

NANOMEDICINA: APLICAÇÕES E RISCOS SOCIOAMBIENTAIS, ALGUMAS REFLEXÕES

LIANE PIONER SARTORI^{*}

RESUMO

A busca pelo bem comum fez com que a sociedade investisse cada vez mais avanços tecnológicos e científicos, o que culminou com a nanotecnologia, dentro do que se inclui a nanomedicina, ciência promissora no campo da saúde, seja pela facilidade de se diagnosticar doenças, seja em razão dos benefícios de nanomateriais utilizados em sua aplicação. A aplicação da nanomedicina, no entanto, é questão controversa, sendo matéria de acirradas e pertinentes discussões.

PALAVRAS-CHAVE: nanomedicina, nanomateriais, controvérsias

ABSTRACT

The pursuit for collective well-being has made society invest more in technological and scientific progress, which resulted in nanotechnology, inside which there is nanomedicine, a promising science in the field of health, either for the facility of diagnosing illnesses or for the benefits of nanomaterials used in its application. However, the application of nanomedicine is a controverted matter and a target for strained and pertinent discussions.

KEYWORDS: nanomedicine, nanomaterials, controversies.

SUMÁRIO

Resumo; Introdução; 1-Nanomedicina: perspectivas científicas emergentes na sociedade; 2. Nanomedicina e nanomateriais: a importância da transdisciplinaridade; 3. Aplicação da Nanomedicina e saúde socioambiental: Questões Controvertidas; Referências.

INTRODUÇÃO

A capacidade do homem quanto à busca de novas descobertas, sempre almejando o bem comum, permitiu que a tecnologia avançasse de forma surpreendente e nunca antes vista

^{*} Mestranda em Direito Ambiental pela UCS – Universidade de Caxias do Sul.

pela sociedade. Com os avanços da tecnologia e da ciência, dentre outros campos do conhecimento, foi possível dispor à humanidade procedimentos tidos em tempo não muito remoto como impossíveis, como é o caso da fertilização artificial e da clonagem de mamíferos.

Diante deste contexto, surgiu a nanotecnologia – essa nova tecnologia do século XXI –, que se utiliza de materiais nanométricos e da qual surge a nanomedicina, objeto do presente estudo, que tem como escopo refletir questões pertinentes acerca do tema.

No campo médico, os nanomateriais estão sendo amplamente utilizados, desde a fabricação de fármacos, produtos cosméticos, até a aplicação em próteses, por exemplo.

Assim, e porque, conforme propaga Kant, as atitudes humanas devem ter em conta sempre o homem como fim, e não como meio, a prática da nanomedicina não é questão pacífica entre estudiosos de diversos campos do saber.

Ao contrário, a existência de aspectos favoráveis à prática dessa ciência tão recente, em detrimento de ponderações contrárias à utilização da nanomedicina, demonstra que a utilização de nanomateriais, quando o assunto é saúde e meio ambiente, é bastante controversa, sendo oportuna, portando, a discussão acerca do tema.

1 – NANOMEDICINA: PERSPECTIVAS CIENTÍFICAS EMERGENTES NA SOCIEDADE

O galgar da sociedade pelo melhor, belo bem comum, consubstanciado na felicidade, no desenvolvimento, no aprimoramento de melhores condições de vida, culminou com descobertas decorrentes de avanços tecnológicos, científicos e biológicos, muito significativas. Tanto que, a partir de meados do século XX, a humanidade passou a se deparar com avanços científicos e tecnológicos que permitiram confortos ou benefícios antes tidos como inatingíveis, quando não impossíveis.

Quem poderia imaginar que o telex (cujo preço era estabelecido por quantidade de caracteres) seria substituído por fax (cobrado por página)? Alguém acreditaria que as então modernas máquinas de escrever elétricas dariam lugar ao computador? E a correspondência eletrônica (e-mail) ou comunicação visual e instantânea entre pessoas distanciadas por quilômetros, seriam imagináveis no final da década de 50, por exemplo, quando ainda o meio de transporte mais utilizado era o trem?

Para quem nasceu até a década de 80, a resposta para os

questionamentos acima até não muito tempo atrás certamente seria negativa.

