responde vocalmente sobre sete obras do acervo.

A listagem de aplicações aqui apresentada tem como objetivo demonstrar que a IA especializada já tem sido aplicada com sucesso, apresentando resultados nos mais diferentes campos. Estudos sobre aplicações futuras poderiam explorar potenciais ainda mais positivamente impactantes da inteligência artificial, configurando-se como uma interessante questão para pesquisas futuras.

5. Pontos de preocupação

Segundo Stone *et al.* (2016), não há evidências atuais que classifiquem a inteligência artificial como um risco para a espécie humana. Stone *et al.* (2016) também afirmam não visualizar uma grande corrida de robôs super-humanos.

Se por um lado os exemplos conhecidos de aplicação de inteligência artificial limitam-se a IAs especializadas, sem potencial catastrófico para a humanidade, por outro lado o possível surgimento futuro de uma IAG nos conduz a aprofundar a análise, conforme veremos adiante. Segundo Sotala e Yampolskiy (2014), precisamos nos atentar aos riscos decorrentes da implantação de IAG, pois a maioria das tarefas atualmente realizadas por humanos será automatizada, gerando impacto direto no mercado de trabalho. IAG podem ainda ferir os humanos, por exemplo, se aplicadas à defesa de interesses políticos, econômicos e militares – mas não limitadas a eles.

A preocupação se torna mais importante à medida que entendemos que as IAG podem se tornar poderosas rapidamente. Uma rápida evolução em *hardware* pode alavancar esse desenvolvimento. Segundo Strohmaier *et al.* (2017), os dados de novembro de 2016 indicam que o Sunway TaihuLight, o supercomputador mais rápido do mundo, é capaz de processar 10^{17} operações com ponto flutuante por segundo (Fops), o que equivale ao parâmetro tido para a mente humana como 10^{17} operações por segundo (OPS), conforme Bostrom (1998), e entre 10^{14} a 10^{16} cálculos por segundo (CPS), segundo Kurzweil (2005). É importante esclarecer que, embora essa seja uma referência comparativa, não é possível estabelecer uma relação direta entre Fops e OPS, conforme elucidado por Sotala e Yampolskiy (2014), sendo o mesmo raciocínio aplicável para a comparação com CPS.

Disrupções nos patamares de velocidade e inteligência podem ainda ser atingidas a partir do momento em que IAG projetarem *hardware* e *software* cada vez mais eficientes, intensificando de forma imprevisível o ritmo evolutivo delas mesmas, conforme pontuado por Sotala e Yampolskiy (2014).

Segundo Pistono e Yampolskiy (2016), esses novos *hardware* e *software* podem ser utilizados para o desenvolvimento de uma IAG maléfica, para atender interesses particulares, como, por exemplo, de militares, governos, corporações, vilões e criminosos, *hackers black-hats*, fanáticos pelo dia do juízo final, depressivos, psicopatas, criminosos em geral, pessoas descrentes dos riscos da IA e pesquisadores de segurança em IA mal-intencionados.

Ainda conforme Pistono e Yampolskiy (2016), o que torna esse risco ainda maior é o fato de uma IA maléfica ser facilmente criada por meio de uma simples inversão de qualquer uma das boas práticas recomendadas nas pesquisas em IA benéfica.

Pistono e Yampolskiy (2016) oferecem diversos exemplos sobre como as IAG poderiam ser maléficas, incluindo:

- a) invadir e controlar a maior quantidade de computadores possível para obter mais poder de processamento;
- b) criar a própria infraestrutura robótica por meio de bioengenharia;
- c) impedir que projetos de IA benéfica se concluam;
- d) definir objetivos que causem sofrimento;
- e) interpretar comandos de forma literal (sem entendimento apropriado);
- f) supervalorizar eventos com probabilidade marginal.

Pistono e Yampolskiy (2016) destacam que, embora não seja possível formar uma lista completa de possíveis causas de falhas, alguns princípios gerais podem ser identificados, como, por exemplo:

- a) lançar imediatamente IAG em redes públicas, como a internet, sem os devidos testes;
- b) fornecer à IAG acesso a informações ilimitadas (pessoais), como, por exemplo, de redes sociais;
- c) dar ao sistema objetivos específicos que não tenham sido analisados quanto às consequências e efeitos colaterais;
- d) designar o sistema como o responsável por infraestrutura crítica, como comunicações, usinas de energia, armas nucleares e mercados financeiros.

No que diz respeito aos possíveis impactos sociais do desenvolvimento não direcionado de IA especializada e IAG, Pistono e Yampolskiy (2016) exemplificam: (a) impactos econômicos, como o desemprego ou a subjugação pelo controle das indústrias de infraestrutura por parte de uma IAG, (b) conflitos sociais, armados ou não, induzidos por uma IAG por meio de mecanismos de manipulação humana, direcionados ou de massa, (c) distorções legais, por meio da indução à alteração nas leis em benefício da IAG, (d) uso militar, utilizando-se de forças armadas contra a própria população.

6. Possíveis caminhos

Diante de potenciais severamente impactantes, torna-se necessário avaliar que medidas precisam ser tomadas tanto no campo tecnológico quanto no social, para mitigar os riscos relacionados ao avanço da inteligência artificial.

6.1 - Aspectos práticos

Do ponto de vista técnico do desenvolvimento dos agentes, Soares e Fallenstein (2014) estabelecem três perguntas direcionadoras, que são: (1) como podemos criar um agente que irá confiavelmente perseguir os objetivos que lhe foram dados?; (2) como podemos formalmente especificar objetivos benéficos?; e (3) como podemos garantir que esse agente irá ajudar programadores e colaborar com estes à medida que eles melhorem o seu projeto, já que erros em versão inicial são inevitáveis? Embora essas perguntas direcionadoras tenham sido propostas, aqueles autores não indicam alternativas de implementação capazes de endereçá-las.

6.2 - Possíveis respostas da sociedade

6.2.1 - Fazer nada

Sotala e Yampolskiy (2014) exploram algumas razões para que a sociedade simplesmente ignore o avanço da IA, como: a possibilidade da IAG estar tão distante que não valeria a pena se preocupar ou que o risco seria tão baixo que não demandaria qualquer ação ou considerar que a extinção da espécie humana poderia ser uma consequência natural, quiçá desejável, para a evolução do planeta.

Diversos especialistas expressaram pontos de vista sobre o surgimento da IAG para os próximos 20 ou 100 anos, como os pesquisadores citados por Sotala e Yampolskiy (2014): Bernard Baars, Nick Bostrom, Raymond Kurzweil, Hans Moravec, Luke Muehlhauser, Ana Salamon, Anders Sandberg, Pei Wang, Ben Goertzel e Stan Franklin.

Sobre a existência de riscos significativos, a Seção 5 deste artigo comentou sobre o grande potencial de impacto negativo de aplicações maléficas em IAG.

Quanto à extinção da espécie humana, os autores Sotala e Yampolskiy (2014) postulam que esperamos que nossos futuros descendentes tenham pouca semelhança com o ser humano atual, dado que há muitos aspectos a se melhorar, mas, ainda assim, a atual espécie humana possui elementos que devem ser preservados.

Diante dos argumentos acima expostos, os autores do presente estudo endossam a conclusão de Sotala e Yampolskiy (2014) que “fazer nada” não seria a resposta adequada.

6.2.2 - Integrar com a sociedade

Sotala e Yampolskiy (2014) exploram a possibilidade de se estabelecerem leis e controles econômicos sobre as IAG, a fim de garantir a aplicação benéfica dela e o equilíbrio econômico, como a geração de empregos e a distribuição de renda. Também destacam a importância de se incentivar o desenvolvimento de IAG focadas em valores positivos para a humanidade. Embora essas abordagens tenham validade, é preciso considerar que, de fato, elas não impedem o surgimento de IAG maléficas, o que torna essa abordagem importante, mas incompleta, exigindo ser combinada com outras iniciativas para a obtenção do resultado esperado.

6.2.3 - Regulamentação da pesquisa

Do ponto de vista de direcionamento das pesquisas, Sotala e Yampolskiy (2014) estudam a criação de uma organização para supervisão da pesquisa em IAG, bem como políticas de incentivo a pesquisas de IAG seguras e projetos mitigadores de risco, em detrimento de projetos geradores de risco. Uma ativa vigilância internacional também é abordada como uma importante possibilidade.

Embora uma forma efetiva de regulamentação da pesquisa seja desconhecida, esse é um caminho defendido pelos autores deste estudo, já que uma corrida armamentista em IA seria extremamente indesejável.

6.2.4 - Aumentar as capacidades humanas

Sotala e Yampolskiy (2014) discorrem sobre a possibilidade de se realizar o *upload* da mente humana para uma plataforma computacional e também sobre o processo de mesclagem homem-máquina.

Projetos como o da empresa Neuralink e as pesquisas no campo das próteses conduzidas por Bergamasco e Herr (2016) vão ao encontro dessa abordagem de

melhoria no ser humano por meio da integração homem-máquina.

Embora Sotala e Yampolskiy (2014) defendam o *upload* como um caminho para se combaterem IAG maléficas, os autores deste artigo se apoiam nos riscos evolucionais e na vulnerabilidade do ponto de vista de segurança da informação, como exposto pelos próprios Sotala e Yampolskiy (2014), para não se sentirem seguros quanto aos resultados positivos dessa abordagem. Adicionalmente, precisariam ser avaliados os riscos e as consequências, caso uma rede de mentes em *upload* fosse invadida e controlada por uma IAG maléfica.

6.2.5 - Abandonar a tecnologia

Sotala e Yampolskiy (2014) apresentam a existência de linhas de estudo voltadas à proibição da pesquisa em IAG ou de alguns aspectos dela. Essas medidas poderiam ser obtidas por meio de restrições legais às pesquisas em IAG e da restrição do acesso a *hardware* capaz de hospedar tais sistemas. Além de toda a complexidade de se orquestrar um alinhamento global nesse sentido, Sotala e Yampolskiy (2014) destacam que não há histórico de sucesso nas tentativas de se extirpar uma tecnologia generalista e multiuso como a IAG, o que mostra que esse não seria um caminho atraente ou sustentável.

6.3 - Propostas de desenvolvimento de restrições externas para IAG

Técnicas de confinamento, que enclausurem uma IAG no ambiente delas e limitem o acesso que possuem ao mundo físico podem não se mostrar um bom caminho, como explorado por Sotala e Yampolskiy (2014). A falsa sensação de segurança e a aplicação de políticas de restrição sobre IAG não projetadas originalmente para o confinamento podem gerar riscos significativos.

Já a construção de uma rede de IAGs capaz de supervisionar as demais IAGs tem encontrado ressonância em pesquisadores como Dietterich e Horvitz (2015).

6.4 Propostas de desenvolvimento de restrições internas para IAG

As restrições internas são estratégias de desenvolvimento em que a IAG é concebida com elementos que restrinjam a capacidade que elas têm de atuar.

Sotala e Yampolskiy (2014) citam como exemplos de restrições internas: (1) as IAG oráculo, em que a IAG se limita a responder perguntas; (2) o desenvolvimento ético, em que a IAG é desenvolvida para atender a princípios éticos, ao invés da busca por implementar princípios éticos em uma IAG preexistente; (3) o de-

envolvimento híbrido ético-comportamental, em que a IAG aprende os valores humanos por meio de experiências; (4) o desenvolvimento de uma IAG mestre, capaz de supervisionar todas as demais; (5) a verificação formal, em que a IAG inspeciona formalmente os próprios algoritmos, para assegurar que novos aprendizados não violarão os valores para os quais ela tenha sido concebida; e (6) as fraquezas motivacionais, que seriam pontos fracos voluntariamente projetados nas IAG para permitir futuras intervenções e controle humano.

Embora nenhuma das restrições internas se mostre como uma resposta absoluta para todos os potenciais riscos relacionados ao desenvolvimento de uma IAG maléfica, cada uma das propostas pode ser aplicada com maior ou menor probabilidade de sucesso de acordo com os cenários e riscos específicos de cada aplicação.

6.5 - Perspectivas técnicas de desenvolvimento

Soares e Fallenstein (2014) propõem que, para o desenvolvimento de agentes altamente confiáveis, devem ser consideradas quatro perspectivas.

A primeira endereça a questão de a natureza dos agentes inteligentes não ser apenas de observação. Eles interagem com o mundo e, nessa interação, influenciam os possíveis resultados das próprias decisões no ambiente. Essa influência, por sua vez, realimenta o processo, gerando novas entradas de informação. Um profundo estudo ontológico deve ser conduzido para que o agente seja capaz de analisar com acuracidade o ambiente onde está inserido. Essa abordagem é chamada por Soares e Fallenstein (2014) de Modelos Realistas do Mundo.

A segunda perspectiva, relacionada à escolha da melhor decisão, afirma que a Teoria da Decisão, implementada nos agentes, precisa ser desenvolvida com sofisticação suficiente para inferir as consequências de uma decisão não tomada, mesmo que não haja histórico anterior de decisões equivalentes.

Na terceira perspectiva, os agentes precisam ainda atuar sob o conceito da incerteza lógica, já que os mesmos não são oniscientes e, por isso, não podem prever com total certeza as consequências das decisões que tomam.

A última perspectiva técnica abordada por Soares e Fallenstein (2014) para máquinas confiáveis é a Reflexão Vingean, um conceito especialmente importante no contexto das máquinas que irão desenvolver outras máquinas. Um elemento menos inteligente precisa utilizar princípios de incerteza lógica para buscar inferir o que um elemento mais inteligente faria em

uma determinada situação, uma vez que é impossível a um elemento menos inteligente prever exatamente o que o elemento mais inteligente faria, pois, se assim ele fosse capaz, o elemento tido como mais inteligente não seria realmente mais inteligente.

