

## A NANOTECNOLOGIA E SEUS RISCOS DESCONHECIDOS: REFLEXÕES ACERCA DA NECESSIDADE DE UM NOVO PENSAR SOBRE O DIREITO

### NANOTECHNOLOGY AND UNKNOWN RISKS: REFLECTIONS ON THE NEED OF A NEW THINKING ABOUT LAW

### LA NANOTECNOLOGÍA Y SUS RIESGOS DESCONOCIDOS: REFLEXIONES ACERCA DE LA NECESIDAD DE UN NUEVO PENSAMIENTO SOBRE EL DERECHO

ESTER DE CARVALHO

<http://orcid.org/0000-0002-0705-8278> / <http://lattes.cnpq.br/6523669360268369> / [ester\\_decarvalho@hotmail.com](mailto:ester_decarvalho@hotmail.com)  
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)  
Florianópolis, SC, Brasil.

CAROLINA MEDEIROS BAHIA

<http://orcid.org/0000-0002-3325-167X> / <http://lattes.cnpq.br/5220847037450029> / [carolmbahia@hotmail.com](mailto:carolmbahia@hotmail.com)  
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)  
Florianópolis, SC, Brasil.

#### RESUMO

Os caminhos abertos pela tecnologia trouxeram a possibilidade de explorar novas escalas e inauguraram uma nova forma de entender a Natureza a partir da Nanotecnologia. Desenvolvida através de um aparato tecnocientífico ultrasofisticado, faz com que a reflexão acerca de seus infinitos alcances e riscos seja conduzida pela certeza da incerteza dos modelos científicos criadores desta nova realidade. Nesta seara, o Direito é obrigado a enfrentar questões de cunho complexo e interdisciplinar, muitas vezes pautado em um cientificismo que confere genuidade e credibilidade somente aquilo que produz e que, pela velocidade com que as novidades transmutam, seguem em franco descompasso com o ritmo da dogmática jurídica. Este estudo, portanto, utiliza o método indutivo de investigação, com emprego de pesquisa essencialmente bibliográfica e têm como objetivo efetuar uma reflexão acerca dos desafios impostos à Ciência Jurídica, no sentido de indicar a necessidade de fortalecimento dos parâmetros próprios de decisão que conduzam, da melhor maneira possível, ao enfrentamento das nuances e desafios impostos pela Nanotecnologia.

**Palavras-chave:** Direito; Nanotecnologia; Risco.

#### ABSTRACT

The paths opened by technology have brought the possibility of exploring new scales and inaugurated a new way of understanding Nature from the Nanotechnology. Developed through an ultrasophisticated technoscientific apparatus, it makes the reflection about its infinite reaches and risks be driven by the uncertainty of the scientific models that create this new reality. In this area, Law is obliged to face complex and interdisciplinary issues, often based on a scientism that confers genuineness and credibility only on what it produces and which, due to the speed with which news transmutes, is in complete disagreement with the rhythm of legal dogma. This study, therefore, uses the inductive method of investigation, with the use of essentially bibliographical research and aims to reflect on the challenges imposed to the Legal Science, in order to indicate the need to strengthen the own parameters of decision that lead, from the best way possible, to address the nuances and challenges posed by nanotechnology.

**Keywords:** Law; Nanotechnology; Risk.

## RESUMEN

Los caminos abiertos por la tecnología trajeron la posibilidad de explorar nuevas escalas e inauguraron una nueva forma de entender la Naturaleza a partir de la Nanotecnología. Desarrollada a través de un aparato tecnocientífico ultrasofisticado, hace que la reflexión acerca de sus infinitos alcances y riesgos sea conducida por la certeza de la incertidumbre de los modelos científicos creadores de esta nueva realidad. En esta misa, el Derecho está obligado a enfrentar cuestiones de cuño complejo e interdisciplinario, muchas veces pautado en un cientificismo que confiere genuinidad y credibilidad solamente aquello que produce y que, por la velocidad con que las novedades transmutan, siguen en franco descompaso con el ritmo de la vida dogmática jurídica. Este estudio, por lo tanto, utiliza el método inductivo de investigación, con empleo de investigación esencialmente bibliográfica y tiene como objetivo efectuar una reflexión acerca de los desafíos impuestos a la Ciencia Jurídica, en el sentido de indicar la necesidad de fortalecimiento de los parámetros propios de decisión que conducen, mejor manera posible, al enfrentamiento de los matices y desafíos impuestos por la Nanotecnología. Tradução do resumo para o espanhol.