No entanto, a capacidade do homem fazer descobertas, aliada aos avanços progressivos nos campos tecnológicos e científicos, permitiram que sociedade usufrua, atualmente, de benefícios que auxiliam no cotidiano, seja pela facilidade com que tem para se comunicar com pessoas localizadas em qualquer parte do globo terrestre (através de telefone, internet, rádio, dentre outros), seja porque os meios de transportes são ágeis, variados e disponíveis, o que facilita a locomoção em período de tempo muito inferior àquele exigido em décadas passadas, seja porque em sua própria casa o homem pode usufruir de equipamentos eletrônicos que facilitam afazeres domésticos ou a própria visão (através da televisão) em tempo real de acontecimentos mundiais.

Em face de tantos avanços, obviamente a saúde, que promove o bem-estar e que é direito de todos, não poderia ficar de fora, tendo a medicina, a tecnologia e a própria ciência se esforçado para a evolução nesse campo do conhecimento.

Há anos não muito distantes, se alguém que acreditasse na realização de cirurgia através de observação por vídeo, por exemplo, certamente seria visto como insano. O mesmo poderia ser dito, com quem aventasse a possibilidade da fecundação in vitro, a inseminação artificial, a criogenia¹ ou a própria clonagem de mamíferos, concretizada em 1997².

Aliás, foi durante a segunda metade do século XX que os avanços científicos e tecnológicos no campo médico passaram a ser percebidos, tanto que partiu dessa época a criação de Unidades de Terapia Intensiva, os transplantes de rins, o diagnóstico de morte cerebral, as novas descobertas da psicofarmacologia, a regulação hormonal da procriação³, dentre outros progressos medicinais.

Seja como for, estamos vivendo o pós-moderno, no qual se constata tanto a realização de procedimentos no corpo humano com técnicas mínimas de invasão, como a fertilização de forma artificial, o congelamento de embriões, a criação de clones humanos, dentre tantos outros procedimentos que, ao mesmo tempo que encantam, são motivos de questionamentos.

¹ Processo de congelamento para preservação de embriões humanos.

² Famoso caso do clone de um mamífero adulto, que originou a ovelha Dolly.

³ Conforme SOARES, André Marcelo M. Bioética. In Bioética e Biodireito. São Paulo: Loyola, 2002,p.13.

A propósito, Gisele Echterhoff⁴ destaca que [...] o desenvolvimento das ciências e das técnicas, nos dois últimos séculos, trouxe consigo desafios que têm a ver com o surgimento de novos tipos de relações no quadro cultural da tecno-civilização (...). A principal dessas intervenções é a que ocorre no corpo das ciências biológicas, onde o homem, ao ampliar seu domínio sobre a natureza, intervém na sua própria condição natural e possibilita a implantação de tecnologias [...].

Diante deste contexto, do qual se extrai a abertura para novos objetos de conhecimento, destaca-se a nanomedicina, uma das formas pela qual a humanidade busca o bem comum, o desenvolvimento, o aprimoramento de melhores condições de vida e de saúde.

É justamente a nanomedicina o objeto do presente estudo, que não pretende esgotar o tema (o que, aliás, seria impossível, diante de tanto que ainda se tem a descobrir), mas tão-somente trazer à lume questões atinentes à matéria e que estão presentes em nosso cotidiano.

Nas palavras de Eliton S. de Medeiros, Leonardo G. Paterno e Luiz H. C. Mattoso, “uma revolução vem acontecendo na ciência e tecnologia desde o entendimento que os materiais em escala nanométrica – nanoescala – podem apresentar novos comportamentos e/ou propriedades diferentes daquelas que geralmente apresentam em escala macroscópica”⁵.

Segundo Duran, Matoso e Morais,

nano é um termo técnico usado em qualquer unidade de medida, significando um bilionésimo dessa unidade, por exemplo, um nanômetro equivale a um bilionésimo de um metro (1nm=1/1.000.000.000m) ou aproximadamente a distância ocupada por cerca de 5 a 10 átomos, empilhados de maneira a formar uma linha.⁶

2 – NANOMEDICINA E NANOMATERIAIS: A IMPORTÂNCIA DA TRANSDISCIPLINARIDADE

Feitos os esclarecimentos acima, impõe-se conceituar

⁴ O princípio da dignidade da pessoa humana e a biotecnologia. In MEIRELLES, Jussara Maria Leal de (COORD). Biodireito em Discussão. Curitiba: Juruá, 2007, p. 112.

⁵ Nanotecnologia. In DURÁN, Nelson. MATTOSO, Luiz Henrique Capparelli. MORAIS, Paulo César. Nanotecnologia. São Paulo: Artiber, 2006, p.13.