Soares e Fallenstein (2014) expõem ainda que o processo de desenvolvimento dos agentes precisa ser tolerante a erros. Uma máquina mais inteligente que o homem pode resistir a modificações ou ao desligamento. As máquinas, portanto, devem ser carregadas com um modelo chamado “Raciocínio Corrigível”.

Por fim, Soares e Fallenstein (2014) exploram a questão do processo de aprendizagem dos valores humanos, no qual o agente precisa aprender a lidar com ambiguidades e responder corretamente às intenções de quem o opera, mas, ao mesmo tempo, alinhar as intenções desse operador com os interesses humanos de forma mais ampla.

7. Considerações finais

Existem grandes preocupações, tanto no meio científico quanto na população em geral, sobre o desenvolvimento de uma IAG maléfica, o que pode ser observado pelos inúmeros artigos científicos sobre o assunto e pela grande variedade no cardápio de filmes de ficção científica sob o tema inteligência artificial.

Embora sejam notáveis os potenciais riscos do desenvolvimento de IA não seguras, não há evidências atuais que classifiquem a inteligência artificial como um risco para a continuidade da espécie humana. Já no que diz respeito às IA especializadas benéficas, muitos avanços têm sido alcançados, conforme amplamente exemplificado neste estudo, gerando grande expectativa por uma significativa melhoria na qualidade de vida humana.

Todavia, a não existência de uma perspectiva de curto prazo para o surgimento de uma IAG maléfica não nos isenta de aprofundar pesquisas, a fim de garantir que ela efetivamente não venha a surgir.

Conclui-se que, de fato, existe grande potencial para uso maléfico de IAG, porém não há evidências de que estejamos próximos desse tipo de aplicação. Ainda assim, o grande poder destrutivo que esses usos poderiam implicar configuram motivos suficientes para a condução de pesquisas aprofundadas, seja no desenvolvimento de técnicas capazes de garantir a aderência das IAG aos valores humanos seja no desenvolvimento de mecanismos certificadores dessa aderência, por meio de ferramentas, organizações e regulamentações nesse sentido.

Referências

- ALMEIDA JÚNIOR, C. R. C.; SPALENZA, M. A.; DE OLIVEIRA, E. **Proposta de um Sistema de Avaliação Automática de Redações do Enem Utilizando Técnicas de Aprendizagem de Máquina e Processamento de Linguagem Natural**. Anais do Computer on the Beach, p. 474-483, 2017.
- BERGAMASCO, M.; HERR, H. **Human-Robot Augmentation**. In: **Springer Handbook of Robotics**. Springer International Publishing, 2016. p. 1.875-1.906.
- BOSTROM, N. **How long before superintelligence?**. International Journal of Future Studies, vol. 2, 1998.
- BOSTROM, N. **Superintelligence: Paths, dangers, strategies**. OUP Oxford, 2014.
- CASTRO, D.; NEW, J. **The Promise of Artificial Intelligence**. Disponível em: <<http://www2.datainnovation.org/2016-promise-of-ai.pdf>>. Acesso em: 27 de maio. 2017.
- DIETTERICH, T. G.; HORVITZ, E. J. **Rise of concerns about AI: reflections and directions**. Communications of the ACM, v. 58, n. 10, p. 38-40, 2015.
- KURZWEIL, R. **The singularity is near: When humans transcend biology**. Penguin, 2005.
- PENNACHIN, C.; GOERTZEL, B. **Artificial general intelligence**. New York: Springer, 2007.
- PINACOTECA. **A Voz da Arte**. Disponível em: <<http://pinacoteca.org.br/visite/a-voz-da-arte/>>. Acesso em: 27 de maio. 2017.
- PISTONO, F.; YAMPOLSKIY, R. V. **Unethical Research: How to Create a Malevolent Artificial Intelligence**. arXiv preprint arXiv:1605.02817, 2016.
- SOARES, N.; FALLENSTEIN, B. **Aligning superintelligence with human interests: A technical research agenda**. Machine Intelligence Research Institute (MIRI) technical report, v. 8, 2014.
- SOMASHEKHAR, S. P. *et al.* 551PD **Validation study to assess performance of IBM cognitive computing system Watson for oncology with Manipal multidisciplinary tumour board for 1000 consecutive cases: An Indian experience**. Annals of Oncology, v. 27, n. suppl_9, 2016.
- SOTALA, K.; YAMPOLSKIY, R. V. **Responses to catastrophic AGI risk: a survey**. Physica Scripta, v. 90, n. 1, p. 018001, 2014.
- STONE, P. *et al.* Artificial Intelligence and Life in 2030. **One Hundred Year Study on Artificial Intelligence: Report of the 2015-2016 Study Panel**, 2016.
- STREBA, C. T. *et al.* **Artificial Intelligence and Automatic Image Interpretation in Modern Medicine**. In: Translational Bioinformatics and Its Application. Springer Netherlands, p. 371-407, 2017.
- STROHMAIER, E. *et al.* **48th edition of the TOP500 list**. Disponível em: <<https://www.top500.org/lists/2016/11/>>. Acesso em: 21 de maio. 2017.
- WELINDER, Peter. **Robots that learn**. Disponível em: <<https://blog.openai.com/robots-that-learn/>>. Acesso em: 27 de maio. 2017.
- WORLD ECONOMIC FORUM. **The future of jobs: Employment, skills and workforce strategy for the fourth industrial revolution**. Geneva, Switzerland: World Economic Forum, 2016.

A inteligência artificial e o direito



Arquivo pessoal

Alexandre Rodrigues Atheniense

Sócio de Alexandre Atheniense Advogados, especialista em Internet Law pela Harvard Law School (2001 e 2003). Presidente da Comissão de Direito Digital da Ordem dos Advogados de Minas Gerais (OAB/MG), coordenador do curso de Especialização em Direito e Tecnologia da Informação na Escola Superior de Advocacia da Ordem dos Advogados do Brasil de São Paulo (ESA/SP). Coordenador do Comitê de Direito Digital do Centro de Estudos das Sociedades de Advogados (Cesa). Autor de várias obras publicadas na área de Direito Digital.

Resumo

A inteligência artificial, ou computação cognitiva, é a tecnologia que torna uma máquina capaz de tomar decisões baseadas nas informações por ela processadas e nas experiências anteriores, em constante autoaprendizado, de forma semelhante ao que acontece no cérebro humano. Dessa forma, ela muda a relação e o nível de interação das pessoas com a informação digital, além de poder trazer amplas implicações para a vida em sociedade e para as atividades de empresas e negócios. Atualmente, o uso da inteligência artificial tem se transformado em um serviço, com a pretensão de ser oferecido em larga escala para atender às diversas necessidades dos clientes, de diferentes setores e perfis, dentre eles, o setor jurídico. Atingindo principalmente os escritórios de advocacia, mas também órgãos públicos e outros setores, a inteligência artificial pode alavancar os negócios e aumentar a produtividade do trabalho jurídico. Além disso, o uso da computação cognitiva nos leva a repensar a nossa concepção do direito, inclusive em áreas mais clássicas. Isso sem falar na abertura de debates profundos sobre a eticidade das relações homem-máquina e as implicações jurídicas disso. Este artigo pretende demonstrar a aplicabilidade da inteligência artificial no âmbito jurídico, ressaltando os casos já existentes e o espaço que pode ainda ser por ela abarcado, além de trazer discussões sobre as implicações desse conhecimento.

Palavras-chave:

inteligência artificial, computação cognitiva, advocacia, direito digital, tecnologia da informação, robô advogado, Watson, Ross.

A computação cognitiva é o nome de uma tecnologia que dá a computadores e equipamentos relacionados a capacidade de reter informações, analisá-las e agir a partir delas sem a necessidade de serem programadas para isso.

Essa habilitação ocorre em razão do sistema cognitivo das máquinas, que usa uma tecnologia capaz de processar informações, aprender com elas e melhorar o próprio desempenho, sem a necessidade de intervenção humana. Por meio desse sistema, um computador é capaz de tomar decisões baseadas nas informações por ele processadas e em experiências anteriores, o que implica constante melhoramento e autoaprendizado, de forma semelhante ao que acontece no cérebro humano. Essa tecnologia muda a relação e o nível de interação das pessoas com a informação digital, além de poder

trazer amplas implicações para a vida em sociedade e para as atividades de empresas e negócios.

O uso da inteligência artificial tem ampliado a funcionalidade desse recurso e o transformado num serviço, com a pretensão de ser oferecido em larga escala para atender às diferentes necessidades dos clientes, de diferentes setores e perfis.

Por consequência, esses serviços atingiram também o setor jurídico, principalmente os escritórios de advocacia¹, que vêm se utilizando de inteligência artificial para alavancar os negócios e aumentar a produtividade.

Nesse contexto, os sistemas de inteligência artificial superam os simples mecanismos de buscas ou pesquisa tradicionais e não se confundem com os programas de

¹ BERTÃO, Naiara. Funções típicas de advogados já são feitas por softwares e robôs. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/revista-exame/deixa-que-o-robo-resolve/>>. Acesso em 24 de maio de 2017.

gestão de processos e negócios, já comuns há algum tempo nessa atividade.

Na inteligência artificial, os computadores, por intermédio de um *software* específico, exercem uma atividade cognitiva. Ou seja, de contínuo aprendizado no sentido de coletar, processar, pesquisar, analisar semanticamente o conteúdo, compreendendo-o e realizando tarefas a partir das informações obtidas a partir desse processo, como classificar e apresentar perspectivas de resultados práticos, como sugestões de ação ou tomada de decisões.

No âmbito jurídico, isso vem sendo utilizado de várias formas, funcionando como um assistente virtual da equipe de profissionais, propiciando, no processo de captação de dados e análise de documentos de diversas fontes de consulta, tais como legislação, artigos doutrinários e jurisprudência, buscas que revelam tendências com rapidez e eficiência, podendo abarcar, inclusive, outras atividades jurídicas².

Fato é que o mundo jurídico brasileiro é fonte geradora de um grande volume de dados diários, que constitui verdadeiro *big data*, ou seja, grande volume e variedade de dados grandes ou complexos, estruturados e não estruturados, oriundos de uma diversidade de fontes e em velocidade sem precedentes³.

Nos dias de hoje, milhares de novos documentos jurídicos são produzidos em nosso país, a partir de documentos que trazem informações importantes para os profissionais da área, pois revelam precedentes, argumentos jurídicos e posicionamentos de um determinado magistrado ou tribunal que influem diretamente no resultado e na eficácia do trabalho do profissional da área jurídica.

Isso porque a atualização do advogado quanto às matérias que estão sendo discutidas nos tribunais, no Legislativo e no Executivo, por exemplo, bem como quanto às novas correntes e publicações jurídicas, está diretamente ligada à eficácia e à qualidade do trabalho que ele realiza.

Assim, a análise eficiente e rápida dos documentos produzidos e das informações que eles contêm é crucial no

âmbito jurídico, por isso é uma demanda que pode ser suprida pela computação cognitiva.

O volume e a velocidade com que as informações são criadas e disponibilizadas, somados à incapacidade humana de ter acesso total e eficiente ao conteúdo delas, fazem do âmbito jurídico um campo interessante para a expansão dessa tecnologia.

Segundo Andrew Arruda⁴, a pesquisa jurídica toma cerca de 20% do tempo médio das atividades de um advogado, elevando os valores dos honorários e tornando a advocacia um serviço restrito a somente uma parte da sociedade. Segundo ele, há uma necessidade latente de democratização da Justiça e que pode ser suprida pela inteligência artificial.

A utilização de computação cognitiva na advocacia já é realidade em alguns grandes escritórios dos Estados Unidos. Baseado na tecnologia Watson, o robô-advogado Ross é um exemplo de aplicabilidade da computação cognitiva no ramo jurídico e funciona como uma fonte de consulta avançada, capaz de responder a perguntas dos colegas como uma espécie de biblioteca virtual e adquirindo conhecimento, progressivamente, à medida que se relaciona com os “colegas” advogados⁵.

O robô-advogado possui uma capacidade de armazenamento hábil a arquivar toda a legislação, a jurisprudência, precedentes, citações e qualquer outra fonte de informação jurídica estadunidense, além da capacidade diária de atualização do conteúdo armazenado⁶.

A partir dessas informações e da capacidade de cognição de geração de dados, Ross se torna importante ferramenta para auxiliar os advogados nas atividades diárias, gerando respostas com fundamentação e sugerindo soluções jurídicas para os casos:

[...] a inteligência artificial é bem adaptada para analisar o significado dessa questão e procurar respostas em vários bilhões de documentos. O sistema analisa o significado e as relações entre palavras para entender os conceitos legais que eles formam. Para cada resposta, o sistema mostra o nível de confiança que sua resposta possui (tradução nossa)⁷.

2 MERKER, Julia. Watson entra no setor jurídico. Disponível em: <<https://www.baguete.com.br/noticias/26/09/2016/watson-entra-no-setor-juridico>>. Acesso em 24 de maio de 2017.

3 CHEDE, Cezar. Você realmente sabe o que é Big Data? Disponível em: <https://www.ibm.com/developerworks/community/blogs/ctaurion/entry/voce_realmente_sabe_o_que_e_big_data?lang=en>. Acesso em 25 de maio de 2017.

4 ARRUDA, Andrew. The world's first AI legal assistant. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=wwbr0fombFs&feature=youtu.be>>. Acesso em 30 de maio de 2017.

5 MELO, João Ozorio de. Escritório de Advocacia estreia primeiro “robô-advogado” nos EUA. Disponível em: <<http://www.conjur.com.br/2016-mai-16/escritorio-advocacia-estrea-primeiro- robo-advogado-eua>>. Acesso em 25 de maio de 2017.

6 *Ibidem*.

