

Reflexões sobre nanomedicina, ciência do século XXI, ante a ética ambiental

*Reflections on nanomedicine, science of the century,
front to environmental ethics*

Liane Pioner Sartori*

Resumo: A busca pelo bem comum fez com que a sociedade alcançasse, 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 diagnosticarem doenças, seja em razão dos benefícios de nanomateriais utilizados em sua aplicação. A aplicação da nanomedicina, no entanto, é questão controvertida, sendo matéria de acirradas e pertinentes discussões, especialmente quando vista à luz da ética ambiental.

Palavras-chave: Nanomedicina. Nanomateriais. Controvérsias. Ética ambiental.

Abstract: The search for the common good made the society reach more and more technological and scientific advances, which resulted with nanotechnology, which includes within nanomedicine, promising science in health, that is easy to diagnose diseases, whether due to the benefits of nanomaterials use in your application. The application of nanomedicine, however, is controversial issue, being matter of heated discussions and relevant, especially when viewed in the light of environmental ethics.

Keywords: Nanomedicine. Nanomaterials. Controversies. Environmental ethics.

* Advogada licenciada. Assessora de Juiz de Direito, Mestranda em Direito Ambiental.

Introdução

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

Diante desse 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 acerca de questões pertinentes ao tema, especialmente ante a ética ambiental.

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

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, o que torna oportuna, portanto, a discussão acerca do tema.

1 Nanomedicina: avanço científico presente na sociedade

O galgar da sociedade pelo melhor, pelo bem comum, consubstanciado na felicidade, no desenvolvimento e no aprimoramento de melhores condições de vida, culminou com descobertas decorrentes de avanços tecnológicos, científicos e biológicos expressamente significativas.

Tanto que, a partir de meados do século XX, a humanidade passou a se deparar com produtos de avanços científicos e tecnológicos que permitiram conforto 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*) e a comunicação visual e instantânea entre pessoas distanciadas por quilômetros, seriam imagináveis no final da década de 50 (séc. XX), 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 há não muito tempo, certamente seria negativa.

No entanto, a capacidade do homem de fazer descobertas, aliada aos avanços progressivos nos campos tecnológico e científico, como dito, permitiram que a sociedade usufrísse, atualmente, de benefícios que auxiliam no cotidiano, seja pela facilidade de se comunicar com pessoas localizadas em qualquer parte do globo terrestre (através de telefone, internet, rádio, dentre outros), seja porque os meios de transporte 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 facilitadores de afazeres domésticos (máquinas disso ou daquilo, cafeteira, barbeador, a título de exemplificação) 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 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, alguém que acreditasse em realização de cirurgia através de observação por vídeo, por exemplo, certamente seria visto como insano. O mesmo se diga com quem aventasse a fecundação *in vitro*, a inseminação artificial, a criogenia¹ ou a própria clonagem de mamífero, concretizada em 1997.²

Aliás, foi durante a segunda metade do século XX que os avanços científicos e tecnológicos no campo médico passaram a ser percebidos, tanto que partiram dessa época a criação de Unidades de Terapia Intensiva, os transplantes de rins, o diagnóstico de morte cerebral, as novas descobertas

¹ Processo de congelamento para preservação de embriões humanos.

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

da psicofarmacologia, a regulação hormonal da procriação,³ 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 motivo de questionamentos.

A propósito, Echtherhoff salienta o que diz Barreto:

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.⁴

Diante desse contexto, do qual se extrai a abertura para novos objetos de conhecimento, destaca-se a nanomedicina, uma das formas pelas quais 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 a lume questões atinentes à matéria e que estão presentes em nosso cotidiano, com ênfase na ética ambiental.

Nas palavras de Medeiros, Paterno e 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

³ SOARES, André Marcelo M. *Bioética*. In: _____. *Bioética e biodireito*. São Paulo: Loyola, 2002. p. 13.

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: Artliber, 2006. p. 13.

