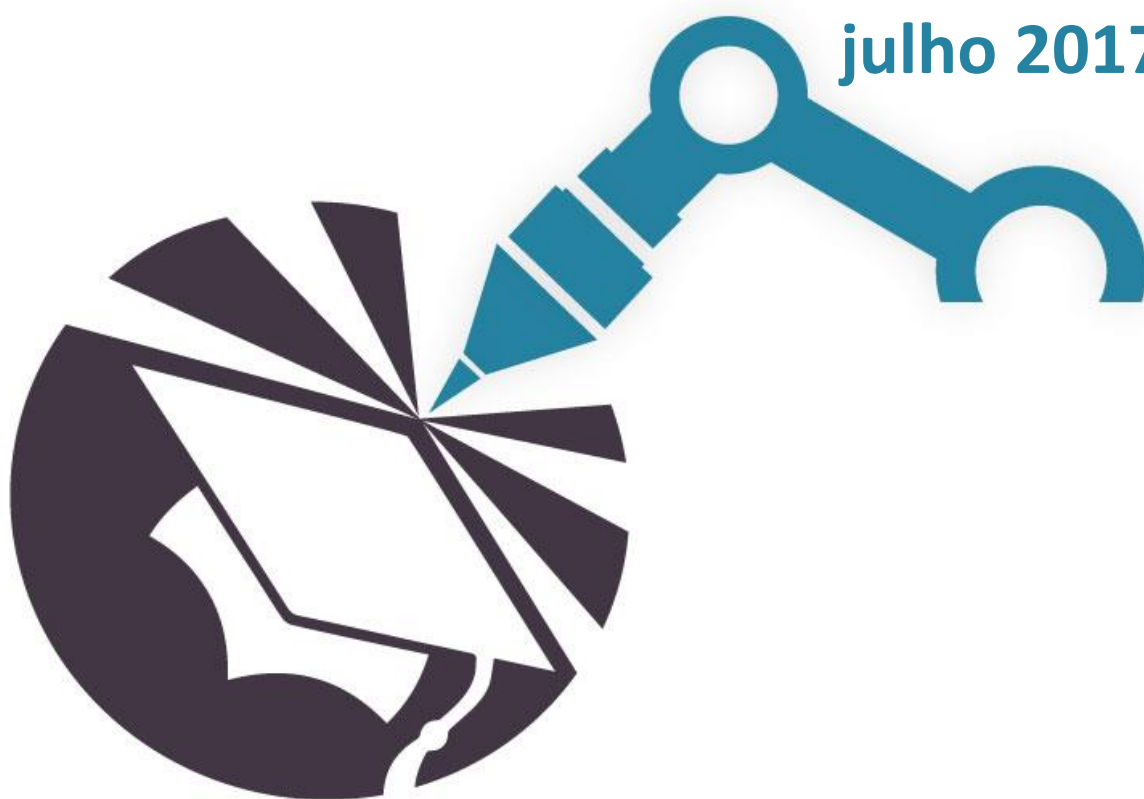


Relatório do Estudo Europeu sobre Robótica/ Inteligência Artificial e Impressão 3D (Sumário Executivo)

julho 2017



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

2016-1-UK01-KA202-024437
Este projeto é financiado com o suporte da Comissão Europeia.
Esta publicação [comunicação] e todos os seus conteúdos expressam apenas a visão do autor e a Comissão Europeia não pode ser responsabilizada por qualquer uso que possa ser feito da informação nela contida.

EMBORA TODOS OS DIREITOS E PROPRIEDADE INTELECTUAL DESTE RELATÓRIO PERTENÇAM ÀS ORGANIZAÇÕES INDICADAS ABAIXO, ESTA PUBLICAÇÃO PODE SER TRADUZIDA, REPRODUZIDA, ARMAZENADA EM SISTEMA DE RECUPERAÇÃO, OU TRANSMITIDA, POR QUALQUER MEIO, ELETRÓNICO, MECÂNICO, FOTOCOPIADO, GRAVADO OU OUTRO, SEM A PERMISSÃO ESCRITA PRÉVIA DO EDITOR.

EMBORA TODAS AS PRECAUÇÕES TENHAM SIDO TOMADAS NA PREPARAÇÃO DA PUBLICAÇÃO, O EDITOR E OS AUTORES NÃO ASSUMEM QUALQUER RESPONSABILIDADE POR ERROS OU OMISSÕES, NEM POR DANOS RESULTANTES DO USO DAS INFORMAÇÕES CONTIDAS NA MESMA.

© EU15 Ltd (Reino Unido)

© Ovar Forma - Ensino e Formação LDA (Portugal)

© SMEBOX (Suécia)

© Universidade de Ljubljana (UL) (Eslovénia)

© CEPROF - Centros Escolares de Ensino Profissional Lda. (Portugal)