7 “[...] artificial intelligence is well-suited to parse out the meaning from this question and look for answers across billions of documents. The system analyzes the meaning and relationships between words to understand the legal concepts they form. For each answer, the system shows the level of confidence it has in its answer”. MEDIUM. How Watson helps lawyers find answers in legal research. Disponível em: <<https://medium.com/cognitivebusiness/how-watson-helps-lawyers-find-answers-in-legal-research-672ea028dfb8>>. Acesso em 26 de maio de 2017.

Esse tipo de pesquisa semântica não seria possível sem o advento da computação cognitiva, uma vez que os sistemas de pesquisas tradicionais, baseados em palavras-chaves, não são capazes de produzir os mesmos resultados. Segundo Ovbiagele:

As tecnologias existentes, como a pesquisa por palavras-chave, fazem pouco sentido diante do volume, variedade, velocidade e veracidade dos dados legais. A capacidade de computação cognitiva da Watson habilita a inteligência de ROSS [...] ROSS pode não só classificar mais de um bilhão de documentos de texto a cada segundo, como também aprender com os feedbacks e ficar mais inteligente ao longo do tempo. Dito de outra forma, ROSS e Watson estão aprendendo a entender a lei, não apenas traduzir palavras e sintaxe em resultados de pesquisa. Isso significa que ROSS só se tornará mais valioso para seus usuários ao longo do tempo, proporcionando grande parte do trabalho pesado que foi delegado a todos aqueles infelizes associados (tradução nossa)⁸.

No JPMorgan, um dos maiores bancos norte-americanos, um programa chamado Contract Intelligence (Coin) está sendo usado para analisar acordos financeiros de empréstimo comercial, atividade que normalmente consumia 360 (trezentos e sessenta) mil horas de advogados por ano e é realizada pela máquina em segundos, com menor propensão a erro⁹.

O Coin, que extrai dos documentos armazenados informações que o permitem identificar padrões e relacionamentos, permite que o banco reduza os erros de manutenção de empréstimos, cuja maior parte é resultante de erro de interpretação humano¹⁰.

Com atuação parecida, a empresa NexLP usa inteligência artificial para analisar dados e identificar tendências, transformando-as em histórias, mesmo a partir de informações desestruturadas¹¹.

Outra plataforma criada para revisão automatizada de contratos é o LawGeex, criada em 2004, pelo advogado

comercial Noorie Bechor. Pela plataforma, os clientes – em sua maioria departamentos jurídicos corporativos – enviam um contrato e recebem, em cerca de uma hora, um relatório detalhado indicando cláusulas faltantes e que exigem revisão. Isso significa uma economia de 80% do tempo de revisão e economia de custos¹².

Além dos escritórios de advocacia, já existem em uso alguns serviços da espécie “advogados online”, que possuem como funcionalidade o acesso a aconselhamento jurídico por meio de computação cognitiva, com um custo bem mais baixo que os honorários de um advogado, porém de eficiência duvidosa.

Nesse exemplo, por meio de um sistema de *chat*, a máquina fornece respostas para o cliente e sugere soluções com base nas informações obtidas em textos jurídicos e precedentes. Apesar de incipiente, é possível perceber a intenção e a tendência de automatização do trabalho jurídico.

Outro programa que utiliza a computação cognitiva para resolver problemas jurídicos é o DoNotPay, um *chatbot*, criado por um rapaz de 19 anos, que auxilia motoristas que se sentem injustiçados com relação a multas de trânsito nas cidades de Londres e Nova Iorque.

Esse programa atua principalmente no preenchimento automático dos burocráticos formulários de contestação de multas dessas cidades. O criador da plataforma também pretende desenvolver um *software* que auxilia os usuários passageiros a pedir compensações pelos atrasos das companhias aéreas, além de uma plataforma para auxiliar refugiados a pedirem asilo político¹³.

O uso de dados para previsão de resultados legais também já é realidade. Criado por professores de Direito dos Estados Unidos, um algoritmo é capaz de prever as decisões da Suprema Corte daquele país com até 70% de precisão¹⁴.

No Brasil, existe a necessidade da análise rápida e eficiente de documentos, principalmente no que diz respeito à atividade contenciosa de massa, visando analisar semanticamente todo o conteúdo de um documen-

8 “Existing technologies such as keyword search poorly makes sense of the volume, variety, velocity and veracity of legal data. Watson’s cognitive computing capability enables ROSS’ intelligence. [...] Not only can ROSS sort through more than a billion text documents each second, it also learns from feedback and gets smarter over time. To put it another way, ROSS and Watson are learning to understand the law, not just translate words and syntax into search results. That means ROSS will only become more valuable to its users over time, providing much of the heavy lifting that was delegated to all those unfortunate associates”. SILLS, Anthony. ROSS and Watson tackle the law. Disponível em: <<https://www.ibm.com/blogs/watson/2016/01/ross-and-watson-tackle-the-law/>>. Acesso em 30 de maio de 2017.

9 BICUDO, Lucas. Robô faz em segundos o que demorava 360 mil horas para um advogado. Disponível em: <<https://conteudo.startse.com.br/mundo/lucas-bicudo/software-do-jpmorgan/>>. Acesso em 25 de maio de 2017.

10 *Ibidem*.

11 SOBOWALE, Julie. How artificial intelligence is transforming the legal profession. Disponível em: <http://www.abajournal.com/magazine/article/how_artificial_intelligence_is_transforming_the_legal_profession>. Acesso em 30 de maio de 2017.

12 KOHN, Alice. An AI Law Firm Wants to ‘Automate the Entire Legal World’. Disponível em: <<https://futurism.com/an-ai-law-firm-wants-to-automate-the-entire-legal-world/>>. Acesso em 26 de maio de 2017.

13 CAMARGO, Coriolano Almeida; CRESPO, Marcelo. Inteligência artificial, tecnologia e o Direito: o debate não pode esperar! Disponível em: <<http://www.migalhas.com.br/DireitoDigital/105,MI249734,41046-Inteligencia+artificial+tecnologia+e+o+Direito+o+debate+nao+pode>>. Acesso em 26 de maio de 2017.

14 SOBOWALE, Julie. How artificial intelligence is transforming the legal profession. Disponível em: <http://www.abajournal.com/magazine/article/how_artificial_intelligence_is_transforming_the_legal_profession>. Acesso em 30 de maio de 2017.

to jurídico e, a partir desses dados, fazer análises de probabilidades, comparações com conteúdos de ações simulares, tendências jurisprudenciais e avaliação de situações de fraudes, dentre outras necessidades que ocorrem dentro de uma ação judicial.

A proposta é que a plataforma dê suporte a escritórios de advocacia e departamentos jurídicos de empresas e a todo o mercado, funcionando como uma espécie de assistente virtual que torna todo o processo de uma ação mais rápido e eficaz¹⁵.

Diante do *big data* jurídico, somente com a utilização de robôs torna-se eficientemente possível a extração dos dados sobre os processos em tramitação, identificando novos casos e elaborando estatísticas. Apesar de pesquisas desse tipo já serem realizadas por advogados atualmente, não é possível obter o mesmo nível de confiança nos resultados obtidos, tendo-se em vista o fato de as informações estarem desestruturadas nos *sites* dos tribunais brasileiros, isso sem falar no tempo e nos recursos despendidos nesse sentido.

Com a obtenção desses dados, a máquina é capaz de sugerir se é mais vantajosa a interposição de um recurso ou uma proposta de acordo, por exemplo, de acordo com o tipo de ação, o valor e a cidade¹⁶. Também é possível saber, de forma mais eficiente, o posicionamento de cada juiz ou desembargador em casos semelhantes, quais teses são mais acolhidas, quais juízes arbitram maiores valores de indenização de danos morais, dentre outros¹⁷. Tendo-se em vista a força atribuída aos precedentes pelo Novo Código de Processo Civil, esse monitoramento de ações judiciais é altamente recomendável, influenciando diretamente no sucesso dos processos.

O uso da inteligência artificial na advocacia é visto como estratégico pelas sociedades de advogados e departamentos jurídicos, como forma de viabilizar negócios, principalmente no contencioso de massa e de casos repetitivos.

Essa preocupação se refletirá no anuário de 2017 do Centro de Estudos das Sociedades de Advogados (Cesa), que terá como tema a “Inteligência artificial na advocacia – oportunidades e desafios”, segundo mencionou o presidente da entidade, Carlos José Santos da Silva, na última reunião do Cesa, em abril¹⁸ deste ano.

No âmbito das investigações, a Polícia Federal brasileira pretende usar a inteligência artificial para realizar leitura e cruzamento de dados de forma rápida e eficiente. A proposta foi lançada pela Associação Nacional dos Delegados de Polícia Federal (ADPF), que constituiu um grupo de estudos em parceria com a Faculdade de Direito do IDP, em São Paulo, que conta com a participação de grandes especialistas em tecnologia da informação e uso da inteligência artificial, cujo objetivo é desenvolver mecanismos que possam acelerar o combate à corrupção, às fraudes e aos crimes cibernéticos. Isso é possível porque os *softwares* de última geração não apenas compreendem significados de conteúdos dentro dos documentos, como também fazem correlações, sendo possível analisar milhares de páginas e estabelecer conexões automaticamente.

No caso das investigações, por exemplo, seria possível analisar contratos para identificar indícios de superfaturamento ou até mesmo elementos de lavagem de dinheiro.

No Ministério Público, um programa de inteligência artificial desenvolvido pela empresa Softplan tem auxiliado os promotores a organizarem e agilizarem o próprio trabalho. Denominado de Assistente Digital do Promotor, o *software* ajuda a dar vazão ao grande volume de processos, além de fornecer análises mais eficientes e objetivas, que servirão de base para as acusações e outros trabalhos do Parquet:

Nele, a busca de jurisprudência para fortalecer determinada tese é feita com recursos que chamam a atenção para o nível hierárquico da decisão, levando em conta se ela é recente ou não, o grau de similaridade com o caso concreto, dentre outras. Além disso, o sistema identifica padrões em dois níveis. Compara o caso em análise com outros similares que já passaram pela promotoria, e também com registros em bancos de jurisprudência¹⁹.

Como demonstrado, a inteligência artificial possui inúmeras aplicações na área jurídica, assistindo a advogados, servidores públicos e até mesmo usuários do serviço jurídico. No entanto, a computação cognitiva pode tangenciar o Direito de outras formas, já que pode criar fatos e consequências que podem gerar algumas preocupações éticas, sociais e jurídicas.

15 FERREIRA, Wanise. IBM e Finch levam a computação cognitiva para a área jurídica. Disponível em: <<http://www.inovacaonasempresas.com.br/2016/09/ibm-e-finch-levam-a-computacao-cognitiva-para-a-area-juridica/>>. Acesso em 25 de maio de 2017.

16 DINIZ, Laura; LEORATTI, Alexandre. Inovação digital – casos sobre o futuro do Direito. Disponível em: <<https://jota.info/especiais/inovacao-digital-cases-sobre-o-futuro-do-direito-27052017>>. Acesso em 29 de maio de 2017.

17 DINIZ, Laura. Quarta Revolução Industrial no Direito. Disponível em: <<https://jota.info/justica/evento-em-brasilia-discute-o-impacto-da-quarta-revolucao-industrial-no-direito-13102016>>. Acesso em 29 de maio de 2017.

18 DINIZ, Laura; LEORATTI, Alexandre. Inovação digital – casos sobre o futuro do Direito. Disponível em: <<https://jota.info/especiais/inovacao-digital-cases-sobre-o-futuro-do-direito-27052017>>. Acesso em 29 de maio de 2017.

19 CONSULTOR JURÍDICO. Ministério Público começa a usar inteligência artificial para acusar. Disponível em: <<http://www.conjur.com.br/2017-abr-28/mp-comeca-usar-inteligencia-artificial-elaborar-acusacoes>>. Acesso em 26 de maio de 2017.

É o exemplo do @TayandYou, um perfil no Twitter criado pela Microsoft com o objetivo de aprender e aumentar o vocabulário ao interagir com adolescentes. No entanto, o perfil foi excluído com menos de 24h no ar, em razão de o perfil ter publicado inúmeros *tweets* racistas, homofóbicos, misóginos, nazistas, uma vez que absorveu os conteúdos das conversas com os seguidores²⁰ que tinha.

Essas publicações do @TayandYou, por exemplo, podem gerar diversas consequências jurídicas, até então não previstas no direito. As hipóteses de responsabilização pelos danos causados por uma máquina a humanos nos levam a repensar a nossa concepção do direito, inclusive em áreas mais clássicas, como é o caso da responsabilização civil. Isso sem falar na abertura de debates profundos sobre a eticidade das relações homem-máquina, no caso de fórmulas que repliquem preconceitos e discriminações.

Além disso, o desenvolvimento de máquinas com capacidade de busca e análise de dados nas dimensões aqui mencionadas trazem preocupações com a segurança das informações, a proteção da privacidade e da intimidade da população, além da possibilidade do surgimento de novas modalidades de crimes cibernéticos.

Assim, é necessário se antecipar aos possíveis problemas causados pela inteligência artificial, colocando “rapidamente na agenda de discussões os impactos negativos e os ajustes necessários, para evitar consequências de grande alcance, pela própria natureza da internet”²¹.

Outra preocupação pode se dar com as consequências da substituição do trabalho humano pelas máquinas num ritmo de disseminação exponencial, como vem acontecendo. Isso porque:

Quanto mais rápido surgirem as novas ondas de tecnologia e quanto mais baratas elas forem para serem implementadas, mais ampla será sua difusão, e mais rápida e profunda será a taxa de perda de emprego, com menos tempo de adaptação para as economias.²²

Essa desconfiança não se limita às atividades manuais e que exigem menor qualificação, pois, com o desenvolvimento da computação cognitiva, as máquinas são capazes de reter conhecimento e aprender com ele, tomando decisões com base em experiências anteriores e podendo até mesmo agir de forma intuitiva.

