

# NANOTECNOLOGIA À LUZ DA ÉTICA E DOS DIREITOS HUMANOS<sup>1</sup>

## NANOTECHNOLOGY UNDER THE ETHICS AND THE HUMAN RIGHTS

Vladmir Oliveira da Silveira\*  
Queila Rocha Carmona dos Santos\*\*

**Resumo:** O tema desta pesquisa é a nanotecnologia, delimitando-se o estudo nas possíveis consequências do seu desenvolvimento sem limites à luz dos direitos humanos. Objetiva-se destacar os riscos (nano)tecnológicos a partir do ponto de vista da proteção dos direitos humanos e de uma possível nova era de direitos baseada na ética como valor para concretizar a dignidade da pessoa humana. Optou-se pela pesquisa bibliográfica e documental, com o método dedutivo, via de regra, e indutivo em algumas reflexões. A necessidade de proteção da dignidade da pessoa humana ressurgiu na pós-modernidade, sob nova roupagem, em razão dos riscos que se vinculam às novas tecnologias. Por conseguinte, o valor da ética, somado aos princípios de direitos humanos fundamentais, apresenta-se como uma alternativa viável para enfrentar os desafios propostos pela nanotecnologia, pois desse valor decorrem outros e, também, princípios com potencial de conduzir o desenvolvimento a um patamar de segurança e sustentabilidade.

**Palavras-chave:** Nanotecnologia. Direito Internacional dos Direitos Humanos. Dignidade da Pessoa Humana. Ética.

**Abstract:** The theme of this research is nanotechnology, delimiting the study of the possible consequences of their development without limits in the idea of human rights. It aims to evidence the risks of nanotechnology from the point of view of protection of human rights and a possible new age of rights based on ethics as to realize the value of human dignity. It was opted for the literature and documents, with the deductive as a general rule and inductive method in some reflections. The need to protect the dignity of the human person emerges in postmodernity, in a new aspect, by reason of the risks that are linked to new technologies. Therefore, the value of ethics, combined with the principles of fundamental human rights, presents itself as a viable alternative to face the challenges posed by nanotechnology, since this value also derive other and principles with the potential to direct the development of a plateau safety and sustainability.

**Keywords:** Nanotechnology. International Law of Human Rights. Dignity of the Human Person. Ethics.

\*Direito pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP); Professor de Direitos Humanos e Direito Internacional na Universidade Nove de Julho (Uninive), SP e na Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP); Coordenador do Programa de Mestrado em Direito da Universidade Nove de Julho (Uninove), SP; Advogado; Rua Monte Alegre, 984, Perdizes, 05014-901, São Paulo, São Paulo, Brasil; vladmir@uninove.br

\*\* Mestre em Justiça, Empresa e Sustentabilidade pela Universidade Nove de Julho (Uninove), SP; Especialista em Direito Tributário pela Universidade Nove de Julho (Uninove), SP; Pesquisadora no Grupo de Pesquisa Responsabilidade e Funcionalização do Direito; Advogada; Rua Vergueiro, 235, Liberdade, 01504-001, São Paulo, São Paulo, Brasil; queila.carmona@ig.com.br

<sup>1</sup> Este artigo é resultado das pesquisas realizadas no Grupo Responsabilidade e Funcionalização do Direito.

## Introdução

O presente trabalho faz parte de um projeto de dissertação nomeado “Os Riscos das Nanotecnologias e a Responsabilidade Socioambiental da Empresa”, sendo também resultado das pesquisas realizadas no Grupo Responsabilidade e Funcionalização do Direito do Programa de Mestrado em Direito da Universidade Nove de Julho. Contudo, vale apontar que neste estudo serão abordados alguns aspectos das nanotecnologias a partir de preceitos predominantemente de Direitos Humanos.

Inicialmente, verifica-se que a humanidade está diante de uma verdadeira revolução científica com a descoberta das nanotecnologias que possibilitam a manipulação de átomos e moléculas, existentes na natureza, mas até então intocados pelo homem.

Com a manipulação de materiais em escala atômica ou molecular, é possível modificar e produzir estruturas, peças e sistemas pelo controle do seu tamanho e forma, na escala nanométrica. Porém, existem alertas de que a manipulação de estruturas nessa escala pode ser, em alguns casos, nociva à saúde humana e ao meio ambiente.

Os riscos que acompanham as nanotecnologias em razão da manipulação são pouco explorados. Entretanto, nota-se que mesmo sem o total conhecimento dos riscos por meio de testes toxicológicos, a tecnologia nano já está introduzida na sociedade de diversas formas.

Em suma, o tema nanotecnologia merece uma abordagem multidisciplinar da ciência jurídica, em razão das diversas consequências que podem refletir na coletividade. Todavia, cumpre delimitar o estudo sob o ponto de vista da proteção dos direitos humanos, por conta dos interesses relativos ao bem comum e à vida que estão envolvidos pela matéria.

Tendo por base que o ordenamento jurídico não é um corpo estático, ao contrário, é um corpo em constante evolução para proteger os interesses da sociedade, haja vista os direitos humanos, que são resultados de conquistas de direitos ao longo da história, pergunta-se: os valores de liberdade, igualdade e solidariedade de direitos humanos tradicionalmente afirmados são suficientes para concretizar a dignidade da pessoa humana diante dos novos riscos relativos ao avanço tecnológico da pós-modernidade?<sup>2</sup>

A partir de uma análise teórica inicial, investiga-se a hipótese que não, pois tais valores concretizam a dignidade humana até o plano da solidariedade e não contemplam outros fatores, como, por exemplo, a conduta ética diante do acelerado

---

<sup>2</sup> Pós-modernidade é uma expressão controversa, mas utilizada para se referir ao atual contexto histórico, isto é, o momento caracterizado pelas mudanças no comportamento, valores e modos de vida da sociedade, pelas incertezas e riscos inerentes ao desenvolvimento, em que predomina o capitalismo e o consumo. A respeito de pós-modernidade consultar Bauman (2001).

desenvolvimento tecnológico e de responsabilidade perante os improváveis ou imprevisíveis novos riscos que ameaçam a sociedade.

Diante dessa problemática, objetiva-se destacar os riscos (nano)tecnológicos à luz dos direitos humanos e de uma possível nova era de direitos baseada na ética como valor para concretizar a dignidade da pessoa humana nesse momento histórico.

Nessa linha, as nanotecnologias serão abordadas em termos gerais, contemplando a proporcionalidade jurídica no que se refere à compatibilização dos interesses envolvidos. Em seguida, aponta-se algumas características da sociedade pós-moderna e seus reflexos nas tomadas de decisões. Na sequência, passa-se à análise das nanotecnologias inseridas na realidade social por meio de diversas aplicações, considerando determinadas disposições jurídicas vigentes voltadas à proteção humana e a interpretações doutrinárias especializadas. Por fim, considerando que se trata de uma situação nova e peculiar inserida no complexo contexto pós-moderno, destaca-se a ética como valor potencial para guiar as ações e ainda ampliar a proteção dos direitos humanos.

Assim, justifica-se a presente pesquisa em razão da relevância dos valores que se busca manter protegidos com a transformação da realidade, ou seja, em razão da necessidade do direito de se atentar e se adequar às novas necessidades de proteção social que surgem principalmente no plano da antecipação dos danos. Frise-se que o intento desta pesquisa é expor, do ponto de vista jurídico, um fenômeno da realidade atual, concernente ao desenvolvimento tecnológico, que ameaça o bem-estar da sociedade em curto, médio ou longo prazo.