Por oportuno, convém destacar o que dizem Duran, Mattoso 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 ($1\text{nm}=1/1.000.000.000\text{m}$) ou aproximadamente a distância ocupada por cerca de 5 a 10 átomos, empilhados de maneira a formar uma linha.⁶

2 Nanomedicina e seus nanomateriais: aplicação e transdisciplinaridade com a nanotecnologia

Feitos os esclarecimentos acima, impõe-se conceituar nanomedicina, o que fazemos citando Carles e Hermsila, 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 a nanotecnologia é definida como “um conjunto de ações de pesquisa, desenvolvimento e inovação que são obtidas graças às especiais propriedades da matéria organizada a partir de estruturas de dimensões nanométricas”,⁸ percebe-se que a nanotecnologia e a nanomedicina se trata 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.

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.

⁶ *Nanotecnologia: introdução, preparação e caracterização de nanomateriais e exemplos de aplicação*. São Paulo: Arthiber, 2006. p. 182.

⁷ *O futuro da medicina: nanomedicina*. Disponível em: <<http://www.revista.inf.br/veterinaria10/revisao/edic-vi-n10-RL62.pdf>>. Acesso em: 21 out. 2010.

⁸ PREMEBIDA, Adriano et al. *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.

Aliás, de acordo com que afirma 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 e de impossibilitar a melhora da qualidade de vida da humanidade.¹⁰

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

Importante sublinhar que os materiais utilizados em nanoescala podem exibir características diferentes das substâncias em escala micro e macro, como maior resistência e elasticidade, menor peso, por exemplo, fatores importantes à saúde, o que demonstra que a nanomedicina vem se destacando no campo médico.

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

Para o seu propósito, a nanomedicina utiliza nanomateriais, nanoestruturas, nanotubos, nanocápsulas, nanofibras, nanopinças, dentre outros, salientando-se que, 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 100nm,¹² 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

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

¹¹ ALENCAR, Natali. Nanociência avança no Brasil. *Com Ciência Ambiental*, São Paulo, ano 6, p. 43-44, 2011.

¹² Conforme glossário apresentado por Durán, attoso e 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.

Na área biológica, segundo os recém-referidos autores, as principais aplicações estão na separação celular, carreadores de drogas e agentes de contraste por imagem por RMN,¹⁴ sendo que, “para aplicações biológicas, as nanopartículas magnéticas devem ser recobertas com moléculas biocompatíveis e veiculadas em meio fisiológico”.¹⁵

Outrossim, nanopartículas de fibra são utilizadas para a fabricação de telas com propriedades antimanchas e antirrugas, presentes em cosméticos, produtos dermatológicos ou com fins terapêuticos.

Para demonstrar o quanto os avanços da nanomedicina está presente em nossa sociedade, vale destacar que medicamentos que utilizam nanomateriais são disponibilizados no mercado, como é o caso do Doxil,¹⁶ 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 pelo 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 mil 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

¹⁴ Ibidem, p. 95.

¹⁵ Op. cit., p. 99.

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

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

¹⁸ Formulação com nanopartículas 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 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>. Acesso em: 8 abr. 2011.

²⁰ Idem.

²¹ Idem.

²² Idem.

3 Prática da nanomedicina: questão controvertida

Ocorre que, de acordo com os ensinamentos de Kant,²³ 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 controvertida.

É que, na lição de 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

Nesse ponto, convém destacar que a ausência de regulamentação dos nanomateriais não passa despercebida por estudiosos, havendo quem defenda ser imprescindível a referida regulamentação.²⁵

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

²³ KANT, Immanuel. *A metafísica dos costumes*. Trad. de 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; 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 Paschoalino, Marcone e 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>. Acesso em: 8 abr. 2011.

²⁶ FERNANDES, op. cit., p. 30.

Conforme afirma Engelmann e Flores,

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.²⁷

Lima destaca:

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.²⁸

Merece destaque também o que refere 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 a afirmação feita por Duran, Mattoso e Moraes, no seguinte sentido:

²⁷ *Nanotecnologias e o in dubio 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>>. Acesso em: 27 jul. 2010.

²⁸ LIMA, Edilson Gomes de. *Tratados científicos*: a nanotecnologia avançada. São Paulo: Agbook, 2009. p. 165.

²⁹ FERRONATO, Rafael Luiz. *Nanotecnologia, ambiente e direito*: desafios para a sociedade na direção de um marco regulatório (p. 20). Disponível em: <http://tede.ucs.br/tde_arquivos/2/TDE-2010-08-26T061836Z-360/Publico/Dissertacao%20Rafael%20Luiz%20Ferronato.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2011.