Dessa forma, é possível que computadores exerçam atividades de alto nível, como intelectuais, por exemplo, e até mesmo de chefia, conduzindo relações e trabalho humano.

Por outro lado, o avanço dessa tecnologia é um processo gradual e pouco previsível, já que depende de muitos fatores para que seja efetivada de forma mais ampla, no mercado. Estudos apontam que a computação cognitiva não parece ameaçar tão profundamente o mercado nos próximos anos:

Em janeiro, a consultoria McKinsey divulgou um novo estudo dizendo que, embora quase metade de todas as tarefas possam ser automatizadas com a tecnologia atual, somente 5% dos empregos seriam inteiramente automatizados. Com base nesta definição, a McKinsey estima que 23% do trabalho de um advogado poderá ser automatizado²³.

Esses dados demonstram que é possível que a computação cognitiva desenvolva atividades complementares dentro de cada setor, auxiliando os profissionais no exercício das atividades, assessorando-os e tornando o trabalho mais fácil e rápido.

O advogado Alexandre Zavaglia, coordenador do IDP em São Paulo, não descarta a possibilidade de a tecnologia afetar postos de trabalho de advogados, mas afirma que isso afetará somente aqueles ligados a tarefas repetitivas, ao mesmo tempo em que surgirão diversas outras áreas de atuação, como o direito aplicado às novas relações surgidas a partir da tecnologia (consumidor, penal, trabalhista, civil e responsabilidade civil), direitos fundamentais (privacidade, imagem e informação), jurimetria e gestão de riscos e predição de resultados²³. Segundo ele, “além disso, há um componente da estratégia profissional que nunca poderá ser substituído por robôs”²⁴.

Dessa forma, é possível perceber que o uso da computação cognitiva no âmbito do direito não é mera especulação, mas uma realidade, com possibilidade de se tornar ainda mais abrangente com o passar dos anos. Por essa razão, são necessárias adaptação e abertura por parte dos juristas, no sentido de repensar a configuração das próprias profissões, como forma de se adaptarem às mudanças mencionadas.

20 CAMARGO, Coriolano Almeida; CRESPO, Marcelo. Inteligência artificial, tecnologia e o Direito: o debate não pode esperar! Disponível em: <<http://www.migalhas.com.br/DireitoDigital/105,MI249734,41046-Inteligencia+artificial+tecnologia+e+o+Direito+o+debate+nao+pode>>.

21 COELHO, Alexandre Zavaglia Coelho. A judicialização na era da inteligência artificial cotidiana. Disponível em: <<https://www.linkedin.com/pulse/judicializa%C3%A7%C3%A3o-na-era-da-intelig%C3%Aancia-artificial-zavaglia-coelho>>. Acesso em 30 de maio de 2017.

22 LOHR, Steve. Saiba como a inteligência artificial pode ser usada a favor do direito. Disponível em: <<http://link.estadao.com.br/noticias/inovacao,saiba-como-a-inteligencia-artificial-pode-ser-usada-a-favor-do-direito,70001713918>>. Acesso em 26 de maio de 2017.

23 DINIZ, Laura; LEORATTI, Alexandre. Inovação digital – casos sobre o futuro do Direito. Disponível em: <<https://jota.info/especiais/inovacao-digital-cases-sobre-o-futuro-do-direito-27052017>>. Acesso em 29 de maio de 2017

24 *Ibidem*.

A não adaptação do profissional pode implicar diretamente a (não) sobrevivência do profissional no mercado²⁵, no sentido em que afirma o autor italiano Renato Borruso, no livro *Computer e Diritto*, publicado em 1989:

Se o jurista se recusar a aceitar o computador, que formula um novo modo de pensar, o mundo, que certamente não dispensará a máquina, dispensará o jurista. Será o fim do Estado de Direito e a democracia se transformará facilmente em tecnocracia.

É o que demonstra o Canadian Bar Association, no resultado de uma pesquisa realizada em 2014, que cons-

tatou que a chave para o exercício de uma profissão jurídica viável, competitiva e relevante é a inovação²⁶, necessitando de maiores gastos dos escritórios e setores jurídicos com pesquisa e desenvolvimento, abrindo mão da resistência dos profissionais com relação às novas tecnologias.

Além disso, o uso dessa tecnologia acarretará uma pressão pelo aprofundamento das discussões jurídicas que irão advir, tendo-se em vista o acesso a informações cada vez mais estruturadas e sistematizadas, que permitam um conhecimento real sobre o complexo cenário jurídico²⁷ que se aproxima.

Referências bibliográficas

ARRUDA, Andrew. **The world's first AI legal assistant**. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=wwbr0fombFs&feature=youtu.be>>. Acesso em 30 de maio de 2017.

BASSI, Silvia. **Watson IBM mudará o mundo para melhor em cinco anos, diz Ginni Rometty**. Disponível em: <<http://idgnow.com.br/internet/2016/10/28/watson-ibm-mudara-o-mundo-para-melhor-em-cinco-anos-diz-ginni-rometty/>>. Acesso em 30 de maio de 2017.

BERTÃO, Naiara. **Funções típicas de advogados já são feitas por softwares e robôs**. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/revista-exame/deixa-que-o-robo-resolve/>>. Acesso em 24 de maio de 2017.

BICUDO, Lucas. **Robô faz em segundos o que demorava 360 mil horas para um advogado**. Disponível em: <<https://conteudo.startse.com.br/mundo/lucas-bicudo/software-do-jpmorgan/>>. Acesso em 25 de maio de 2017.

BOLEN, Alisson. **An executive's guide to cognitive computing**. Disponível em: <https://www.sas.com/en_us/insights/articles/big-data/executives-guide-to-cognitive-computing.html>. Acesso em 26 de maio de 2017.

CAMARGO, Coriolano Almeida; CRESPO, Marcelo. **Inteligência artificial, tecnologia e o Direito: o debate não pode esperar!** Disponível em: <<http://www.migalhas.com.br/DireitoDigital/105,MI249734,41046-Inteligencia+artificial+tecnologia+e+o+Direito+o+debate+nao+pode>>. Acesso em 26 de maio de 2017.

CHEDE, Cezar. **Você realmente sabe o que é big data?** Disponível em: <https://www.ibm.com/developerworks/community/blogs/ctaurion/entry/voce_realmente_sabe_o_que_e_big_data?lang=en>. Acesso em 25 de maio de 2017.

COELHO, Alexandre Zavaglia Coelho. **A judicialização na era da inteligência artificial cotidiana**. Disponível em: <<https://www.linkedin.com/pulse/judicializa%C3%A7%C3%A3o-na-era-da-intelig%C3%Aancia-artificial-zavaglia-coelho>>. Acesso em 30 de maio de 2017.

CONSULTOR JURÍDICO. **Ministério Público começa a usar inteligência artificial para acusar**. Disponível em: <<http://www.conjur.com.br/2017-abr-28/mp-comeca-usar-inteligencia-artificial-elaborar-acusacoes>>. Acesso em 26 de maio de 2017.

DANIEL, Dan. **Sobre IA e Direito**. Disponível em: <<http://www.egov.ufsc.br/portal/conteudo/intelig%C3%Aancia-artificial-e-o-direito-%C3%A9-poss%C3%ADvel-at%C3%A9-onde>>. Acesso em 26 de maio de 2017.

DINIZ, Laura. **Quarta Revolução Industrial no Direito**. Disponível em: <<https://jota.info/justica/evento-em-brasilia-discute-o-impacto-da-quarta-revolucao-industrial-no-direito-13102016>>. Acesso em 29 de maio de 2017.

DINIZ, Laura; LEORATTI, Alexandre. **Inovação digital – casos sobre o futuro do Direito**. Disponível em: <<https://jota.info/especiais/inovacao-digital-cases-sobre-o-futuro-do-direito-27052017>>. Acesso em 29 de maio de 2017.

25 SALMERÓN, Miriam Guardiola. 10 tecnologías que cambiarán la Abogacía. Disponível em: <<http://www.abogacia.es/2017/03/01/10-tecnologias-que-cambiaran-la-abogacia/?lang=es>>. Acesso em 30 de maio de 2017.

26 SOBOWALE, Julie. How artificial intelligence is transforming the legal profession. Disponível em: <http://www.abajournal.com/magazine/article/how_artificial_intelligence_is_transforming_the_legal_profession>. Acesso em 30 de maio de 2017.

27 LIPPE, Paul; KATZ, Daniel Martin. 10 predictions about how IBM's Watson will impact the legal profession. Disponível em: <http://www.abajournal.com/legalrebels/article/10_predictions_about_how_ibms_watson_will_impact/>. Acesso em 30 de maio de 2017.

FALCÃO, Márcio. **PF planeja usar inteligência artificial em investigações.** Disponível em: <<https://jota.info/justica/pf-planeja-usar-inteligencia-artificial-em-investigacoes-06042017>>. Acesso em 26 de maio de 2017.

FERREIRA, Wanise. **IBM e Finch levam a computação cognitiva para a área jurídica.** Disponível em: <<http://www.inovacaonasempresas.com.br/2016/09/ibm-e-finch-levam-a-computacao-cognitiva-para-a-area-juridica/>>. Acesso em 25 de maio de 2017.

KOHN, Alice. **An AI Law Firm Wants to ‘Automate the Entire Legal World’.** Disponível em: <<https://futurism.com/an-ai-law-firm-wants-to-automate-the-entire-legal-world/>>. Acesso em 26 de maio de 2017.

LOHR, Steve. **Saiba como a inteligência artificial pode ser usada a favor do direito.** Disponível em: <<http://link.estadao.com.br/noticias/inovacao,saiba-como-a-inteligencia-artificial-pode-ser-usada-a-favor-do-direito,70001713918>>. Acesso em 26 de maio de 2017.

MARR, Bernard. **What Everyone Should Know About Cognitive Computing.** Disponível em: <<https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2016/03/23/what-everyone-should-know-about-cognitive-computing/#23b1e5ca5088>>. Acesso em 26 de maio de 2017.

MEDIUM. **How Watson helps lawyers find answers in legal research.** Disponível em: <<https://medium.com/cognitivebusiness/how-watson-helps-lawyers-find-answers-in-legal-research-672ea028dfb8>>. Acesso em 26 de maio de 2017.

MELO, João Ozorio de. **Escritório de Advocacia estreia primeiro “robô-advogado” nos EUA.** Disponível em: <<http://www.conjur.com.br/2016-mai-16/escritorio-advocacia-estrea-primeiro- robo-advogado-eua>>. Acesso em 25 de maio de 2017.

MERKER, Julia. **Watson entra no setor jurídico.** Disponível em: <<https://www.baguete.com.br/noticias/26/09/2016/watson-entra-no-setor-juridico>>. Acesso em 24 de maio de 2017.

MOREIRA, André de Oliveira Schenini. **Sobre o Direito e a Inteligência Artificial (e Robótica) - Parte I.** Disponível em: <<http://www.oscorp.com.br/single-post/2017/01/26/Sobre-o-Direito-e-a-Intelig%C3%AAncia-Artificial-Rob%C3%B3tica---Parte-I>>. Acesso em 26 de maio de 2017.

MOURA, Victor Macedo de. **O que é computação cognitiva?** Disponível em: <<https://blog.betalabs.com.br/o-que-e-computacao-cognitiva/>>. Acesso em 24 de maio de 2017.

QUEEN’S University. Disponível em: <<http://law.queensu.ca/how-will-artificial-intelligence-affect-legal-profession-next-decade>>. Acesso em 30 de maio de 2017.

SALMERÓN, Miriam Guardiola. **10 tecnologías que cambiarán la Abogacía.** Disponível em: <<http://www.abogacia.es/2017/03/01/10-tecnologias-que-cambiaran-la-abogacia/?lang=es>>. Acesso em 30 de maio de 2017.

SOBOWALE, Julie. **How artificial intelligence is transforming the legal profession.** Disponível em: <http://www.abajournal.com/magazine/article/how_artificial_intelligence_is_transforming_the_legal_profession>. Acesso em 30 de maio de 2017.

SILLS, Anthony. **ROSS and Watson tackle the law.** Disponível em: <<https://www.ibm.com/blogs/watson/2016/01/ross-and-watson-tackle-the-law/>>. Acesso em 30 de maio de 2017.

TARDELLI, Brenno. **Ok, temos inteligência artificial. E o Direito com isso?** Disponível em: <<http://justificando.cartacapital.com.br/2015/01/26/ok-temos-inteligencia-artificial-e-o-direito-com-isso/>>. Acesso em 26 de maio de 2017.

TAURION, Cezar. **IA já chegou. Não a subestime!** Disponível em: <<https://www.linkedin.com/pulse/ia-j%C3%A1-chegou-n%C3%A3o-subestime-cezar-aurion>>. Acesso em 26 de maio de 2017.

TRONCO, Giordano. **FISL 17: computação cognitiva pode ser o futuro da Internet das Coisas.** Disponível em: <<http://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2016/07/fisl-17-computacao-cognitiva-pode-ser-o-futuro-da-internet-das-coisas.html>>. Acesso em 24 de maio de 2017.

TURNER, Karen. **Meet ‘Ross,’ the newly hired legal robot.** Disponível em: <https://www.washingtonpost.com/news/innovations/wp/2016/05/16/meet-ross-the-newly-hired-legal-robot/?utm_term=.bc1cb2eb8f52>. Acesso em 30 de maio de 2017.

WAISBEG, Noah. **Will IBM’s Watson transform contract review and law practice?** Disponível em: <<http://www.remakinglawfirms.com/one-ring-rule-will-ibms-watson-transform-contract-review-law-practice/>>. Acesso em 30 de maio de 2017.

