

**OS DESAFIOS ÉTICOS TRAZIDOS PELA NANOTECNOLOGIA:
UMA ANÁLISE JURÍDICO-SOCIAL**
*THE ETHICAL CHALLENGES BROUGHT BY NANOTECHNOLOGY:
A SOCIO-LEGAL ANALYSIS*

Fernanda Antonioli Cardozo *

Patricia Borba Marchetto **

Resumo: A corrida técnico-científica, na contemporaneidade, traz consigo inúmeros benefícios à sociedade, mas como que uma via de mão dupla, gera implicações nas searas jurídica, ética e moral. Ao passo que se denota evolução em seu sentido mais amplo, são exigidas melhores condições de sobrevivência e adequação ao meio social, fato que culmina no sobrecarregamento de ensejos esperançosos quanto ao progresso tecnológico, sem contudo refletir sobre os riscos que dele podem advir. A nanotecnologia surge contextualizada no cenário mundial de expansão da medicina, da manipulação de alimentos, das incontáveis descobertas da indústria farmacêutica, da quebra do átomo! Neste contexto paradoxal se insere o presente trabalho: na tênue linha que separa a benéfica evolução científica traduzida em uma das maiores descobertas do século, da incerteza dos efeitos futuros; da prolongada qualidade de vida, da necessária tutela ético-jurídica.

Palavras-chave: Nanotecnologia. Direito. Evolução científica.

Abstract: The technical-scientific race, nowadays, brings numerous benefits to society, but as a two-way street, has implications on legal crops, ethics and morals. While denotes progress in its broadest sense, they are required better conditions for survival and adaptation to the social environment, a fact that culminates in the overloading of hope in technological progress, without reflecting on the risks that may arise from it. Nanotechnology comes contextualized on the world stage expansion of medicine, food handling, countless discoveries in the pharmaceutical industry, Atom Smash! In this paradoxical context falls within this work: the fine line that separates the beneficial translated scientific developments in one of the greatest discoveries

* Mestranda em Direito pelo Programa de Pós Graduação da Faculdade de Ciências Humanas e Sociais da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) – Câmpus de Franca.

** Doutora em Direito pela Universidad de Barcelona (2001), com título reconhecido pela Faculdade de Direito da USP. Professora na graduação e pós graduação da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP).

of the century, the uncertainty of future effects; the extended quality of life, the necessary ethical and legal protection.

Keywords: Nanotechnology. Law. Cientific development.

1 INTRODUÇÃO

O avanço da racionalidade técnica em detrimento do desenvolvimento natural da organização social, bem como sua interferência no modo de produção tecnológico, se aproximando de conceitos estanques, totalmente apartados da ética, contribui para o abismo que atualmente existe entre a sociedade, suas necessidades e o desenvolvimento ilimitado da ciência. (LEITE, 2012 p. 249)

A evolução da técnica no decorrer dos séculos, principalmente desde a Revolução Industrial, tomou proporções outras que talvez não sua intenção inicial. A inversão de finalidade do uso da técnica, passando de meio a fim, bem como a falta de atenção à ética como instrumento de estudo da evolução moral, traduzem por si mesmas a necessidade do olhar bioético pormenorizado, transcendente ao pós modernismo e projetado nas margens das consequências futuras dos avanços nanotecnológicos.

A nanotecnologia é uma disciplina técnico-científica que amplia a conexão entre o processo de descobrimento (ciência pura) e o de fabricação (tecnologia), em conjunto com a exploração de novos fenômenos e manipulação de átomos e moléculas em nível de nanoescalas, a nova era da ciência é transdisciplinar, já que integra o conhecimento científico e o não científico, o humanístico e o social. (MAUTONE, 2010, p. 168)

Neste sentido, se pode afirmar, simplificadamente, que a nanotecnologia é resultado da quebra do átomo em milhares de partículas. Exemplificativamente, um nanômetro é a bilionésima parte do metro, ou, para melhor entender, é um milhão de vezes menor que a cabeça de um alfinete, ou ainda 80.000 vezes menor que a espessura de um fio de cabelo, o que representa, em escala numérica, 0,000.000.001 do metro. Dado seu recente surgimento, os primeiros resultados benéficos ou não da utilização da nanotecnologia à sociedade, se encontram

imaculados, distantes de julgamento e avaliação, uma vez que ainda livres do estudo das consequências temporais, dependentes de altos investimentos e elevada capacidade de pesquisa. Há que se considerar, portanto, um ponto de grande relevância: a disparidade nas condições de investimento de grandes fortunas para o desenvolvimento nanotecnológico em contraposição aos países desprovidos de grande capital investidor.