**Palabras clave:** Derecho; Nanotecnología; Riesgo.

## SUMÁRIO

**INTRODUÇÃO; 1 A NANOTECNOLOGIA COMO UM NOVO REFERENCIAL DE ANÁLISE DO DIREITO; 2 ENTRE O DIREITO E A TECNOCIÊNCIA NANOTECNOLÓGICA: QUEM DECIDE?; 2.1 Reflexões acerca das matrizes próprias de avaliação do Direito em cenários nanotecnológicos; 3 A (IN) CERTEZA NANOTECNOLÓGICA: UM MUNDO NOVO, PARA UM DIREITO VELHO; CONCLUSÃO; REFERÊNCIAS.**

## INTRODUÇÃO

O estudo e abordagem das implicações trazidas pelas novas tecnologias e, conseqüentemente, pelos novos direitos e deveres daí oriundos, é uma constante contemporânea. Nesta seara, o advento e avanço da nanotecnologia coloca-nos frente a uma nova era do conhecimento, na qual, os riscos e as (in) certezas científicas devem ser, na medida do possível, amplamente conhecidas, debatidas e questionadas.

Fruto da convergência das diversas áreas do conhecimento, a nanotecnologia desponta neste novo século como a propulsora de uma grande mudança comportamental e ambiental. De início, parte-se de uma vertiginosa mudança de escalas, caminhando-se da tecnologia da macro escala (da qual somos menos dependentes) para a tecnologia da micro e nano escala (da qual seremos mais dependentes), ou seja, tem-se uma significativa inversão de valores e escalas nunca antes imaginada.

Atualmente, somos convidados a (re) pensar o futuro da condição humana inserindo-se aqui, em constante simbiose, o ser humano e o meio ambiente, frente o incontrolável desenvolvimento tecnológico e os riscos (concretos e abstratos) nele inseridos. Assim, a impossibilidade de previsão quanto às conseqüências dos experimentos e aplicações nanotecnológicas introduzidas no cotidiano pós-industrial, e seus reflexos na Natureza, quando mensurados a médio e longo prazo, são questões que desafiam a própria técnica

científica e - principalmente - a atual dogmática do Direito, em especial, do Direito Ambiental.

O tema justifica-se pela necessidade de um novo pensar sobre o Direito, afeto as questões das (in) certezas oriundas da utilização da nanotecnologia, cuja implementação segue em forte ascensão nas sociedades contemporâneas. Neste ponto, o debate interdisciplinar faz-se necessário, eis que a Ciência e a Tecnociência em suas áreas específicas de concentração afastam-se do paradigma das certezas abrindo caminho para as incertezas. De outro lado, a predominância do interesse científico e industrial em detrimento do interesse social à informação, não pode obstaculizar o debate acerca das técnicas nanotecnológicas e suas implicações no meio ambiente, gerando com isso um distanciamento da esfera jurídica e até mesmo um retrocesso ecológico em nome do progresso a qualquer preço.

Além de despontar no cenário científico como algo novo e cheio de promessas positivas, o consumo de produtos nanotecnológicos traz consigo riscos desconhecidos e incertezas quanto aos seus reais efeitos, tanto para a saúde humana quanto para o meio ambiente. Assim, o problema investigado neste artigo gira em torno de saber se a percepção da existência de riscos e incertezas nanotecnológicas faz com que seja oportuno o estudo de seus efeitos sobre as questões ambientais e do Direito. Mediante abordagem essencialmente bibliográfica, este estudo tem como objetivo (re) pensar os desafios que a nanotecnologia impõe à Ciência Jurídica frente a necessidade de fortalecimento dos processos de decisão, visando sua maior eficácia.

Diante do exposto, pretende-se com este estudo, abordar os avanços da nanotecnologia apresentando questões relevantes do ponto de vista ambiental e jurídico, analisando aspectos específicos de uma temática interdisciplinar deveras importante à sociedade moderna, decorrente de novos conceitos, implicações, responsabilizações e riscos frente à utilização desta nova escala de 'ver' o mundo, chamada Nanotecnologia.

## 1 A NANOTECNOLOGIA COMO UM NOVO REFERENCIAL DE ANÁLISE DO DIREITO

Há muito, o ser humano vem garantindo sua evolução como sujeito empreendedor de novas tecnologias e novos direitos. Hoje, imersos numa crescente falange de novidades

tecnológicas tem-se, com o advento da nanotecnologia, um prognóstico futuro incomensurável e, como consequência, implicações jurídicas nunca antes imaginadas.

A necessidade de garantir um meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum de todos e preservado às presentes e futuras gerações tende à fragilização quando se utiliza como parâmetro as auspiciosas técnicas nanotecnológicas e os riscos abstratos nela inseridos, fazendo-se necessário um intenso debate acerca de suas prodigiosas promessas. Marcos Roberto Pereira aduz que:

A possibilidade de um experimento laboratorial ganhar vida é cada vez mais comum. Faz muito tempo que o homem deixou de ser criatura e passou a ser criador. [...] A nanotecnologia e a nanociência são exemplos de que o homem de fato superou a sua condição de criatura.<sup>1</sup>

O objetivo da Ciência é construir um modelo unificado de universo e da compreensão de sua evolução. Com base em um modelo empírico (de observação), que busca simular a realidade e conferir “previsões precisas sobre fenômenos futuros”<sup>2</sup>, em prol da melhoria da qualidade de vida do ser humano.