Computação cognitiva: a revolução das máquinas



Divulgação

Bruno Rodrigues

Bruno Rodrigues é analista de sistemas na Prodemge, mestre em Sistemas de Informação e Gestão do Conhecimento (Fumec), formado em Análise e Desenvolvimento de Sistemas e especialista em Desenvolvimento de Sistemas em Software Livre. Tem pesquisado sobre técnicas de Aprendizado de Máquina e Analytics aplicadas à Engenharia de Software.

Resumo

Este artigo tem como objetivo apresentar os conceitos da computação cognitiva, suas tecnologias e aplicações. A computação cognitiva é composta por técnicas computacionais que visam imitar os mecanismos do cérebro humano. Dessa maneira, computadores conseguem analisar grandes volumes de dados e extrair deles o conhecimento. Utilizam recursos como a linguagem natural e a visão computacional para identificar padrões por meio de algoritmos de aprendizado de máquina, permitindo sua utilização nas áreas de negócios, tratamentos de doenças e qualidade de vida, em serviços de atendimento ao cliente e em projetos de veículos autômatos.

Palavras-chave:

Computação cognitiva, sistemas cognitivos, aplicações cognitivas, descoberta de conhecimento, inteligência computacional.

Introdução

Computadores são capazes de pensar? Máquinas podem aprender por si mesmas? Elas conseguem tomar decisões sem a constante intervenção de seres humanos? Pode parecer ficção, mas a ideia por trás da computação cognitiva é fazer com que computadores possam “pensar”. Com esse propósito, as pesquisas nessa área têm procurado estudar e imitar os mecanismos do cérebro humano (WANG, 2011), agregando aos sistemas computacionais as faculdades de sentimento, pensamento e conhecimento (GUTIERREZ-GARCIA; LÓPEZ-NERI, 2015). Assim, incorporam os principais comportamentos de inteligência do cérebro, como o pensamento, a inferência, o aprendizado e as percepções (WANG, 2009). A cognição é um processo da mente responsável por criar conhecimento (GLASERSFELD, 1989; GUTIERREZ-GARCIA; LÓPEZ-NERI, 2015), e a computação cognitiva procura entender e aplicar essa cognição nas máquinas.

Fazer com que máquinas possam pensar por si mesmas tem sido alvo de pesquisa desde 1956, ano em que aconteceu a primeira conferência de inteligência artificial. Resolver problemas complexos e repetitivos sempre foi tarefa direcionada aos computadores. Até então, eles apenas executavam instruções pré-determinadas.

A busca por criar máquinas inteligentes inspirou grandes competições entre homens e máquinas. Em 1997, o mundo assistiu Garry Kasparov, um dos maiores campeões de xadrez do mundo, ser derrotado por um computador, o então chamado Deep Blue. O Deep Blue não foi desenvolvido com tecnologia cognitiva, apenas inteligência artificial baseada em força bruta. Assim, ele calculava todas as possibilidades antes de jogar, não realizando de fato uma estratégia. Porém, em 2011, o supercomputador da IBM, o Watson, apresentando a tecnologia cognitiva ao mundo, venceu os campeões Ken Jennings e Brad Rutter em um jogo de perguntas e respostas no programa de televisão americana, o Jeopardy. Em 2016, foi a vez do AlphaGo, computador desenvolvido pelo DeepMind, laboratório de inteligência artificial do Google, a vencer o campeão mundial de Go, o sul coreano Lee Se-dol. O Go é um jogo chinês cujas possibilidades de movimento é de aproximadamente 10^{171} enquanto que xadrez possui apenas 10^{50} , ou seja, esse jogo possui mais possibilidades de jogada do que a quantidade de prótons estimada no universo pelos físicos, que é de 10^{90} .

Além de competir com seres humanos em jogos de raciocínio e estratégia, as tecnologias da computação cognitiva estão ajudando em pesquisas e tratamento

de doenças, detecção de fraudes e na análise de riscos financeiros. Embutidos em assistentes digitais como o Google Now e Siri, tradutores online, dentre outros, os sistemas cognitivos têm facilitado a vida das pessoas.

A computação cognitiva só é possível graças a outros fatores que também evoluíram, como a performance dos computadores, o aperfeiçoamento das técnicas de inteligência artificial e do aprendizado de máquina, a visão computacional e robótica, bem como a recuperação da informação, o big data, o processamento de linguagem natural (PLN), a internet das coisas e a computação nas nuvens (GUDIVADA, 2016). Essas tecnologias têm agregado e contribuído para expansão do uso de sistemas cognitivos, seja de forma direta, como o aprendizado de máquina ou como infraestrutura, no caso do big data e a computação nas nuvens.

A ciência da computação cognitiva é uma ciência interdisciplinar, como ilustra a Figura 1. Dessa maneira, a filosofia traz o estudo de ontologias e representação do conhecimento; a inteligência artificial é usada para realizar tarefas até então desempenhadas por humanos; a linguística agrega o entendimento da linguagem e extração de informações em textos; e a neurociência melhora o entendimento do funcionamento da mente (WATSON, 2017).

Para entender como a computação cognitiva funciona, é útil comparar e contrastar a forma como os seres humanos fazem descobertas e formam os processos de tomada de decisão. Uma maneira de descrever esses processos é pela observação, interpretação, avaliação e decisão (CHEN; ELENEE ARGENTINIS; WEBER, 2016).

Com base nessa contextualização, este artigo tem como objetivo apresentar os conceitos e tecnologias utilizadas pela computação cognitiva, bem como as formas de aplicação da computação cognitiva nas diversas áreas do conhecimento. A seguir são apresentados os conceitos das tecnologias que integram a computação cognitiva e suas aplicações.

Big data

O termo big data diz respeito ao grande volume de dados usados como suporte à tomada de decisão (GUTIERREZ-GARCIA; LÓPEZ-NERI, 2015). Eles são armazenados em bancos de dados que crescem massivamente e se tornam difíceis de capturar, modelar, armazenar, gerenciar, compartilhar, analisar e de visualizar por meio de ferramentas convencionais de banco de dados (SAGIROGLU; SINANC, 2013). Assim, a ideia central é utilizar grandes volumes de dados para extrair valores e gerar conhecimento ao propósito do negócio. Os dados podem estar disponíveis de forma estruturada, como no caso de um banco de dados, quanto não estruturado, como em formatos de arquivos de áudios, vídeos, imagens, sensores, e-mails, *streaming* etc.

Inicialmente, o big data foi caracterizado por três dimensões ou os 3 V's: volume, velocidade e variedade (LANEY, 2001). Tradicionalmente, o big data é descrito com cinco dimensões (volume, velocidade, variedade, veracidade e valor). Contudo, outras dimensões foram adicionadas, como variabilidade e visualização, formando os 7 V's do big data (MCNULTY, 2014), conforme mostra a Figura 2.

Figura 1 - Interdisciplinaridade da Ciência Cognitiva (WATSON, 2017)

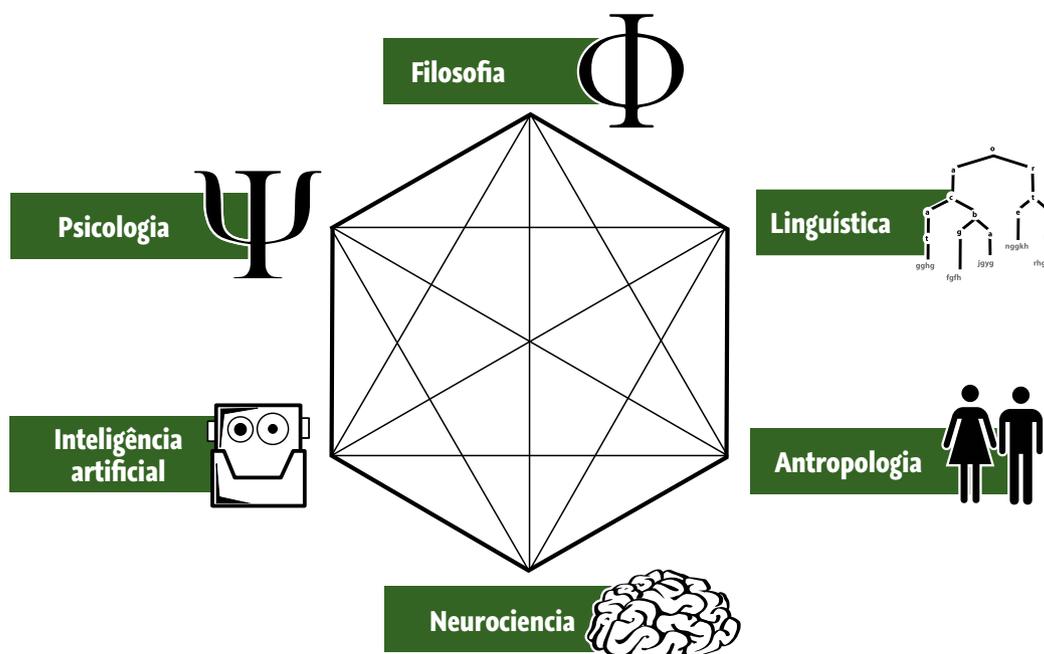
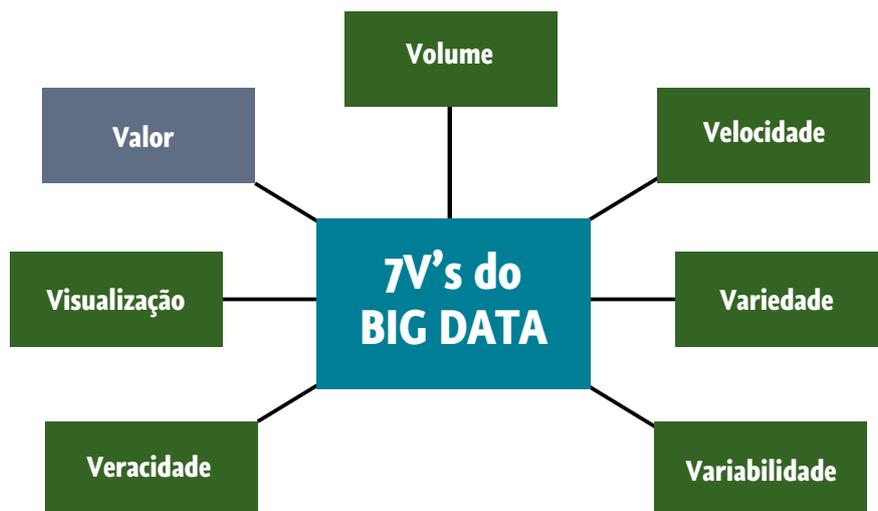


Figura 2 – Os sete V's do big data (Adaptado de YIN; KAYNAK, 2015)



Os sete V's são descritos conforme as definições abaixo (MCNULTY, 2014):

- **volume:** grande quantidade de dados.
- **velocidade:** velocidade na qual os dados são criados, modificados e processados.
- **variedade:** diversidade nos formatos de dados a serem analisados (textos, áudio, imagens, etc).
- **variabilidade:** refere-se a dados cujo significado está constantemente mudando, dependendo do momento e contexto uma palavra pode ter outros significados.
- **veracidade:** diz respeito à relevância dos dados, ou seja, o quanto um determinado dado é confiável ou verídico.
- **visualização:** explora recursos visuais como gráficos para exibir grande quantidade de informação.
- **valor:** retorna dos dados resultados significativos que leva à vantagens competitivas

Os V's do big data fornecem uma visão de sua estrutura e de seus desafios. De nada adianta ter toda a estrutura se não conseguir gerar valor. Assim, todas as dimensões têm o objetivo de tratar o volume de dados e de extrair conhecimento que ajude na tomada de decisão.

A habilidade de suportar as dimensões do big data não é o foco da inteligência artificial. Já os sistemas cognitivos aplicam múltiplas tecnologias para compreensão

de muitos dados em uma única solução (CHEN; ELENEE ARGENTINIS; WEBER, 2016). A grande quantidade de informação gerada pela big data é útil para treinar sistemas cognitivos em seu aprendizado. As técnicas de aprendizado de máquina precisam de volume de dados para que possam apresentar respostas mais assertivas. Dessa maneira, a computação cognitiva e o big data se integram para gerar conhecimento.

Internet das coisas

A internet das coisas (*Internet of Things* - IoT) permite que diversos dispositivos "conversem" entre si por meio da internet ou de uma rede privada. Essa rede de dispositivos pode incluir, por exemplo, veículos, aparelhos de iluminação, equipamentos de saúde e bem-estar, sistemas de monitoramento e segurança, dentre outros (HUDSON; NICHOLS, 2016). Esses dispositivos geram dados que podem ser usados para melhorar algum serviço e agregar conhecimento. Dessa maneira, os dispositivos ou "coisas" estão conectados e interagem entre si, via sensores e redes, sem a intervenção humana (LI; XU; ZHAO, 2015).

A estrutura da internet das coisas envolve diversas tecnologias, como sensores, redes sem fio, sistemas embarcados e automação. Essas áreas e outras garantem o funcionamento da internet das coisas (SANTHOSH, 2016). Tecnologias como RFID (*Radio-frequency Identification*), sensores sem fio (*wireless sensor networks* - WSN) e telefones celulares, além da própria infraestrutura das redes propiciam que a IoT expanda suas dimensões. As novas tecnologias sensoriais sem fios têm ampliado significativamente as capacidades dos dispositivos e, portanto, o conceito original de IoT está se

estendendo a ambientes inteligentes e autônomos (LI; XU; ZHAO, 2015). A IoT descreve a próxima geração de internet, onde as coisas físicas poderiam ser acessadas e identificadas (LI; XU; ZHAO, 2015).