A técnica de pesquisa utilizada é bibliográfica e documental, utilizando-se de estudos jurídicos especializados na nanotecnologia, estudos científicos transversais, doutrinas, literatura sobre pós-modernidade, bem como do direito positivo em vigor. Por fim, importante observar que a pesquisa se utilizará de uma abordagem preponderante dedutiva acerca do tema, aderindo à visão de Peter Häberle sobre o Estado Constitucional Cooperativo, da historicidade dos Direitos Humanos e do direito comum de cooperação para interpretação do objeto.

## 1 Nanotecnologias

As nanotecnologias já são bastante utilizadas nos meios de produções mais avançados, ainda que pouco conhecidas pela sociedade em razão da pouca divulgação ou mesmo por ser, de certo modo, uma novidade, isto é, uma inovação tecnológica.

Em termos científicos, nanotecnologia é o nome atribuído à ciência que explora materiais em escala atômica ou molecular, ou seja, que explora materiais em uma escala bastante reduzida. O nanômetro (nm) é uma unidade de medida que equivale a um bilionésimo de metro, assim, por meio da nanotecnologia, é possível manipular estruturas muitíssimo pequenas e até então intocadas pelo homem, para

a formação de novas estruturas e materiais, possibilitando a criação e o aperfeiçoamento de tecnologias e produtos para benefício da vida humana.

A ideia de manipulação de átomos e moléculas foi levantada por Richard Phillips Feynman, em 1959, na palestra *Há muito espaço lá em baixo*. Nessa ocasião, ficou prevista a futura realização das nanotecnologias. Alguns anos depois, Eric Drexler foi o cientista que se destacou por continuar com as ideias de Feynman, pesquisando e desvendando as chamadas nanotecnologias.

Drexler (1986 apud ENGELMANN; FLORES; WEYERMÜLLER, 2010, p. 17) afirma que:

No século passado desenvolvemos aeronaves, naves espaciais, energia nuclear, e os computadores. No próximo, iremos desenvolver montadores, replicadores, engenharia automatizada, vôos espaciais baratos, máquinas de reparação celular, e muito mais. Esta série de descobertas pode sugerir que a corrida tecnológica irá avançar sem limites [...]

Entende-se, portanto, que a descoberta das nanotecnologias evoluciona as expectativas do mundo científico, possibilitando a criação de produtos, até então, impossíveis de serem criados.

Com essa engenharia de construção de novas estruturas a partir de átomos em completo funcionamento, especialistas acreditam que poderá ocorrer uma nova revolução industrial, sendo certo que, se ocorrer, será acompanhada de diversas consequências sociais, econômicas, ambientais, entre outras. E isso pode não estar muito longe de ocorrer, pois inúmeros países têm investido significativamente para o desenvolvimento dessa tecnologia, nos últimos anos.

No Brasil, um exemplo é o laboratório de Nanociência e Nanotecnologia (Labnano),<sup>3</sup> instalado na sede do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), no Rio de Janeiro. O laboratório foi criado para impulsionar a nanotecnologia, entendida pelo governo como “área de futuro” para o desenvolvimento, o que torna o Brasil o país da América Latina com a maior infraestrutura instalada para pesquisa básica na área (RANGEL, 2011, p. 21-22).

Destaca-se no Labnano a nanofabricação, que é a produção de dispositivos em escala nanométrica, ou seja, na dimensão de vírus, DNA e moléculas. Tal método permite a manipulação de estruturas para modificar suas características e funções. Com isso, pode-se fabricar, por exemplo, nanofios, que podem ser utilizados como transistores ou sensores de variáveis físicas, como pressão, temperatura e campo magnético.

---

<sup>3</sup> O projeto custou cerca de R\$ 10 milhões, dos quais R\$ 8 milhões foram repassados pela Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), que nos últimos oito anos investiu cerca de R\$ 184 milhões em pesquisas na área. A Finep é apenas um exemplo de empresa e agência pública de fomento à pesquisa, vinculada ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Vale destacar, que há outros órgãos de incentivo que com frequência lançam editais para financiar pesquisas na área de nanotecnologia.

O desenvolvimento das nanotecnologias tornou-se possível com o avanço tecnológico dos últimos anos, que fez com que a manipulação de átomos e moléculas deixasse de ser apenas uma ideia e tema de ficção científica para se tornar realidade.

Nesse sentido, é interessante destacar que na década de 1980 a nanotecnologia era tema de ficção científica na série jornada nas estrelas (EVOLUTION, 1989). Em determinado episódio, é retratado um trabalho de genética avançada que cria dois nanitas (no caso nanorôbos) “evoluídos” que podem interagir entre si para aumentar suas habilidades e, assim, penetrar em células vivas fazendo reparos, ou seja, cirurgias celulares. No entanto, na ficção, tais nanitas, quase inofensivos e projetados para uma experiência científica, escapam do laboratório e começam a se reproduzir mecanicamente, formando uma inteligência coletiva com tanto poder que começam a penetrar nos computadores, passando a comandar todas as ações e movimentos da nave, o que coloca todos em perigo.

Trata-se de uma ficção científica idealizada há mais de 20 anos, que ilustra o potencial dessa tecnologia e também os riscos não conhecidos, a instabilidade e a impossibilidade de controle quando algo sai errado.

Contudo, de modo geral, nota-se um grande otimismo do Governo, de pesquisadores e de empreendedores em torno da nanotecnologia, pois a possibilidade de manipulação de estruturas em tamanhos tão pequenos abre horizontes antes inimagináveis de criações que hoje já podem ser pensadas e executadas em diversas áreas, como saúde, engenharias, cosméticos, agricultura, têxteis, alimentos, microeletrônicos, entre outros.

Destaca-se que parte do crescimento desses mercados provém da capacidade de alguns setores de transformar nanomateriais de baixo custo em produtos de alto valor agregado.

Em análise mais aprofundada, é possível verificar que há uma corrida por desenvolvimento e patentes no segmento das nanotecnologias entre diversos países. No entanto, existem alertas sobre os riscos potenciais que podem afetar a saúde, especialmente dos trabalhadores que manuseiam a tecnologia, e o meio ambiente. Com efeito, o mau uso e o desconhecimento dos seus chamados efeitos colaterais por meio de pesquisas pode ser um grande perigo à humanidade.

Por lidar com escalas tão reduzidas, entende-se que os átomos, as moléculas ou as partículas nessa dimensão podem se tornar instáveis a depender de sua manipulação. Todavia, para se chegar a alguma conclusão a respeito dos potenciais resultados, torna-se indispensável o estudo de cada aplicação em particular.

Nessa linha, “[...] constatam-se, portanto, dois polos de angústia: um deles, o desvelamento das possibilidades de investigação no nanomundo; o outro, as consequências dessas descobertas.” (ENGELMANN; FLORES; WEYERMÜLLER, 2010, p. 19).

Segundo informações da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) (2010, p. 146), nos EUA, dos 1,4 bilhões de dólares do orçamento federal destinados às pesquisas em nanotecnologia, menos de 3% foram destinados à pesquisa sobre os riscos ao meio ambiente, à saúde e à segurança.

Esse mesmo estudo da ABDI destaca, de forma global, algumas iniciativas em curso com o objetivo de regulamentar e assegurar um desenvolvimento mais seguro e sustentável das nanotecnologias. Tais iniciativas demonstram atenção aos alertas de riscos e responsabilidade, especialmente em relação à proteção humana.

O primeiro que pode ser citado é o Comitê Técnico ISO/TC 229 que, entre seus grupos de trabalho, um se dedica à saúde, à segurança e ao meio ambiente. Por meio desse Comitê, normas estão sendo elaboradas com caráter antecipatório e prospectivo das nanotecnologias, viabilizando a implantação de metodologias para avaliação dos riscos.