Outrossim, a nanotecnologia traduzindo amplo enfoque de investigação, se faz presente na medicina, na indústria farmacêutica, na agroindústria e produção de alimentos, dentre outros campos de atuação científica tais quais a engenharia de materiais, a química e a física, fato que revela necessidade de se falar em problemas e medidas concretas: impacto da nanotecnologia na saúde humana, a acumulação preferencial em determinados órgãos, os lugares de absorção pelo corpo humano, efeitos sobre a estrutura da célula (função e interação), toxicidade e respostas imunológicas, havendo ainda que se pensar sobre os aspectos relativos à invasão da privacidade e segurança do meio ambiente. (CASADO, 2010, p. 12-13).

Ocorre que, diante de tamanha proeza científica advinda através da descoberta e do uso de nanopartículas, resultado da incessante ânsia evolutiva humana e da aprovação social mediante comodidade e conforto adquiridos, bem como pela ausência de informação, se denota ganho prático-evolutivo para a sociedade se contado a curtíssimo prazo, fato que impede o retrocesso das pesquisas, mas abre espaço para que se estude, interdisciplinarmente, as consequências da aplicação nanotecnológica e se apele para o princípio da precaução.

Ademais, para além da análise da técnica e sua fundamental contribuição para sociedade contemporânea, logra abordar problemáticas de alçada jurídica e ética no que tange à sociedade de consumo, a obscuridade dos resultados e riscos futuros do emprego da nanotecnologia, bem como da problemática socioeconômica, pertencentes à análise bioética.

2 ÉTICA, MORAL, DIREITO E CIÊNCIA

As questões relacionadas à ética e à moral nos remetem a um estudo antigo e delicado, passando por cientistas da Grécia clássica e adentrando na modernidade. A dificuldade de conceituação e diferenciação entre ambas, seja no campo da filosofia, ou da ciência não permite, nem é o intuito do presente trabalho, traçar um raciocínio finito, definido e limitado

acerca desta diferenciação e de seu significado, mas sim auxiliar nas futuras abordagens que aqui serão feitas.

O ser humano não está só, não vive só, estando em meio a milhões de pessoas e inúmeras relações sociais. Estas relações com o denominado corpo social ditam as regras éticas a serem seguidas, como padrões de comportamento e atitudes que devem ser adotadas de forma a não prejudicar ou não adentrar a intimidade alheia. Elas estão enraizadas na sociedade desde os tempos mais remotos, em que se definiram padrões comportamentais.

Em verdade, desde que existe relação interpessoal e do homem com o meio à sua volta, seja ambiental ou animal, se pode falar em moral. Ética, para Adolfo Sanchez Vázquez se traduz como a matéria que norteia o comportamento moral e os interesses sociais, colocando no lugar adequado a moral efetiva. (VÁZQUEZ, 2011, p. 20)

As atitudes avaliadas no campo da moral são passíveis de aprovação ou reprovação no que tange à sua justiça ou injustiça, ou seja, o comportamento humano gera consequências no campo jurídico, que anteriormente, devem ser avaliadas como certas ou erradas, pelas esferas da moral e da ética..

Quanto à diferenciação existente entre ética e moral, tênue e difícil se faz o contraponto. A ética é tida muitas vezes como ramo da filosofia, da ciência, ou como uma determinada maneira de “dever ser”. Como se pode avaliar, enquanto a moral está situada no campo material e concreto, a ética se encontra no aparente, na conduta que deverá ser tomada, no campo das ideias. A moral, por sua vez, é passível de renovação pela ética: os valores mudam de acordo com o desenvolvimento e passar histórico de uma sociedade, ao passo que esta é a libertação, o desprendimento do que se toma por imutável, dos valores morais que, uma vez existentes no campo do dever ser, devem ser seguidos. O intuito do presente trabalho é o desprendimento das normas morais que afligem a sociedade e seu pensamento a fim de buscar na ética a libertação necessária para que outros valores sejam repensados, tais quais o das garantias e direitos fundamentais e seus reflexos na sociedade contemporânea, que não se encontra (ou não deveria se encontrar) presa a julgamentos individualistas, mas sim coletivos; pensamentos que perpassam a esfera da pesquisa científica realizada para cultuar o ego e o pensamento egoísta,

voltado para seu próprio desenvolvimento. É na ética e no seu “não-ser” concreto que nos apegamos para que seja feita a relação entre direito, ética e moral.

Primeiramente, mister se faz ressaltar a reflexão proposta por Adolfo Sanchez Vásquez, ao esclarecer que não se deve excluir a ética do campo da ciência, sendo ela uma forma específica de comportamento humano. Elucida também o autor não ser papel da ética ditar as condutas humanas a serem seguidas, uma vez que habita o campo das ideias, mas sim, encontrar os porquês de vigorem determinadas normas e comportamentos morais e não outras. Para o autor, a função da ética é explicar, esclarecer ou investigar uma determinada realidade, elaborando os conceitos correspondentes. (VÁZQUEZ, 2011, p.)

