

ANÁLISE SOBRE O FUTURO DO TRABALHO: ROBÓTICA

1 Introdução

As máquinas há muito que fazem parte da realidade humana, mas a revolução industrial marcou um grande avanço na utilização de maquinaria e ferramentas. Naquela época, a sua importância e significado eram geralmente reconhecidos, embora as pessoas reagissem de formas muito diferentes: havia quem as visse como uma ameaça, enquanto para outros representavam oportunidades promissoras. Hoje, na era da tecnologia ubíqua e em plena fase de transição, testemunhamos uma situação semelhante, ainda que, desta feita, estejam em causa máquinas e processos inteligentes.

Como veremos mais abaixo, a «(r)evolução ubíqua» dará início a uma era na qual as máquinas e os equipamentos poderão ser instalados em qualquer lugar – inclusivamente no corpo humano; em que os robôs se tornarão assistentes dos humanos e, a longo prazo, colegas de trabalho.

2 O que é um robô?

De acordo com a aplicação a que se destine, um robô pode ser classificado como um robô industrial ou de serviço:

- A International Robot Association (Associação Internacional da Robótica) define **robô industrial** como um «manipulador multifuncional reprogramável e controlável automaticamente com pelo menos três eixos programáveis, que pode ser fixo ou móvel para utilização em aplicações industriais de automatização». (tal como definido pela norma ISO 8373: 1994)
- Os **robôs de serviço** destinam-se a apoiar, acompanhar e cuidar de seres humanos, partilhando o ambiente humano e revelando comportamentos inteligentes básicos na realização de tarefas atribuídas. Dividem-se em três classes: Os robôs de classe 1, que substituem os seres humanos em ambientes perigosos e sujos e em operações fastidiosas; os robôs de classe 2, que operam em proximidade com os seres humanos com o objetivo de aumentar o conforto, no domínio do entretenimento, no apoio a idosos, no transporte de doentes ou no trabalho em conjunto com os seres humanos; e os robôs de classe 3, que operam em seres humanos, por exemplo, robôs com utilização na área da medicina, no diagnóstico, cirurgia, tratamento e reabilitação.

Os robôs foram inicialmente construídos para realizar tarefas simples, mas são cada vez mais concebidos também para pensar, recorrendo à **inteligência artificial** (IA).

Existem dois tipos de IA: fraca e forte. A IA fraca refere-se a uma máquina que depende de software concebido para um problema específico para a orientação da sua investigação ou resposta. Não chega a ser consciência, sendo essencialmente um solucionador de problemas num campo de aplicação limitado (por exemplo, reconhecimento de texto e imagem, sistemas periciais e computadores para xadrez). Em contrapartida, a IA forte refere-se a uma máquina hipotética que exhibe um comportamento pelo menos tão engenhoso e flexível como o dos seres humanos.

A vantagem relativa dos robôs e máquinas inteligentes está associada à sua capacidade de executar uma diversidade de movimentos e de «pensar» de forma incessante e incansável. Hoje, a ênfase da construção dos robôs é colocada na sua capacidade de seguirem padrões, pelo que, em geral, são altamente especializados. Num futuro não muito distante, esta situação está destinada a alterar-se e existirão robôs com capacidade para executar uma ampla gama de tarefas e para imitar e parafrasear seres humanos. Esta evolução será, em parte, possível graças a um grande aumento da capacidade de memória dos robôs e das aplicações de IA, permitindo o acesso a quantidades muito consideráveis de dados e a utilização destes numa grande variedade de tarefas operacionais.

3 A extensão da robótica e projeções futuras

A sociedade está, de um modo geral, a transformar-se, passando de sociedade da informação para sociedade do conhecimento e de sociedade do conhecimento para sociedade do «conhecimento ubíquo». Numa «sociedade ubíqua», o papel a desempenhar por máquinas inteligentes e autónomas será crucial para os decisores políticos. Terá de ser prestada atenção às «ondas da tecnologia», como a digitalização, as tecnologias de informação e comunicação e a robótica, elementos essenciais para o desenvolvimento desta nova sociedade ubíqua.