Destaca-se também o código voluntário *Responsible NanoCode*, voltado às empresas e organizações, em uma iniciativa de responsabilidade socioambiental (SARLET; FENSTERSEIFER, 2010)<sup>4</sup> e ética das empresas perante a sociedade. O código tem como objetivo criar um consenso internacional sobre as boas práticas e formas responsáveis de lidar com as nanotecnologias enquanto não há outras normas complementares.

Entre seus princípios, convém mencionar os seguintes:

- a) a empresa deverá identificar e minimizar as fontes de risco para os empregados que manipulam produtos utilizando as nanotecnologias, em todo o processo de produção ou de utilização industrial, a fim de assegurar padrões elevados de segurança e de saúde no trabalho;
- b) cada empresa deverá conduzir uma avaliação dos riscos e minimizar os potenciais riscos à saúde, segurança e meio ambiente;
- c) cumpre à empresa responsabilizar-se e reagir a toda implicação e impacto, sociais ou éticos, do desenvolvimento ou da comercialização das nanotecnologias (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, 2010, p. 144-145).

Engelmann, Aldrovandi e Berger Filho citam a Avaliação Ambiental Abrangente *Comprehensive Environmental Assessment* (CEA), da agência ambiental norte-americana *US Environmental Protection Agency*, US (EPA), utilizada para identificar e priorizar pesquisas que apoiam futuros esforços de avaliação e/ou gestão de riscos nas tomadas de decisões. Segundo os autores, essa avaliação permite organizar as informações, incorporando e construindo métodos analíticos, incluindo avaliações sobre risco e caracterização dos riscos, entre outras (ENGELMANN; ALDROVANI; BERGER FILHO, 2013b, p. 19).

---

<sup>4</sup> Sarlet e Fensterseifer (2010) defendem que a expressão socioambiental é resultado da necessária convergência das “agendas” social e ambiental em um mesmo projeto jurídico-político para o desenvolvimento humano. Deve ser considerada tanto uma dimensão social quanto uma dimensão ecológica da dignidade humana, pois somente um projeto que contemple essa dupla dimensão se revela constitucionalmente adequado.

Como sinal de preocupação com a matéria no Brasil, foi proposto um projeto de Lei n. 5076/2005, tendo por objeto de regulamentação a pesquisa e o uso da nanotecnologia no país, com os seguintes princípios a serem observados: Informação e Participação Social; Precaução e Prevenção; Função Social da Propriedade; e, Cooperação. No entanto, esse Projeto foi rejeitado com base no entendimento de especialistas, de que os países que investirem e dominarem a nanotecnologia poderão acessar melhores produtos e serviços e possuirão maiores oportunidades de desenvolvimento econômico e comercial, visto que parte significativa do mundo já está investindo nessa tecnologia e o Brasil está apenas começando. Assim, concluíram que nesse momento não seria viável essa lei, entre outros argumentos, considerando que já existem leis brasileiras que podem assegurar o desenvolvimento da tecnologia sem maiores riscos, como, por exemplo, a Lei de Biossegurança, a Política Nacional do Meio Ambiente e a Lei de Crimes Ambientais.

Observa-se que o projeto de lei arquivado é um exemplo claro de que não há interesse político no presente em regulamentar de forma direta o uso e a disseminação da nanotecnologia sob o pretexto de não atrasar o andamento das pesquisas e assegurar uma vantagem competitiva no desenvolvimento tecnológico do país.

Entretanto, ainda que o desenvolvimento econômico-tecnológico seja importante para a sociedade em virtude dos diversos benefícios que traz, deve-se ter cuidado, pois pode não ser razoável e nem proporcional juridicamente, como será analisado na sequência. Portanto, o estudo busca refletir se em nome do desenvolvimento tecnológico e do crescimento econômico pode ser possível juridicamente se colocar em risco o direito fundamental à vida. Com efeito, procurar-se-á interpretar dentro das atuais dimensões dos direitos humanos já incorporadas nacional e internacionalmente como se deve harmonizar os interesses, normas e princípios com base nos valores que devem ser preservados na sociedade.

Nessa linha, cumpre referir a lição de Alexy (2012, p. 153) sobre a diferença entre valores e princípios que, essencialmente, diferem-se em razão do caráter axiológico dos valores e deontológico dos princípios, de modo que o primeiro se assenta no âmbito do melhor ou bom e o segundo no âmbito do dever-ser.

O autor ainda sustenta uma estreita ligação entre a natureza dos princípios e a máxima da proporcionalidade, com suas três máximas parciais da adequação, da necessidade e da proporcionalidade em sentido estrito (ALEXY, 2012, p. 116-117).

Em razão da complexidade dos interesses que envolvem as nanotecnologias, convém invocar a proporcionalidade para o início de uma reflexão sobre as possíveis formas de regulamentação e controle dos riscos. Frise-se que não se pretende abrir mão da sustentabilidade econômica, mas desde a superação do liberalismo deve-se também atender a outras dimensões da sustentabilidade como a social e a ambiental.<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> Ver, nesse sentido, Oliveira (2008).

As máximas parciais de adequação e necessidade exigem uma máxima realização dos princípios em relação às possibilidades fáticas, dentro de uma ideia de otimização. Em caso de conflitos, a adequação elimina os meios não adequados para a resolução do conflito, e a necessidade, entre dois meios considerados adequados, exige que seja escolhido aquele que intervenha de forma menos intensa, ou seja, de forma estritamente necessária.

A possibilidade de se aplicar o meio adequado que, por sua vez, intervém de forma mais suave nos fatos, traduz uma ideia de eficiência, pois se aplica um meio que produz o resultado que se espera da melhor maneira possível, em uma clara relação de meio e fim.

Já a máxima da proporcionalidade em sentido estrito, considerando que princípios são mandamentos de otimização e devem ter uma realização ampla não somente em relação às possibilidades fáticas, mas também em relação às jurídicas, manifesta a otimização quando há colisão entre princípios, em especial, às possibilidades jurídicas.

A ideia de otimização em relação aos princípios ou normas de direitos fundamentais com caráter de princípios se identifica com o sopesamento (ALEXY, 2012, p. 594) que avalia o grau de afetação de um dos princípios e, em seguida, avalia a importância da satisfação do princípio em conflito, para então verificar se a importância da satisfação do princípio em conflito justifica a afetação do outro princípio.

Desse modo, os princípios em conflito devem ser avaliados para que sejam aplicados da forma que melhor garanta a proteção dos direitos fundamentais.

Alexy (2012, p. 600) sustenta ainda que, dentro da lei do sopesamento, é possível construir um conceito de importância que reúna uma grandeza concreta e outra abstrata; assim, define que:

[...] a vida humana tem, em abstrato, um peso maior que a liberdade geral de se fazer ou deixar de fazer o que se queira. Portanto, a importância que a proteção da vida tem em uma determinada situação pode ser determinada, ao mesmo tempo, com base no peso abstrato da vida e na ameaça que ela sofre no caso concreto.

Por conseguinte, cumpre refletir sobre a problemática das nanotecnologias com base na proporcionalidade, que permite sopesar os diferentes interesses, pois, se por um lado é necessário o desenvolvimento tecnológico, econômico e social, por outro, é indispensável a proteção à vida como um todo de qualquer risco.

Guerra Filho (2007, p. 178), em sua análise sobre o princípio da proporcionalidade em sentido estrito, afirma que “[...] aqui importa, acima de tudo, que não se fira o ‘conteúdo essencial’ (Wesensgehalt) de direito fundamental, com o desrespeito intolerável da dignidade humana [...]”