No que tange às normas, a ética não figura um plano distante da realidade, um plano que se aparta do concreto e fica somente no mundo da abstração, das ideias; a norma integra o conjunto da realidade estando presente em nosso cotidiano, não sendo somente algo posto e que deve ser seguido cega e inquestionadamente, mas sim aceito advindo de várias outras fontes, de outras formas de produção do direito e de condutas humanas. Percebe-se então que a ética é algo construído pela humanidade, e sua evolução, diferentemente do que antes se entendia, por conceito pronto, formado, imutável. Neste sentido:

É na história - e só nela, posto que não há existência humana que se dê fora dela – que o homem transforma o mundo natural e produz um mundo à sua maneira, um mundo humano, cultural, no qual se insere também o mundo ético. Não há, pois, como se conceber a ética senão dentro da história, como experiência situada e condicionada – embora não determinada – pelas contingências reais que envolvem o existir do ser humano, por isso mesmo entendido como “ser-no-mundo”.(SILVA, 2005)

É através das experiências humanas que se deflagram os comportamentos, o surgimento da moral, e do reprovável e irreprovável e da ética. No entanto, se pode depreender que estas condutas, justamente por seu contexto e origem históricos, não se dá igualmente em todos os países e regiões, e sim se inserem em determinadas situações, povos e civilizações de acordo com o contexto.

É através das relações humanas também que é subtraída a relação da ética e da moral com o direito, esta ciência humana e social, que, de acordo com o que é julgado justo e injusto, moral e imoral pela sociedade e seu registro histórico, determina leis a serem respeitadas. Se pode,

através dos ensinamentos de Vázquez, traçar diferenciações entre moral e direito, fato que auxilia no estudo da evolução dos anseios do homem no que tange à constante necessidade de mudança, do novo, da tecnologia, do conforto, e do ego, do individualismo. Para o autor, uma das mais importantes diferenciações entre direito e moral é o fato desta ser muito mais abrangente do que aquela, desta não ser codificada, restando ao homem sua destinação. A moral existe muito anteriormente ao direito, fato que lhe garante a não coação estatal, enquanto o direito, por depender necessariamente de um dispositivo coercitivo estatal, se encontra ligado ao surgimento do Estado. (VÁZQUEZ, 2011, p. 99)

Desta feita, se pode, paralelamente, tratar da moral tangente ao comportamento humano destinado à evolução científica representada pela nanotecnologia em relação à sua posterior regulamentação. É, portanto, intrínseca ao homem enquanto ser social, a mudança comportamental, que, sem a existência da ética, pode agir para o bem ou para o mal. No caso em tela, se denota a necessidade da intervenção jurídica como instrumento regulador da moral

O direito caminha ao passo que a sociedade evolui e muda seus conceitos. Condutas, direitos e deveres que antigamente eram vistos como imorais e antiéticos, na atualidade contemporânea podem ser o mais coerente a se institucionalizar, haja visto a união estável entre pessoas do mesmo sexo: antigamente tida como imoral, foi votada e aprovada pelos ministros do Supremo Tribunal Federal (BRASIL, STF, 2011), abrindo precedentes para a união homoafetiva. Outro exemplo é passível de observação do avanço da ciência e necessária adequação aos preceitos fundamentais da moral e da ética através de seu enquadramento nas normas bioéticas e constitucionais: o que outrora era tido como invasão à intimidade e desrespeito aos direitos fundamentais assegurados pela Lei máxima, atualmente se justifica pela segurança da saúde genética e da cura de doenças.

A partir desta máxima de que direito, ética e moral são ciências humanas (ética advinda da filosofia), se pode depreender que sua existência não se baseia na a-historicidade, mas nas condutas específicas de determinado povo e região, que determinarão o que se estabelecerá por certo e incerto.

A ciência não deve se apartar, como já mencionado, da ética. A dissociação de ambas beira a decadência do trabalho conjunto realizado entre as ciências sociais e as exatas, juntamente

com as biológicas. A interdisciplinaridade é de extrema importância para a análise do fenômeno científico-tecnológico, suas implicações não somente para a ciência, mas para a sociedade, da qual faz parte toda a biosfera.

É na análise histórica e a partir do que já fora construído pelo homem que se devem pautar as análises sociais, filosóficas e éticas. Não há meios de se concretizarem diferentes valores dos já absorvidos, nem há como uma sociedade toda se reconstruir pautada em outras fontes de energia e outros parâmetros de pesquisa, que não os já traçados por milênios de civilização.

3 DA RACIONALIDADE À SOCIEDADE DE CONSUMO

Desde a baixa Idade Média até as grandes Revoluções que quebraram com os paradigmas então vigentes às suas épocas, a ciência e a técnica estiveram presentes. Foram necessárias mudanças traduzidas na racionalidade para que se pudesse romper com o modelo vigente, seja ele econômico, político ou religioso. A razão foi instrumento de libertação e progresso do homem, utilizada para transpor barreiras físicas e ideológicas e maximizar resultados até então desconhecidos.