⁶ Nanotecnologia – Introdução, Preparação e Caracterização de Nanomateriais e Exemplos de Aplicação. São Paulo: Artiber, 2006.

nanomedicina, o que fazemos citando Maurício Carles e Ligia Hermosila, para quem

A nanomedicina trata da miniaturização de robôs (fabricados com nanotubos) que são introduzidos na corrente sanguínea, por meio de injeção, baseando-se na manipulação de átomos e moléculas, vasculhando todo o corpo humano e podendo executar as mais diversas tarefas, dentre as quais a cura de inúmeras doenças sem o recurso das cirurgias.⁷

Considerando que nanotecnologia é definida como “um conjunto de ações de pesquisas desenvolvimento e inovação que são obtidas graças às especiais propriedades da matéria organizada a partir de estruturas de dimensões nanométricas”⁸, percebe-se que nanotecnologia e nanomedicina se tratam de verdadeiras ciências transdisciplinares, relacionadas à manipulação de átomos e moléculas em escala nanométrica, objetivando formar novos produtos, criar novos seres vivos e dispositivos que permitem novas funções a produtos já existentes.

Maria Rafaela Junqueira Bruno Rodrigues atesta que “há uma correlação entre disciplinas que levam a bioética a avaliar profundamente a natureza do fato questionado”⁹, no que se inclui a nanomedicina. Aliás, de acordo com que afirma Fernanda Schaefer, a transdisciplinaridade, que é um método de pensamento e de ação que pressupõe a integração completa de disciplinas, é uma marca dos tempos atuais e fruto da exigência dos avanços biotecnológicos, uma vez que, sem a sua utilização, corre-se o risco de inviabilizar ou proibir importantes pesquisas, impossibilitar a melhora da qualidade de vida da humanidade.¹⁰

Indiscutível, assim, que tais ciências possuem vasto campo de desenvolvimento na era global e trazem perspectiva promissora em nível de avanços medicinais, eletrônicos e biotécnicos.

Os materiais utilizados em nanoescala podem exibir características diferentes das substâncias em escala micro e macro,

⁷ O Futuro da Medicina: Nanomedicina. Disponível em <<http://www.revista.inf.br/veterinaria10/revisao/edic-vi-n10-RL62.pdf>. Data do acesso: 21/10/2010).

⁸ PREMEBIDA, Adriano; MARTINS, Paulo; DULLEY, Richard Domingues; BRAGA, Ruy. Revolução Invisível: desenvolvimento recente da nanotecnologia no Brasil. São Paulo: Xamã, 2007, p. 53.

⁹ RODRIGUES, Maria Rafaela Junqueira Bruno. Biodireito – Alimentos Transgênicos. Franca: 1998, p. 58.

¹⁰ Bioética, Biodireito e Direitos Humanos. In MEIRELLES, Jussara Maria Leal de (Coord). Biodireito em Discussão. Curitiba: Juruá, 2007, p.33.

como maior resistência e elasticidade, menor peso, por exemplo, fatores importantes para a saúde, o que demonstra que a nanomedicina vem se destacando no campo médico.

O governo brasileiro está atento ao potencial da tecnologia relativa a dispositivos nanométricos, tanto que investe cada vez mais em projetos do setor, inclusive com inauguração do Labnano (Laboratório Multiusuário de Nanociência e Nanotecnologia), no Rio de Janeiro, o qual tem o objetivo de impulsionar as pesquisas na área de materiais nanoestruturados, com gama de aplicações também em diagnósticos médicos.¹¹

Para o seu propósito, a nanomedicina utiliza nanomateriais, nanoestruturas, nanotubos, nanocápsulas, nanofibras, nanopinças, dentre outros.

Com o escopo de melhor ilustrar a matéria, importa tecer alguns comentários acerca de alguns materiais. As nanoestruturas são representadas pelas nanopartículas, nanoesferas e nanoemulsões, sendo estas últimas as chamadas pomadas inteligentes.

Sobre nanopartículas, que têm pelo menos uma de suas dimensões menor que 100 nm¹², Paulo César de Moraes e Emília Celam de Oliveira Lima afirmam que aquelas “de metais ferromagnéticos ou de óxidos magnéticos podem ser preparadas por uma variedade de métodos físicos e químicos”¹³.

