

Engenharia na Medicina

Engineering in Medicine

José Paulo Santos¹

Autor Correspondente:

José Paulo Santos [jps@fct.unl.pt]

PALAVRAS-CHAVE: Engenharia Biomédica; Medicina Translacional

KEYWORDS: *Biomedical Engineering; Translational Medical Research*

MEDICINA, CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Até ao século XIX, a medicina, tal como outras áreas do conhecimento, assentava essencialmente num saber empírico, resultante da experiência acumulada ao longo das várias gerações. Tinha uma eficiência reduzida no seu objetivo principal, o tratamento das doenças, limitando-se, na maioria das situações, a cuidados paliativos.¹ No início do século XX, a medicina começou a tratar e prevenir doenças a um ritmo crescente e com isso adquiriu um papel determinante na vida dos indivíduos e, consequentemente, na sociedade. Uma das consequências mais visíveis desta evolução é o aumento espetacular da esperança de vida, que em Portugal passou de cerca de 50 anos em 1900 para cerca de 80 anos em 2013.²

Não só a esperança de vida tem aumentado, mas também a qualidade de vida, através da utilização de fármacos, químicos e dispositivos a que já nos habituámos

a considerar como comuns, apesar de não existirem há mais de cerca de 50 anos. Lentes de contacto que proporcionam uma visão clara e nítida estão disponíveis a preços acessíveis. Imagens produzidas por sistemas de ultrassons (ecografia) permitem acompanhar a evolução da gestação dos fetos durante a gravidez. Ancas artificiais permitem aos respetivos recetores caminharem sem qualquer outro auxílio. Testes de gravidez podem ser efetuados nas nossas habitações, sem ser necessário recorrer a instalações clínicas ou hospitalares. Numa fase ainda experimental salientam-se dois casos: braços robóticos comandados pelo cérebro foram implantados num amputado duplo³; e bombas de insulina estão a ser testadas em pacientes com diabetes tipo 1, evitando que a substância seja administrada por injeções.⁴

Todos estes sucessos são o resultado de um diálogo contínuo entre a medicina por um lado, e a ciência e a engenharia por outro.

1. Laboratório de Instrumentação, Engenharia Biomédica e Física da Radiação (LIBPhys-UNL), Departamento de Física, Faculdade de Ciências e Tecnologia, FCT, Universidade Nova de Lisboa, Caparica, Portugal

Recebido: 27/05/2016 - Aceite: 30/05/2016

Um dos exemplos mais paradigmáticos deste diálogo é a utilização das radiografias em ambiente hospitalar. A origem da radiografia remonta à descoberta dos raios-X por Wilhelm Röntgen (1845-1923, laureado com o prémio Nobel) em novembro de 1895.⁵ Logo após a descoberta desta, então, enigmática radiação, Röntgen descobriu a aplicação médica dos raios-X, ao realizar a primeira radiografia: fez incidir esta radiação na mão da sua mulher que se encontrava sobre uma chapa fotográfica (Fig. 1). Cerca de três meses após esta descoberta, John Hall-Edwards (1858-1926) utilizou pela primeira vez os raios-X para efetuar uma intervenção cirúrgica em Birmingham, Inglaterra.⁶ É notável o curtíssimo intervalo de tempo que mediou entre esta descoberta científica e a respetiva aplicação por parte dos clínicos.

Outro exemplo, mais recente e não menos importante, é o do transplante de órgãos, tais como o do coração que ocorreu pela primeira vez com sucesso em 1967 realizado pelo cirurgião Christiaan Barnard (1922-2001).⁷ Este transplante só foi possível após terem sido desenvolvidos sistemas capazes de susterm a vida durante as intervenções cirúrgicas, instrumentos que permitissem aos cirurgiões operarem e repararem as feridas por eles criadas, e métodos que permitissem preservar e transportar os órgãos.

MEDICINA TRANSLACIONAL

A evolução científica e tecnológica registada nas últimas décadas, que conduziu à introdução de novos fármacos e dispositivos no mercado, permite antecipar uma nova era na prestação de cuidados de saúde: a era da medicina personalizada.⁸ Esta nova abordagem permitirá detetar o aparecimento da doença em estágios iniciais, antecipar a sua progressão e aumentar a eficiência do tratamento. Por exemplo, aos doentes oncológicos com melanoma ou leucemia já são oferecidos “diagnósticos moleculares”, que permitem aos clínicos efetuarem tratamento à medida que melhoram as hipóteses de sobrevivência.⁹

Para que este novo paradigma tenha sucesso, é indispensável a continuação e o aprofundamento da comunicação entre a medicina e diversas áreas científicas e de engenharia. Esta abordagem está na base da investigação translacional, que é definida pela Associação Europeia de Medicina Translacional como um ramo interdisciplinar do campo biomédico, assente em três pilares: laboratório (*benchside*), clínica (*bedside*) e comunidade.