O “ascender das luzes” até então apagadas, tirou o homem do reduto das trevas e o habilitou a traçar novos caminhos. Neste sentido:

[...] Um individualismo secular, racionalista e progressista dominava o pensamento “esclarecido”. Libertar o indivíduo das algemas que o agrilhoavam era o seu principal objetivo: do tradicionalismo ignorante da Idade Média, que ainda lançava sua sombra pelo mundo, na superstição das igrejas (distintas da religião “racional” ou “natural”), da irracionalidade que dividia os homens em uma hierarquia de patentes mais baixas e mais altas de acordo com o nascimento ou algum critério relevante. [...] O reinado da liberdade individual não poderia deixar de ter as consequências mais benéficas. Os mais extraordinários resultados podiam ser esperados – podiam de fato já ser provenientes- de um exercício irrestrito do talento individual num mundo de razão. (HOBSBAWN, 2016, p. 48)

A racionalidade técnica seguiu amparada pela ascensão do pensamento científico, da instrumentalidade do conhecimento, fato que contribuiu para o despertar das ciências até então adormecidas como a química, ajudou na criação de novas disciplinas como a geologia, e injetou ideias revolucionárias nas ciências biológicas e sociais. (HOBSBAWN, 2016, p. 429)

A ética, como que resultado da evolução moral, transferiu seu enfoque atuante na descentralização política e econômica tutelada pela Igreja, para o racionalismo antropocêntrico, alterando a maneira de posicionamento perante referências culminantes na reavaliação ético-moral. A moral concreta e efetiva e a ética (aqui entendida como doutrina moral), estavam severamente comprometidas com o conteúdo religioso encontrado nas mais diversas manifestações medievais. (VÁZQUEZ, 2011, p. 275)

Ocorre que, a princípio, a Revolução Industrial seguida pela Francesa, retirou o poder produtivo das sociedades humanas, as tornando capazes da rápida e constante multiplicação, até o presente momento ilimitada de homens, serviços e mercadorias. Se tem, portanto, o mais importante marco teórico para o assunto em questão: a Revolução Industrial que, não por seu conteúdo científico (presente na Revolução Francesa), mas pelo advento da técnica como instrumento de massificação produtiva, é conhecida pelos economistas como a “partida para o crescimento autossustentável”, culminante na transposição da barreira até então impensada pela sociedade pré-industrial. (HOBSBAWN, 2016, p. 58)

Outrossim, neste ínterim, a carência ética se traduz, no presente caso e desde estes tempos (1780), na seara social, na exploração do trabalhador recém chegado do campo.

[Revolução Industrial] Suas mais sérias consequências foram sociais: a transição da nova economia criou a miséria e o descontentamento, os ingredientes da revolução social. E, de fato, a revolução social eclodiu na forma de levantes espontâneos de trabalhadores da indústria e das populações pobres das cidades, produzindo as revoluções de 1848 no continente e os amplos movimentos cartistas na Grã-Bretanha. (HOBSBAWN, 2015, p. 75)

Explica Horkheimer que os caminhos traçados pela burguesia progressista se olvidam do compromisso verdadeiro de assumir princípios humanos à sociedade. Desta maneira, se evidencia o abismo social e econômico galopante presente no mundo. Assim sendo:

Parece que enquanto o conhecimento técnico expande o horizonte da atividade e do pensamento humanos, a autonomia do homem enquanto indivíduo, a sua capacidade de opor resistência ao crescente mecanismo de manipulação de massas, o seu poder de imaginação e o seu juízo independente sofreram aparentemente uma redução. O avanço dos recursos técnicos de informação se acompanha de um progresso de desumanização. Assim, o progresso ameaça anular o que se supõe ser o seu próprio objetivo: a ideia do homem. (HORKHEIMER, 2007, p. 07)

Partindo deste diapasão se pode, paralelamente tratar da ascensão da sociedade de consumo em detrimento da racionalidade libertadora do homem. Dela se pode extrair tanto a consequência de uma falha da racionalidade pelo próprio homem, quanto, a partir dessa mesma deturpação do conceito de humanidade, estabelecer a ascensão do egoísmo, da procura pelo melhor, da liquidez dos valores e conceitos. O homem, dotado de racionalidade, não trata de manter atitudes humanas despreocupadas com o capital e seus lucros, nem mesmo de alimentar o sistema de maneira consideravelmente farta. Eis o como se formou a sociedade de consumo, a maior incentivadora da evolução científica.

Nas palavras de Zygmund Bauman, “A sociedade de consumo tem por premissa satisfazer os desejos humanos de uma forma que nenhuma sociedade do passado pôde realizar ou sonhar.” (BAUMAN, 2007 p. 105)

Interpretando a frase exposta se tem, contemporaneamente, a evolução tecnológica incorporada de tal maneira na sociedade, que chega ao ponto de a ela (evolução científica) servir de maneira indiscriminada. Desta “evolução” que tem por finalidade alcançar a plena satisfação do mercado consumidor, se denota a busca desenfreada pela novidade, pelo conforto, e desta forma, as desigualdades sociais se tornam aparentes, bem como a falta de preocupação com o futuro do meio ambiente e da própria saúde humana.