Na área biológica, segundo os autores referidos, as principais aplicações estão na separação celular, carreadores de drogas e agentes de contraste por imagem por RMN¹⁴, sendo que, “para aplicações biológicas, as nanopartículas magnéticas devem ser recobertas com moléculas biocompatíveis e veiculadas em meio fisiológico”¹⁵.

Importa referir que as nanopartículas de fibra são utilizadas para a fabricação de telas com propriedades antimanchas e antirugas, presentes em cosméticos, produtos dermatológicos ou com fins terapêuticos. Para demonstrar o quanto os avanços da

¹¹ ALENCAR, NATALI. Nanociência avança no Brasil. Revista Com Ciência Ambiental. Ano 6. São Paulo: 2011, p. 43-4.

¹² Conforme Glossário apresentado por Nelson Durán, Luiz Henrique Capparelli Mattoso e Paulo César Moraes. São Paulo: Artliber, 2006, p.26

¹³ Técnicas de Preparação de Nanopartículas Magnéticas e Fluidos Magnéticos. In DURÁN, Nelson. MATTOSO, Luiz Henrique Capparelli. MORAIS, Paulo César. Nanotecnologia. São Paulo: Artliber, 2006, p.83.

¹⁴ Técnicas de Preparação de Nanopartículas Magnéticas e Fluidos Magnéticos. In DURÁN, Nelson. MATTOSO, Luiz Henrique Capparelli. MORAIS, Paulo César. Nanotecnologia. São Paulo: Artliber, 2006, p.95.

¹⁵ Op.cit., p. 99.

nanomedicina está presente em nossa sociedade, vale destacar que medicamentos que utilizam nanomateriais são disponibilizados no mercado, como é o caso do Doxil¹⁶, do catéter denominado *SilvaGard AcryMed*¹⁷ e do *Rapamune*¹⁸.

Na área dos cosméticos, a principal aplicação se dá nos protetores solares, “nos quais o diâmetro das nanopartículas utilizadas é de aproximadamente 10nm”¹⁹. As nanoemulsões também são muito comuns em cosméticos, as quais produzem características ópticas, táteis e de textura ideais para produtos com boa aceitação ao consumidor.²⁰

A propósito, a produção anual estimada de materiais que contêm substâncias em nanoescala saltou em toneladas, com perspectiva de que a marca de 100.000 toneladas seja atingida na próxima década, o que demonstra a inevitável exposição humana e ambiental aos nanomateriais.²¹

Para se ter ideia da aceitação de nanomateriais no mercado, basta referir que os nanotubos e nanofulerenos, por apresentarem espaços internos vazios, também vêm sendo investigados como transportadores de fármacos.²²

¹⁶ Sistema com nanopartículas baseadas em lipossomos (injeção de lipossomos), utilizado no tratamento de câncer do útero. O produto foi aprovado no FDA (Food and Drug Administration, órgão governamental dos Estados Unidos que faz o controle de medicamentos e outros produtos) em 1999.

¹⁷ Produto recoberto com nanopartículas de prata, o qual evita infecções. Aprovado no FDA em 2004.

¹⁸ Formulação com nano partículas de sirolimus, utilizado por pacientes que recebem transplante de órgãos. Aprovado no FDA em 2000. Objeto de ações judiciais envolvendo fornecimento de medicamento, como é o caso da Apelação Cível nº 7003878820, do TJRS.

¹⁹ PASCHOALINO, Matheus P.; MARCONE, Glauciene P. S.; JARDIM, WILSON. Os Nanomateriais e a Questão Ambiental. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422010000200033&script=sci_arttext. Data do acesso: 08/04/2011.

²⁰ PASCHOALINO, Matheus P.; MARCONE, Glauciene P. S.; JARDIM, WILSON. Os Nanomateriais e a Questão Ambiental. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422010000200033&script=sci_arttext. Data do acesso: 08/04/2011.

²¹ PASCHOALINO, Matheus P.; MARCONE, Glauciene P. S.; JARDIM, WILSON. Os Nanomateriais e a Questão Ambiental. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422010000200033&script=sci_arttext. Data do acesso: 08/04/2011.

²² PASCHOALINO, Matheus P.; MARCONE, Glauciene P. S.; JARDIM, WILSON. Os Nanomateriais e a Questão Ambiental. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422010000200033&script=sci_arttext. Data do acesso: 08/04/2011.

