

EDITORIAL

A era da nanoescala na Saúde

Editor:

William Waissmann

“É mais estimulante, disse Holmes. Tem sido um axioma meu que as pequenas coisas sejam infinitamente mais importantes.”

Arthur Conan Doyle¹

Há duas décadas, Meirelles elaborou tese de doutoramento em que analisou a miniaturização de instrumentos, a evolução dos processos produtivos humanos e sua associação à redução da necessidade de trabalho socialmente necessário². Instrumentos menores, mais leves, mais facilmente transportados, com propriedades mais engenhosas e diferenciadas permitiram, progressivamente, maior distanciamento das fontes geradoras de matérias primas. A miniaturização seguiu e induziu parte do curso das transformações produtivas, associando-se a mudanças de propriedades funcionais laborais e sociais. A redução dos instrumentos foi componente importante nos ganhos crescentes de produtividade do trabalho humano ao longo dos séculos.

Tais reduções foram permeadas pelo domínio dos materiais. O sistema cronológico de divisão da antiguidade europeia em eras de materiais (pedra, bronze, ferro) permitiu compreender a construção progressiva de novos instrumentos e o papel do domínio dos materiais na passagem dos humanos de caçadores-coletores a seres agrários e urbanos³.

Se é possível compreender o papel da purificação do silício na explosiva e revolucionária era da informação - que ainda vivemos -, estamos em início de nova fase de domínio, com potencial transformador social, mas com diferencial qualitativo sobre as eras precedentes.

Mais do que os materiais em si, o que se põe como primordial neste momento é o tamanho. Materiais em nanoescala, com aproximadamente 1 a 100 nanômetros, são mais reativos e podem possuir propriedades diversas dos mesmos materiais em escalas maiores. É esta penetração na intimidade dos materiais, permitindo que se construam instrumentos, objetos, tecidos; conhecendo-se seus constituintes - seja acoplando-se suas partes, seja desbastando partes maiores até a escala que determine a propriedade desejada - que vem, em grande velocidade, invadindo os interesses de empresários, cientistas, políticos, agências e outros órgãos de países, organismos não governamentais, consumidores. Tanto daqueles que desejam desenvolvimento cada vez maior e mais veloz de derivados das nanotecnologias até dos que pregam moratória completa de suas produções, enquanto não se conhecerem melhor suas potenciais consequências sobre a saúde e o ambiente.

Essas consequências devem ser observadas em amplo espectro. Pelo mínimo, pensando-se em seus impactos positivos e negativos. O que inclui, por óbvio, conhecê-los. E muito se sabe, mas o conhecimento ainda carece de evolução. Nanomateriais podem interagir com o ambiente intracorpóreo de seres vivos, o que dependerá de várias de suas propriedades, conectadas à própria escala do material. Muitos componentes celulares são nanoescalares, interagindo mais facilmente com nanomateriais. Poros celulares e nucleares, proteínas como actina, tubulina (microtúbulos), hemoglobina, anticorpos, diversas proteínas pequenas, a largura das membranas celular e do complexo de Golgi (cada), tRNA, ribossomos, plasmodesmo, anticorpos etc. estão entre tais estruturas⁴. Se a escala permite que se penetre em corpos e células, interaja com componentes e moléculas celulares, viabiliza que seja utilizada para que substâncias atinjam alvos por vezes inalcançáveis sem lesão. Surgiram aplicações variadas: contrastes com nanomateriais especiais; nanocápsulas funcionalizadas direcionando medicamentos a alvos específicos; amplificação da especificidade e sensibilidade na detecção de DNA, RNA, proteínas e outras substâncias indicadoras de doenças por nanossensores presentes em instrumentos de diagnóstico, tratamento e seguimento de pacientes, alguns para rastreamento simultâneo de múltiplas patologias; produção de vacinas mais específicas. Apesar do muito a aprender, os processos de produção de materiais e equipamentos derivados vêm iniciando revo-



lução com forçosa integração e que une, a partir do complexo nanomaterial/composto ou local a ser detectado, uma mesma lógica produtiva, a ser utilizada nas várias fases do adoecer, daí o catapultar da teradiagnose⁵, união de terapêutica e diagnóstico no mesmo senso produtivo e interdisciplinar.