Na incursão do estudo sobre os desafios éticos trazidos pela nanotecnologia se depreende uma sequência histórica culminante no comportamento moral incentivador do desenvolvimento da ciência, seja ele por motivos ideológicos ou residuais.

Inegáveis são os benefícios que a nanotecnologia traz à sociedade, como, na medicina, trabalhar no desenvolvimento de medicamentos que atuem somente no órgão deficiente, ou nos aparelhos de diagnóstico. Cabe, todavia, ao princípio da precaução exercer com cautela o necessário conhecimento da realidade em que se insere. (CASADO, 2010, p. 13)

4 NANOTECNOLOGIA

4.1 ADVENTO E ÁREAS DE INCIDÊNCIA

De natureza atômica, a nanociência foi esboçada em meados do século XX, mais precisamente na década de 50, quando o renomado cientista Richard Feynman proferiu uma palestra à comunidade científica Norte Americana exibindo traços de pesquisas atômicas e moleculares realizadas em nanoescalas (PENT, 2015), que observavam também o fenômeno atômico e sua manipulação. Um nanômetro é a bilionésima parte do metro, ou, para melhor entender, é um milhão de vezes menor que a cabeça de um alfinete, ou ainda 80.000 vezes menor que a espessura de um fio de cabelo.

A nanociência, além de observar o fenômeno e a manipulação atômica, forma a base do conhecimento para a nanotecnologia, o design, a caracterização, a aplicação e a formação de estruturas. (EBBESEN; ANDERSEN; BESENDACHER, 2006)

A nanotecnologia, termo que será mais utilizado na confecção do presente artigo deriva da nanociência supramencionada, no entanto, há ressalvas e diferenças não só terminológicas, mas no objeto de estudo, que devem ser observadas. A nanotecnologia é também o estudo das pesquisas realizadas em nanoescalas com átomos, porém, como que um braço da nanociência, seu estudo é menos abrangente, restringindo-se de maneira mais específica à técnica e sua aplicação prática.

Dependente de elevados recursos, a nanotecnologia passou a ser melhor desenvolvida por países de maior expressividade econômica mundial, tais quais Estados Unidos, Alemanha e Reino Unido. Somente no ano de 2006, os investimentos mundiais foram de 9,6 bilhões de dólares em pesquisas de cunho nanocientífico, chegando ao valor estimado de 1,5 trilhão no ano de 2015.

Este elevado custo de investimentos, bem como a vasta gama de campos nos quais a nanotecnologia se aplica e a técnica inovadora a ela utilizada, ensejaram o pensamento de que a nanotecnologia daria início a uma nova Revolução Industrial (EBBESEN; ANDERSEN; BESENDACHER, 2006). O presente pensamento se deve à significativa alteração social, bem

como à maneira de se fazer tecnologia, não se esquecendo da primeira e grandiosa Revolução Industrial, tampouco desvalorizando seus feitos.

A tecnologia gerada pela nanociência abrange incontáveis setores de produção industrial, tais quais a medicina, a farmácia, a engenharia, odontologia, cosmetologia, dentre outros, acelerando efeitos de medicamentos (MACHADO, 2007); armazenamento, produção e conversão de energia; incremento da produtividade agrícola; tratamento de água e remediação ambiental; diagnóstico e *screening* de doenças; sistemas de entrega de drogas “drug delivery”; processamento e armazenamento de alimentos; poluição do ar e remediação; construção; monitoramento da saúde; vetores, detecção e controle de pragas.

Para além dos exemplos citados, as inovações da nanociência adentram a seara de várias disciplinas, como a matemática, a física, a química, a biologia e também as ciências humanas. Cabe às humanidades e seus estudos a observação das implicações éticas e sociais que tamanha mudança tecnológica pode causar. Devido à recente criação e implementação no mercado, os riscos, benefícios e malefícios que podem ser causados não só ao ser humano, mas à biosfera como um todo, podem somente ser presumidos. No entanto, deverão ainda ser analisados com precisão e afincos para que se chegue a um resultado preciso, ou que se aproxime da precisão dos riscos.

Ainda atuando sobre um campo obscuro de resultados e consequências socioambientais, outros aspectos éticos são passíveis de análise, como o que tange à pesquisa, aos investimentos desordenados, aos empregados das indústrias nanotecnológicas, ao acesso aos produtos, dentre outros aspectos.

4.2 IMPLICAÇÕES ÉTICAS

Por atingir diretamente o ser humano, seja por meio de pesquisas, seja pelos funcionários das indústrias que se utilizam da nanotecnologia, ou seja pelos próprios consumidores finais dos produtos advindos da tecnologia, há implicações de cunho ético a serem destacadas e estudadas. É necessário que se avalie não somente os instantes iniciais de uma pesquisa, mas os resultados que podem afetar a biosfera, e nestes resultados se incluem a genética (genoma), o meio ambiente, a economia e as relações sociais de consumo.