A investigação translacional tem como objetivo combinar disciplinas, saberes e técnicas que promovam a prevenção, diagnóstico e terapias.¹⁰ Os termos “investigação” e “medicina” são frequentemente trocados, não havendo



FIGURA 1. Impressão da primeira radiografia por Wilhelm Röntgen (1845–1923) da mão esquerda de Anna Bertha Ludwig, oferecida ao Professor Ludwig Zehnder (1854–1949) do Physik Institut, University of Freiburg, em 1 de janeiro 1896.

fronteiras nítidas entre onde acaba a “investigação” e começa a “medicina”, apesar de a última ser mais orientada para a prática clínica.

O número de adeptos da Medicina Translacional (MT) tem registado um aumento fulgurante, que é traduzido pelo crescimento de publicações disponíveis no motor de pesquisa PubMed de apenas 1 em 2000 para mais de 15200 em 2015.¹¹

São atualmente identificadas cinco áreas de engenharia ligadas à Medicina Translacional: Engenharia de Tecidos, Engenharia Genética e de Proteínas, Nanoengenharia, Instrumentação Biomédica, Tecnologias de informação e Comunicação (*eHealth*), e Novas Abordagens Terapêuticas.¹² Praticamente todos os ramos de engenharia existentes, desde os mais tradicionais como a engenharia mecânica, até aos mais recentes como a engenharia informática, têm uma palavra a dizer em pelo menos uma das áreas referidas. Mas a engenharia biomédica é, por definição e prática, a engenharia mais ligada à Medicina Translacional.

ENGENHARIA BIOMÉDICA

Os desenvolvimentos científicos e tecnológicos na área da saúde e dos cuidados médicos acima referidos possibilitaram, e promoveram, o surgimento da engenharia biomédica, com o objetivo de formar profissionais com valências multidisciplinares, capazes de contribuir de forma ativa para a Medicina Translacional.

Em Portugal, os cursos de engenharia biomédica foram, na sua maioria, criados na década de 2000 por diversas instituições de ensino superior, nomeadamente nas Universidades Nova de Lisboa, Coimbra, Minho e Instituto Superior Técnico. Desde então, os engenheiros biomédicos portugueses têm dado contribuições significativas em diversos campos da medicina, desde a radiologia até à obstetria, passando pelos tratamentos oncológicos.

Para ilustrar a importância e área de atuação da engenharia biomédica, analisemos uma das áreas de cuidados de saúde que, surpreendentemente, não é normalmente associada às áreas de engenharia. Os acidentes e traumas por eles provocados são as principais causas de morte e de incapacidade em todo o mundo,¹³ pois as vítimas de trauma sofrem, frequentemente, lesões internas que comprometem a sua vida, mas que são difíceis de diagnosticar por observação visual.

Após os acidentes, as vítimas devem ser transportadas para os serviços de emergência para lhe serem ministrados os necessários tratamentos o mais rapidamente possível: um atraso de minutos poderá significar a morte. As salas dos serviços de emergência têm melhorado de forma significativa nas últimas décadas, devido, essencialmente, à introdução de avanços tecnológicos que permitem “olhar” para dentro das vítimas de forma rápida e precisa. A ecografia fornece, em segundos, imagens de hemorragias internas, substituindo a cirurgia exploratória e outras abordagens mais demoradas e invasivas. Os atuais instrumentos de ecografia pesam apenas alguns quilogramas, em contraste com as dezenas de quilogramas que pesavam há pouco mais de uma década, o que os torna mais portáteis e acessíveis.

Novos dispositivos que utilizam a técnica da imagem por ressonância magnética (MRI, acrónimo da expressão anglo-saxónica *magnetic resonance imaging*) permitem determinar características anatómicas e funcionais das estruturas internas, possibilitando uma avaliação mais precisa dos danos.¹⁴ Complementarmente, um sensor do tamanho de um vulgar comprimido (WCE, acrónimo de *wireless capsule endoscope*) pode ser ingerido pelos pacientes para registar continuamente a temperatura e recolher imagens, à medida que atravessa o trato intestinal, enviando a informação via *Wi-Fi* ou *bluetooth* para um *tablet* ou telemóvel.¹⁵

Estes dois dispositivos são, apenas, mais um exemplo da interação frutífera entre a medicina e a ciência e engenharia. Quando Wolfgang Pauli (1900-1958) propôs que partículas como os eletrões ou os átomos e respetivos núcleos possuem um momento angular intrínseco designado *spin*, estava longe de imaginar que esta descoberta puramente científica iria estar na base de um dispositivo de diagnóstico médico. O primeiro dispositivo, baseia-se na ressonância magnética nuclear, fenómeno observado quando os núcleos dos átomos são imersos num campo magnético, absorvendo e reemitindo radiação eletromagnética. De igual modo, sem a crescente miniaturização dos circuitos eletrónicos, prevista por Gordon Moore, quando afirmou que o número de transístores num circuito duplica cada dois anos (o enunciado da lei foi posteriormente corrigido para cada 18 meses),¹⁶ não seria possível conceber e realizar o WCE.