As características que controlam as propriedades dos nanomateriais estão em uma escala abaixo da resolução do microscópio da luz”,³⁰ principal razão da grande utilidade da microscopia eletrônica, que substitui microscópios ópticos “devido à inexistência de lentes perfeitas”.³¹

De acordo com Drexler, considerado o “Pai da Nanomedicina”, os nanomateriais possibilitam a manipulação e observação de células de modo direto, tornando tanto o diagnóstico como o tratamento mais seguros e eficazes.³²

Como se pode ver, a gama de ponderações favoráveis à nanomedicina é vasta. Contudo, também são inúmeros os argumentos contra a utilização da nanomedicina.

Em conformidade com o que ensinam Engelmann e Flores,

ao passo que é apresentadas 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

É que, dadas as características intrínsecas das nanopartículas (tamanho, área superficial, capacidade de aglomeração), que podem ocasionar, de forma cumulativa, danos à cadeia alimentar, há o potencial risco de contaminação ambiental,³⁴ o que certamente repercute no bem-estar do homem.

³⁰ DURÁN; MATTOSO; MORAIS op. cit., p. 102.

³¹ Idem.

³² DREXLER, Eric. *Biological and nanomechanical systems: contrast in evolutionay capacity*. Disponível em: <<http://www.revista.inf.br/veterinaria10/revisao/edic-vi-n10-RL62.pdf>>. Acesso em: 27 jul. 2010.

³³ ENGELMAN e FLORES. *Nanotecnologias e o in dubio 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>>. Acesso em: 27 jul. 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>. Acesso em: 8 abr. 2011.

A propósito,

com a crescente necessidade do conhecimento dos riscos potenciais 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

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 incorporadas 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 o 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

³⁵ Idem.

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>. Acesso em: 16 jul. 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>>. (Acesso em: 11 abr. 2010), que “logo será possível substituir inteiramente o sangue humano por *Nanorobôs, máquinas diminutas*” denominadas vasculoides.

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 todos os indivíduos o acesso à medicina com nível mais alto”,⁴¹ no que se inclui a nanomedicina.

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, se questiona: 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. Será que toda a humanidade, independentemente da classe social ou do local do globo terrestre em que reside, terá acesso a materiais fabricados em nanoescalas, 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, dessa forma, que a aceitação da nanomedicina, bem como de sua prática e o incentivo às novas descobertas desse campo do conhecimento perpassam 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.

⁴⁰ DINIZ, Maria Helena. *O estado atual do biodireito*. São Paulo: Saraiva, 2001. p. 9.

⁴¹ RODRIGUES, Maria Rafaela Junqueira Bruno. *Biodireito: alimentos transgênicos*. Franca: 1998. p. 69.

⁴² MAGALHÃES, José Luiz Quadros. Biotecnologia e segurança: a alternativa democrática. In: SÁ, Maria de Fátima Freire de; NAVES, Bruno Torquato de Oliveira. *Bioética, biodireito e o novo Código Civil de 2002*. Belo Horizonte: Del Rey, 2004. p. 159.

Entende-se que, conforme assinala 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

4 Nanomedicina e ética ambiental

Diante de tudo o que foi dito, mostra-se oportuna uma breve síntese da origem de questionamentos éticos sobre a vida humana, os quais iniciaram já na Antiguidade grega, salientando-se que a bioética, como reflexão ética, não somente sobre o homem, mas sobre todos os seres vivos, é produto contemporâneo e está ligada à nanomedicina.

A bioética, na sua evolução, apoiou-se em reflexões como as da ética da Terra, de Aldo Leopold, que lançou as bases da ética ecológica. As mesmas inquietações que moveram Leopold também estimularam pensadores como Peter Singer, com a discussão sob os direitos dos animais, e de Hans Jonas, que, em seu livro: *Princípio da responsabilidade*, estabeleceu diretrizes éticas para a aplicação das tecnologias.⁴⁴

Pela compreensão original do termo *bioética*, segundo Potter, ela deveria preocupar-se com questões ambientais e a sobrevivência do Planeta, pois há uma relação direta entre as saúdes humana, animal e ambiental.⁴⁵

Segundo Wesphal, as doenças em seres humanos são geradas, em grande medida, pelo desequilíbrio ambiental, provocado, por sua vez, pelos próprios seres humanos. Ele também afirma que essa degradação favorece a disseminação de outras catástrofes naturais sem precedentes, além de gerar o esgotamento das fontes naturais, que são fundamentais à sobrevivência humana.⁴⁶

⁴³ SCHAEFER, Fernanda. Bioética, biodireito e direitos humanos. In: MEIRELLES, Jussara Maria Leal de. *Biodireito em discussão*. Curitiba: Juruá, 2007. p. 42.