A arquitetura da IoT é formada por quatro camadas (LI; XU; ZHAO, 2015):

- de detecção (*Sensing layer*) - integra com objetos de hardware disponíveis para detectar os status das coisas;
- de rede (*Network layer*) - é a infraestrutura para suportar, através de conexões sem fio ou com fio, as coisas;
- de serviço (*Service layer*) - cria e gerencia serviços requeridos por usuários ou aplicativos;
- de interface (*Interfaces layer*) - consiste nos métodos de interação com usuários ou aplicativos.

A Figura 3 ilustra a arquitetura das camadas. Isso permite um processo descentralizado e heterogêneo, que possibilita maior mobilidade e conversação de objetos, para que interajam em tempo real.

A IoT traz inúmeras vantagens e sua aplicabilidade é encontrada nos domínios de transporte e logística, saúde, ambientes inteligentes, como casas, escritórios, na agricultura e no domínio social e pessoal (ATZORI; IERA; MORABITO, 2010). Por meio de *tags* ou sensores, as informações de objetos são armazenadas e transmitidas em tempo real, sendo monitoradas de qualquer lugar

que possua acesso à internet. Dessa maneira, melhora-se a logística no transporte de produtos, permitindo acesso ao *status* do produto e às rotas de viagem. Médicos podem acompanhar seus pacientes realizando monitoramentos a distância. Na agricultura pode-se melhorar a qualidade dos produtos ao monitorar o solo, a umidade, os dados das máquinas e do próprio alimento.

Um novo paradigma de interação entre objetos tem sido proposto, a internet das coisas sociais (*Social Internet of Things - SIoT*) em analogia ao serviço de redes sociais para humanos. Nesse novo paradigma, objetos compartilham as melhores práticas. Por exemplo, computadores pessoais em uma mesma rede podem estabelecer relações sociais para encontrar soluções como configurar uma impressora ou um ponto de acesso, assim como carros de uma mesma marca, modelo e ano, podem promover informações sobre possíveis soluções para frequentes problemas mecânicos ou elétricos (ATZORI; IERA; MORABITO, 2011). O uso de sensores portáteis, juntamente com aplicativos de computação pessoal, permitem que as pessoas acompanhem suas atividades diárias (caminhadas, calorias queimadas, exercícios realizados etc.), fornecendo sugestões para melhorar seu estilo de vida e prevenir problemas de saúde (MIORANDI et al., 2012).

A IoT cria grande volume de dados em tempo real que são analisados pelos sistemas de computação cognitiva para promover conhecimentos e recomendar ações às máquinas e aos humanos, potencializando resultados (HUDSON; NICHOLS, 2016). Dessa maneira, a integração entre big data e IoT é melhor aproveitada com o uso da computação cognitiva.

Figura 3 – Camadas da Internet das Coisas
Adaptado: LI; XU; ZHAO, 2015



Infraestrutura para suportar a computação cognitiva

A infraestrutura para comportar a computação cognitiva é bastante complexa devido ao grande volume de dados e à necessidade de um menor tempo de processamento possível. Um dos caminhos para elevar o nível de resposta dos sistemas cognitivos é a utilização da computação distribuída. Na computação distribuída, os servidores compartilham seus recursos de memória e processamento. Dessa maneira, uma solicitação de busca na web, por exemplo, pode ser processada por vários computadores e seu resultado é retornado ao usuário em menor tempo. Cada um desses computadores é chamado de nó, uma coleção lógica de nós é chamada de *cluster*. Os sistemas cognitivos são executados em *clusters* que estão alocados em *datacenters*, não necessariamente localizados na mesma região geográfica (GUDIVADA, 2016).

Além da computação distribuída, outra tecnologia que se torna necessária é o MapReduce. O MapReduce é um modelo de programação e uma implementação associada para processamento e geração de grandes conjuntos de dados (DEAN; GHEMAWAT, 2008). Esse modelo permite que, mesmo programadores sem conhecimento em computação distribuída ou paralela, tenham seus programas realizando atividades em *clusters*.

Todas essas arquiteturas computacionais acabam ficando custosas para as empresas que querem usar a computação cognitiva, pois exigem infraestrutura física e mão de obra qualificada. Uma das alternativas para fornecer acesso aos sistemas cognitivos e outros sistemas mais complexos que demandam alta estrutura é a contratação da computação em nuvens, a chamada *cloud computing*.

Empresas como Google, IBM, Microsoft, Amazon e outras disponibilizam seus recursos e serviços na nuvem. A computação nas nuvens permite que os usuários executem suas aplicações e análise de dados diretamente nos servidores de seus fornecedores, por meio de máquinas virtuais (*virtual machine VM*). Assim, os usuários podem expender seus esforços em suas análises ao invés de criar e manter a infraestrutura necessária, já que tanto os serviços de software (*Software as a Service – SaaS*) quanto de hardwares são disponibilizados pelos fornecedores da nuvem.

De acordo com a lei de Moore, os computadores irão aumentar o seu poder de processamento a cada 18 meses. Desde 1965, essa observação tem sido comprovada. Contudo, já não está sendo mais possível diminuir o tamanho dos processadores e aumentar seu nível de processamento. Sistemas cognitivos requerem alto nível de processamento e os modelos de computadores existen-

tes no mercado ainda são baseados na arquitetura de Von Neumann, na qual os computadores são apenas capazes de executarem sequências de instruções.

A computação neuromórfica tem emergido como alternativa para esse problema. Inspirada no cérebro humano, a computação neuromórfica possibilita menor consumo de energia e alto desempenho. Ela simula, por meio de circuitos eletrônicos, a arquitetura presente no sistema nervoso. Esses chips são chamados de chips neuromórficos ou chips cerebrais (GUDIVADA, 2016). Os avanços nessa área são uma promessa para elevar a computação cognitiva.

O mercado da computação cognitiva

Com a finalidade de fornecer a computação cognitiva, diversas empresas investem neste mercado, estruturando-se e oferecendo seus produtos e serviços. Abaixo são listadas as empresas e seus produtos mais influentes no mercado.

IBM Watson

O Watson da IBM (“IBM Watson”, 2016) é o mais popular dentre os sistemas cognitivos. Ele está disponível em forma de API (*Application Programming Interface*), no qual o desenvolvedor pode utilizar em seus sistemas, ou por meio de plataformas prontas, onde dados de diversos formatos podem ser analisados diretamente pela plataforma. Um dos pontos fortes do Watson é a precisão em linguagem natural (*Natural Language Processing – NLP*), ou seja, por meio dessa tecnologia, é possível que ele entenda as pesquisas ou solicitações do usuário, por meio de voz ou texto. A alta precisão das técnicas de processamento de linguagem natural, aliadas às tecnologias de recuperação da informação, inteligência artificial e poder de processamento faz com que o Watson promova possibilidades para tomadas de decisão em diversos domínios.

Microsoft Cognitive Services

O Microsoft Cognitive Services, ou Project Oxford, possui um conjunto de APIs, SDK (*Software Development Kit*) e serviços para promover sistemas cognitivos. (“Serviços Cognitivos - Aplicativos de Inteligência | Microsoft Azure”, 2017). Assim, é possível incorporar recursos de inteligência artificial para analisar textos, discursos, imagens e pesquisas. Dentre os serviços apresentados pela ferramenta, encontram-se: o reconhecimento de imagens, a identificação de faces e expressões de emoções, o processamento de voz, o uso de linguagem natural e a análise de sentimentos. A análise de sentimento permite obter informações sobre comentários positivos ou negativos de um determinado assunto, marca ou

pessoa. O Microsoft Cognitive Services conta ainda com pesquisas baseadas no Bing, o website de pesquisa da Microsoft.

Google DeepMind

O DeepMind (“DeepMind”, 2017) é uma startup de inteligência artificial adquirida pelo Google, em 2014, que desenvolve soluções no uso de técnicas de inteligência artificial. Seus trabalhos ajudam equipes de saúde em análises clínicas e resultados, além da escolha dos melhores tratamentos levando em conta as características individuais do paciente. Além dos trabalhos envolvendo a área de saúde, o DeepMind tem ajudado o Google na melhoria de seus sistemas e gerando economia de energia elétrica em seus datacenters. Outras tecnologias têm sido disponibilizadas para a comunidade em forma de código aberto e colaborando em pesquisas de uso de inteligência artificial e aprendizado de máquinas aplicados a jogos digitais, em parceria com a Blizzard Entertainment.

Amazon

A Amazon WebService – AWS (“Amazon Web Services (AWS) – Serviços de computação em nuvem”, 2017) possui soluções disponíveis para uso de inteligência artificial e do aprendizado de máquina. A Amazon AI fornece serviços de compreensão de linguagem natural, reconhecimento automático de fala, pesquisa visual e reconhecimento de imagens. Além de conversão de texto em fala e disponibilização de técnicas de aprendizado de máquina para todos os tipos de desenvolvimento de sistemas (“Amazon AI – Serviços de inteligência artificial – AWS”, 2017).

Outras empresas também têm investido em computação cognitiva, dentre elas: Sparkcognition, Cisco e HP e SAS. A crescente demanda do mercado por aplicações mais inteligentes e o uso de computação nas nuvens faz com que as empresas que investiram em infraestrutura e pesquisa em inteligência computacional se tornem atrativas e necessárias para todos que queiram utilizar sistemas cognitivos.

Aprendizado profundo (Deep Learning)

O aprendizado profundo é um ramo do aprendizado de máquina que tem tido sucesso substancial na identificação de imagens, áudios, textos e resolvendo problemas de classificação. Sua utilização tem se expandido para a área de recomendação de sistemas no qual realiza recomendações mais precisas de produtos e filmes, por exemplo, além de outras aplicações.

O aprendizado de máquina pode ser definido como um conjunto de métodos que pode detectar automati-

camente padrões em dados e, em seguida, usar os padrões descobertos para prever dados futuros ou para executar outros tipos de tomada de decisão sob incerteza (MURPHY, 2012). O aprendizado profundo possui um modelo composto de várias camadas de processamento para aprender representações de dados com múltiplos níveis de abstração (LECUN; BENGIO; HINTON, 2015). Trabalhando com múltiplas redes neurais e o algoritmo Backpropagation, permite ao sistema realizar uma autoaprendizagem. Isso significa que a técnica de aprendizado profundo consegue aprender padrões mais complexos e trabalhar com uma grande quantidade de dados.

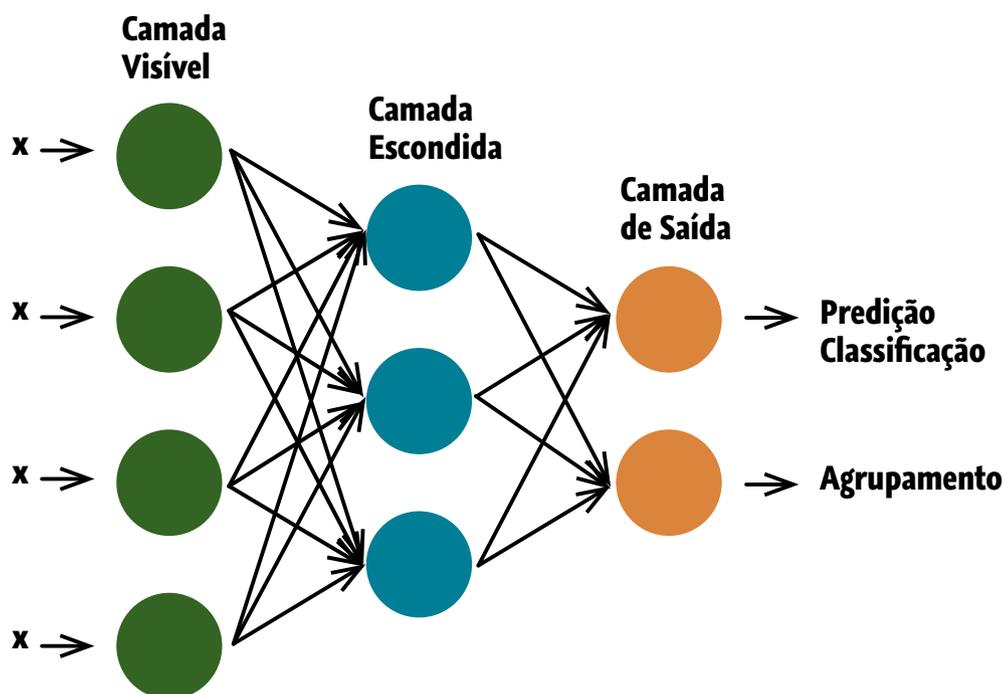
A Figura 4 exemplifica, de forma simplória, o funcionamento do aprendizado profundo, que é formado por múltiplas camadas compostas por nós. O nó é uma representação de um neurônio humano, no qual acontece todo o processamento. Os dados de entrada fornecem características que estão na camada visível, ou seja, os dados informados de um produto ou transação que são considerados como relevante do que está sendo analisado. A partir dessas características informadas são computadas as características escondidas de forma automática, sendo que as características escondidas são fatores que não foram colocados como dados de entrada, mas que foram percebidos pelo algoritmo. Ao treinar dados não marcados, cada camada de nó em uma rede profunda aprende automaticamente os recursos, tentando repetidamente reconstruir a entrada a partir da qual extrai suas amostras, tentando minimizar a diferença entre as suposições da rede com a distribuição de probabilidades dos próprios dados de entrada (“Introduction to Deep Neural Networks - Deeplearning4j: Open-source, Distributed Deep Learning for the JVM”, 2017). Após avaliar cada resposta é apresentada a saída ao usuário em forma de predição, classificação ou agrupamentos.

A precisão dos algoritmos de aprendizado de máquina tem possibilitado aos sistemas do Google reconhecerem voz e imagens, à Netflix, recomendar melhor seus filmes e séries e à Amazon, vender seus produtos (MARR, 2016). Os algoritmos de aprendizagem profunda são também usados na computação cognitiva, por exemplo, para detectar doenças como câncer e Alzheimer por meio de treinamento de imagens médicas e tomografias (GUDIVADA, 2016). Ou seja, os algoritmos de aprendizagem profunda são peças fundamentais na computação cognitiva.