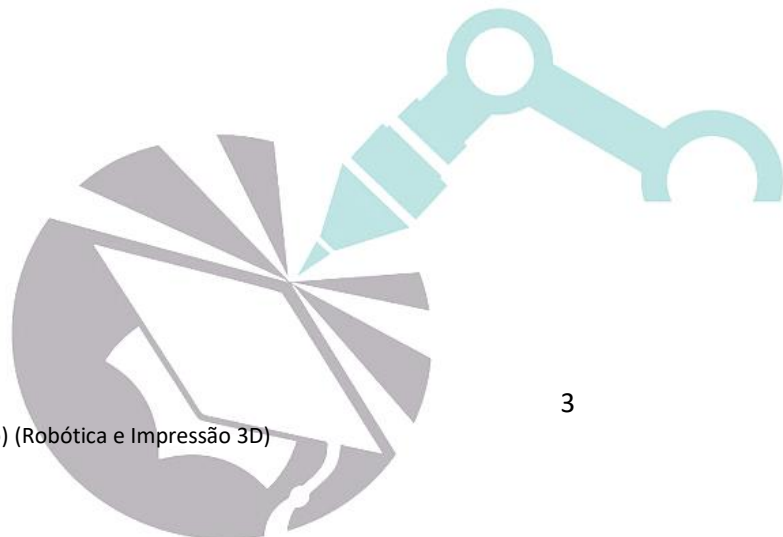
© European Network for Transfer and Exploitation of EU Project Results (E.N.T.E.R.) (Austria)

Em memória de Dr. Tony Pustovrh (1979-2017) colega e amigo de todos nós.

julho 2017

- 1. INTRODUÇÃO**
- 2. SOCIEDADE MODERNA E TECNOLOGIA**
- 3. DEFINIÇÃO DE ROBÓTICA E IMPRESSÃO 3D**
- 4. IMPACTO DA ROBÓTICA E DA IMPRESSÃO 3D NA SOCIEDADE**
- 5. RESULTADOS DO ESTUDO EUROPEU DO PROJETO ROTENA**

O Relatório completo pode ser descarregado em www.rotena.eu



1. INTRODUÇÃO

O projeto Erasmus+ *ROTENA: Robótica para a Nova Era* tem como objetivo usar os efeitos motivacionais da robótica e da impressão 3D para motivar os estudantes e aprendentes para a ciência e para o desenvolvimento de programas que os envolvam ativamente na revolução tecnológica da nova era. O desenvolvimento de um currículo geral, de nível inicial, em robótica e impressão 3D permitirá aos aprendentes a aquisição de capacidades e competências, para compreenderem os princípios da robótica e da impressão 3D e a sua vasta aplicação à indústria de modo a permitir-lhes aceder a empregos em setores industriais da nova era.

A Robótica é um mercado em rápido crescimento, cada vez mais impulsionado pelo desenvolvimento de produtos novos e melhorados em áreas tão diferentes como: a indústria, a busca, salvamento e recuperação, a inspeção e monitorização, a cirurgia e cuidados de saúde a habitação e o setor automóvel, os transportes e logística, a agricultura, entre outras. O rápido crescimento da utilização de robôs nas nossas casas e no nosso trabalho, em hospitais e em ambientes industriais propicia uma visão inspiradora sobre o seu benefício para a sociedade e a necessidade de definir prioridades para estimular a área da robótica nesta fase da sua evolução, de modo a potenciar o seu crescimento, o emprego e a inovação na Europa.

De igual modo, a impressão 3D oferece muitas oportunidades novas na arquitetura, na construção, no design industrial, nos ramos automóvel, aeroespacial e militar, na engenharia, na indústria dentária e médica, na biotecnologia (substituição do tecido humano), na moda, calçado, joalheria, óculos, educação, sistemas de localização geográfica, alimentação entre tantas outras áreas. Esperam-se transformações, mudanças e novas oportunidades nos ecossistemas industrial e empreendedor.

A primeira parte do projeto ROTENA foi dedicada a um exercício analítico extensivo, para a construção de uma fundação sólida e empírica. A análise foi realizada tendo em conta o atual contexto sociotecnológico, no qual as novas tecnologias estão a gerar novas oportunidades para a indústria, para o empreendedorismo e para o emprego, com incidência na robótica e na impressão 3D. Tal abre novas perspectivas nos campos da educação e do emprego, assim como revela as capacidades que os futuros trabalhadores têm de ter. É expectável que a informatização e a automação produzam mudanças e tornem alguns trabalhos obsoletos, assim como criem novos postos de trabalho. Consequentemente, é importante motivar e envolver as pessoas agora, para que a falta de recursos humanos que desempenhem funções em postos de trabalho que exijam conhecimentos tecnológicos seja mínima.

Garantir um número suficiente de trabalhadores qualificados, é também crucial para impulsionar o empreendedorismo e as oportunidades de inovação nestas áreas. Para isso, os atuais trabalhadores devem também ter a oportunidade de aprender sobre robótica e impressão 3D para ajudarem as empresas a garantir novos mercados e oportunidades.

2. SOCIEDADE MODERNA E TECNOLOGIA

O desenvolvimento tecnológico, nas duas últimas décadas, tem vindo a progredir extremamente rápido em vários domínios, especialmente na Nanotecnologia, Biotecnologia, Tecnologias de Informação e Comunicação e Ciência Cognitiva (NBIC)¹. As novas tecnologias, especialmente as

¹ Roco, C., W.S. Bainbridge (Eds.). 2003. *Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science*. Dordrecht: Springer.

emergentes do cruzamento dos domínios da NBIC, estão agora presentes em praticamente todos os níveis e esferas da sociedade nos países desenvolvidos. As aplicações tecnológicas cada vez mais condicionam e interferem com o modo como fazemos as coisas, ou seja, como interagimos, como pensamos, como produzimos e também como aprendemos e trabalhamos.