⁴⁴ GARRIDO, Rodrigo Grazinoli. Da bioética clínica à bioética ambiental. *Diálogos & Ciências – Revista da Rede de Ensino FTC*, ano VI, n. 13, mar. 2008. ISSN 1678-0493. Disponível em: <www.ftc.br/diálogos>. Acesso em: 25 abr. 2011.

⁴⁵ Apud CARVALHO, Fernanda Maria Ferreira; PESSINI, Léo; CAMPOS JÚNIOR, Oswaldo. Reflexões sobre a bioética ambiental. *O Mundo da Saúde*, São Paulo, out/dez. 2006. 614-618 ISSN 1980-3990. Disponível em: <http://www.saocamilo-sp.br/pdf/mundo_saude/41/12_Reflexoes.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2011.

⁴⁶ Idem.

Schweitzer explica que uma ética que nos obrigasse somente a nos preocupar com os homens e a sociedade não poderia ter essa significação. Somente aquela que fosse universal e nos obrigasse a cuidar de todos os seres nos poria verdadeiramente em contato com o Universo e a vontade nele manifestada.⁴⁷

A bioética pode ser definida como a “reflexão ética sobre os seres vivos, incluído aí o ser humano, tais como esses seres vivos se apresentam nas relações cotidianas do mundo vivido e nos contextos teóricos, bem como práticos da ciência e da pesquisa”.⁴⁸

Os avanços do conhecimento científico apontavam para um novo mundo, que evidenciava a vulnerabilidade da natureza e do corpo humano.⁴⁹ Foi assim que em 1972 um relatório do Clube de Roma, intitulado “Limites do Crescimento” deixava claro que a vida em todas as suas representações estava ameaçada. Também nesse contexto, Van Rensselaer Potter reafirmava o termo *bioética*.⁵⁰ A bioética desse oncologista e biólogo americano procurava dialogar interdisciplinarmente em favor da vida.⁵¹ Sua proposta era buscar saídas para o contínuo e cumulativo desequilíbrio da natureza, provocado pelo homem.⁵²

Contudo, a visão holística, com objetivos morais e pedagógicos propostos por Potter não deslanchou. A nova ética ficou restrita ao campo clínico, buscando descrever princípios básicos que oferecessem éticas a três casos médicos notórios ocorridos entre as décadas de 1930 e 1970.⁵³

Com o relatório de Belmont⁵⁴ foram estabelecidos três princípios básicos para orientar as decisões clínicas: a beneficência, a justiça, e a autonomia.⁵⁵

⁴⁷ SCHWEITZER A. *Decadência e regeneração da cultura*. São Paulo: Melhoramentos, 1964.

⁴⁸ ENGEL, E-M. O desafio das biotécnicas para a ética e antropologia. *Veritas*, v. 50, n. 2, p. 205-228, 2004.

⁴⁹ CAMARGO, J. F. Introdução à Bioética. *Cadernos de Direito da UNIMEP*, v. I, n. 1, p. 1-7, 1995.

⁵⁰ CARVALHO, F. M. F.; PESSINI, L.; CAMPOS JÚNIOR, O. C. Reflexões sobre bioética ambiental. *O Mundo Da Saúde*, v. 30, n. 4, p. 614-618, 2006.

⁵¹ MOSER, A. *Biotecnologia e bioética: para onde vamos?* Petrópolis; Rio de Janeiro: Vozes, 2004. p. 453.

⁵² SOARES, A. M. M. Da ética hipocrática à bioética. In: MOSER, A.; SOARES, A. M. M. *A bioética do consenso ao bom-senso*. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, p. 17-28. 2006.

⁵³ GARRIDO, Rodrigo Grazinoli. Da bioética clínica à bioética ambiental. *Diálogos & Ciências – Revista da Rede de Ensino FTC*, ano VI, n. 13, mar. 2008. ISSN 1678-0493. Disponível em: <www.ftc.br/diálogos>. Acesso em: 25 abr. 2011.