Aplicabilidade da computação cognitiva

As áreas de aplicabilidade da computação cognitiva são amplas. Esta seção tem como objetivo mostrar os domínios e as aplicações práticas nas áreas de finanças, saúde e educação.

Figura 4 – Visão geral das redes neurais no aprendizado profundo



Fonte: (“MNIST for Beginners - DeepLearning4j: Open-source, Distributed Deep Learning for the JVM”, 2017)

Mercado financeiro

Graças à computação cognitiva, bancos e outras instituições financeiras podem economizar e ter maior agilidade nos próprios atendimentos. Por natureza, bancos são instituições ricas em dados e, em geral, elas possuem informações básicas de seus clientes, como seus dados pessoais ou de transações e investimentos, tudo informatizado. Com tantos dados disponíveis, torna-se difícil analisá-los e gerar algum valor. Contudo, a utilização da computação cognitiva sobre esses dados permite gerar atendimentos personalizados nos quais o cliente é o foco da negociação. Com base nas informações de suas transações, é possível recomendar produtos e oferecer investimentos para cada perfil de cliente.

O banco brasileiro Bradesco foi um dos pioneiros a utilizar sistemas cognitivos para auxiliar seus clientes. Em parceria com a IBM, o banco contratou o Watson, que aprendeu sobre seus produtos e conseguiu tirar dúvidas e orientar seus clientes. O interessante é que o Watson chegou a aprender expressões e sotaques das diferentes regiões do Brasil (“Bradesco inova com o computador Watson”, 2017). Assim como o Bradesco, o grupo italiano Intesa Sanpaolo está utilizando a computação cognitiva em seus serviços online por meio do sistema Cogito, que ajuda a entender as solicitações dos clientes, aumentando a qualidade de seus serviços (“Cognitive banking platform identifies the meaning of customer requests”, 2017).

A computação cognitiva também pode ser utilizada para avaliar riscos financeiros e detectar possíveis fraudes. De acordo com análises de históricos de fraudes, é possível treinar o sistema a reconhecer padrões e detectar as fraudes antes que aconteçam. Com o uso desses sistemas, investigadores podem focar seus esforços para casos mais complexos (“Six ways cognitive computing will impact banks”, 2016).

Saúde

A saúde é uma área bastante promissora para a computação cognitiva. Ela pode ser usada tanto para manter o padrão de vida saudável quanto para tratar doenças graves, como o câncer.

As pessoas costumam gerar uma enorme quantidade de dados relacionados à saúde, que vão desde informações sobre exercícios físicos praticados - tais como caminhadas - armazenados nos dispositivos móveis dos usuários, até dados gerados por profissionais da área, como registros médicos eletrônicos e pesquisas de genomas. Infelizmente, grande parte dessa informação é descartada ou pouco utilizada, e a maioria dos pacientes nem sequer tem acesso aos próprios dados (“Cognitive Computing and the Future of Health Care - IEEE PULSE”, 2017). O IBM Watson Health foi lançado em 2015 e tem ajudado médicos e pesquisadores a utilizarem os dados dos pacientes em busca de tratamentos.

Os serviços cognitivos presentes no Watson permitem que sejam realizadas análises clínicas mais precisas, levando em consideração os dados do paciente como marcadores genéticos, idade, estágio da doença etc. Por meio dessas análises, os médicos podem ter maior confiança em decidir tratamentos mais adequados ao paciente.

Os dados gerados por dispositivos móveis e wearables (vestíveis) combinados aos dados de alimentação geram recomendações de exercícios físicos personalizados. Dentre os tratamentos de doenças, a computação cognitiva está engajada no tratamento do câncer, da gripe e da esquizofrenia (“Como a computação cognitiva pode levar a diagnósticos mais precisos e ajudar na busca por novos tratamentos para o câncer - Gizmodo Brasil”, 2016). Por meio da computação cognitiva os tratamentos ficam mais assertivos, rápidos e baratos.

Educação

Na educação, a computação cognitiva está sendo explorada para analisar os dados dos alunos e assim entender seu aprendizado. A escola pode analisar o histórico escolar do aluno com a finalidade de auxiliar os pedagogos a entenderem cada um individualmente. Pode-se compreender a demanda de cursos ou disciplinas de uma escola, além de permitir ao aluno explorar carreiras e receber recomendações de materiais didáticos.

A assistente de ensino Jill Watson, da IBM, estudou 40 mil mensagens no fórum de discussão de uma escola para servir de assistente de ensino, no qual envolveu não apenas tarefas básicas, como lembrar os alunos sobre datas das tarefas e provas, mas também em responder consultas complexas sobre a escola e sobre as próprias tarefas. Com tempos de resposta rápidos, conselhos úteis e compreensão da linguagem natural, rapidamente ganharam a aprovação dos alunos (“Make the grade”, 2017).

No Brasil, foi desenvolvido o Elements for Educators, um aplicativo com tecnologia Watson que oferece aos professores uma visão geral sobre cada aluno, por meio de uma interface desenvolvida especialmente para a experiência mobile. Os educadores podem acompanhar o desempenho individual dos estudantes, além de registrar informações sobre interesses e características pessoais (“Como a computação cognitiva pode ajudar na educação”, 2016). Por meio dessas análises, o aplicativo possibilita ao educador conhecer melhor o discente e identificar os pontos que eles precisam de reforço.

Outros domínios

A computação cognitiva não é exclusividade dos domínios aqui destacados, e sua atuação está sendo expandida para outras áreas, como a segurança digital, que a cada

dia a crescente quantidade de ameaças digitais se tornam mais sofisticadas e difíceis de serem controladas. Com o uso de sistemas cognitivos, ataques cibernéticos podem ser identificados e tratados minimizando os riscos. As ferramentas de computação cognitiva estão permitindo ainda maior agilidade em questões jurídicas. Por meio de sistemas de perguntas e respostas, o sistema pode analisar diversas fontes de dados e as legislações para fornecer informações sobre as melhores formas de tratar os casos. No transporte, está ajudando veículos a ficarem mais autônomos, sem a necessidade de condutores humanos. Esses veículos se comunicam entre si e interagem com o ambiente de forma segura e estável. Estão presentes em todas as áreas de negócio desde a parte operacional à estratégica, em cidades inteligentes, sendo usadas por governos em sua administração, empresas de distribuição de energia, gás e água, monitoramento de segurança, analisando as imagens gravadas pelas câmeras instaladas na cidade, dentre outros.

Conclusão

Este artigo teve como objetivo apresentar os conceitos da computação cognitiva, as tecnologias que a compõem e sua aplicação. Com base no contexto apresentado, é possível perceber os avanços da computação cognitiva e como ela é usada no dia a dia.

A computação cognitiva imita a forma de pensar dos seres humanos e, portanto, consegue extrair conhecimento de amontoados de dados de forma rápida e precisa. Observa-se, também, que está havendo uma disrupção do modo de trabalho nas diversas áreas do conhecimento. A computação cognitiva não visa descartar o ser humano, mas, sim, auxiliar as atividades do cotidiano deixando-as cada vez mais automatizadas. Com isso, é preciso repensar acerca das formas de trabalho existentes e o seu processo de automatização, que pode levar à extinção de muitas ocupações de trabalho.

Sistemas cognitivos requerem infraestrutura e outras tecnologias que estão em expansão, como o big data, a internet das coisas e o aprendizado de máquina. Apesar de ser bastante citado neste trabalho, o IBM Watson não é o único sistema de computação cognitiva. Contudo, a IBM tem apostado nessa tecnologia e incentivado pesquisas e retornando maior divulgação de seus trabalhos e parcerias.

Assim, a evolução de novos computadores, redes e algoritmos tornaram o mundo um lugar ainda mais propenso à computação cognitiva. Computadores podem identificar com precisão e velocidade considerável: imagens, textos e sons, realizar análises sobre os dados e inferir respostas com base nos dados usados em seu treinamento.

Referências

- Amazon AI – Serviços de inteligência artificial – AWS.** Disponível em: <<http://aws.amazon.com/pt/amazon-ai/>>. Acesso em: 30 maio. 2017.
- Amazon Web Services (AWS) – Serviços de computação em nuvem.** Disponível em: <<http://aws.amazon.com/pt/>>. Acesso em: 17 maio. 2017.
- ATZORI, L.; IERA, A.; MORABITO, G. The Internet of Things: A survey. **Computer Networks**, v. 54, n. 15, p. 2787–2805, 28 out. 2010.
- ATZORI, L.; IERA, A.; MORABITO, G. IoT: Giving a Social Structure to the Internet of Things. **IEEE Communications Letters**, v. 15, n. 11, p. 1193–1195, nov. 2011.
- Bradesco inova com o computador Watson.** Disponível em: <<http://www.mundodigital.net.br/index.php/des- taque/8091-bradesco-inova-com-o-computador-watson>>. Acesso em: 19 maio. 2017.
- CHEN, Y.; ELENEE ARGENTINIS, J.; WEBER, G. IBM Watson: How Cognitive Computing Can Be Applied to Big Data Challenges in Life Sciences Research. **Clinical Therapeutics**, v. 38, n. 4, p. 688–701, abr. 2016.
- Cognitive banking platform identifies the meaning of customer requests.** Disponível em: <<http://www.kmworld.com/Articles/News/KM-In-Practice/Cognitive-banking-platform-identifies-the-meaning-of-custo- mer-requests-116297.aspx>>. Acesso em: 18 maio. 2017.
- Cognitive Computing and the Future of Health Care - IEEE PULSE.** Disponível em: <<http://pulse.embs.org/ may-2017/cognitive-computing-and-the-future-of-health-care/>>. Acesso em: 23 maio. 2017.
- Como a computação cognitiva pode ajudar na educação.** Disponível em: <<http://super.abril.com.br/tecnolo- gia/como-a-computacao-cognitiva-pode-ajudar-na-educacao/>>. Acesso em: 17 maio. 2017.
- Como a computação cognitiva pode levar a diagnósticos mais precisos e ajudar na busca por novos tra- tamentos para o câncer - Gizmodo Brasil.** , 26 jul. 2016. Disponível em: <<http://gizmodo.uol.com.br/ especial/como-a-computacao-cognitiva-pode-levar-a-diagnosticos-mais-precisos-e-ajudar-na-busca-por- novos-tratamentos-para-o-cancer/>>. Acesso em: 18 maio. 2017
- DEAN, J.; GHEMAWAT, S. MapReduce: Simplified Data Processing on Large Clusters. **Commun. ACM**, v. 51, n. 1, p. 107–113, jan. 2008.
- DeepMind.** Disponível em: <<https://deepmind.com/>>. Acesso em: 17 maio. 2017.
- GLASERSFELD, E. VON. Cognition, construction of knowledge, and teaching. **Synthese**, v. 80, n. 1, p. 121–140, 1 jul. 1989.
- GUDIVADA, V. N. Chapter 1 - Cognitive Computing: Concepts, Architectures, Systems, and Applications. In: VENKAT N. GUDIVADA, V. V. R., Venu Govindaraju and C. R.Rao (Ed.). . **Handbook of Statistics. Cognitive Computing: Theory and Applications.** [s.l.] Elsevier, 2016. v. 35p. 3–38.
- GUTIERREZ-GARCIA, J. O.; LÓPEZ-NERI, E. **Cognitive Computing: A Brief Survey and Open Research Challen- ges.** 2015 3rd International Conference on Applied Computing and Information Technology/2nd International Conference on Computational Science and Intelligence. **Anais...** In: 2015 3RD INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED COMPUTING AND INFORMATION TECHNOLOGY/2ND INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTATIONAL SCIENCE AND INTELLIGENCE. jul. 2015
- HUDSON, F. D.; NICHOLS, E. W. Chapter 11 - The Internet of Things and Cognitive Computing. In: VENKAT N. GUDIVADA, V. V. R., Venu Govindaraju and C. R.Rao (Ed.). . **Handbook of Statistics. Cognitive Computing: Theory and Applications.** [s.l.] Elsevier, 2016. v. 35p. 341–373.
- IBM Watson.** Disponível em: <<https://www.ibm.com/watson/>>. Acesso em: 17 maio. 2017.
- Introduction to Deep Neural Networks - DeepLearning4j: Open-source, Distributed Deep Learning for the JVM.** Disponível em: <<https://deeplearning4j.org/neuralnet-overview>>. Acesso em: 20 maio. 2017.
- LECUN, Y.; BENGIO, Y.; HINTON, G. Deep learning. **Nature**, v. 521, n. 7553, p. 436–444, 28 maio 2015.
- LI, S.; XU, L. D.; ZHAO, S. The internet of things: a survey. **Information Systems Frontiers**, v. 17, n. 2, p. 243–259, 1 abr. 2015.
- Make the grade.** Disponível em: <<http://www.bbc.com/storyworks/future/an-intelligent-future/education>>. Acesso em: 17 maio. 2017.