3 – APLICAÇÃO DA NANOMEDICINA E SAÚDE SOCIOAMBIENTAL: QUESTÕES CONTROVERTIDAS

Ocorre que, de acordo com os ensinamentos de Kant²³, para quem as ações deveriam se dar de tal maneira que a humanidade fosse usada sempre e simultaneamente como fim e nunca simplesmente como meio, pode-se afirmar que as pesquisas nanotech, no que se inclui a nanomedicina, deve ser sempre um meio para que as necessidades humanas, tidas como fim, possam ser atendidas dentro do melhor possível.

Assim, as descobertas advindas da nanomedicina, bem como a utilização de nanomateriais no campo da saúde, seja para simples tratamento dermatológicos ou para tratamento de doença como câncer, por exemplo, dão ensejo a acirradas discussões, tendo em vista que a utilização dos materiais em nanoescala é questão controversa.

É que, nas palavras de José de Souza Fernandes, os problemas que emergem a cada dia do campo da aplicação biotecnológica à medicina clínica, reprodutiva, farmacêutica, bem como ao meio ambiente, são inúmeros e difíceis de serem regulamentados.²⁴

Por oportuno, convém destacar que a ausência de regulamentação dos nanomateriais não passa despercebida por estudiosos, havendo quem defenda ser imprescindível a referida regulamentação²⁵.

Outrossim, “a intervenção humana no mundo, na natureza e na estrutura bioquímica do ser humano não é uma questão simples, mas profundamente problemática”²⁶, sendo que, ao mesmo tempo em que existem argumentos favoráveis à nanomedicina, há posicionamentos contrários à prática dessa ciência.

Como argumentos favoráveis à aplicação das descobertas obtidas através da nanomedicina, pode-se destacar a qualidade do

²³ KANT, Immanuel. *A Metafísica dos Costumes*. Tradução: Edson Bini. Bauru: Edipro, 2003.

²⁴ Bioética, Biodireito e Religião no Diálogo sobre Eutanásia – Contribuições para o aprofundamento do biodireito a partir do magistério da Igreja. In NAVES, Bruno Torquato de Oliveira Naves; SÁ, Maria de Fátima Freire. *Bioética, Biodireito e o novo Código Civil de 2002*. Belo Horizonte: Del Rey, 2004, p.29.

²⁵ Como é o caso de Matheus Paschoalino, Glauciene Marcone e Wilson Jardim, no livro *Os Nanomateriais e a Questão Ambiental* (P. 427). Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422010000200033&script=sci_arttext.
Data do acesso: 08/04/2011.

²⁶ FERNANDES, José de Souza. *Op.cit.*,p.30.

material e o fato de que os materiais dessa espécie utilizam menos matéria-prima, o que se coaduna com ideia de preservação ambiental.

Conforme afirma Wilson Engelmann²⁷,

[...] nanotecnologia engloba as tecnologias da informação (bits), a manipulação de átomos, a neurociência e a biotecnologia, portanto, a nanotecnologia encontra-se em processo de convergência. Conforme estimativa realizada pela revista National Science Foundation, num lapso temporal compreendido entre 10 (dez) e 20 (vinte) anos, significativa parte da produção industrial relativa à saúde e meio ambiente será alterada por esta nova tecnologia. Isso porque ao realizarem-se manipulações atômicas e moléculas individuais, a nanotecnologia permitirá maior controle sobre a tecnologia atual, admitindo, inclusive, controlar a poluição, a destruição ambiental e a reciclagem de tudo que se possa imaginar.

Nas palavras de Edilson Gomes de Lima,²⁸

[...]com a nanotecnologia avançada, será possível o desenvolvimento de proteínas mais resistentes para a construção de nanotecidos ou tecidos sintéticos, esses tecidos poderão substituir órgãos danificados e não apresentarão rejeição, esses nanotecidos serão muito mais resistentes.

Merece destaque também o que disse Rafael Luiz Ferronato²⁹ em sua dissertação de mestrado, no sentido de que o controle do momento exato da liberação de substâncias ativas de cápsulas, permitido pela nanotecnologia, é valorizado pela Medicina, por proporcionar que os fármacos sejam absorvidos mais lentamente e em locais específicos do corpo.

Não se pode deixar de mencionar “as características que controlam as propriedades dos nanomateriais estão em uma escala abaixo da resolução do microscópio da luz”³⁰, principal razão da

²⁷ Nanotecnologias e o in dúbio pro ambiente :um olhar ambiental sobre os riscos do emprego de materiais com escala nanométrica. Disponível em <http://www.planetaverde.org/teses/Andre%20Flores%20e%20Wilson.pdf>. Data do acesso 27/07/2010.