⁵⁴ Em 1972, a sociedade estadunidense tomou conhecimento do “Estudo Tuskegee”, realizado no Sudeste dos Estados Unidos, no período de 1932 a 1972. Cerca de 400 homens que possuíam

Se Potter definiu bioética como sendo a ciência da sobrevivência humana, dando-lhe um sentido marcadamente ecológico e, ainda, como sendo uma nova ciência ética que combina humildade, responsabilidade e competência interdisciplinar, intercultural e que potencializa o senso de humanidade, não é errôneo afirmar que a bioética clínica evolui para a bioética global, com o surgimento da bioética profunda que vai sendo revelada pela diversidade de tópicos e debates em todo o mundo, demonstrando as complexas preocupações de ordem moral existentes nos campos do meio ambiente, da saúde humana e da medicina, na qual se encontra a nanomedicina.

Verifica-se, assim, que ambientalismo não é simplesmente um sentimento geral pelo ar puro, pelas espécies em extinção e pelas florestas tropicais. Nesse sentido minimalista, todos são ambientalistas. Em sua base, o ambientalismo é uma ideologia ou uma visão de mundo. Esse paradigma ecológico visualiza um mundo no qual tudo está relacionado com tudo,⁵⁶ de forma que, sem dúvida, os nanomateriais utilizados pela medicina (seja durante o tratamento, seja após o descarte) relacionam-se com o meio ambiente.

sífilis latente foram acompanhados no decorrer desse tempo para que os pesquisadores pudessem conhecer a história natural da doença, em lugar de oferecer a eles o devido tratamento. Os pesquisadores que conduziam o estudo deixaram de proporcionar tratamento a esses mesmo depois do descobrimento dos antibióticos nos anos 40 (séc. XX). A pesquisa foi considerada ainda mais infame porque os participantes eram todos afro-americanos pobres, um grupo em franca desvantagem naquela região dos Estados Unidos, durante aquele período. Em consequência disso, foi criada, em 1974, a Comissão Nacional para Proteção de Sujeitos Humanos nas Pesquisas Biomédicas e Comportamentais. Em 1978, a comissão apresentou um relatório dos trabalhos realizados e que foi intitulado: “Relatório Belmont”: Princípios éticos e diretrizes para a proteção de sujeitos humanos nas pesquisas. O relatório estabeleceu os princípios éticos fundamentais para direcionar condutas consideradas aceitáveis em pesquisas que envolvessem participantes humanos. Esses princípios – respeito pela pessoa, beneficência e justiça – têm sido aceitos desde então como os três princípios fundamentais para nortear o desenvolvimento de pesquisas éticas envolvendo participantes humanos.

⁵⁵ PESSINI, L.; BARCHIFONTAINE, C. P. Bioética: do principialismo à busca de uma perspectiva latino-americana. In: COSTA, S. I. F.; GARRAFA, V.; OSELKA, G. (Org.). *Iniciação à bioética*. Brasília: CFM, 1998. p. 81-98.

⁵⁶ Michael S. Greve, citado por Nalini, José Renato. *Ética ambiental*. 2. ed. Campinas: Millennium, 2003. p. XLVII.

5 Os limites éticos das intervenções no meio ambiente e nos nanomateriais

A partir do século XVII, com o advento da ciência galileiana, o homem que, até então, se apresentava como controlador e dominador da natureza, passava a sofrer, de forma reflexa, a influência desse domínio.⁵⁷ O fenômeno cultural e de civilização denominado *tecnociência* levou ao esgotamento do paradigma ético-profissional proposto na Antiguidade grega.⁵⁸

Como observado por Ferreira, as éticas tradicionais, racionalistas e iluministas de base antropológica funcionavam em um momento cultural no qual a *ação* do homem se limitava à racionalidade dele. Tudo o que não se relacionasse diretamente com o homem, com as ações no mundo da técnica, era visto como eticamente neutro. Além disso, tradicionalmente, as éticas se voltavam às ações do momento atual, não se preocupando com as consequências futuras de um ato bem-intencionado efetuado no presente. Essa base não mais corresponde à realidade da era tecnológica.⁵⁹

Com a decifração do genoma humano e o desenvolvimento dos nanomateriais, os pesquisadores e a comunidade em geral foram tomados por inúmeras expectativas acerca da melhora da qualidade de vida da humanidade com a possibilidade de cura para inúmeras doenças.