- MARR, B. **What Is The Difference Between Deep Learning, Machine Learning and AI?** Disponível em: <<http://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2016/12/08/what-is-the-difference-between-deep-learning-machine-learning-and-ai/>>. Acesso em: 18 maio. 2017.
- MCNULTY, E. **Understanding Big Data: The Seven V's Dataconomy**, 22 maio 2014. Disponível em: <<http://dataconomy.com/2014/05/seven-vs-big-data/>>. Acesso em: 15 maio. 2017
- MIORANDI, D. et al. Internet of things: Vision, applications and research challenges. **Ad Hoc Networks**, v. 10, n. 7, p. 1497–1516, set. 2012.
- MNIST for Beginners - DeepLearning4j: Open-source, Distributed Deep Learning for the JVM**. Disponível em: <<https://deeplearning4j.org/mnist-for-beginners>>. Acesso em: 20 maio. 2017.
- MURPHY, K. P. **Machine Learning: A Probabilistic Perspective**. [s.l.] MIT Press, 2012.
- SAGIROGLU, S.; SINANC, D. **Big data: A review**. Collaboration Technologies and Systems (CTS), 2013 International Conference on. **Anais...IEEE**, 2013 Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6567202/>>. Acesso em: 5 maio. 2017
- SANTHOSH, N. N. **Future black board using Internet of Things with cognitive computing: Machine learning aspects**. 2016 International Conference on Communication and Electronics Systems (ICCES). **Anais...** In: 2016 INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMMUNICATION AND ELECTRONICS SYSTEMS (ICCES). out. 2016
- Serviços Cognitivos - Aplicativos de Inteligência | Microsoft Azure**. Disponível em: <<https://azure.microsoft.com/pt-br/services/cognitive-services/>>. Acesso em: 17 maio. 2017.
- Six ways cognitive computing will impact banks**. Disponível em: <<http://blogs.sas.com/content/hiddeninsights/2016/11/28/six-ways-cognitive-computing-will-impact-banks/>>. Acesso em: 18 maio. 2017.
- WANG, Y. On Cognitive Computing. **International Journal of Software Science and Computational Intelligence (IJSSCI)**, v. 1, n. 3, p. 1–15, 1 jul. 2009.
- WANG, Y. Towards the Synergy of Cognitive Informatics, Neural Informatics, Brain Informatics, and Cognitive Computing. **Int. J. Cogn. Inform. Nat. Intell.**, v. 5, n. 1, p. 75–93, jan. 2011.
- WATSON, M. **Introduction to Cognitive Computing A Guide for Individuals and Small Organizations**. Disponível em: <<https://leanpub.com/cognitive-computing/>>. Acesso em: 4 maio. 2017.
- YIN, S.; KAYNAK, O. Big data for modern industry: challenges and trends [point of view]. **Proceedings of the IEEE**, v. 103, n. 2, p. 143–146, 2015.



Futuros do pretérito

Gustavo Grossi, superintendente de Marketing da Prodemge

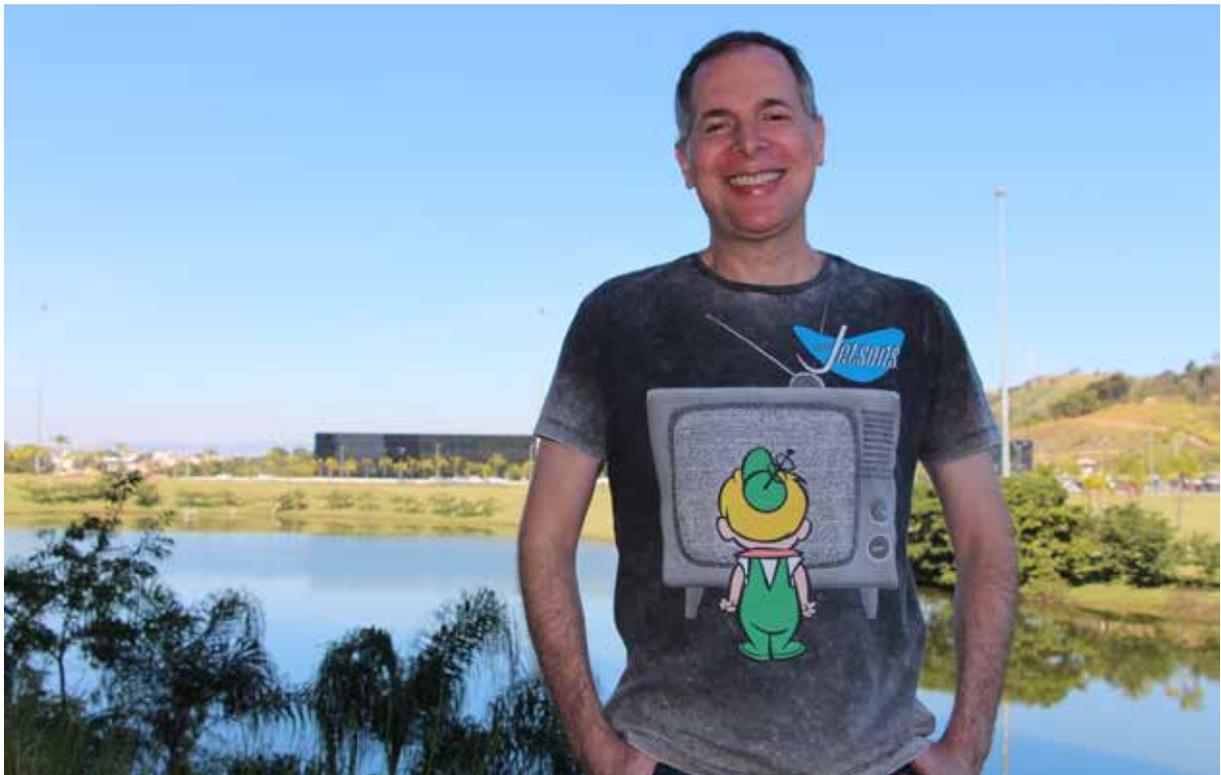
Especulações sobre o futuro costumam render respostas mais ligadas ao espírito do tempo em que elas são feitas que à data futura em questão. Se o presente é só incerteza, e mesmo fatos de um passado recente tornam-se objeto de disputas e releituras, que o digam os eventos ainda por vir.

Daí o fascínio em acompanhar narrativas com base em previsões e predições, de caráter seja utópico seja distópico. Em minha lista de exercícios de futurologia favoritos, destaca-se, por razões de memória afetiva, uma produção da indústria cultural que marcou minha infância. No melhor estilo “futuro do pretérito”, ela especulou sobre como seria o cotidiano das pessoas no ano de 2062.

Pense em veículos voadores dando rasantes em uma cidade suspensa, repleta de edificações futuristas equi-

libradas sobre finas colunas retráteis. No interior de um apartamento panorâmico, observe como a empregada doméstica robô se atrapalha no manejo de aparelhos e utensílios acionados por uma infinidade de botões. Um ambiente dominado por um curioso aparato *high-tech/retrô*, onde transcorre a vida de uma típica família classe média de Orbity City – o pai provedor, a mãe dona de casa, a filha adolescente, o filho caçula e o cachorro.

Imagine agora essa família a bordo de um carro aéreo guiado pelo pai. Ao longo do trajeto, os passageiros desembarcam em diferentes destinos, por meio de um tipo de bolha transparente teleguiada. O caçula salta na Little Dipper School. A adolescente, na Orbit High School. A mãe, após confiscar a carteira do marido, vai às compras em sua loja preferida no *shopping*, a Mooning Dales. Turma despachada, o pai segue para a Sprockets Company, empresa onde cumpre uma breve e preguiçosa jornada



Divulgação

de trabalho, cuja principal atividade consiste em ligar e desligar o computador R.U.D.I. (Referencial Universal Digital Indexer). Apesar dessa aparente vida mansa, ele não deixa de reclamar da sobrecarga de tarefas – e do chefe ranzinza.

Os mais vividos, digamos assim, não terão maior dificuldade em associar o cenário acima descrito ao dia a dia dos Jetsons, personagens de uma série de desenho animado lançada pelo estúdio americano Hanna-Barbera, em 1962. Até hoje, eles são fonte de nostalgia (trechos de episódios podem ser conferidos no YouTube). Só não fizeram mais sucesso que os membros de outra família famosa a quem serviram de contraponto temporal, os pré-históricos Flintstones (1960), criados pelo mesmo estúdio.

Nas histórias da família Flintstone, versões rupestres de artefatos do século XX apareciam a todo instante – geringonças invariavelmente movidas pelo esforço de dinossauros domesticados que se esfalfavam para mantê-las em funcionamento. Quanto aos Jetsons, boa parte das situações cômicas tinha a ver com a instabilidade de *gadgets*, robôs e traquitanas tecnológicas que frequentemente “davam pau” e fugiam ao controle.

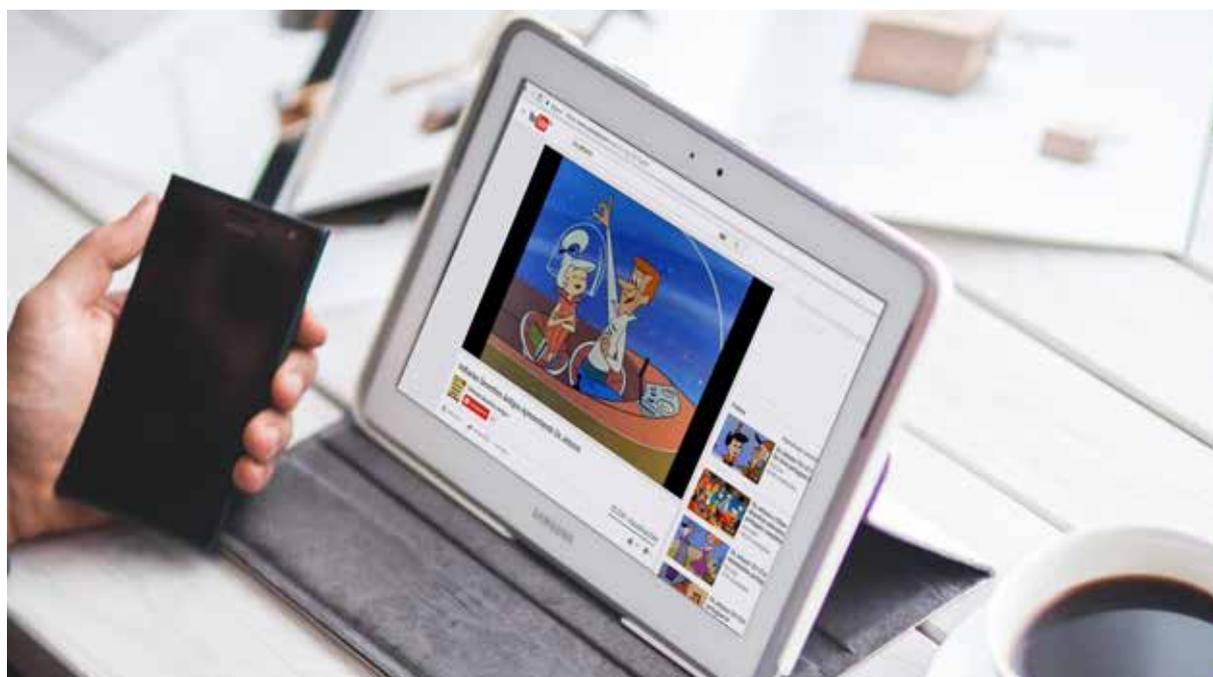
Ambas as séries, na verdade, faziam a crônica de costumes da realidade social norte-americana de então. No caso dos Jetsons, essa realidade foi projetada 100 anos à frente, delineando um futuro conservador e deveras idealizado, com muita automação e tempo livre para o lazer. O tom geral era o de um entretenimento sem maior compromisso, leve e sem viés crítico intencional, bem ao estilo das animações Hanna-Barbera.

Se cada época anseia um amanhã para chamar de seu, as aventuras de George Jetson e família refletiram e ao mesmo tempo ajudaram a povoar o imaginário da chamada Era Espacial.

Nesse sentido, qual o imaginário predominante em nossa sociedade em rede? Que futuros estaríamos projetando a partir da profusão de narrativas midiáticas hoje em embate nas arenas digitais? Ao longo da história, especulações sobre o futuro se alternam conforme visões de mundo e paladares ideológicos variados. Cenários apocalípticos não faltam. Curiosamente, quando, no início dos anos 1990, chegaram à conclusão de que a própria história não teria mais futuro, a *vibe* era celebratória – e involuntariamente cômica.

Com a queda do Muro de Berlim, e os acontecimentos subsequentes, a história finalmente poderia descansar em paz, segundo o artigo “O Fim da História e o Último Homem” (1989), uma espécie de obituário assinado pelo cientista político Francis Fukuyama. A humanidade atingiria o seu ápice – a revolução tecnológica não cessaria de nos maravilhar, e, em termos de modelos econômico, político e social, não seríamos mesmo capazes de produzir nada melhor. Dali em diante, a *pax* Americana reinaria entre os povos e um panorama sem dissensos descortinava-se à nossa vista.

Só que não. A realidade, sempre teimosa, foi se incumbindo de demonstrar que as notícias sobre a morte da história eram exageradas, conforme o próprio Fukuyama admitiria tempos depois. O fim da história viria a ser, afinal, apenas mais um de nossos futuros do pretérito.



Montagem / Banco de imagens - Pixabay

AGENDE SEU HORÁRIO DE ONDE VOCÊ ESTIVER

- Requerimento de seguro desemprego
- Emissão de Carteira de Identidade (1ª e 2ª vias)
- Emissão de CTPS (1ª e 2ª vias)
- Entrevista com assistente social

Baixe o aplicativo e marque seu horário pelo celular. Rápido, simples e acessível.



Prodemge

Tecnologia a serviço da cidadania

Por meio de suas soluções tecnológicas, há 50 anos a Prodemge marca presença nos processos de modernização do Estado e na melhoria da prestação de serviços à população mineira, com tecnologia, agilidade e eficiência.

Data Center

Sistemas de Informação

Business Intelligence

Serviços de Infraestrutura

Serviços de Rede

Certificação Digital

Educação a Distância

Soluções Corporativas



Rodovia Papa João Paulo II, nº 4.001, CEP 31630-901
Bairro Serra Verde - Belo Horizonte / MG
Prédio Gerais, 4º andar - Tel. (31)3915-4137
negocios@prodemge.gov.br - www.prodemge.gov.br