A Estratégia 2020 da UE em matéria de Robótica define a atual evolução da seguinte forma:

«A tecnologia da robótica tornar-se-á dominante na próxima década. Influenciará todos os aspetos do trabalho e do lar. A robótica tem capacidade para transformar vidas e práticas de trabalho, aumentar os níveis de eficiência e de segurança, proporcionar níveis de serviço reforçados e criar emprego. O seu impacto aumentará ao longo do tempo, o mesmo acontecendo com a interação entre robôs e pessoas».

Entre as décadas de 1960 e 1990, a maioria dos robôs e a robótica em geral limitava-se a aplicações industriais. Hoje, os robôs atingem capacidades e uma robustez excecionais, e a robótica e a IA terão enormes consequências numa série de setores, como a indústria militar, os serviços de segurança, a saúde, os transportes e a logística, o atendimento ao cliente e a manutenção da casa. No domínio da robótica de serviço, a evolução recente no setor da medicina e dos cuidados de saúde pessoais foram notáveis, sendo que não está muito distante a consecução de um grau ainda maior de autonomia e de complexidade dos sistemas, juntamente com um maior número de aplicações centrados no ser humano.

Tal como acontece atualmente, no mundo ubíquo, as pessoas comunicarão umas com as outras (humano-humano) e as máquinas com as pessoas (humano-máquina). No entanto, as máquinas (incluindo os robôs) também comunicarão umas com as outras (máquina-máquina). É de esperar que o número de dispositivos envolvidos na comunicação máquina-máquina cresça exponencialmente, vindo o número de «objetos inteligentes» com capacidade para falar uns com os outros e para interagir com os seres humanos a atingir, até 2020, cerca de 50 mil milhões.

Estes desenvolvimentos na comunicação conduzirão à «Internet das coisas» (IdC), já antecipada por muitos, que define um sistema assente na comunicação autónoma entre os objetos físicos. A robótica estará ligada em muitos aspetos à Internet das coisas, e este processo de ligação alterará a «velha» sociedade em rede de diversas formas. A forma como os telemóveis e os computadores «vestíveis», tais como os «aparelhos de registo de atividade» (*life trackers*), se tornaram parte do nosso quotidiano aponta para que os seres humanos passem, em breve, a viver num «mundo ubíquo» no qual todos os dispositivos (incluindo os robôs) estarão totalmente ligados em rede. Na revolução em curso da Internet das coisas, a generalização constante dos robôs em muitas atividades da vida quotidiana transforma as aplicações robóticas ligadas à IdC numa realidade palpável.

No futuro, os avanços na robótica conduzirão ao desenvolvimento de robôs parceiros e assistentes, robôs domésticos, robôs de saúde, robôs de construção, animais de estimação robotizados, robôs de telepresença e brinquedos robotizados. Estas aplicações robotizadas imitarão o comportamento humano e animal, e a Internet das coisas e as aplicações ubíquas permitirão que comuniquem entre si.

Todas essas mudanças quantitativas darão origem a mudanças qualitativas, que são quase impossíveis de prever dada a complexidade da questão. Os sistemas informáticos de alta velocidade abriram já oportunidades para processos de decisão e ação mais rápidos, fiáveis e precisos, mas as ameaças e riscos decorrentes deste desenvolvimento rápido, como a volatilidade do mercado de ações causada pela negociação de alta frequência, podem também materializar-se. Será este desenvolvimento rápido demais? Poderá a velocidade crescente do progresso tecnológico ubíquo e outro trazer riscos maiores para a economia e a sociedade?