Muitos locais de trabalho estão a tornar-se locais de trabalho digitais. A automação significa que algumas tarefas nos locais de trabalho e, em alguns casos, processos de trabalho completos, podem ser realizados por máquinas inteligentes, com reduzida ou nenhuma supervisão ou auxílio humano. Refira-se a indústria transformadora, os robôs de armazém, ou a aquisição, análise e gestão de dados. A Robotização refere-se a manipuladores físicos, pelo menos parcialmente controlados por alguma forma de tecnologia de informação, que realizam variadas tarefas ou processos através da manipulação de objetos no ambiente físico, de forma semiautónoma ou completamente autónoma. Assim sendo, cada vez mais, as máquinas inteligentes são capazes de realizar não só atividades físicas previsíveis, mas também atividades cognitivas mais exigentes.

Alguns especialistas defendem que nós estamos, atualmente, no meio de uma revolução industrial, o que Brynjolfsson e McAfee definem como A Segunda Era da Máquina², ou o que outros chamaram de A Quarta Revolução Industrial 4.0³. Enquanto a Primeira Era da Máquina foi marcada pela automatização de tarefas físicas através da mecanização, a segunda é caracterizada pela automatização de tarefas cognitivas através de tecnologias digitais. O progresso no desenvolvimento de tecnologias de capacitação é exponencial. As tecnologias são maioritariamente digitais e estão a conduzir à digitalização de objetos e processos anteriormente unicamente físicos. São capazes de reforço combinatório, ou seja, os robôs podem ser programados através de algoritmos baseados na tecnologia *cloud*, o que faz com que as tarefas e necessidades possam ser automaticamente comunicadas, através de redes sem a intervenção humana; que objetos digitais possam ser impressos remotamente através da utilização de impressoras 3D e que análises de meta-dados possam ser usados para otimizar descobertas farmacológicas ou previsão de doenças. Do mesmo modo, na Indústria 4.0, várias tecnologias estão a combinar e tornar menos distintas as fronteiras entre o físico, o digital e o biológico.

Enquanto a terceira revolução industrial usou a eletrónica e as tecnologias da informação no formato de computador e automação, para atingir ainda mais automatização, a quarta revolução industrial é baseada nos sistemas ciberfísicos cada vez mais relacionados e inteligentes. As suas características distintivas são: a velocidade exponencial do seu progresso e o alargamento do seu alcance, visto que estão a revolucionar um número crescente de indústrias a nível global e estão a ter impacto sistémico, por exemplo, na produção (locais de trabalho), na gestão (organizações, empresas) e nas políticas públicas (economia, emprego, educação).

Bainbridge, William Sims in Mihail C. Roco, ur. 2005. Managing Nano-Bio-Info-Cogno innovations: Converging Technologies in Society. Dordrecht: Springer.

² Brynjolfsson, Erik and Andrew McAfee. 2014. The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies. W. W. Norton & Company.

³ Schwab, Klaus. 2016. The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond. World Economic Forum. <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>

3. DEFINIÇÃO DE ROBÓTICA E IMPRESSÃO 3D

3.1 Robótica

Uma definição resumida para os objetivos do projeto ROTENA:

A robótica é uma tecnociência multidisciplinar que combina, principalmente, mecânica, eletrónica e ciência de computação. O seu objetivo é a investigação, design, desenvolvimento e construção de sistemas robóticos controlados por circuitos integrados. Os parceiros do projeto ROTENA veem a aprendizagem e o uso da Robótica como um meio para o desenvolvimento de capacidades que permitirão às pessoas construir projetos autónomos que contribuirão, não só para o seu desenvolvimento pessoal e profissional, mas também para a inovação e empreendedorismo. O conhecimento adquirido, nesta área, tornará os utilizadores tecnologicamente adaptáveis numa sociedade em rápida mudança.

O que é a robótica?⁴

Em termos gerais, podemos pensar a **robótica** como uma ciência multidisciplinar e campo ou abordagem tecnológica, cujo objetivo é investigar, conceber e desenvolver vários **sistemas robóticos e robôs**, incluindo a sua programação, operação, uso e manutenção. Tal como acontece com muitas novas tecnologias, que experienciam um rápido crescimento, não é fácil definir e separar diferentes conceitos, objetos e campos. A **robótica** pode ser definida como um campo de investigação e tecnologia em expansão, que combina várias disciplinas, incluindo a engenharia mecânica e eletrónica e as ciências de computação como disciplinas principais.

⁴ A Roadmap for US Robotics: From Internet to Robotics. 2016 Edition.

Gerhard Schweitzer, ETH Zurich, HUT, 8092 Zurich, Switzerland, 17th International Congress of Mechanical Engineering (COBEM 2003), São Paulo, Brasil, November 10-14, 2003 (Invited Paper)

Benjamin Wittes and Gabriella Blum. 2015. The Future of Violence: Robots and Germs, Hackers and Drones—Confronting A New Age of Threat. New York: Basic Books.

Peter Sinčák, Pityo Hartono, Mária Virčíková, Ján Vaščák and Rudolf Jakša. 2014. Emergent Trends in Robotics and Intelligent Systems: Where Is the Role of Intelligent Technologies in the Next Generation of Robots? Cham Heidelberg New York Dordrecht London: Springer.

Encyclopædia Britannica. 2016. Robotics. Available at:

<https://www.britannica.com/technology/robotics>.