Logo, o desenvolvimento das nanotecnologias deve ser baseado no respeito ao princípio da dignidade da pessoa humana somado à proporcionalidade para uma possível compatibilização entre os interesses.



## 2 Nanotecnologia e pós-modernidade

Ao pensar em nanotecnologia e nas possibilidades quase sem limites que ela traz, considerando a influência da inovação tecnológica na vida humana, convém evidenciar uma relação dela com as características da sociedade pós-moderna.<sup>6</sup>

De imediato, podem ser identificadas características da sociedade, como a rapidez das informações, a diminuição das distâncias e do tempo, o consumismo, o individualismo, a superficialidade e a transformação dos estilos e formas de vida.

Bauman (2001, p. 39) refere-se aos membros da atual sociedade como *indivíduos*, em razão de se tornarem indiferentes ao bem comum, hedonistas ao considerar o prazer a finalidade da vida, de certa forma visualizar apenas os fins a serem alcançados, não se preocupando com os meios, diferentemente dos cidadãos que se interessam pelo bem comum da sociedade. O autor propõe, ainda, que a atual sociedade se caracteriza pela *instantaneidade*.

O tempo instantâneo e sem substância do mundo do *software* é também um tempo sem consequências. “Instantaneidade” significa realização imediata, “no ato” – mas também exaustão e desaparecimento do interesse. A distância em tempo que separa o começo do fim está diminuindo ou mesmo desaparecendo [...] Há apenas “momentos” – pontos sem dimensões. (BAUMAN, 2001, p. 137-138).

Portanto, é possível entender que a instantaneidade se insere no contexto dos riscos por estar relacionada à velocidade dos fatos. Considerando que os indivíduos pautados por condutas voltadas mais para si do que para a comunidade e para o bem comum, conduzem as ações e as tomadas de decisões sem apego aos valores humanos fundamentais de segurança, para que, desse modo, possam mover-se conforme a dinâmica dos mercados e do progresso científico e tecnológico.

Destaca-se no mundo do *software* (BAUMAN, 2001, p. 141) o que o autor chama de trabalho sem corpo ou capitalismo leve, ou seja, o que proporciona ao capital agilidade para mudar e se mover quando necessário. Com efeito, considera-se que os indivíduos e o capitalismo se movem de acordo com a leveza da atual modernidade, tornando-se fontes de total incerteza.

A partir dos fenômenos da pós-modernidade, também chamada de modernidade líquida, pela flexibilidade e maleabilidade, ocorre a perda dos valores essenciais ao bem comum e da sensibilidade em relação às consequências das ações, predominando-se os fins, não mais os meios.

Para refletir sobre os rumos da tecnologia com base nos fenômenos da contemporaneidade, vale destacar também o pensamento de Lipovetsky (2013, p. 84), ao explicar que:

<sup>6</sup> É importante destacar que neste estudo será utilizada a expressão pós-modernidade para fazer referência ao atual momento histórico, no entanto, serão adotados conceitos de Zygmunt Bauman que se refere a este mesmo momento como *modernidade líquida ou leve*.

Quando o futuro se mostra ameaçador e incerto, resta a retracção sobre o presente, que não pára de ser protegido, arranjado e reciclado numa juventude sem fim. Ao mesmo tempo que põe o futuro entre parêntesis, o sistema procede à <desvalorização do passado>, impaciente por cortar as amarras das tradições e territorialidades arcaicas e por instituir uma sociedade sem base de ancoragem nem opacidade; juntamente com esta indiferença pelo tempo histórico, instaura-se o <narcisismo coletivo>, sintoma social da crise generalizada das sociedades burguesas, incapazes de enfrentarem o futuro sem desespero.

A sociedade pós-moderna, imersa em sentimentos e características imediatistas que a distanciam da realidade, deixa de lado o senso crítico que deve nortear o avanço tecnológico.

Sevcenko (2001, p. 18) salienta que a técnica “[...] é socialmente conseqüente quando dialoga com a crítica. O problema, assim, não é nem a técnica e nem a crítica, mas a síndrome do loop, que emudece a voz da crítica, tornando a técnica surda à sociedade.”

Destarte, limites de segurança devem ser traçados na pesquisa científica para que os resultados futuros não sejam nocivos à própria natureza humana. Tais limites podem ser estabelecidos por meio da crítica, considerando que todo modelo de proteção deve se pautar por uma institucionalização de seus meios de forma participativa, e não como uma imposição política vertical de uns sobre muitos.

A crítica tecnológica para a criação de limites se funda na preservação dos valores humanos no âmbito da sociedade. Todavia, as características predominantes da atual sociedade não favorecem ações de diálogo e conscientização acerca dos riscos e da proteção do bem comum.

Desta feita, é possível afirmar que na pós-modernidade ocorre uma inversão de valores, de modo que não predomina o ânimo de cooperação para o bem comum, mas o individualismo e a instantaneidade em busca dos fins. Beck (2010, p. 30) aponta que: “O impacto ambiental da indústria e a destruição da natureza, que, com seus diversos efeitos sobre a saúde e a convivência das pessoas, surgem originalmente nas sociedades altamente desenvolvidas, são marcados por um *déficit do pensamento social*.”

Assim, pode-se notar que o *déficit do pensamento social* na contemporaneidade é provocado, em especial, pela fluidez e inconsistência de ideais que, predominantemente voltados ao capitalismo, resultam no relativismo dos valores humanos fundamentais. Logo, as sociedades estão envolvidas com a liquidez pós-moderna e cegas aos valores fundamentais.

### **3 Avanço e proteção aos direitos humanos na era da nanotecnologia**

Os impactos da nanotecnologia repercutem em vários ramos do direito, mas, a princípio, convém fazer uma abordagem do ponto de vista dos direitos humanos,

que podem ser considerados o patamar mínimo de proteção estabelecido de forma dinâmica pelas civilizações.

A nanotecnologia é uma inovação tecnológica muito importante, que já está inserida em alguns produtos utilizados no dia a dia e ainda tem muito a expandir. Para isso, há incentivos financeiros e muitas pesquisas em curso.

Ocorre que, em razão da nanotecnologia ser uma engenharia de manipulação de estruturas em escala atômica ou molecular, as partículas são muito pequenas e, ao serem manipuladas, podem penetrar no organismo do ser humano com facilidade e também poluir o meio ambiente com partículas minúsculas pelo ar, considerando que a modificação das estruturas para a formação de outras também pode trazer riscos incalculáveis.

Nessa linha, Engelmann (2011, p. 312-313) sustenta que:

[...] no plano da nova ciência nascem riscos, que projetam possibilidades de danos, dada a incerteza da maioria dos aspectos positivos e negativos que as nanotecnologias poderão gerar; se desconhece os aspectos de causalidade, dada a falta de um saber empírico. Isso está circunscrito aos poucos estudos de nanotoxicologia, que ainda precisam avançar, a fim de trazer aspectos mais seguros e confiáveis em suas conclusões. Existem muitas variações de nanopartículas e pelas pequenas dimensões, elas podem atravessar membranas celulares, por vezes nucleares, não respeitando barreiras orgânicas.

A chamada (nano)tecnologia assume um lugar de destaque em termos de inovação e riscos, sendo possível considerá-la um fim em si mesma. Essa tecnologia, de tão avançada, impossibilita, de certo modo, sua própria investigação, pois está à frente das possibilidades tradicionais de controle e gestão do risco.

Todos esses problemas que envolvem a matéria, entre outros, são reais. No entanto, têm sido ignorados e pouco observados, pois no momento a preocupação é desenvolver a tecnologia a qualquer custo.