Ao se utilizar de reações químicas, a nanotecnologia está expondo a população a componentes tóxicos que, devido a seu microscópico tamanho, não podem ser vistos, nem sentidos. Com o intuito de melhor estudar os possíveis efeitos da nanotecnologia nos seres humanos, foi introduzido nas pesquisas o campo da nanotoxicologia que, em estudos ainda pouco difundidos já realizados, se pode notar a proporcionalidade na diminuição das partículas a serem trabalhadas, e o aumento na potencialidade das reações químicas, acelerando a disseminação das partículas quando colocadas em solução. Ademais, devido ao tamanho extremamente pequeno das nanopartículas, sua entrada nas membranas celulares pode gerar como consequência a hibridização das estruturas citoplasmáticas e do próprio DNA (ácido desoxirribonucleico), bem como, já na seara fisiológica:

[...] há indícios de uma intensificação das respostas fisiológicas e patológicas à presença das nanopartículas, quando estas são comparadas a partículas que não sofreram o mesmo processo de síntese e estruturação. Por exemplo, foram relatados efeitos como aumento da resposta inflamatória, fibrose, respostas alérgicas, genotoxicidade, carcinogenicidade e, em estudos preliminares em animais, foram afetadas as funções cardiovascular e linfática (HUBBS A. F. et al. citados por PYRRO, 2012).

A primeira implicação ética do avanço desenfreado da nanotecnologia se reflete, portanto, na obscuridade de futuros efeitos. O recente surgimento e rápida propagação e comercialização de produtos que envolvem nanotecnologia perpassam a esfera dicotômica do aprovável pela sociedade ou não, e estacionam nos futuros reflexos, que não deixam de ser obscuros para a comunidade científica. O contato direto de funcionários com nanopartículas, bem como o contato dos consumidores dos produtos é ainda incerto e, conseqüentemente, do ponto de vista ético, preocupante.

A segunda implicação ética que paira sobre o avanço nanotecnológico se reflete na seara social, na desigualdade de oportunidades e condições dos países desenvolvidos e os que ainda se encontram em desenvolvimento. Incapazes de competirem com os investimentos norte americanos e europeus, os países em desenvolvimento se encontram aquém das expectativas mundiais, gerando desigualdade de mercado, oportunidades de emprego e pesquisa científica. Novamente, desde o início do fenômeno técnico que se deu no continente europeu, a lacuna econômica divisória de países se faz presente.

As implicações éticas desta diferenciação podem ser encontradas nas transformações culturais e econômicas pelas quais os países devem passar para se adequarem tanto às exigências das indústrias nanotecnológicas, quanto às exigências mercadológicas. E ainda neste tópico, importante se faz a atenção a qual será o público consumidor das inovações tecnológicas.

O elevado custo de incentivo à pesquisa deverá ser repassado ao valor final do produto nanotecnológico, aumentando seu valor no mercado, e impedindo que grande parte da população mundial não tenha acesso a ele.

Contraditório é pensar que os próprios funcionários das indústrias talvez não tenham condições de terem acesso aos produtos que diariamente auxiliam a produzir; contraditório é pensar que os países que cedem território para que empresas multinacionais se instalem, talvez não tenham poder econômico de sustentar o produto nanotecnológicos no mercado, ou um dia, a poder investir, sem capital estrangeiro, em suas próprias pesquisas nanotecnológicas, na detenção de patentes, sem tem que efetuar pagamento de royalties.

Em sentido regulatório para a primeira problemática ético-nanotecnológica, se propõe ser usado o Princípio da Precaução, bastante difundido pela Lei de Biossegurança (BRASIL, Lei n. 11.105/05).

De acordo com este princípio, se busca calcular com precisão os riscos biotecnológicos que poderão vir a existir relacionados à conduta humana e sua interferência, não só no meio ambiente, mas na biosfera. No entanto, devido ao não conhecimento dos riscos futuros, o emprego do princípio pode tender ao fracasso, expondo toda a população aos resultados incertos da aplicação nanotecnológica.

No que concerne à segunda problemática ética apresentada, bem como a primeira, se faz necessária legislação específica que tutele o avanço indiscriminado da técnica em face de Direitos Humanos já conquistados há séculos, e que são frutos de resistência popular e conquistas de relevância histórica e política. Os Tratados Internacionais atualmente existentes tratam esparsamente da tutela dos Direitos Humanos, do genoma, da dignidade da pessoa humana, mas inda carecem de especificidade.

Nesta perspectiva, se entende ser necessária mobilização mundial com o propósito de criação de Acordos Internacionais que versem especificamente sobre a nanotecnologia, suas implicações éticas, jurídicas e sociais para a biosfera.