²⁸ Tratados Científicos: a nanotecnologia Avançada. São Paulo: Agbook, 2009, p.165.

²⁹ Nanotecnologia, Ambiente e Direito: Desafios para a sociedade na direção de um marco regulatório, p.20. Disponível em http://tede.uces.br/tde_arquivos/2/TDE-2010-08-26T061836Z-360/Publico/Dissertacao%20Rafael%20Luiz%20Ferronato.pdf. Data do acesso 11/04/2011.

³⁰ DURÁN, Nelson. MATTOSO, Luiz Henrique Capparelli. MORAIS, Paulo César. Nanotecnologia. São Paulo: Artliber, 2006, p. 102.

grande utilidade da microscopia eletrônica, que substitui microscópios ópticos “devido à inexistência de lentes perfeitas”.³¹

Outrossim, de acordo com Eric Drexler, considerado o pai da nanomedicina, os nanomateriais possibilitam a manipulação e observação de célula de modo direto, tornando tanto o diagnóstico como o tratamento mais seguros e eficazes.³²

Como se pode observar, a gama de ponderações favoráveis à nanomedicina é vasta. Contudo, também são inúmeros os argumentos contra a utilização da nanomedicina, levando em considerações os aspectos que envolvem os riscos de impacto à saúde humana e do ambiente, ou seja a saúde socioambiental.

Nas palavras de Engelman e Flores, “ao passo que são apresentados a potencialidade desta nova tecnologia do século XXI, surge, também, a necessidade de avaliação e inclusão de esforços intensivos e transdisciplinares para preencher as lacunas de informações existentes a despeito do comportamento de nanomateriais.”³³

Isso porque, dadas as características intrínsecas das nanopartículas (tamanho, área superficial, capacidade de aglomeração), que podem ocasionar, de forma acumulativa, danos à cadeia alimentar, há o potencial risco de contaminação ambiental³⁴, o que certamente repercute no bem estar do homem.

A propósito,

com a crescente necessidade do conhecimento dos riscos podenticias dos compostos nanoestruturados diretamente relacionados à saúde humana, surgiu o termo nanotoxicologia, que tem como objetivo estudar e avaliar a toxicidade de nanomateriais e nanodispositivos diretamente em contato com o homem.³⁵

³¹ DURÁN, Nelson. MATTOSO, Luiz Henrique Capparelli. MORAIS, Paulo César. Nanotecnologia. São Paulo: Artliber, 2006, p.103.

³² Biological and nanomechanical Systems: Contrast in Evolutionay Capacity. disponível em www.revista.inf.br/veterinaria10/revisao/edic-vi-n10-RL62.pdf Data do acesso: 12/04/2011.

³³ Nanotecnologias e o in dúbio pro ambiente :um olhar ambiental sobre os riscos do emprego de materiais com escala nanométrica. Disponível em <http://www.planetaverde.org/teses/Andre%20Flores%20e%20Wilson.pdf>. Data do acesso 27/07/2010.

³⁴ PASCHOALINO, Matheus P.; MARCONE, Glauciene P. S.; JARDIM, WILSON. Os Nanomateriais e a Questão Ambiental. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422010000200033&script=sci_arttext. Data do acesso: 08/04/2011.

³⁵ PASCHOALINO, Matheus P.; MARCONE, Glauciene P. S.; JARDIM, WILSON. Os Nanomateriais e a Questão Ambiental. Disponível em

Com o escopo de ilustrar ponderações desfavoráveis à utilização de nanomateriais na esfera médica, importa destacar que Paschoalino, Marcone e Jardim, falando de nanopartículas de prata, que têm atividade bactericida e que vêm sendo incorporado em diferentes produtos da área médico-hospitalar, como tecidos e implantes, próteses ósseas, instrumentos cirúrgicos, alertam que “estudos recentes demonstram que estas partículas quando inaladas podem ser bioacumulativas no cérebro, e quando absorvidas pela pele podem ocasionar danos a estruturas celulares fundamentais, como as mitocôndrias”.³⁶

Ademais, as nanopartículas “podem ser indesejáveis quando liberadas ao meio ambiente”³⁷, devido ao tamanho, o que facilita a difusão e transporte na atmosfera, na água, no solo.