Num futuro próximo, os profissionais de saúde poderão dispor de dispositivos de ecografia suficientemente pequenos, podendo ser transportados no bolso e utilizados com a frequência que atualmente são utilizados, por exemplo, os estetoscópios ou os termómetros. Estão também a ser desenvolvidos pequenos sistemas, semelhantes aos atuais *wireless capsule endoscope*, que poderão ser guiados no interior do corpo humano até determinadas localizações, para libertar fármacos¹⁷ ou mesmo iniciar o tratamento de algumas patologias,¹⁸ como por exemplo o cancro.¹⁹

Em paralelo, as tecnologias de comunicação e informação vão moldar a forma como os clínicos se relacionam entre si e com os pacientes. Segundo a revista *Forbes*,²⁰ a atuação irá ser efetuada em cinco vertentes:

- 1. Tratamento de dados para oferecer um melhor diagnóstico e tratamento.** Engenheiros da IBM desenvolveram um supercomputador apelidado “Dr. Watson”, para ajudar os clínicos, que está a ser testado no Memorial Sloan-Kettering Cancer Center em Nova York.
- 2. Auxiliar os clínicos a comunicar com os pacientes.** Estão a ser desenvolvidas aplicações, como a *Omni-fluent Health*, que permitem aos clínicos comunicar com pacientes que falem outra língua, dispensando tradutores não especializados.
- 3. Ligar clínicos a outros clínicos.** Plataformas como a *Dximity* estabelecem redes sociais que possibilitam a troca rápida de experiências entre clínicos.
- 4. Ligar clínicos a pacientes.** A *startup* *Sherpaa* sediada na cidade de Nova York oferece *online* consultas médicas de especialidade, poupando a deslocação aos consultórios ou instituições hospitalares.

5. Auxiliar as pessoas a manterem-se saudáveis. O crescente número de aplicações para telemóveis, como Fitbit e Lark, auxiliam as pessoas a manterem-se ativas, a dormir bem e a comer saudavelmente.

Estes são alguns dos muitos exemplos do campo de atuação da engenharia em geral, e da engenharia biomédica em particular, na medicina. Considerando as centenas de dissertações realizadas nos últimos anos pelos recém-licenciados em engenharia biomédica nas universidades portuguesas, perspetiva-se um reforço das atuais áreas e o aparecimento de novos campos resultantes de problemas e desafios colocados pelos clínicos, os quais surgem da prática diária:

- Em instrumentação, com o objetivo de criar, desenvolver ou validar equipamentos médicos;
- Em biomecânica, com aplicações na área da reabilitação e no diagnóstico de doenças neuromotoras;
- Em processamento de sinal fisiológico, desenvolvendo novos métodos de análise e monitorização de sinais vitais, como os de atividade cardíaca, cerebral, muscular e respiratória;
- Em engenharia de tecidos e biomateriais, com o objetivo de desenvolver tecidos artificiais para substituir e reparar tecidos humanos danificados, e de criar fármacos encapsulados, cuja libertação no organismo seja controlada, consoante as necessidades;
- Em processamento de imagens médicas, com especial atenção na análise de tecidos tumorais, e estudos relacionados com a conectividade entre as diferentes áreas cerebrais e a sua relação com doenças neurológicas.

Muitos destes trabalhos já resultaram em dispositivos e metodologias já em aplicação ou patenteadas e em processo de futura comercialização, tais como “uma técnica indolor de diagnóstico para o cancro da mama”,²¹ e “um sistema de monitorização da corrente sanguínea”,²² e o “Métrica Vertebral” que efetua a análise biomecânica da coluna vertebral através de um equipamento inovador (patenteado nacional e internacionalmente).²³

Na área da saúde, tais como nas restantes áreas de intervenção humana, a realidade ultrapassa sempre a ficção e as previsões, pelo que se afigura um espetacular mundo novo.

CONFLITOS DE INTERESSE: O autor declara a inexistência de conflitos de interesse na realização do trabalho.

FONTES DE FINANCIAMENTO: Não existiram fontes externas de financiamento para a realização deste artigo.