Oxford Dictionaries. 2016. Robotics. Available at: <https://en.oxforddictionaries.com/definition/robotics>

LEO - Center for Service Robotics. 2016. Defining robots and robotics. Available at:

<http://www.leorobotics.nl/definition-robots-and-robotics>

NASA – National Aeronautics and Space Administration. 2016. What Is Robotics? Available at:

<http://www.nasa.gov/audience/forstudents/k-4/stories/nasa-knows/what-is-robonaut-k4.html>.

Maja J Matarič. 2007. The Robotics Primer. Cambridge, Massachusetts London, England: The MIT Press.

Andreas Birk. 2011. What Is Robotics? An Interdisciplinary Field Is Getting Even More Diverse. IEEE Robotics & Automation Magazine, December 2011.

<http://www.revereschools.org/cms/lib02/OH01001097/Centricity/Domain/64/VE%20Robotics%20Unit%202-Intro%20to%20Robotics.pdf>

ACCA (the Association of Chartered Certified Accountants). 2015. The robots are coming? Implications for finance shared services. Available at:

http://www.accaglobal.com/content/dam/ACCA_Global/Technical/fin/ea-robots-finance-shared-services-0909.pdf.

Stefano Nolfi and Dario Floreano. 2004. Evolutionary Robotics: The Biology, Intelligence, and Technology of Self-Organizing Machines. Cambridge: MIT Press.

www.directrecruiters.com/wp-content/uploads/.../Robotics_4-16.pdf

Contudo, há cada vez mais um cruzamento e convergência com outros campos, tais como: a biologia, a ciência de materiais, a neurociência cognitiva, entre outras. O rápido desenvolvimento de tecnologias de ponta multidisciplinares e a sua natureza convergente tornam o ensino da robótica bastante complexo.

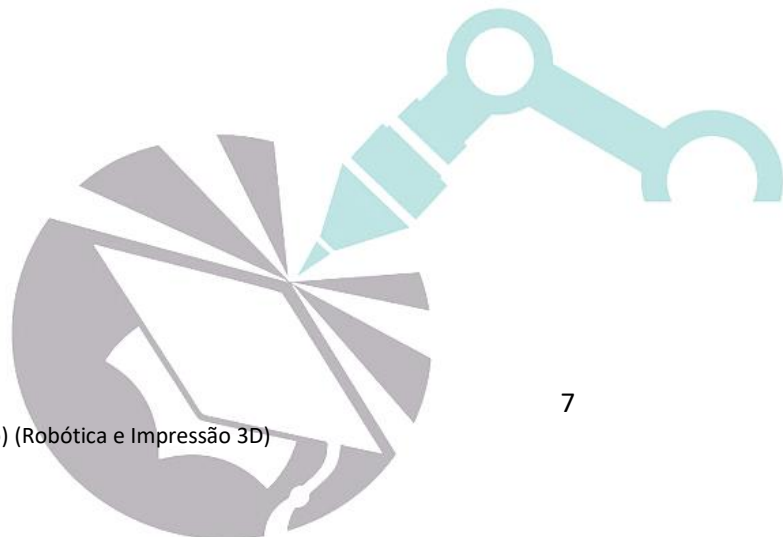
Tanto a robótica como os robôs estão intimamente relacionados com os conceitos e domínios da **automação** e da **inteligência artificial**. A **automação** foca-se em sistemas que podem operar autonomamente, sem a constante supervisão humana e destaca a eficiência, a produtividade e fiabilidade com a mínima intervenção humana (ex. produção fabril e linhas de montagem). A **inteligência artificial** (IA) é um domínio científico e tecnológico e, neste contexto, pode ser considerada como o software necessário para controlar as respostas do robô. A mesma, permite, cada vez mais, o desenvolvimento da capacidade de imitar aspetos da cognição biológica, tais como: a perceção, a navegação sensoriomotora, a memória, etc. Embora alguma IA possa exibir inteligência especializada em domínios restritos (motores de busca, jogos, metadados informáticos, diagnóstico médico, etc.), o objetivo geral da inteligência artificial que iria igualar ou ultrapassar a inteligência humana é ainda um esforço remoto. Uma maior autonomia cognitiva e física (especializada) pode ser vista como um objetivo geral da IA. Finalmente, os avanços tanto na IA, como no hardware robótico são necessários para aumentarem tanto a autonomia, como a capacidade de operacionalização não supervisionada e uma variedade de capacidades dos robôs do futuro.

Em última análise, um robô deveria ser capaz de detetar e agir autonomamente de modo a que a sua atuação levasse ao alcance de objetivos no mundo físico. Se consideramos ou não um drone, um robô aspirador *Roomba*, ou um carro de condução autónoma como um robô, isso depende do grau de autonomia, capacidade de tomada de decisão e adaptabilidade. Acresce o formato que é considerado como uma das características essenciais de um robô.

3.2. Impressão 3D

Uma definição resumida para os objetivos do projeto ROTENA:

A impressão 3D refere-se ao processo de fabricação aditiva de um objeto físico tridimensional a partir de um modelo digital (Desenho Assistido por Computador ou objeto digitalizado), através da formação de sucessivas camadas de material sob controlo do computador.