A preocupação dos mais diversos setores justifica-se porque as modernas biotecnologias referem-se não somente ao tratamento e à cura de doenças que afligem o ser humano, mas concernem, igualmente, ao meio ambiente e à vida natural do Planeta, incluindo todos os gêneros e espécies de vida.⁶⁰

São justamente os limites ético e jurídico das pesquisas que envolvam meio ambiente e a utilização dos nanomateriais que buscaremos elucidar.

É necessário que se faça uma relação ou uma inter-relação entre o desenvolvimento de pesquisas com nanomateriais e o equilíbrio ecológico

⁵⁷ GARRIDO, Rodrigo Grazinoli. Da bioética clínica à bioética ambiental. *Diálogos & Ciências* – Revista da Rede de Ensino FTC, ano VI, n. 13, mar. 2008. ISSN 1678-0493. Disponível em: <www.ftc.br/diálogos>. Acesso em: 25 abr. 2011.

⁵⁸ BARRETO, V. Problemas e perspectivas da bioética. In: RIOS, A.R. et al. *Bioética no Brasil: espaço e tempo*: Rio de Janeiro, 1999. p. 53-76.

⁵⁹ GARRIDO, Rodrigo Grazinoli. Da bioética clínica à bioética ambiental. *Diálogos & Ciências* – Revista da Rede de Ensino FTC, ano VI, n. 13, mar. 2008. ISSN 1678-0493. Disponível em: <www.ftc.br/diálogos>. Acesso em: 25 abr. 2011.

⁶⁰ BRAUNER, Maria Claudia Crespo. *Direito, sexualidade e reprodução humana: conquistas médicas e o debate bioético*. Rio de Janeiro: Renovar, 2003. p. 150.

e o desenvolvimento sustentável, uma vez que é impossível atingir-se o último sem que exista um meio ambiente ecologicamente equilibrado, até porque a expressão *desenvolvimento sustentável* não está ligado exclusivamente aos mercados econômico e produtivo.

Com essa proposta (um dos eixos da teoria crítica social de Habermas), há o direcionamento a “uma teoria social capaz de reconhecer a intersubjetividade dos sujeitos numa reciprocidade dialógica que reúne o *eu* e o *tu* em torno de expectativas comuns, formando um *nós*, que está diante de outros sujeitos também capazes de linguagem e ação. A ideia de Habermas é elaborar uma estrutura, na qual os conceitos de mundo vivido e a teoria da sociedade possam dar um sentido comum aos sujeitos comunicativos, preservando, simultaneamente, a identidade e a não identidade do *eu* e do *outro* numa comunidade intersubjetiva.”⁶¹

Quando pensamos em ciência, logo nos vem a mente seu conceito clássico, em que a ciência deve ser produzida pela própria ciência, que ela se basta; a ciência como meio e fim.

Morin aponta a uma nova visão de ciência, acrescentando que ela deve ser produto da consciência do pesquisador e que sobre ela deve ter responsabilidades.

Embora o conhecimento científico elimine de si mesmo toda competência ética, a *práxis* do pesquisador suscita ou implica uma ética própria. Não se trata, unicamente, de uma moral exterior que a instituição impõe a seus empregados; trata-se de mais do que consciência profissional inerente a toda profissionalização; de ética própria do conhecimento, que anima o pesquisador que não se considera um simples funcionário. É o imperativo do conhecer pelo conhecer que deve triunfar para o conhecimento sobre todas as proibições, tabus, que o limitam.⁶²

Ainda no entendimento de Morin,

temos que caminhar para uma concepção mais enriquecida e transformada da ciência (que evolui como todas as coisas vivas e humanas), em que se estabeleça a comunicação entre objeto e sujeito, entre antropossociologia e ciências naturais. Poder-se-ia, então, tentar a comunicação (não a unificação), entre fatos e valores.⁶³

⁶¹ MEDEIROS, Fernanda Luiza Fontoura de. *Meio ambiente: direito e dever fundamental*. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2004. p. 175-176.

⁶² MORIN, Edgar. *Ciência com consciência*. 8. ed. Rio de Janeiro: Bertrand, 2005. p. 120-121.