Beck (2010, p. 31), ao refletir sobre as concentrações tóxicas no ser humano, afirma que: “[...] aquilo que pode parecer ‘inofensivo’ num produto isolado talvez seja consideravelmente grave no ‘reservatório do consumidor final’, algo em que o ser humano acabou por se converter no estágio avançado da mercantilização total.”

Infelizmente, essa afirmação reflete a realidade da sociedade pós-moderna, em que os seres humanos se tornaram alvos das consequências não projetadas do desenvolvimento. Verifica-se que, com o avanço tecnológico, novas ameaças foram criadas à saúde, ao meio ambiente, ou seja, ao bem-estar da sociedade.

Ainda que o momento seja de individualizações, a preocupação é com a humanidade, pois se trata de interesse relativo aos direitos humanos e se pode supor que uma tecnologia tão interessante como essa, em pouco tempo, estará por toda a parte, sem limites ou fronteiras.

Para o Estado e a sociedade, o desenvolvimento tecnológico e econômico é necessário, mas deve ser implantado de forma sustentável e responsável, com políti-

cas públicas que se voltem aos meios empregados e que evitem todo e qualquer risco de perigo às pessoas e ao meio ambiente.

Sustenta Freitas (2011, p. 122) que:

O que se acolhe, dito de outro modo, é o dever improtelável, incorporado por norma geral inclusiva (CF, art. 5º, par. 2º), de adotar a diretriz vinculante da sustentabilidade, que determina, antes de tudo, respeito ao bem-estar físico e psíquico, individual e transindividual, com o fito de promover a instauração do ambiente limpo, não mais sufocado pela ideologia tosca e aética do crescimento, a qualquer custo.

Conforme o entendimento do autor, trata-se de um dever incorporar a sustentabilidade ao desenvolvimento econômico como um valor e diretriz constitucional. Ressalta-se o art. 5º, § 2º, da Constituição Federal, como uma norma geral inclusiva, que prevê a inclusão de outros direitos e garantias decorrentes do regime e dos princípios constitucionais ou dos tratados internacionais que o Brasil faça parte, além dos direitos e das garantias já previstos.

Nesse sentido, convém mencionar os preceitos de garantia e proteção do bem-estar comum, previstos na Constituição Federal, especialmente, o fundamento da dignidade da pessoa humana, o objetivo nacional de desenvolvimento, os princípios que regem as relações internacionais da prevalência dos direitos humanos e a cooperação entre os povos para o progresso da humanidade. Destacando-se, ainda, os direitos e as garantias fundamentais, entre esses, a inviolabilidade do direito à vida e à saúde.

Assim, considerando os valores consagrados pela Constituição Federal, pode-se afirmar que existe um dever que emana do topo do ordenamento jurídico de proteção às pessoas, tanto em sua individualidade quanto inserida na coletividade.

Desta feita, faz-se necessária a utilização do princípio da precaução, defendido por Lopez (2010, p. 86) como o princípio que se fundamenta na “[...] ética da prudência e no princípio da solidariedade social e segurança geral” para afastar os perigos dos riscos desconhecidos.

Nesse caso, diante das consequências que podem ser acarretadas pelo desenvolvimento tecnológico, o princípio da precaução se apresenta como instrumento indispensável para a criação de mecanismos de gerenciamento dos riscos, considerando que tal princípio é aplicado para evitar que a sociedade fique exposta a riscos mesmo que incertos, ou seja, não comprovados no campo científico.

Leme Machado (2012, p. 120), ao tratar do princípio da precaução e dos riscos, defende que “[...] o desconhecido, o incógnito e o incerto não podem ser governados pelo acaso.”

Contudo, vale destacar que o princípio da precaução fundado na ética não é aplicado com o objetivo de paralisar o desenvolvimento tecnológico, mas com o ideal de preservar a sociedade da possibilidade de sofrer danos, ou seja, quando há dúvidas sobre o potencial risco inerente à determinada tecnologia.

Dessa forma, o princípio da precaução é imprescindível para prevenir os riscos não conhecidos, devendo-se também considerar o princípio da proporcionalidade na tomada de decisões para haver o necessário equilíbrio entre o objetivo de proteção da saúde e do bem-estar da sociedade e os benefícios do avanço tecnológico.

Ainda, quando se trata dos possíveis danos que podem ser causados pelas novas tecnologias, convém mencionar o instituto da responsabilidade civil que, em regra, tem como principal função a reparação de danos.

Nessa linha, Lopez (2010, p. 75) aponta que:

As principais funções da responsabilidade civil são a função de reparação e a função de prevenção de danos. A função de precaução, que é um tipo de prevenção que tem por objeto os riscos “incertos”, será, neste século, colocada como uma nova função da responsabilidade civil.

Por conseguinte, identifica-se uma tendência de evolução para a responsabilidade civil, no que se refere aos riscos hipotéticos, por meio dos princípios da prevenção e da precaução. Tal evolução consiste na atribuição de responsabilidade em momento anterior à ocorrência do dano, ou seja, responsabilidade de evitá-lo e não somente repará-lo.

Mas a grande dificuldade é sempre como efetivar os preceitos que visam ampliar a proteção dos direitos humanos fundados na dignidade da pessoa humana, sendo certo que, para uma efetiva proteção desses direitos, é indispensável a complementação entre o direito interno e o direito internacional de proteção dos direitos humanos fundamentais.

Assim, em uma concepção atual dos direitos humanos, é importante ressaltar a abertura do direito interno para o direito internacional, expresso na Constituição Federal nos artigos 4º e 5º, § 2º e § 3º, que devem ser considerados na reflexão sobre essas questões.

Os tratados internacionais que tutelam os direitos humanos complementam a proteção dos direitos fundamentais pátrios, considerando que os direitos humanos não pertencem a um Estado, mas às pessoas na qualidade de seres humanos.

Enfatiza Bobbio (2004, p. 203) que “[...] o reconhecimento e a proteção dos direitos do homem são a base das constituições democráticas”, nesse sentido, os direitos humanos, cada vez mais, passam a fazer parte da Constituição Federal, em um processo de constitucionalização dos direitos humanos, para melhor garantia desses direitos no país.

Finnis (2007, p. 213), em uma concepção jusnaturalista, sustenta que:

Por um lado, não devemos dizer que os direitos humanos, ou o exercício deles, dependem do bem comum, pois a manutenção dos direitos humanos é um componente fundamental do bem comum. Por outro lado, podemos adequadamente dizer que a maioria dos direitos humanos está sujeita ou é limitada por cada um e por todos os outros *aspectos* do bem comum, aspectos que poderiam provavelmente ser subsumidos em uma concepção muito ampla de direitos humanos, mas que são adequadamente indicados [...]

De acordo com esse entendimento, é possível afirmar que para se alcançar o bem comum é necessário garantir os direitos humanos que, no entanto, estão sujeitos aos aspectos do bem comum, aspectos que podem ser compreendidos dentro de uma concepção ampla de direitos humanos.

A reflexão de Finnis sobre os direitos humanos, quando trata de “Direitos e o bem comum” pode ser compreendida pela amplitude que é dada ao bem comum e conseqüente incorporação dos direitos humanos em seus aspectos, visto que, com tal ligação, não há como falar em bem comum, tanto na esfera individual quanto na coletiva, se não houver respeito aos direitos humanos.

O bem comum, no caso das inovações tecnológicas, pode ser compreendido sob o aspecto da garantia de segurança contra os riscos que ameaçam os bens fundamentais de vida e saúde das gerações humanas.

Não se pode esquecer que os direitos humanos são o resultado de uma construção ao longo da história, que ocorreu por meio de lutas para conquistas de direitos. Com efeito, Bobbio (2004, p. 5) aduz que:

[...] os direitos do homem, por mais fundamentais que sejam, são direitos históricos, ou seja, nascidos em certas circunstâncias, caracterizadas por lutas em defesa de novas liberdades contra velhos poderes, e nascidos de modo gradual, não todos de uma vez e nem de uma vez por todas.