REFERÊNCIAS

1. Koop CE. Health and health care for the 21st century: for all the people. *Am J Public Health*. 2006;96:2090-2.
2. PORTDATA. Esperança de vida à nascença. PORTDATA. [Accessed May 22, 2016] Available at: [http://www.pordata.pt/Portugal/Espan%C3%A7a+de+vida+%C3%A0+nascen%C3%A7a+total+e+por+sexo+\(base+tri%C3%A9nio+a+partir+de+2001\)-418](http://www.pordata.pt/Portugal/Espan%C3%A7a+de+vida+%C3%A0+nascen%C3%A7a+total+e+por+sexo+(base+tri%C3%A9nio+a+partir+de+2001)-418).
3. Moon M. Double amputee controls two robotic arms with his mind. *Engadget*. [Accessed May 20, 2016] Available at: <http://www.engadget.com/2014/12/18/double-amputee-mind-controlled-robot-arms/>. Published May 22, 2016.
4. Berg EG. How insulin pumps work. *Diabetes Forecast*. [Accessed May 20, 2016] Available at: <http://www.diabetesforecast.org/2014/09-sep/how-insulin-pumps-work.html?referrer=https://www.google.pt/>. Published 2012.
5. Glasser O. Wilhelm Conrad Röntgen and the Early History of the Roentgen Rays. London: Norman Pub; 1993.
6. Meggitt G. Taming the Rays. *Lulu.com*; 2008.
7. Brink JG, Hassoulas J. The first human heart transplant and further advances in cardiac transplantation at Groote Schuur Hospital and the University of Cape Town. *Cardiovasc J Afr*. 2009;20:31-5.
8. US Food and Drug Administration. Paving the Way for Personalized Medicine. Washington: FDA; 2013. [Accessed May 22, 2016] Available at: <http://www.fda.gov/downloads/ScienceResearch/SpecialTopics/PersonalizedMedicine/UCM372421.pdf>
9. Personalized Medicine Coalition. The case for personalized medicine. 4th ed. Washington: PMC; 2014.
10. Cohrs RJ, Martin T, Ghahramani P, Bidaut L, Higgins PJ, Shahzad A. Translational Medicine definition by the European Society for Translational Medicine. *New Horizons Transl Med*. 2015;2:86-8.
11. National Center for Biotechnology Information – PubMed. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>
12. Cai W. Engineering in Translational Medicine. London: Springer Science & Business Media; 2013.
13. Saltzman WM. Biomedical engineering: Bridging Medicine and Technology. Cambridge: Cambridge Texts in Biomedical Engineering; 2009.
14. Johnson LM, Choyke PL, Figg WD, Turkbey B. The role of MRI in prostate cancer active surveillance. *BioMed Res Int*. 2014;2014:1-6.
15. Karargyris A, Bourbakis N. Wireless capsule endoscopy and endoscopic imaging: a survey on various methodologies presented. *IEEE Eng Med Biol Mag*. 29:72-83.
16. Brock D editor. Understanding Moore's Law: Four Decades of Innovation. Philadelphia: Chemical Heritage Press; 2006.
17. Woods SP, Constantinou TG. Wireless capsule endoscope for targeted drug delivery: mechanics and design considerations. *IEEE Trans Biomed Eng*. 2013;60:945-53. d
18. Jeon SM, Jang GH, Choi HC, Park SH, Park JO. Magnetic navigation system for the precise helical and translational motions of a microbot in human blood vessels. *J Appl Phys*. 2012;111:07E702.
19. Hauert S, Bhatia SN. Mechanisms of cooperation in cancer nanomedicine: towards systems nanotechnology. *Trends Biotechnol*. 2014;32:448-55.
20. Lee E. 5 Ways technology is transforming health care. *Forbes*. [Accessed May 20, 2016] Available at: <http://www.forbes.com/sites/bmoharrisbank/2013/01/24/5-ways-technology-is-transforming-health-care/#450fa6751e26>.
21. Ricardo desenvolveu uma técnica indolor de diagnóstico para o cancro da mama. [Accessed May 20, 2016] Available at: <http://p3.publico.pt/actualidade/ciencia/14362/ricardo-desenvolveu-uma-tecnica-indolor-de-diagnostico-para-o-cancro-da-ma>.
22. Vaz P, Humeau-Heurtier A, Figueiras E, Correia C, Cardoso J. Laser speckle imaging to monitor microvascular blood flow: a Review. *IEEE Rev Biomed Eng*. 2016:1-1.
23. Quaresma C, Dias I, Forjaz Secca M, Goyri-O'Neill J, Branco J.. Métrica vertebral: a aplicação de uma nova tecnologia na análise da coluna vertebral. *Acta Med Port*. 2013;26:226-3.