⁶³ *Ibidem*, p. 122.

Quando tratamos de pesquisas que envolvem direitos difusos como é o caso do meio ambiente e de pesquisas com nanomateriais, é indispensável que tenhamos clara a responsabilidade do pesquisador pelos resultados e/ou produtos que gerar.

Em verdade, é importante que se esclareça que, apesar de o termo *bioética* estar tradicionalmente relacionado às ciências médicas, seu conhecimento é muito mais abrangente, podendo-se defini-lo como um “conjunto de princípios que tendem a preservar o sentido humano em uma sociedade cada vez mais dominada pela ciência e pela técnica”.⁶⁴

Morin entende que é necessário que o pesquisador seja consciente, não entregue ao conceito clássico de pesquisa científica. Segundo ele,

a prática científica nos leva a irresponsabilidade e à inconsciência total. O que nos salva é que, felizmente temos uma vida dupla, uma vida tripla; não somos só cientistas, também somos pessoas em particular, também somos cidadãos, também somos seres com convicção metafísica ou religiosa e, então, podemos, nas nossas outras vidas, ter imperativos morais.⁶⁵

Singer, por sua vez, aponta a uma questão de extrema importância quando estamos tratando de ética do pesquisador em genética humana. Para esse autor, a ética “exige que extrapolemos o ‘eu’ e o ‘você’ e cheguemos à lei universal, ao juízo universalizável, ao ponto de vista do espectador imparcial, ao observador ideal, ou qualquer outro nome que lhe dermos”,⁶⁶ e continua afirmando que não se pode falar em atitude ética quando o pesquisador age somente pelo interesse pessoal.

Não podemos levar as pessoas a agirem moralmente ao lhes oferecer razões ligadas ao interesse pessoal, pois, se aceitarem o que dizemos e agirem conforme as razões apresentadas, estarão apenas agindo em função do interesse pessoal e não moralmente.⁶⁷

⁶⁴ BRAUNER, Maria Claudia Crespo. *Direito, sexualidade e reprodução humana: conquistas médicas e o debate bioético*. Rio de Janeiro: Renovar, 2003. p. 157.

⁶⁵ MORIN, Edgar. *Ciência com consciência*. 8. ed. Rio de Janeiro: Bertrand, 2005. p. 129.

⁶⁶ SINGER, Peter. *Ética prática*. 3. ed. São Paulo: M. Fontes, 2002. p. 20.

⁶⁷ SINGER op. cit., p. 340.

Mas, apesar de estarmos em face de uma perspectiva ética e não moral, reconhecemos que, assim como entende Habermas, “nem todas as concepções éticas da espécie se harmonizam do mesmo modo com a nossa autocompreensão como pessoas moralmente responsáveis”.⁶⁸

Ademais, o homem do século XX, deslumbrado com o progresso científico, caiu na cilada de acreditar que pela tecnociência criaria uma sociedade mais feliz e uma vida melhor para cada ser humano.⁶⁹

Assim, parece que qualquer pesquisa que tenha como propaganda o bem-estar humano está acima de suspeitas mercadológicas, políticas, raciais e até mesmo morais. A promessa de uma sociedade feliz pode aceitar, inclusive, que as pesquisas com nanomateriais assumam um caráter meramente lucrativo, desde que o resultado final esteja, supostamente, voltado à humanidade.

Considerações finais

Dada a constante busca de aprimoramento pelo homem, visando ao bem comum, à felicidade, ao bem-estar, à 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.

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 cura 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.

⁶⁸ HABERMAS, Jürgen. *O futuro da natureza humana*. São Paulo: M. Fontes, 2004. p. 126.

⁶⁹ PEGORARO, Olinto A. *Ética e bioética: da subsistência à existência*. Rio de Janeiro: Vozes, 2002. p. 22

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, esses, 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 dava muito ainda tem há ser desvendado e se tem aplicação paralela à bioética.

Referências

ALENCAR, Natali. Nanociência avança no Brasil. *Com Ciência Ambiental*, São Paulo, ano 6, 2011.

BARRETO, V. Problemas e perspectivas da bioética. In: RIOS, A. R. et al. *Bioética no Brasil: espaço e tempo*. Rio de Janeiro, 1999.