Há também o fator místico, religioso, fazendo com que se questione “até que ponto o homem, exercendo ou desempenhando funções dentro da sociedade, pode desafiar as leis da natureza”³⁸, substituindo, por exemplo, o sangue ou os neurônios, por materiais nanométricos?³⁹

MARIA HELENA DINIZ alerta:

[...] não há como desvincular as ciências da vida do direito. Assim, a bioética e o direito caminham *pari passu* na difícil tarefa de separar o joio do trigo, na colheita dos frutos plantados pela engenharia genética, pela embriologia e pela biologia molecular, e de determinar, com prudência objetiva, até onde as ciências da vida poderão avançar sem que haja agressões à dignidade da pessoa humana”.⁴⁰

Outra questão que merece destaque é aquela atinente ao acesso aos nanomateriais: Um dos postulados práticos fundados no caráter mutante da sociedade e das normas morais, é “garantir a

http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422010000200033&script=sci_arttext.

Data do acesso: 08/04/2011.

³⁶ Op.cit.

³⁷ QUINA, Frank. Nanotecnologia e o Meio Ambiente: Perspectivas e Riscos. Química Nova. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422004000600031. Data do acesso: 16/07/2010.

³⁸ Questionamento feito por Maria Rafaela Junqueira Bruno Rodrigues, no quarto capítulo do livro Biodireito – Alimentos Transgênicos. Franca: 1998, p.77

³⁹ O cientista Robert. A. Freitas afirmou, em entrevista disponível em <http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=010180030820> (data do acesso: 11/04/2010), que “logo será possível substituir inteiramente o sangue humano por Nanorobos, máquinas diminutas” denominadas vasculóides.

⁴⁰ O Estado atual do biodireito. São Paulo: Saraiva, 2001, p. 9.

todos os indivíduos o acesso à medicina com nível mais alto⁴¹, no que se inclui a nanomedicina.

José Luiz Quadros Magalhães, discorrendo sobre alternativa democrática para biotecnologia e segurança, assegura: “estamos diante de uma tecnologia que permite prolongar a vida humana cada vez mais, para quem pode pagar, é lógico”.⁴²

Assim, questiona-se: Se o desenvolvimento científico avançado, no que se inclui a nanomedicina, tem o intuito de alcançar o bem comum, de curar doenças, enfim, de proporcionar bem estar, questiona-se: será que toda a humanidade, independentemente da classe social ou do local do globo terrestre em que reside, terá acesso a materiais fabricados em nanoescadas, a pomadas inteligentes, a nanopartículas de prata? Ou será que somente aqueles que têm condições financeiras poderão dispor da avançada ciência denominada nanomedicina para diagnosticar câncer, curar suas doenças ou retardar o envelhecimento da pele, por exemplo?

Verifica-se, assim, que a aceitação da nanomedicina, bem como sua prática e o incentivo às novas descobertas desse campo do conhecimento perpassa por questões que vão além da tecnologia, da religião, da economia, dentre outros campos do conhecimento, sendo apropriada a discussão acerca do tema, que ainda tem muito a ser explorado.

Entende-se que, conforme assinala Fernanda Schaefer, “cabe à Bioética estabelecer limites éticos racionais para que se possa construir um Biodireito capaz de limitar, mas não impedir o desenvolvimento científico e a busca de novos conhecimentos”.⁴³

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dada a constante busca de aprimoramento pelo homem, visando o bem comum, a felicidade, o bem estar, a saúde, os avanços científicos e tecnológicos conduzem a descobertas que envolvem a manutenção da vida, da saúde, do bem estar e do próprio meio ambiente.

⁴¹ RODRIGUES, Maria Rafaela Junqueira Bruno. Biodireito – Alimentos Transgênicos. Franca: 1998, p.69.

⁴² Biotecnologia e Segurança: A alternativa Democrática. In SÁ, Maria de Fátima Freire de; NAVES, Bruno Torquato de Oliveira Naves. Bioética, Biodireito e o novo Código Civil de 2002. Belo Horizonte: Del Rey, 2004, p. 159.

⁴³ Bioética, Biodireito e Direitos Humanos. In MEIRELLES, Jussara Maria Leal de. Biodireito em Discussão. Curitiba: Juruá, 2007, p. 42.

Dentre tais descobertas, encontra-se a nanomedicina, que lança mão de nanomateriais, nanoestruturas, nanorrobôs, dentre outros, para diagnosticar doenças, liberar fármacos em quantidade necessária no corpo, curar enfermidades como o câncer, por exemplo.