O que é a impressão em 3D?⁵

Em poucas palavras, uma impressora 3D é uma máquina que pode transformar um modelo num objeto físico aplicando o material, camada a camada, sem necessidade de ajustar o equipamento de produção. A impressão 3D refere-se ao processo de fabricação aditiva de um objeto físico tridimensional a partir de um modelo digital (Desenho Assistido por Computador ou objeto digitalizado), depositando e formando camadas sucessivas de material sob o controlo do computador. Este processo de fabricação por aditivo é a razão pela qual a impressão 3D também é conhecida como "fabricação aditiva" e, embora tecnicamente mais preciso, o termo impressão 3D foi adotado com maior entusiasmo devido à difusão nos meios de comunicação social. A analogia com a impressão de documentos está subjacente ao conceito básico de depositar material através de uma cabeça de impressão para tornar existente um objeto específico. No entanto, existem muitas tecnologias de fabricação aditiva que podem ser usadas (por exemplo, estereolitografia, sinterização a laser, modelagem por deposição condensada), que permitem vários graus de precisão e sofisticação.

Em princípio, os objetos impressos podem ter quase qualquer forma ou geometria, porém as suas características dependem da tecnologia de impressão e dos materiais que possam ser empregues. Com impressoras 3D avançadas, também é possível criar objetos unidos com peças internas amovíveis. O tempo necessário para imprimir um objeto completo aumenta de acordo com o nível de detalhe e complexidade do mesmo.

A tecnologia é importante, porque oferece fabrico direto, o que significa que a conceção vai diretamente do designer para o produto físico através de um computador e de uma impressora 3D, o que representa uma abordagem revolucionária para a fabricação apresentando três vantagens principais: tempo de execução mais curto, liberdade de design e custos mais baixos. Isso permite prototipagem rápida e de baixo custo, fabricação de produtos para o consumidor final (fabricação digital direta) e produção de ferramentas que permite a fabricação de outros componentes e produtos usando diferentes metodologias.

⁵ <http://3dprinting.com/what-is-3d-printing/>
<https://www.stratasysdirect.com/resources/what-is-3d-printing/>

Bandyopadhyay, Amit and Susmita Bose (Eds.). 2016. Additive Manufacturing. Boca Raton, London, New York: CRC Press Taylor and Francis Group.

van den Berg, Bibi, Simone van der Hof and Eleni Kosta (Eds.). 2016. 3D Printing Legal, Philosophical and Economic Dimensions. The Hague: TMC Asser Press.đ

Goodship, Vanessa, Bethany Middleton and Ruth Cherrington. 2016. Design and Manufacture of Plastic Components for Multifunctionality: Structural Composites, Injection Molding, and 3D Printing. Oxford, Waltham, MA: William Andrew, Elsevier.

Gibson, Ian, David –Rosen and Brent –Stucker (Eds.). 2015. Additive Manufacturing Technologies: 3D Printing, Rapid Prototyping, and Direct Digital Manufacturing 2nd Ed. New York Heidelberg Dordrecht London: Springer.

Muthu, Subramanian Senthilkannan and Monica Mahesh Savalani (Eds.). 2016. Handbook of Sustainability in Additive Manufacturing, Volume 1. Singapore: Springer Science+Business Media.

Birtchnell, Thomas, and William Hoyle. 2014. 3D Printing for Development in the Global South The 3D4D Challenge. Palgrave Macmillan UK.

Existem, também, possibilidades de interconexão entre os domínios da robótica e da impressão 3D, por exemplo, imprimir peças do robô com impressoras 3D, as quais os engenheiros não conseguiriam construir de outra forma. Como exemplo apresenta-se um robô com pernas suaves que pode navegar em terrenos difíceis e poderia ser usado em operações de busca e salvamento⁶.

4. IMPACTO DA ROBÓTICA E DA IMPRESSÃO 3D NA INDÚSTRIA, NO TRABALHO, NA EDUCAÇÃO E NAS NECESSIDADES DA SOCIEDADE

Utilidade e aplicabilidade da robótica

Existem muitas previsões sobre o modo como as tendências em robótica e impressão 3D se continuarão a desenvolver e a criar impacto em indústrias específicas, locais de trabalho e práticas, assim como na educação e nas necessidades e estruturas da sociedade. A maioria dos robôs existentes são atualmente utilizados no fabrico industrial. O stock total mundial de robôs industriais operacionais no final de 2015 era de cerca de 1.6 milhões de unidades e o valor do mercado global de robótica industrial era de 11 bilhões US\$ em 2016, enquanto o mercado de sistemas robóticos (incluindo software, engenharia de sistemas, etc.) era de cerca de 35 bilhões US \$.⁷ Das unidades industriais existentes, 272.000 encontravam-se na América (259.200 na América do Norte), 914.000 na Ásia e na Austrália, (262.900 na China, 297.200 no Japão, 201.000 na Coreia do Sul). A Europa tinha 433.000 (183.000 na Alemanha). África tinha 4.500. Em 2016, 290.000 novos robôs foram instalados globalmente.