Portanto, os direitos humanos foram surgindo em razão das necessidades que se apresentaram na sociedade. Dessa maneira, muitos direitos já foram conquistados em benefício da humanidade, mas isso não quer dizer que a sua expansão acabou, pois com a transformação da sociedade, novas necessidades surgem, o que cede lugar a novas construções dos direitos humanos, ou seja, à instauração de um novo marco civilizatório.

Esse fenômeno da ciência do direito compreende-se na *dinamogenesis* (SILVEIRA; ROCASOLANO, 2010, p. 185). Em suma, a *dinamogenesis* traduz o nascimento dinâmico dos direitos humanos, conforme as circunstâncias e as necessidades de cada momento histórico, concretizando em diversas dimensões a dignidade da pessoa humana, que é o principal fundamento desses direitos.

[...] O primado da dignidade da pessoa humana vai se concretizando pouco a pouco através da *dinamogenesis* – isto é, o nascimento dinâmico dos direitos humanos com fundamento na dignidade do indivíduo, manifestado pelas exigências e reclamos de cada momento histórico. (SILVEIRA; ROCASOLANO, 2010, p. 175).

De forma bem resumida, pode-se dizer que os direitos humanos são divididos classicamente em três gerações, sendo os direitos da primeira geração considerados os direitos de liberdade, direitos civis e políticos, os da segunda geração, os direitos de igualdade, caracterizados pelos direitos econômicos, sociais e culturais, e os da terceira geração, considerados os direitos de solidariedade e dos povos em um plano difuso.

Essa classificação dos direitos humanos é considerada tradicional por envolver apenas as três gerações de direitos, destacando-se que uma não anula a outra, mas incorpora-a, agregando-lhe outros direitos em decorrência do surgimento de novas necessidades sociais e novas conquistas de direitos, razão pela qual parte importante da doutrina prefere chamá-las de dimensões.

Bobbio (2004, p. 5) sustenta que “[...] já se apresentam novas exigências que só poderiam chamar-se de direitos de quarta geração, referentes aos efeitos cada vez mais traumáticos da pesquisa biológica, que permitirá manipulações do patrimônio genético de cada indivíduo.” Nesse sentido, pode-se admitir que os avanços tecnológicos permitem cada vez mais a intervenção do homem na natureza dos seres, surgindo, em razão dessa realidade, novas necessidades de proteção à vida e à integridade sob um ponto de vista diferente.

Conforme exposto anteriormente, os direitos nascem aos poucos, de acordo com as necessidades sociais e com cada momento histórico, de modo que as três gerações definidas de direitos humanos garantem a dignidade da pessoa humana no sentido da liberdade, igualdade e solidariedade. Entretanto, com a era da nanotecnologia, alguns valores fundamentais se tornaram vulneráveis à nova realidade científica.

Os valores da vida e a integridade física já estão afirmados, mas a questão é como protegê-los diante da corrida tecnológica que ocorre livremente em nome do capitalismo e do progresso técnico-científico.

Silveira e Rocasolano (2010, p. 182) afirmam que “[...] já é possível identificar um novo valor que concretiza a dignidade da pessoa humana para além da solidariedade: a ética, responsabilidade ou moralidade científica.”

Dessa forma, pode-se observar um novo processo *dinamogênico* em andamento para uma provável afirmação de valores. A ética – responsabilidade científica, nesse momento, pode ser inserida na concepção de uma quarta geração de direitos humanos, considerando não estar vinculada às três gerações clássicas de direitos humanos, pois tais gerações foram consagradas em momentos diversos e em razão de outras necessidades.

Jonas (2006, p. 349), ao tratar da ética da responsabilidade, observa que “Conter tal progresso deveria ser visto como nada mais do que uma precaução inteligente, acompanhada de uma simples decência em relação aos nossos descendentes.”

Em outras palavras, segurar o progresso tecnológico, no sentido de impor-lhe limites com base em valores fundamentais de ética e responsabilidade, deve ser entendido como o reflexo do princípio da precaução em busca de um desenvolvimento seguro e sustentável para a atual e as futuras gerações.

Portanto, vale afirmar que o objetivo não é parar o progresso tecnológico, mas garantir que o manuseio de novas tecnologias tenha como limite a inviolabilidade da dignidade da pessoa humana, no atual estágio de proteção dos direitos humanos.

## 4 Ética como valor para a proteção da dignidade da pessoa humana

Os direitos humanos da terceira geração em uma concepção de solidariedade em que as pessoas se obrigam umas com as outras, para garantir o bem-estar das gerações presentes e futuras, formados por direitos difusos, entre estes, o direito de viver em um meio ambiente saudável e não poluído, objetiva não admitir atividades que poluam o meio ambiente e o comprometam para as futuras gerações. A conquista desse direito ocorreu por movimentos ecológicos (ou verdes) preocupados com a vida em si, pois o meio ambiente saudável é essencial para a continuidade da vida na Terra.

No entanto, a questão aqui proposta é um pouco diferente, pois ainda que necessite invocar o direito ao meio ambiente saudável, apenas este não é suficiente, vai além, considerando-se que a nanotecnologia incorporada em diversos setores oferece riscos e os testes de toxicidade são insuficientes. Nesse caso, torna-se imperiosa uma conduta ética/responsável por parte de quem explora esta e outras tecnologias, para preservar a dignidade da pessoa humana.

Portanto, o valor *ética-responsabilidade*, entendido como o novo valor que concretiza a dignidade da pessoa humana, diante das necessidades dessa era tecnológica para além da solidariedade, reflete-se como um caminho, no plano de afirmação de valores, para assegurar um progresso técnico e científico seguro à humanidade. Nessa linha, cumpre apontar que, a partir do valor/base dignidade da pessoa humana, novos valores são reconhecidos como importantes, concedendo lugar a novas construções jurídicas no sentido de ampliar a proteção humana.

Silveira e Rocasolano (2010, p. 182) destacam que:

Por intermédio da ética é possível identificar uma série de direitos e princípios vitais para a transparência e o avanço da ciência, como no caso da difusão correta da informação científica ou até mesmo quando se assume desconhecer os impactos e efeitos colaterais das novas tecnologias e/ou experiências.

Pode-se notar, em termos de consumo, que a informação relativa ao uso da nanotecnologia em determinado produto não é fornecida ao consumidor.<sup>7</sup> Todavia, faz parte de uma conduta ética a devida e adequada divulgação e, quando necessário, a ressalva do não conhecimento dos efeitos colaterais.

O direito à informação de forma clara e adequada dos produtos e serviços, inclusive sobre os riscos que apresentem, foi elevado à categoria de direito básico do consumidor, expresso no artigo 6º, III, do Código de Defesa do Consumidor. Lopez

---

<sup>7</sup> É importante mencionar que se encontra em tramitação o Projeto de Lei n. 5.133/2013, que regulamenta a rotulagem de produtos da nanotecnologia e de produtos que fazem uso da nanotecnologia. Da mesma forma, o Projeto de Lei n. 6.741/2013, que dispõe sobre a Política Nacional de Nanotecnologia, a pesquisa, a produção, o destino de rejeitos e o uso da nanotecnologia no país, e dá outras providências. Vale destacar que esse Projeto prevê os seguintes princípios como basilares à aplicação da lei: informação e transparência, participação social, precaução, prevenção e responsabilidade social.



(2010, p. 191) defende que “[...] a informação é instrumento obrigatório da aplicação dos princípios da precaução e prevenção.”