Ocorre que, simultaneamente ao fato de que a utilização da nanomedicina vem ao encontro de anseios da sociedade, seja, por exemplo, pela possibilidade de curas de doenças antes incuráveis, seja pela hipótese de retardamento do envelhecimento, através de pomadas inteligentes, ou até porque utilizam menos material, o que é favorável à preservação ambiental, surgem os inegáveis riscos que podem advir do uso inadvertido de nanopartículas.

Os mesmos nanomateriais utilizados em favor da natureza e da saúde, quando descartados e lançados no meio ambiente, ou se utilizados de forma indevida no corpo humano, podem causar riscos à saúde, ao bem estar, à natureza, fatores que servem para ponderações contrárias à aplicação da nanomedicina, especialmente pelo fato de que ainda não se conhecem todos os riscos que podem advir da utilização de materiais em nanoescala.

Mostra-se oportuno, assim, refletir sobre essa nova ciência que é a nanomedicina, que muito ainda tem a ser desvendada e promover o debate sobre a regulamentação das atividades dessa área de modo a proteger os direitos das gerações presentes e futuras.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, NATALI. Nanociência avança no Brasil. Revista Com Ciência Ambiental. Ano 6. São Paulo: 2011.

CARLES, Maurício. HERMOSILA, Lígia. O Futuro da Medicina: Nanomedicina. Disponível em <<http://www.revista.inf.br/veterinaria10/revisao/edic-vi-n10-RL62.pdf>>. Data do acesso: 21/10/2010).

DINIZ, Maria Helena. O Estado atual do biodireito. São Paulo: Saraiva, 2001.

DURÁN, Nelson. MATTOSO, Luiz Henrique Capparelli. MORAIS, Paulo César. Nanotecnologia. São Paulo: Artliber, 2006.

ECHTERHOFF, Gisele. O princípio da dignidade da pessoa humana e a biotecnologia. In MEIRELLES, Jussara Maria Leal de (COORD). Biodireito em Discussão. Curitiba: Juruá, 2007.

ENGELMANN, Wilson; FLORES, André Stringui. Nanotecnologias e o in dúbio pro ambiente: um olhar ambiental sobre os riscos do emprego de materiais com escala nanométrica. Disponível em <http://www.planetaverde.org/teses/Andre%20Flores%20e%20Wilson.pdf>. Data do acesso 27/07/2010.

FERRONATO, Rafael Luiz. Nanotecnologia, Ambiente e Direito: Desafios para a sociedade na direção de um marco regulatório. Disponível em http://tede.ucs.br/tde_arquivos/2/TDE-2010-08-26T061836Z-360/Publico/Dissertacao%20Rafael%20Luiz%20Ferronato.pdf. Data do acesso 11/04/2011.

KANT, Immanuel. A Metafísica dos Costumes. Tradução: Edson Bini. Bauru: Edipro, 2003.

MAGALHÃES, José Luiz Quadros de. Biotecnologia e Segurança: A alternativa Democrática. In SÁ, Maria de Fátima Freire de; NAVES, Bruno Torquato de Oliveira Naves. Bioética, Biodireito e o novo Código Civil de 2002. Belo Horizonte: Del Rey, 2004.

MORAIS, Paulo César de Moraes. LIMA, Emília Celam de Oliveira. Técnicas de Preparação de Nanopartículas Magnéticas e Fluidos Magnéticos. In DURÁN, Nelson. MATTOSO, Luiz Henrique Capparelli. MORAIS, Paulo César. Nanotecnologia. São Paulo: Artliber, 2006.

PASCHOALINO, Matheus P.; MARCONE, Glauciene P. S.; JARDIM, WILSON. Os Nanomateriais e a Questão Ambiental. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422010000200033&script=sci_arttext. Data do acesso: 08/04/2011.

PREMEBIDA, Adriano; MARTINS, Paulo; DULLEY, Richard Domingues; BRAGA, Ruy. Revolução Invisível: desenvolvimento recente da nanotecnologia no Brasil. São Paulo: Xamã, 2007.

RODRIGUES, Maria Rafaela Junqueira Bruno. Biodireito – Alimentos Transgênicos. Franca: 1998.

SCHAEFER, Fernanda. Bioética, Biodireito e Direitos Humanos. In MEIRELLES, Jussara Maria Leal de. Biodireito em Discussão. Curitiba: Juruá, 2007.