A maioria desses robôs são usados nas indústrias automóvel e elétrica/eletrônica, seguidas das indústrias do metal, química e alimentar. A densidade média global de robôs é de cerca de 69 robôs industriais instalados por 10.000 colaboradores na indústria transformadora em 2015. Os mercados mais automatizados são os da Coreia do Sul, Singapura, Japão e Alemanha. Os EUA, um dos maiores mercados de robôs, têm uma densidade de 176 unidades em 2015 e a China, o maior mercado de robôs desde 2013, atingiu 49 unidades em 2015, mostrando enorme potencial na instalação de robôs. Em 2015, foram vendidos cerca de 5.4 milhões de robôs para uso pessoal e doméstico, mais 16% do que em 2014. O valor das vendas aumentou 4% para 2.2 bilhões US \$.⁸

As previsões para novas instalações em 2019 são de 50.700 na América, (46.000) na América do Norte, 285.700 na Ásia e na Austrália (160.000 na China, 43.000 no Japão, 46.000 na Coreia do Sul). Na Europa, as projeções são de 433.000 (25.000 na Alemanha) e na África 800. As previsões do mercado global de robôs entre 2016 e 2019 são que 1.4 milhões de novos robôs industriais serão instalados em fábricas, 333.000 serão vendidos à indústria, e ao setor não industrial e 42 milhões de robôs de uso pessoal e doméstico (robôs de consumo), serão usados particularmente. Embora a venda de robôs de companhia/assistentes/humanoides tenha sido bastante baixa até agora, prevê-se que entre 2016 e 2019, cerca de 8.100 unidades desses robôs sejam vendidas. Isso mostra, claramente, que haverá uma crescente procura de mão-de-obra de pessoas que desenhem, produzam, mantenham, programem e operem robôs.

Hoje em dia podemos observar robôs de várias formas que realizam várias tarefas diferentes, embora a maioria permaneça no domínio da fabricação industrial, geralmente executando tarefas repetitivas, previsíveis, difíceis e altamente especializadas. Apesar disso, podemos

⁶ <http://www.bbc.com/news/av/technology-40296297/the-soft-3d-printed-robot-that-could-come-to-the-rescue>

⁷ International Federation of Robotics 2016

⁸ World Robotics Service Robots 2016 <https://ifr.org/free-downloads/>

observar sistemas robotizados automáticos e semiautomáticos utilizados em cirurgia (por exemplo, o sistema de cirurgia da Vinci)⁹, para telepresença em ambientes perigosos (a enorme explosão de drones comerciais, sondas noutros planetas e no mar), e robôs disponíveis para uso doméstico, como aspiradores e máquinas de lavar e cortadores de relva (por exemplo, Roomba). Também podemos observar os primeiros sistemas robóticos automatizados de preparação de comida em restaurantes de *fast food*¹⁰, executando o trabalho de rececionistas em hotéis, implementados nos primeiros carros de condução autónoma que concluíram com sucesso várias rotas, assim como um camião da Uber de condução autónoma com 18 rodas que entregou uma carga de cerveja Budweiser.¹¹ No entanto, não está desenvolvido um objetivo de investigação paralelo - robôs que possam realizar uma gama mais ampla de capacidades semelhantes às dos humanos.

Utilidade e aplicabilidade da impressão 3D

De igual modo, a impressão 3D ou a fabricação por aditivos é uma tecnologia que está em progresso desde a última parte do século XX, mas apenas agora atingiu o ponto de desenvolvimento tecnológico em que se tornou acessível.

Comercialmente, essas tecnologias são predominantemente usadas em indústrias e aplicações de elevado valor acrescentado, incluindo as dos produtos aeroespaciais, automóveis e biomédicos (próteses e implantes), as quais exigem um design altamente complexo, adaptável e compacto. Ainda assim, as melhorias em termos de velocidade, precisão, propriedades dos materiais, fiabilidade das máquinas e desenvolvimento de máquinas de baixo custo, permitiu ampliar o acesso a outros utilizadores e, portanto, possui um grande potencial. Atualmente, apenas um em cada mil produtos é fabricado usando a impressão 3D. O fabrico global foi de 10.5 US \$triliões em 2011 e prevê-se um valor de 15.9 triliões US \$ em 2025. A economia da impressão 3D foi de 1.7 biliões US \$ em 2011 e estima-se que valha mais de 10 biliões US \$ até 2025.

O conceito e a tecnologia da impressão 3D também apresentam novas oportunidades de negócio, bem como novos modelos de empreendedorismo (incluindo empreendedorismo social), baseados na transformação de dados digitais em objetos físicos em locais remotos, independentes da produção centralizada e das áreas industriais, através da utilização de "centros de impressão 3D". Além de permitir a criação de uma maior gama de produtos do que seria possível com o fabrico convencional, apresenta a possibilidade de democratizar o design e capacitar as comunidades, descentralizando a produção e promovendo a inovação e a criatividade. Tornar o conceito, a criação e a propagação destes produtos possível em qualquer localização geográfica, ou comunidade (em termos relativos), torna as empresas e os trabalhos de impressão 3D potencialmente menos vulneráveis ao offshore. No entanto, tudo isto também levanta questões de direitos de propriedade intelectual e impactos ambientais resultantes do possível aumento do consumo e da produção em locais vulneráveis, remotos, etc.

Impactos da robótica e da impressão 3D

Em geral, os robôs oferecem benefícios económicos consideráveis para as empresas e para os empregadores, também em termos de custos salariais mais baixos, visto que os robôs não exigem cuidados de saúde, férias anuais, subsídios de saúde e reforma, ou outros benefícios sociais. Em relação à produção e ao trabalho, eles permitem maior produtividade, velocidades

⁹ <http://allaboutroboticsurgery.com/surgicalrobots.html>

¹⁰ <https://singularityhub.com/2017/03/08/new-burger-robot-will-take-command-of-the-grill-in-50-fast-food-restaurants/>

¹¹ <https://www.wired.com/2016/10/ubers-self-driving-truck-makes-first-delivery-50000-beers/>

mais rápidas, maior precisão, menores custos e uma expansão do trabalho além da atual capacidade humana. À medida que os sistemas robóticos se vão tornando mais sofisticados e o preço começa a baixar, aumenta o alcance de atividades inovadoras que as PMEs podem atingir. À medida que os sistemas robóticos se tornam mais sofisticados, podemos esperar que mais empresas tenham de adotar sistemas robotizados para se manterem competitivas e inovadoras, no mercado global cada vez mais interligado.