4.3 IMPLICAÇÕES E TUTELA JURÍDICA

Ainda na seara da obscuridade, como já trabalhado anteriormente, os efeitos do advento da nanotecnologia e de sua incontável aplicação no cotidiano são desconhecidos. Este imperativo, juntamente com o fato de o Direito se manifestar tardiamente em relação ao caminhar das atitudes sociais, não permitem que seja traçado posicionamento definitivo da comunidade jurídica no que tange a nanotecnologia, seus efeitos e futuras perspectivas.

No entanto, pesquisas no campo da nanotoxicologia, bem como alguns incidentes relacionados a produtos fabricados através do uso da nanotecnologia e o uso de material genético em pesquisas, permitem traçar violações à dignidade da pessoa humana, e ao direito de precaução, que, quando não observados, caminham contrariamente ao direito tecnológico de melhora científica em prol do desenvolvimento, evolução e melhoria de qualidade de vida e bem estar sociais.

O ponto de equilíbrio deve ser encontrado em meio à ponderação de Direitos igualmente importantes. Se deve atentar à invasão da intimidade, ao desrespeito aos Tratados Internacionais que tutelam o genoma humano e os Direitos Humanos, bem como a própria Lei de Biossegurança (BRASIL, Lei n. 11.105/05), e que tem por intuito:

[...] estabelecer normas de segurança e mecanismos de fiscalização sobre a construção, o cultivo, a produção, a manipulação, o transporte, a transferência, a importação, a exportação, o armazenamento, a pesquisa, a comercialização, o consumo, a liberação no meio ambiente e o descarte de organismos geneticamente modificados – OMG, e seus derivados, tendo como diretrizes o estímulo ao avanço científico na área de biossegurança e biotecnologia, a proteção à vida e à saúde humana, animal e vegetal, e a observância do princípio da precaução para a proteção do meio ambiente.

A tutela internacional no que tange o assunto em pauta é de extrema importância para a prevalência da dignidade da pessoa humana e dos Direitos Humanos, como exposto na Declaração Universal sobre Bioética e Direitos Humanos.

A Declaração supracitada, entretanto, como todos os outros Tratados Internacionais abrange as questões relacionadas à nanotecnologia de forma muito ampla, relacionando o avanço científico à necessidade de proteção aos direitos já conquistados pela humanidade. É notória a necessidade de se fazer vigorar outros Tratados de cunho internacional que tutelem mais especificamente os avanços nanotecnológicos e sua relação não só com o ser humano e o meio ambiente, mas a biosfera.

Ademais, tutelada em nível internacional esta disciplina, estando de acordo com os Tratados já existentes, a propagação da técnica utilizada deverá se espalhar de maneira uniforme e equânime, podendo ser alcançada por todos os países e diferentes civilizações, avançando sobre questões controversas, como o controle das tecnologias, a responsabilidade dos danos, e o acesso aos produtos fabricados por meio da nanotecnologia.

5 CONCLUSÃO

Os avanços da nanotecnologia existem, e deste fato, a sociedade não pode se esquivar.

Apesar de os avanços serem muito interessantes e revolucionários (ensejadores de uma nova Revolução Industrial), é necessário que os riscos e resultados futuros sejam estudados em igual intensidade das novas descobertas, se preocupando com o bem estar social, e os efeitos éticos que poderão advir.

Neste sentido, conclui-se que não se deve pensar separadamente em cada disciplina ensejadora da nanociência, mas sim em atitudes interligadas multidisciplinarmente. A união das diversas disciplinas divididas em Ciências Humanas, Exatas e Biológicas, deve ditar os rumos da técnica, bem como cerceá-la de acordo com as necessidades e limitações sociais.

A técnica, agindo dentro dos limites não somente éticos, mas legais, é um instrumento de crescimento e evolução tanto do comportamento humano, quanto da prova de sua infinita capacidade intelectual. Da mesma maneira, a técnica deve ser observada para sua utilização: se meio ou finalidade.

A técnica do século XIX era a finalidade dos avanços, por ela muito se prezava pois outra fonte não havia. No entanto, é notória a inversão no papel da técnica e sua utilização como

meio para que se chegue ao resultado almejado. Não há nada de maléfico em tornar a técnica um mero meio de se obter a tecnologia, a indústria e o mercado, mas receia-se que o homem inverta os papéis, não somente se utilizando da técnica de maneira saudável, mas sim dela se tornando dependente, escravo.

Ademais, diante de todos os efeitos éticos trazidos pela nanotecnologia e sua polêmica existência, se intentou no presente artigo ressaltar as novas maneiras de se atingir a perfeição técnica em face da necessidade humana, envolvendo para isso o incontável e ilimitado poder intelectual do ser humano que carece de respaldo ético e jurídico.

Propõe-se, no que tange à legalidade, o respeito aos acordos e Tratados Internacionais já existentes e que tutelam a dignidade da pessoa humana, a autonomia, o material genético, e os direitos humanos. Para fins democráticos, propõe ainda, a isonomia jurídica, que deverá ser promulgada de acordo com a especificidade que o tema em questão demanda, através de novos Acordos e Tratados Internacionais.