BRAUNER, Maria Claudia Crespo. *Direito, sexualidade e reprodução humana: conquistas médicas e o debate bioético*. Rio de Janeiro: Renovar, 2003.

CAMARGO, J. F. Introdução à bioética. *Cadernos de Direito da UNIMEP*, v. I, n. 1, 1995.

CARLES, Maurício. HERMOSILA, Lígia. *O futuro da medicina: nanomedicina*. Disponível em: <<http://www.revista.inf.br/veterinaria10/revisao/edic-vi-n10-RL62.pdf>>. Acesso em: 21 out. 2010.

CARVALHO, Fernanda Maria Ferreira; PESSINI, Léo; CAMPOS JUNIOR, Oswaldo. Reflexões sobre a Bioética Ambiental. *O Mundo da Saúde*, São Paulo, out./dez. 2006. 614-618 ISSN 1980-3990. Disponível em: <http://www.saocamilo-sp.br/pdf/mundo_saude/41/12_Reflexoes.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2011.

CARVALHO, F. M. F.; PESSINI, L.; CAMPOS JÚNIOR, O. Reflexões sobre bioética ambiental. *O Mundo da Saúde*, v. 30, n. 4, 2006.

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. p. 60-72.

ENGELMANN, Wilson; FLORES, André Stringui. *Nanotecnologias e o in dubio 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>>. Acesso em: 27 jul. 2010.

FERRONATO, Rafael Luiz. *Nanotecnologia, ambiente e direito: desafios para a sociedade na direção de um marco regulatório*. Disponível em: <http://tede.uces.br/tde_arquivos/2/TDE-2010-08-26T061836Z-360/Publico/Dissertacao%20Rafael%20Luiz%20Ferronato.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2011.

GARRIDO, Rodrigo Grazinoli. Da bioética clínica à bioética ambiental. *Diálogos & Ciências – Revista da Rede de Ensino FTC*, ano VI, n. 13, mar. 2008. ISSN 1678-0493. Disponível em: <www.ftc.br/diálogos>. Acesso em: 25 abr. 2011.

HABERMAS, Jürgen. *O futuro da natureza humana*. São Paulo: M. Fontes, 2004.

KANT, Immanuel. *A metafísica dos costumes*. Trad. de Edson Bini. Bauru: Edipro, 2003.

MAGALHÃES, José Luiz Quadros de. Biotecnologia e aegurança: a alternativa Democrática. In: SÁ, Maria de Fátima Freire de; NAVES, Bruno Torquato de Oliveira. *Bioética, biodireito e o novo Código Civil de 2002*. Belo Horizonte: Del Rey, 2004. p. 134-148.

MEDEIROS, Fernanda Luiza Fontoura de. *Meio ambiente: direito e dever fundamental*. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2004.

MORAIS, Paulo César de Moraes; LIMA, Emília Celam de Oliveira. Técnicas de preparação de nanopartículas magnéticas e fluídos magnéticos. In: DURÁN, Nelson; MATTOSO, Luiz Henrique Capparelli; MORAIS, Paulo César. *Nanotecnologia*. São Paulo: Artliber, 2006. p. 32-50.

MORIN, Edgar. *Ciência com consciência*. 8. ed. Rio de Janeiro: Bertrand, 2005.

MOSER, A. *Biotecnologia e bioética: para onde vamos?* Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 2004.

NALINI, José Renato. *Ética ambiental*. 2. ed. Campinas: Millennium, 2003.

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>. Acesso em: 8 abr. 2011.

PEGORARO, Olinto A. *Ética e bioética: da subsistência à existência*. Rio de Janeiro: Vozes, 2002.

PESSINI, L.; BARCHIFONTAINE, C. P. Bioética: do princípalismo à busca de uma perspectiva latino-americana. In: COSTA, S. I. F.; GARRAFA, V.; OSELKA, G. (Org.). *Iniciação à bioética*. Brasília: CFM, 1998.

PREMEBIDA, Adriano et al. *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. p. 38-52.

SINGER, Peter. *Ética prática*. 3. ed. São Paulo: M. Fontes, 2002.

SOARES, A. M. M. Da ética hipocrática à bioética. In: MOSER, A. e SOARES, A. M. M. *A Bioética do consenso ao bom-senso*. Vozes: Petrópolis, Rio de Janeiro, 2006.