A introdução de novas máquinas que automatizam tarefas anteriormente executadas por humanos ou animais, também foi acompanhada pelo medo e pela perda real de trabalho e empregos, desde pelo menos a revolução industrial e as famosas lutas de Luddite contra a perda de trabalho, associada à introdução de teares industriais na Inglaterra do século XIX. Assim, os impactos positivos do aumento da automação e robotização, especialmente nos setores industrial e comercial, são sempre acompanhados pelo efeito colateral social da redução da necessidade de trabalhadores humanos, cujas ocupações se tornam muitas vezes obsoletas. Embora existam sempre novos empregos criados devido à introdução de novas máquinas e tecnologias, geralmente com uso intensivo de competências, continuam em aberto as questões de como requalificar os atuais desempregados, quais os postos de trabalho que irão ser criados para substituir até os profissionais liberais e peritos e se serão suficientes.

Alguns estudos recentes de instituições prestigiadas, como por exemplo, o estudo realizado pela Universidade de Oxford e pela Deloitte prevê uma alta probabilidade de que 47% dos 700 empregos nos EUA sejam automatizados nos próximos 10 a 20 anos¹². No Reino Unido, cerca de 35% dos empregos atuais estão em alto risco de automatização até 2030¹³. Outros estudos previram que cerca de 57% dos empregos na OCDE provavelmente sejam automatizados, sendo previsivelmente 69% na Índia e 77% na China¹⁴. O McKinsey Global Institute prevê a automatização potencial de metade das 2.000 atividades de trabalho atuais, em 800 empregos, até 2055 numa escala global. Isso significa que haverá mudanças na maioria dos trabalhos, o que exigirá novas competências e conhecimentos, mas que não haverá automação completa da maioria dos empregos. Os trabalhos que serão provavelmente mais automatizados são aqueles que envolvem atividades físicas previsíveis (81%), processamento de dados (69%) e recolha de dados (64%). Assim, não são apenas trabalhos pouco qualificados e com salários baixos que estão vulneráveis à automação total, mas um número aproximadamente igual entre empregos com salários mais baixos e empregos com salários mais altos.

O investigador Stuart Elliot, que afirmou em 2014 que cerca de 80% dos empregos atuais poderiam ser automatizados no futuro, também escreveu que o emprego nos 20% restantes poderia ainda ser expandido para absorver toda a força de trabalho¹⁵. No entanto, os robôs (ainda) precisam de ser desenhados e criados por humanos.

Os trabalhos que estão a emergir com o desenvolvimento da impressão 3D relacionam-se com as áreas do design 3D, desenho assistido por computador (CAD), investigação e desenvolvimento, modelagem biológica e científica, modelagem de arquitetura e construção, educação, lei e profissões ligadas ao direito, novas oportunidades de negócios, *franchising* de serviços de impressão 3D e cargos administrativos¹⁶. Os trabalhos para designers que consigam traduzir uma ideia de produto em objetos impressos em 3D, surgirão em empresas de impressão 3D, onde os designers integrarão equipas de design 3D ou trabalharão como *freelancers*.

¹² Frey and Osborne 2013

¹³ <http://www.bbc.com/news/business-39377353>

¹⁴ Citibank, Frey, Osborne 2016

¹⁵ <http://issues.org/30-3/stuart/>

¹⁶ <http://www.businessnewsdaily.com/5125-3d-printing-jobs.html>

As competências que serão necessárias para trabalhadores nos novos domínios das tecnologias da nova era agrupam-se em três áreas básicas de competências¹⁷. Em primeiro lugar, existem **competências cognitivas** que incluem alfabetização digital, assim como capacidades avançadas de resolução de problemas e de pensamento crítico e criativo. Em segundo lugar, existem **competências sociais e comportamentais** tais como a consciência, autoconfiança e abertura a experiências. Em terceiro lugar, existem **competências técnicas** específicas do trabalho, ou ocupação, neste caso relacionadas com sistemas robóticos e impressão 3D.

Conclusão

Um estudo global que integrou os 100 maiores empregadores mostrou que eles esperam que sejam perdidos um total de 7.1 milhões de postos de trabalho, devido à automação, entre 2015 e 2020¹⁸. Destes, dois terços dizem respeito a tarefas administrativas de rotina. Pelo lado positivo, eles esperam que um total de 2 milhões de novos empregos sejam criados, maioritariamente, nas áreas dos computadores, matemática, arquitetura e engenharia.

Embora permaneça a dúvida se a robótica e outras tecnologias, no final, irão criar mais ou menos empregos do que aqueles que se irão tornar obsoletos, é claro que os trabalhadores cujos empregos são ocupados ou transformados pela tecnologia, precisarão de adquirir novas capacidades e conhecimentos e também têm de se familiarizar e aceitar trabalhar conjuntamente com robôs. O mesmo também se aplica aos que se candidatam a emprego pela primeira vez e aos jovens que ainda estão a decidir a sua carreira profissional.