4 A robótica e o futuro do trabalho

Ao pensar no futuro do trabalho, é importante ponderar até que ponto os robôs poderão substituir ou complementar e reforçar o trabalho humano. Um futuro no qual os robôs continuassem a ser desenvolvidos acima de tudo para funções complementares traria desafios menos complexos à sociedade, uma vez que os seres humanos não teriam de competir com robôs e autómatos e os papéis

tradicionais seriam, em grande parte, preservados. No entanto, a produtividade e as pressões económicas são suscetíveis de resultar, ao invés, numa lógica de substituição, em que indivíduos e grupos seriam substituídos nos respetivos postos de trabalho pela robótica e a automação. Em geral, serão necessários menos trabalhadores para empregos rotineiros ou com tarefas claramente definíveis, pois passarão a ser preenchidos por robôs industriais e de serviço. Uma das consequências desta mudança técnica será um aumento relativo na procura de trabalhadores altamente qualificados e uma redução na procura de trabalhadores menos qualificados, que tradicionalmente realizam tarefas cognitivas e manuais de rotina. Este denominado «esvaziamento» dos trabalhadores com qualificações intermédias pode levar, nas próximas décadas, à perda de cerca de um terço da totalidade dos atuais postos de trabalho.

Este dilema entre a complementaridade e a substituição e o equilíbrio entre a conservação de emprego e o desemprego provocado pela tecnologia é uma questão exigente para os decisores políticos, as empresas e a sociedade civil em geral. As implicações mais vastas das mudanças que a robótica introduzirá no mercado de trabalho, na economia e na sociedade levantam questões sociais e políticas difíceis. A discussão sobre máquinas inteligentes e o impacto da robótica e da tecnologia ubíqua na sociedade, na economia e no emprego tem sido, até agora, bastante passiva, sendo escassas as ideias bem estruturadas sobre o desenvolvimento de uma sociedade robotizada e automatizada.

O receio do desemprego provocado pela tecnologia é tão antigo quanto, no mínimo, os protestos dos trabalhadores têxteis britânicos no Século XIX, os «Luditas», contra a perda dos seus postos de trabalho devido às novas tecnologias da revolução industrial. No entanto, os receios de que o desenvolvimento da tecnologia possa substituir uma grande parte do trabalho humano e conduzir a um desemprego estrutural permanente têm vindo sucessivamente a relevar-se infundados, sendo que para numerosos economistas não passam de uma ideia inconcebível. Com efeito, o progresso tecnológico trouxe, em geral, um aumento da riqueza e dos postos de trabalho, pelo menos no longo prazo, e as novas tecnologias e invenções científicas têm sido geralmente consideradas muito positivas. No entanto, a nova era da robótica e da inteligência artificial pode representar uma mudança numa escala nunca antes conhecida; e, nesse cenário, o eventual impacto no emprego, na destruição de emprego e na economia tem sido muito pouco debatido. Muitos economistas convencionais acreditam que os mecanismos de mercado voltarão a repor o equilíbrio a longo prazo. Mas será esse, de facto, o caso em qualquer circunstância?

5 As implicações da robótica para a saúde e segurança no trabalho

Como vimos acima, a generalização as inovações da robótica tem implicações importantes para o futuro do trabalho. Os robôs oferecem a possibilidade de manter elevados níveis de produção industrial em países com elevados custos laborais. Permitirão igualmente realizar atividades e tarefas produtivas que não podem ser realizadas por seres humanos, tais como a análise, a auditoria e a edição de dados em massa, ou o trabalho em ambientes muito difíceis ou perigosos. Além disso, no atual contexto de envelhecimento da população, os robôs são uma solução para a crescente escassez – e valor – de mão-de-obra manual.

Do ponto de vista da saúde e segurança no trabalho (SST), a disseminação da robótica apresenta tanto oportunidades como desafios.