Logra ainda que se estude com mais afinco os riscos e malefícios da nanotecnologia associados ao campo da nanotoxicologia, bem como que seja utilizada transparência para com a sociedade consumidora, estabelecendo com ela um diálogo claro e direto, coerente com o princípio da precaução.

REFERÊNCIAS

ABDI. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial; Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. *Panorama da Nanotecnologia no Mundo e no Brasil*. Brasília: ABDI, 2010. Disponível em: <<http://www.abdi.com.br/Estudo/Panorama%20de%20Nanotecnologia.pdf>> Acesso em: 16 nov. 2015.

BARRIENTOS-PARRA, J. D.; MELO, E. C. V. B. O direito à intimidade na sociedade técnica. Rumo a uma política pública em matéria de tratamento de dados pessoais. *Revista de Informação Legislativa*. Brasília, n. 180, v. 45. Brasília, out./dez. 2008.

BOWMAN, D. M; HODGE, G. A. Nanotechnology and Public Interest dialogue: Some International Observations. *Bulletin of Science, Technology & Society*. v. 27. n. 02, abr. 2007, 118-132.

BRASIL. Lei n. 11.105, de 24 de Março de 2005. Regulamenta os incisos II, IV e V do § 1º do art. 225 da Constituição Federal, estabelece normas de segurança e mecanismos de fiscalização de

atividades que envolvam organismos geneticamente modificados – OGM e seus derivados, cria o Conselho Nacional de Biossegurança – CNBS, reestrutura a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança – CTNBio, dispõe sobre a Política Nacional de Biossegurança – PNB, revoga a Lei nº 8.974, de 5 de janeiro de 1995, e a Medida Provisória nº 2.191-9, de 23 de agosto de 2001, e os arts. 5º, 6º, 7º, 8º, 9º, 10 e 16 da Lei nº 10.814, de 15 de dezembro de 2003, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Poder Executivo, Brasília-DF, 28 mar. 2005. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/111105.htm>. Acesso em: 22 dez. 2015.

BRASIL. STF. Supremo Tribunal Federal. Ação Direta de Inconstitucionalidade n. 4277. Voto da ministra Cármen Lúcia, 2011. Disponível em: <<http://www.stf.jus.br/arquivo/cms/noticianoticiastf/anexo/adi4277cl.pdf>> Acesso em: 13 dez. 2015.

EBBESEN, M; ANDERSEN, S; BESENDACHER, F. Ethics In Nanotechnology: Starting From Scratch?. *Bulletin of Science, Technology & Society*. v. 26, n. 6, dec., 2006. p. 451-462

ELLUL, Jacques. *A Técnica e o Desafio do Século*. Trad. Roland Corbisier. Paz e Terra. Rio de Janeiro, 1968.

HOBBSAWN, Eric J. *A Era Das Revoluções, 1789, 1848*. 35. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2015.

KANT, Immanuel. *Crítica da razão pura*. Tradução e notas Fernando Costa Mattos. 3. ed. Petrópolis: Vozes; Bragança Paulista, SP: Editora Universitária São Francisco, 2013.

LEITE, T. de S. C; MARCHETTO, P. B. Bioética na sociedade técnica: uma reflexão sobre os avanços da biotecnologia e a ética por meio dos conceitos de Jacques Ellul. *Revista de informação legislativa*, v. 49, n. 196, p. 249-258, out./dez. 2012. Disponível em: <<http://www2.senado.leg.br/bdsf/item/id/496626>>. Acesso em: 30 nov. 2015.

MACHADO, Ana Paula. Nanotecnologia é foco em diferentes áreas na UEM. *Jornal da UEM*. Jornal 67. Jun. 2007. Disponível em: <http://www.jornal.uem.br/2011/index.php?option=com_content&view=article&id=317:nanotecnologia-oco-de-pesquisas-em-diferentes-as-da-uem&catid=55:jornal-67-junho-de-2007&Itemid=2>. Acesso em: 20 dez. 2015.

PENT, Programa de Engenharia de Nanotecnologia. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.pent.coppe.ufrj.br/index.php/80-template-details/general/103-engenharia-de-nanotecnologia.html>> Acesso em: 15 dez. 2015.

PYRRO, Monique; SCHRAMM, Fermin Roland. A moralidade da nanotecnologia. *Cad. Saúde Pública* vol.28 no.11 Rio de Janeiro, Nov. 2012.

SILVA, Juliana Machado Lemos da. *Direito, ética e biossegurança: a obrigação do Estado na proteção do genoma humano*. 2005. 241 f. Dissertação (Mestrado em Direito). Faculdade de História, Direito e Serviço Social. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Franca, 2005.

VÁZQUEZ, Adolfo Sanchez. *Ética*. trad. João Dell’ Anna. 32 ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2011.

Recebido em: 15/07/2016

Aprovado em: 21/08/2016