5. RESULTADOS DO ESTUDO DO PROJETO ROTENA

Os parceiros do projeto ROTENA levaram a cabo um estudo Europeu online com o objetivo de determinar as necessidades, expectativas e condições em que atualmente decorre a formação. O estudo por inquérito foi do tipo estruturado, composto por 20 perguntas divididas em dois conjuntos: um com foco na robótica (15 perguntas) e outro na impressão 3D (5 perguntas). O foco centrou-se em três grupos principais de *stakeholders*: prestadores de formação e educação profissional; PMEs como potenciais utilizadores de robótica e impressão 3D e empregadores de indivíduos com as capacidades necessárias; e indivíduos que poderiam estar interessados em deter esses conhecimentos, capacidades e carreiras no futuro.

O questionário foi desenvolvido em inglês e depois traduzido para todos os idiomas dos países parceiros (Português, Alemão, Sueco e Esloveno). Todas as versões foram instaladas no sistema de inquérito online 1KA, e a recolha de dados ocorreu de fevereiro de 2017 a abril de 2017. Quando o questionário ficou disponível, e durante todo o período de inquirição, foram enviados convites através de vários canais de comunicação, desde as redes dos parceiros, aos convites personalizados e colocados anúncios (*posts*) *online* em redes sociais e sítios na internet (websites).

No final do inquérito foram recolhidas 150 respostas válidas. Destas, 28 (19%) foram de representantes de PMEs, 36 (24%) foram de representantes de entidades de educação e formação profissional e 86 (57%) foram de indivíduos.

¹⁷ <https://www.brookings.edu/blog/future-development/2016/03/01/preparing-for-the-robots-which-skills-for-21st-century-jobs/>

¹⁸ WEF 2016

Principais Resultados:

- 36% dos inquiridos não tinham conhecimentos de automação e robótica num contexto industrial;
- 83% consideraram que o uso de robôs numa empresa pode ser benéfico;
- 38% dos inquiridos já utilizavam dispositivos robóticos na sua empresa;
- 79% dos inquiridos foram capazes de identificar tarefas na sua empresa que poderiam ser automatizadas ou executadas por um robô.
- 63% dos respondentes disseram que a sua empresa estava a considerar usar dispositivos robotizados no futuro;
- 58% das PME's indicaram que os seus colaboradores beneficiariam de mais conhecimento/formação sobre o uso da robótica;
- 96% dos inquiridos assumiram que as escolas e as instituições educativas deveriam disponibilizar mais formação no desenvolvimento de competências e conhecimentos sobre robótica;
- 36% dos respondentes sabiam como usar uma impressora 3D. As respostas mostram que há necessidade de mais oportunidades de educação e formação em impressão 3D que estejam facilmente acessíveis para as PME's;
- 45% dos inquiridos já utilizam a impressão 3D na sua empresa;
- 82% das PME's consideraram que os seus colaboradores beneficiariam de mais conhecimentos/ formação sobre o uso da impressão 3D;
- 67% das PME's referiram que o uso da impressão 3D aumentaria a sua competitividade e/ou reduziria os custos;
- 86% dos inquiridos consideraram que as escolas e as instituições educativas deveriam disponibilizar mais formação no desenvolvimento de competências e conhecimentos sobre impressão 3D;
- 90% dos respondentes referiram que, no futuro, conhecimentos de robótica poder-lhes-ia dar uma vantagem profissional na procura de emprego ou no seu trabalho;
- 83% dos inquiridos considerariam fazer um curso/módulo sobre robótica se estivesse disponível gratuitamente;
- 58% dos inquiridos estavam interessados em construir e programar robôs, sendo que 42% desejavam adquirir conhecimentos de nível introdutório / básico sobre robótica;
- 54% dos respondentes imaginavam o seu trabalho a ser realizado por um robô;
- 23% das instituições disseram que ofereciam cursos de robótica de aprendizagem autónoma. Há uma necessidade adicional de cursos de aprendizagem autónoma sobre o tema da robótica que possam ser adaptados pelas instituições de acordo com os seus próprios currículos e necessidades;
- 9% das instituições responderam que não ofereciam cursos de impressão 3D de aprendizagem autónoma. No entanto, 33% ofereciam algum tipo de módulo sobre esse tema.

Conclusões da Pesquisa

- Dado que mais de dois terços das PME's que participaram no estudo consideram utilizar dispositivos robóticos no futuro, este dado vem confirmar uma crescente necessidade de colaboradores qualificados na produção, manutenção e operação de tais dispositivos.
- Estes dados gerais demonstram que a procura de dispositivos robóticos e robôs aumentará ainda mais no futuro e que a procura por colaboradores que tenham conhecimentos e competências no manuseamento de tais dispositivos aumentará igualmente.

- Os dois terços de respostas afirmativas demonstram que existe a necessidade de formação em robótica para alunos e formandos, mas também de cursos online gratuitos que auxiliariam os empregados a adquirir conhecimentos e capacidades adicionais nessa área.
- A maioria a favor de mais formação em escolas e instituições educativas também confirma a necessidade de cursos e materiais online que possam ser usados e adaptados a currículos específicos e à formação;
- Tal como aconteceu com a robótica, as respostas indicam que não só os futuros trabalhadores, mas também os atuais poderiam ter interesse em adquirir mais capacidades e formação em impressão 3D;
- Tal como aconteceu com a robótica, a maioria a favor de mais formação em escolas e instituições educativas também confirma a necessidade de cursos e materiais online que possam ser usados e adaptados a currículos específicos e à formação em impressão 3D.

--ooOOoo--