Em matéria de SST, os maiores benefícios de uma maior utilização da robótica serão a substituição das pessoas que trabalham em ambientes insalubres ou perigosos. Nos setores do espaço, defesa, segurança ou indústria nuclear, mas também nos da logística, manutenção e inspeção, os robôs autónomos são particularmente úteis para substituir os trabalhadores humanos que realizam tarefas sujas, repetitivas ou inseguras, evitando assim a exposição dos trabalhadores a agentes e condições perigosas e reduzindo os riscos físicos, ergonómicos e psicossociais. Os robôs já são utilizados, por exemplo, em tarefas repetitivas e monótonas, no tratamento de material radioativo ou no trabalho em atmosferas explosivas. No futuro, muitas outras tarefas altamente repetitivas, arriscadas ou desagradáveis serão realizadas por robôs numa variedade de setores, como a agricultura, construção, transportes, saúde, combate a incêndios ou serviços de limpeza.

Apesar destes progressos, existem certas aptidões para as quais os seres humanos continuarão durante algum tempo ainda a ser mais dotados do que as máquinas, e a questão será determinar qual a melhor combinação entre as aptidões dos humanos e dos robôs. As vantagens da robótica residem,

por exemplo, em trabalhos pesados que requeiram precisão e elevada repetição, enquanto as vantagens humanas residem na criatividade, na tomada de decisões, na flexibilidade e na capacidade de adaptação. Esta necessidade de combinar aptidões ideais resultou na colaboração entre robôs e humanos que partilham de forma mais estreita um espaço de trabalho comum e levou ao desenvolvimento de novas abordagens e normas a fim de garantir a segurança da «fusão humano-robot». Alguns países europeus estão a incluir a robótica nos seus programas nacionais e tentar promover uma cooperação segura e flexível entre os operadores e os robôs a fim de obter maior produtividade. Por exemplo, o Instituto Federal Alemão da Saúde e Segurança no Trabalho (BAuA) organiza *workshops* anuais sobre o tema «colaboração humanos-robôs».

No futuro, a cooperação entre robôs e seres humanos será diversificada, graças a uma maior autonomia dos robôs e a formas totalmente novas de colaboração humano-robô. As abordagens e as normas técnicas atuais destinadas a proteger os trabalhadores contra os riscos do trabalho em colaboração com robôs terão de ser revistas como preparação para esta evolução.

Existem outros desafios em matéria de SST, relacionados com o aparecimento no futuro de robôs autónomos e com a robótica de serviços que terão de ser abordados:

- A robótica desempenha um papel importante nas inovações no setor da saúde e na prestação de cuidados a idosos (incluindo os trabalhadores mais velhos). A tecnologia robótica está intimamente associada à evolução da tecnologia das próteses e implantes, e estas são duas áreas que, por sua vez, dependem fortemente da neurociência e da ciência da informação. As interfaces cérebro-computador, as próteses acopladas ao sistema nervoso, a visão artificial, os implantes TIC e até mesmo os neuro-chips (ainda numa fase precoce) contam-se entre os mais recentes desenvolvimentos.

Estes e outros avanços no domínio da robótica permitem o desenvolvimento de tecnologias de reforço das capacidades humanas, que não só visam fazer face aos problemas da deficiência, mas também melhorar as capacidades dos indivíduos saudáveis. Por exemplo, os exosqueletos ou «robots vestíveis» aumentam a capacidade dos trabalhadores no transporte de cargas, mas também são usados como dispositivos de reabilitação ou de assistência que permitem o acesso ou o regresso ao trabalho de pessoas com deficiência. A introdução de tecnologias de reforço das capacidades humanas traz novas exigências em matéria de gestão da saúde e segurança no que respeita à monitorização dos riscos emergentes, mas também levanta novas questões jurídicas e éticas.