Assim, a informação deve ser oferecida ao consumidor e se torna um meio de prevenir os possíveis riscos, sejam estes conhecidos ou hipotéticos.

A afirmação do valor ética-responsabilidade no cenário de desenvolvimento em série de novas tecnologias reflete na ampliação do direito para concretizar e reafirmar princípios como da dignidade da pessoa humana, precaução, informação, os quais, quando interpretados, não permitem condutas potencialmente prejudiciais ao bem-estar humano.

Conforme Jonas (2006, p. 351), uma das condições da ação responsável é assumir a responsabilidade pelo desconhecido. Isso é o que se entende por “coragem para assumir a responsabilidade”, de modo que “[...] o medo que faz parte da responsabilidade não é aquele que nos aconselha a não agir, mas aquele que nos convida a agir.”

Destarte, convém deixar de considerar as nanotecnologias apenas como uma das “áreas de futuro” para o desenvolvimento de importantes avanços tecnológicos para também considerá-las como potencialmente perigosas, assumindo, em sua utilização, a responsabilidade pelo desconhecido.

Por conseguinte, partindo da premissa que a moral é o objeto da ética (NALINI, 2011, p. 22), importa frisar que se despertar para a ética é se despertar à moral, proceder de forma ética nas tomadas de decisões e de forma crítica diante dos potenciais riscos que se tornam evidentes com o progressivo desenvolvimento tecnológico.

Sobre a conduta ética, Comparato (2006, p. 509) sustenta que:

[...] O fim visado pelo agente, como acentuamos, deve ser em si mesmo bom, de acordo com o critério supremo da dignidade humana; [...] Para que a decisão seja eticamente justificável, é preciso proceder de forma prudente, isto é, com a previsão, tão exata quanto possível, da extensão e da intensidade dos bons e maus efeitos a serem produzidos, os quais devem ser sopeados em função de uma determinada hierarquia de valores.

O uso da nanotecnologia deve ser voltado para um bom objetivo, pautado por uma conduta ética de proteção da dignidade da pessoa humana. Considerando o caráter revolucionário dessa tecnologia que poderá, em muito, beneficiar a humanidade, mas ao mesmo tempo ser perigosa, torna-se indispensável que as decisões tomadas quanto ao seu uso sejam cautelosas, ou seja, com o devido cuidado para prever e evitar possíveis danos à sociedade.

Sarlet (2009, p. 32) sustenta que:

[...] assume particular relevância a constatação de que a dignidade da pessoa humana é simultaneamente limite e tarefa dos poderes estatais e, no nosso sentir, da comunidade em geral, de todos e de cada um, condição dúplice esta que também aponta para uma paralela e conexa dimensão defensiva e prestacional da dignidade. Como limite, a dignidade implica não apenas que a pessoa não pode ser reduzida à condição de mero objeto da ação própria e

de terceiros, mas também o fato de a dignidade gerar direitos fundamentais (negativos) contra atos que a violem ou a exponham a graves ameaças.

Nesse sentido, no que se refere à dignidade da pessoa humana, é possível afirmar que cabe aos poderes estatais, bem como aos poderes privados, defendê-la a partir de uma perspectiva de dever de cuidado recíproco, ou seja, de uns para com os outros.

De outra parte, a dignidade como limite implica ainda na limitação de determinadas atividades que, embora permitidas, possam oferecer riscos à coletividade. Logo, pode-se entender que a figura dos direitos fundamentais (negativos) tem potencial para impedir ações, como, por exemplo, a colocação no mercado de consumo à disposição da sociedade, tecnologias cujos efeitos colaterais ainda não são descartados por meio de testes científicos e que podem acarretar danos.

Engelmann (2013), em atenção a esse novo quadro social de riscos invisíveis, alerta:

É preciso antecipar – critério do princípio da precaução – o cuidado com o fomento da inovação acompanhada de riscos muitos dos quais ainda desconhecidos [...] a melhor atitude não é aguardar nem a ocorrência de um desastre e, muito menos, o surgimento de uma lei a partir da iniciativa do Poder Legislativo. O momento exige outras condutas que possam minorar no presente-futuro a caracterização da responsabilidade civil, penal e ambiental.

Assim, iniciativas antecipatórias de precaução devem ser tomadas antes da ocorrência de fatos danosos. Para tanto, podem ser consideradas ações como o controle dos riscos por parte dos interessados na expansão da nanotecnologia, a importante participação do Estado como ente fiscalizador do cumprimento dos preceitos fundamentais, bem como regulador dos requisitos de ética e responsabilidade como dever para concessão de fomento econômico direcionado ao desenvolvimento de novas tecnologias. Considerando, também, a participação da sociedade por meio do diálogo e da crítica nos espaços públicos e privados.

Silveira e Rocasolano (2010, p. 198), no que se refere à ética-responsabilidade inserida no plano do dever, destacam que:

No processo dinamogênico, o direito capta os valores sentidos como tais pela sociedade e os traduz em princípios axiológicos normatizados, que se impõem a essa mesma sociedade por intermédio das regras de eficácia, validade e vigência.

Entende-se, com base nessa afirmação, que o direito para cumprir com sua função de regular a conduta humana em sociedade e satisfazer os interesses sociais deve atrair para si os valores importantes naquele determinado momento histórico e refleti-los no âmbito jurídico. Logo, quando o objeto de interesse ou valor existente na realidade social passa a ser protegido pelo direito, ocorre a normatização do valor, ou seja, a inclusão deste no ordenamento jurídico.

Desse modo, feitas essas reflexões sobre a nanotecnologia, no atual momento histórico da pós-modernidade, sob o enfoque dos direitos humanos, considera-se que o caminho continua sendo a afirmação da dignidade da pessoa humana como fundamento dos direitos humanos e valor primeiro ante os demais. Nesse sentido, cumpre utilizar-se da ética como o fio condutor para as ações nessa corrida sem fim pelo avanço tecnológico, pois “[...] a mais importante de todas as espécies de razão é, sem dúvida, a razão ética, porque atua como guia ou governante da vida humana.” (COMPARATO, 2006, p. 470).

Portanto, a razão ética como um valor que concretiza a dignidade da pessoa humana poderá auxiliar a ciência jurídica a conduzir o desenvolvimento tecnológico a um patamar de segurança, confiabilidade e sustentabilidade, afastando os riscos de um desenvolvimento tecnológico perigoso.

## Conclusão

Pensar as nanotecnologias é pensar sobre uma das mais interessantes descobertas da atualidade que tem potencial de ocasionar uma nova revolução industrial. Pelo nível de desenvolvimento, é possível considerar que as possibilidades de uso das nanotecnologias são bem promissoras.

Todavia, a nanotecnologia se apresenta como um tema complexo, pois ainda que inserida na realidade social positivamente, é pouco conhecida e pode ser nociva à saúde humana e ao meio ambiente. Por esse motivo, a matéria se torna relevante ao Direito, em razão das possíveis consequências jurídicas.

A partir do surgimento de novas necessidades sociais, é indispensável que o ordenamento jurídico se inove, para estar em condições de proteger os interesses e direitos fundamentais da sociedade. Com efeito, não se pode esquecer que os direitos inerentes à dignidade da pessoa humana já foram consagrados por meio de esforços históricos. No entanto, a necessidade de proteção de tais direitos ressurge na pós-modernidade, sob nova roupagem, em razão dos riscos que se vinculam às novas tecnologias.

Nesse sentido, pode-se admitir uma nova era/dimensão de direitos atrelada à nova realidade científica e tecnológica. Essa nova era, por meio do processo *dinamogenesis*, soma os valores já consagrados com outros que atendam às necessidades atuais de proteção da dignidade da pessoa humana.