É essa mesma base explicativa, porém, que faz pensar em consequências insalubres e impactos ambientais. Interações mais fáceis são possivelmente capazes de ter atuação diversa. Ligando-se a moléculas e componentes celulares, bloqueando ou estimulando reações, induzem efeitos tóxicos indesejados. Muito já se sabe, muito há por saber. Sabe-se que podem alcançar o cérebro via nervo olfatório, mesmo sem alcançar a corrente sanguínea, com o potencial de dano fibrilar e amiloide, algumas lesam o DNA, alteram cromossomas, interferem com movimentação cromossômica, acumulam no organismo, produzem granulomas, induzem quadros inflamatórios e citotoxicidade por produção de espécies reativas de oxigênio, interferem com os sistema imune e reprodutor, promovem hipercoagulabilidade e redução de vasodilatação, sendo que quase todos os estudos são de natureza experimental, a maioria *in vitro*, iniciando-se agora abordagens epidemiológicas. Compreende-se que as respostas dependem de características dos nanomateriais, como tamanho, área, estabilidade, reatividade química e solubilidade das partículas, dentre outras⁶. Os mesmos efeitos gerais sustentam a agressão potencial ao ambiente, apesar de nanomateriais serem usados com eficiência em remediação de áreas contaminadas.

Os campos de interesse na grande área de saúde são crescentes. Se há potenciais produtivos a trazerem benefícios, que envolvem atuação mais eficaz em ações de prevenção e direto interesse da toxicologia, áreas diversas da saúde pública estão envolvidas. Os primeiros indivíduos sob risco seriam trabalhadores expostos, o que impõe que se analisem ações de proteção e seguimento. Consumidores de produtos em nanoescala, em especial de amplo consumo, como alimentos e medicamentos, devem ter assegurados qualidade e informação sobre o que consomem, incluindo uso potencial de agrotóxicos e outros agroquímicos em nanoescala.

Em qualquer caso, o desenvolver de nanomateriais não deve desconsiderar efeitos sociais, ambientais, sanitários, de seguran-

ça e os desdobramentos éticos e legais que venham a acarretar, o que implica na melhora do fomento para o estudo de tais áreas⁷. Urgem sistemas de controle produtivo, padrões, padronizações e a visão de que sejam praticáveis em ambientes de pequeno e médio porte, fundamentais à produção em grande escala de nanomateriais, prevista como prevalente neste século XXI⁸. São emergentes a democratização das resoluções e a participação da população organizada nas decisões de políticas públicas.

Questões todas afeitas aos marcos necessários à regulação das nanotecnologias e nanomaterias e fundamentais no saber fazer em vigilância sanitária nesta área emergente.

Referências

1. Doyle AC. A Case of Identity. In: The Adventures of Sherlock Holmes, Part 3 [Internet]. 1892. [acesso em 20 nov. 2013]. Disponível em <https://www.goodreads.com/reader/2329-the-adventures-of-sherlock-holmes?percent=0.091001>.
2. Meirelles LA. Miniaturização e redução da necessidade de trabalho [tese]. Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro; 1991. 206 p.
3. Heizer RF. The background of Thomsen's three-age system. Technol Cult. 1962;3(3):259-66.
4. Vigneshwaran N, Prateek J. Biomolecules - Nanoparticles: Interaction in Nanoscale. In: Rai M, Duran N (editores). Metal Nanoparticles in Microbiology. Berlin: Springer-Verlag; 2011. p. 135-50.
5. Lukianova-Hleb E, Mutonga MBG, Lapotko DM. Cell-Specific Multifunctional Processing of Heterogeneous Cell Systems in a Single Laser Pulse Treatment. ACS NANO. 2012;6(12):10973-81.
6. European Union, Public Health. Nanomaterials [Internet]. 2009 [acesso em 22 nov. 2013]. Disponível em: http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/opinions_layman/nanomaterials/en/index.htm#4.
7. Linkov I Satterstrom FK, Monica Jr. JC, Hansen SF, Davis TA. Nano risk governance: current developments and future perspectives. Nanotech L & Bus. 2009;(6):203-20.
8. Brasil. Ministério da Ciência e Tecnologia. Nanotecnologia [Internet]. 2010 [acesso em 21 nov. 2013]. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/ciencia-e-tecnologia/2010/08/nanotecnologia>