- A grande maioria das pessoas não tem experiência de interação com os robôs, mas essa realidade deverá mudar à medida que a interação humano-máquina no trabalho aumente. Os impactos indiretos da comunicação máquina-máquina não são amplamente conhecidos, mas podem ser significativos. São necessários novos testes e experiências-piloto nas indústrias e no setor dos serviços no que respeita aos mecanismos ergonómicos e logísticos dos robôs autónomos, devendo ser proporcionados programas de formação específicos aos trabalhadores que serão responsáveis pela programação, operação, manutenção ou partilha do local de trabalho com esses robôs.
- Os efeitos da robótica na motivação e bem-estar dos trabalhadores e gestores não são completamente conhecidos. Os fatores psicossociais relacionados com a robótica exigirão uma maior atenção no setor da saúde e segurança.
- A diferença de maturação entre áreas de aplicação não permite fornecer orientações uniformes em matéria de gestão da segurança e dos riscos. Nalgumas aplicações, as questões da segurança intrínseca («*safety*») e extrínseca («*security*») têm sido geridas de modo profissional, mas existem algumas aplicações robóticas que podem ser menos seguras. Deverão ser realizadas mais análises para identificar atividades caracterizadas pelo risco ou a insegurança no domínio da robótica autónoma, em particular nas indústrias agroalimentares, serviços de prestação de cuidados, serviços domésticos, setores da indústria da transformação, serviços profissionais e transportes.
- Dado que a robótica de serviços na esfera profissional é uma área relativamente nova, as questões de responsabilidade legal em caso de acidentes no espaço público não são evidentes. Tornam-se necessárias mais análises dos aspetos legislativos relativos a questões de responsabilidade antes que seja lançada a tecnologia em causa.

Existem, pois, necessidades em diferentes áreas que haverá que abordar a fim de desenvolver um quadro de segurança para robótica industrial autónoma e a robótica de serviços. Entre essas áreas estratégicas contam-se: 1) gestão de tecnologia; 2) regulamentação e boa governação; e 3) interfaces e experiência dos utilizadores. É necessária uma base de conhecimentos europeia mais amplamente partilhada no que respeita a métodos de segurança para sistemas menos inteligentes (por exemplo, veículos e automóveis) a fim de os adaptar à robótica de serviços e à robótica autónoma, que no futuro serão muito mais «inteligentes».

6 Observações finais

A História tem-nos mostrado que as novas tecnologias trazem não só novos benefícios e novas possibilidades, mas também novos custos e novas ameaças. Existe um consenso generalizado de que a mudança é cada vez mais rápida e de que o futuro se vai tornar desconhecido para nós a um ritmo mais acelerado, especialmente no campo da robótica e da IA, no qual novas invenções e inovações aparecem praticamente todas as semanas. Alguns dos benefícios destes progressos fazem sentir-se na saúde, comodidade, produtividade, segurança e utilidade dos dados, informação e conhecimento para as pessoas e as organizações. As desvantagens potenciais prendem-se com os desafios nos domínios da privacidade pessoal e da proteção de dados, com o exacerbar das expectativas e com a crescente complexidade tecnológica.

É necessária uma maior cooperação europeia nas seguintes áreas: 1) Requisitos de segurança da robótica (conjuntos de requisitos, normas de funcionamento seguro e melhores práticas); 2) Orientações respeitantes à ergonomia da robótica; 3) Métodos para melhorar as aplicações robóticas na área da saúde e segurança; 4) Técnicas de validação e verificação (métodos para testar se os requisitos e as orientações são corretamente aplicadas); 5) Experiências e comportamento orientados pelo utilizador na presença da robótica; 6) Modelos educativos para formação dos trabalhadores no trabalho com robôs; 7) Melhores práticas no domínio da regulamentação da robótica industrial (especialmente robôs autónomos) e da robótica de serviços (especialmente robôs para a prestação de cuidados e bem-estar); e 8) Possibilidades tecnológicas de criação de sistemas seguros, eliminando ou reduzindo eventuais riscos da robótica.

O presente documento de reflexão tem por base o resumo de um artigo mais extenso encomendado a Jari Kaivo-oja pela EU-OSHA e inclui contributos recebidos da Rede de Pontos Focais da Agência [seminário](#), realizado em 11 de junho de 2015, em Bilbao.