Desta feita, o valor da ética apresenta-se como uma alternativa viável para enfrentar os desafios propostos pela nanotecnologia, pois desse valor decorrem novos princípios com potencial de conduzir o desenvolvimento a um patamar de segurança e maior sustentabilidade.

Por conseguinte, cumpre que o uso das nanotecnologias seja regido pelo valor da ética com o amparo dos princípios de direitos humanos fundamentais compostos basicamente pela união dos direitos fundamentais internos do Estado e direitos humanos universais e regionais compartilhados pelo Estado brasileiro.

## Referências

- AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. *Panorama Nanotecnologia*. Brasília: ABDI, 2010. Disponível em: <<http://http://www.abdi.com.br/Estudo/Panorama%20de%20Nanotecnologia.pdf>>. Acesso em: 17 maio 2014.
- ALEXY, Robert. *Teoria dos Direitos Fundamentais*. Tradução Virgílio Afonso da Silva. 2. ed. São Paulo: Malheiros Editores, 2012.
- BAUMAN, Zygmunt. *Modernidade Líquida*. Tradução Plínio Dentzien. Rio de Janeiro: Zahar, 2001.
- BECK, Ulrich. *Sociedade de risco: Rumo a uma outra modernidade*. Tradução Sebastião Nascimento. São Paulo: Editora 34, 2010.
- BOBBIO, Norberto. *A Era dos Direitos*. Tradução Carlos Nelson Coutinho. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.
- BRASIL. *Constituição*. República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.
- BRASIL. Projeto de Lei n. 5.133, de 13 de março de 2013. Regulamenta a rotulagem de produtos da nanotecnologia e de produtos que fazem uso da nanotecnologia. *Câmara dos Deputados*. Brasília, DF, 13 mar. 2013a. Disponível em: <<http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=567257>>. Acesso em: 17 maio 2014.
- BRASIL. Projeto de Lei n. 6.741, de 11 novembro de 2013. Dispõe sobre a Política Nacional de Nanotecnologia, a pesquisa, a produção, o destino de rejeitos e o uso da nanotecnologia no país, e dá outras providências. *Câmara dos Deputados*. Brasília, DF, 11 nov. 2013b. Disponível em: <<http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=600333>>. Acesso em: 17 maio 2014.
- COMPARATO, Fábio Konder. *Ética: direito, moral e religião no mundo moderno*. 3. ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2006.
- DREXLER, Eric. Engines of creation: the coming era of nanotechnology. EUA: Anchor Books, 1986. In: ENGELMANN, Wilson; FLORES, André Stringhi; WEYER-MÜLLER, André Rafael. *Nanotecnologias, marcos regulatórios e direito ambiental*. Curitiba: Honoris Causa, 2010.

ENGELMANN, Wilson; ALDROVANDI, Andrea; BERGER FILHO, Airton Guilherme. A (Re)Leitura do Direito Natural a partir de John Finnis como Pressuposto Ético para Alicerçar “Programas de Cumprimento” sobre os Riscos das Nanotecnologias. In: ROVER, Aires José; FILHO, Adalberto Simão; PINHEIRO, Rosalice Fidalgo (Coord.). *Direito e Novas Tecnologias*. Congresso Nacional do CONPEDI, 22., 2013, São Paulo. *Anais...* São Paulo: FUNJAB, 2013a.

ENGELMANN, Wilson; ALDROVANDI, Andrea; BERGER FILHO, Airton Guilherme. As Nanotecnologias e a Gestão Transdisciplinar da Inovação. In ENGELMANN, Wilson; ALDROVANDI, Andrea; BERGER FILHO, Airton Guilherme (Org.). *As Novas Tecnologias e os Direitos Humanos: Os Desafios e as Possibilidades para Construir uma Perspectiva Transdisciplinar*. Curitiba: Honoris Causa, 2011.

ENGELMANN, Wilson; ALDROVANDI, Andrea; BERGER FILHO, Airton Guilherme. Perspectivas para a Regulação das Nanotecnologias aplicadas a Alimentos e Biocombustíveis. *Revista Visa em Debate: Sociedade, Ciência e Tecnologia*. Fundação Oswaldo Cruz, p. 119, 2013b. Disponível em: <file:///D:/Meus%20documentos/Downloads/69-790-2-PB.pdf>. Acesso em: 17 maio 2014.

ENGELMANN, Wilson; FLORES, André Stringhi; WEYERMÜLLER, André Rafael. *Nanotecnologias, Marcos Regulatórios e Direito Ambiental*. Curitiba: Honoris Causa, 2010.

EVOLUTION. *Star Trek: The Next Generation*. Direção: Winrich Kolbe. 3ª Temporada. 1989.

FINNIS, John. *Lei natural e direitos naturais*. Tradução Leila Mendes. Rio Grande do Sul: Ed. Unisinos, 2007.

FREITAS, Juarez. *Sustentabilidade Direito ao Futuro*. 1. ed. Belo Horizonte: Fórum, 2011.

GUERRA FILHO, Willis Santiago. *Teoria Processual da Constituição*. São Paulo: RCS, 2007.

HÄBERLE, Peter. *Estado Constitucional Cooperativo*. Tradução Marcos Augusto Maliska e Elisete Antoniuk. Rio de Janeiro: Renovar, 2007.

JONAS, Hans. *O Princípio Responsabilidade: Ensaio de uma Ética para a Civilização Tecnológica*. Tradução Marijane Lisboa e Luiz Barros Montez. Rio de Janeiro: Contraponto: Ed. PUC-Rio, 2006.

LEME MACHADO, Paulo Affonso. *Direito Ambiental Brasileiro*. 20. ed. São Paulo: Malheiros Editores, 2012.

LIPOVETSKY, Gilles. *A era do vazio*. Ensaio sobre o individualismo contemporâneo. Tradução Miguel Serras Pereira e Ana Luísa Faria. Lisboa: Edições 70, 2013.

LOPEZ, Teresa Ancona. *Princípio da Precaução e Evolução da Responsabilidade Civil*. São Paulo: Quartier Latin, 2010.

NALINI, José Renato. *Ética Geral e Profissional*. 8. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2011.

OLIVEIRA, José Antonio Puppim de. *Empresas na sociedade: sustentabilidade e responsabilidade social*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

RANGEL, Rogério. Rio ganha complexo para pesquisas de ponta. *Revista Inovação em Pauta*, n. 12, out./nov./dez. 2011.

SARLET, Ingo Wolfgang. As dimensões da dignidade da pessoa humana: construindo uma compreensão jurídico-constitucional necessária e possível. In: SARLET, Ingo Wolfgang (Org.). *Dimensões da Dignidade: Ensaio de Filosofia do Direito e Direito Constitucional*. 2. ed. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2009.

SARLET, Ingo Wolfgang; FENSTERSEIFER, Tiago. Estado socioambiental e mínimo existencial (ecológico?): algumas aproximações. In: SARLET, Ingo Wolfgang (Org.). *Estado socioambiental e direitos fundamentais*. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2010.

SEVCENKO, Nicolau. *A corrida para o Século XXI – No loop da montanha-russa*. São Paulo: Companhia das Letras, 2001.

SILVEIRA, Vladmir Oliveira da; ROCASOLANO, Maria Mendez. *Direitos Humanos: conceitos, significados e funções*. São Paulo: Saraiva, 2010.

Data da submissão: 19 de setembro de 2013  
Avaliado em: 26 de maio de 2014 (Avaliador A)  
Avaliado em: 25 de junho de 2014 (Avaliador B)  
Aceito em: 21 de novembro de 2014