Ocorre, que a construção de previsões precisas sobre fenômenos futuros, na atual Sociedade de Risco<sup>3</sup>, não tem seu fim atingido, uma vez que os riscos oriundos das novas tecnologias, em especial a nanotecnológica, são abstratos (invisíveis e imprevisíveis), não havendo certezas científicas quanto aos seus reais alcances e resultados. A compartimentalização e a conseqüente especialização da Ciência, exige uma compreensão interdisciplinar cada vez maior, no sentido de compreendermos a complexidade intrínseca desta importante área do saber.<sup>4</sup>

Preocupado com o papel e com a contribuição do Estado frente a uma política social, que trate com primazia as questões da ciência, da tecnologia e do conhecimento científico, Marcos Roberto Pereira aponta para outros problemas que, de certa maneira, coadunam com a realidade apresentada pelo avanço científico e com o despreparo da sociedade quanto aos assuntos desta natureza:

<sup>1</sup> PEREIRA, Marcos Roberto. A possibilidade e a necessidade de resgate da perspectiva ético- científica. In: SANTOS, Maria Celeste Cordeiro Leite (Org.). *Biodireito: Ciência da vida, os novos desafios*. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2001, p.73.

<sup>2</sup> DEGRAVE, Wim. O poder e as responsabilidades do conhecimento científico. In: CARNEIRO, Fernanda. EMERICK, Maria Celeste. *Limites: a ética e o debate jurídico sobre o acesso e o uso do genoma humano*. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2000, p.65.

<sup>3</sup> BECK, Ulrich. *Sociedade de risco: rumo a uma outra modernidade*. 2. ed. Tradução de Sebastião Nascimento. São Paulo: Editora 34, 2011.

<sup>4</sup> SILVA, Marise Borba da. Nanotecnologia: considerações interdisciplinares sobre processos técnicos, sociais, éticos e de investigação. *Revista Impulso*, Piracicaba, v.14, n.35, p.75, set. 2003.

[...] quando se pensa sobre uma política de ciência e tecnologia para o Estado, as questões se complexificam, pois a moderna ciência se torna cada vez mais cara; as desigualdades e necessidades sociais se agravam; ao mesmo tempo nenhuma sociedade contemporânea pode se igualar às demais sem um acentuado suporte científico-tecnológico; ademais o planejamento não poderia ficar atrelado a interesses imediatos, partidários ou corporativistas, enfim as estruturas não se ajustam às novas realidades e necessidades.<sup>5</sup>

Nesse diapasão, faz-se oportuno salientar que “a ciência vive uma situação delicada entre o ímpeto de aumentar o conhecimento, e a expectativa de transformar esse conhecimento em aplicações práticas e úteis para a sociedade”.<sup>6</sup> Há quem diga que a Ciência avançou tão celeremente que paradoxalmente a confiança em seu poder e em sua eficácia vem sendo substituída, nos dias atuais, por sentimentos de medo e desconfiança. Tereza Rodrigues Vieira ensina que a singularidade da pessoa humana não pode ser esquecida, advertindo quanto ao uso indiscriminado das técnicas, de modo que:

[...] não se deve conter a pesquisa científica, todavia, é preciso identificar as práticas que deverão ser proibidas devido a seus potenciais perigos e exibir as vantagens e benefícios dessas técnicas para a humanidade. A solução está no equilíbrio.<sup>7</sup>

Vários dos conflitos atualmente vividos decorrem da averiguação relativa ao aperfeiçoamento de novas tecnologias dispostas ao serviço da melhoria da saúde, da qualidade de vida, do meio ambiente, de melhores condições de trabalho, lazer e conforto. As quais acabam por colocar em cheque as referências e medidas habituais dos fundamentos éticos e deontológicos que figuram nos códigos jurídicos regulando a conduta humana quando comparados a (re) invenção do futuro diante da escala nanotecnológica.

O Direito, em sua jurisdição, acompanha a sociedade e busca, mesmo com sua força coercitiva, discipliná-la. A seu turno, a inediticidade e prematuridade do conhecimento dos riscos concretos advindos da utilização cada vez mais recorrente da nano escala, acaba expondo uma ausência de preceitos normativos que resguardem, em sentido preventivo, uma certa inadequação e descontrolo negativos oriundos desta nova espécie de exploração tecnológica.

<sup>5</sup> PEREIRA, Marcos Roberto. A possibilidade e a necessidade de resgate da perspectiva ético- científica. In: SANTOS, Maria Celeste Cordeiro Leite (Org.). **Biodireito: Ciência da vida, os novos desafios**. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2001, p.204.

<sup>6</sup> DEGRAVE, Wim. O poder e as responsabilidades do conhecimento científico. In: CARNEIRO, Fernanda. EMERICK, Maria Celeste. **Limites: a ética e o debate jurídico sobre o acesso e o uso do genoma humano**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2000, p.65.

<sup>7</sup> VIEIRA, Tereza Rodrigues. **Bioética e Direito**. São Paulo: Jurídica Brasileira, 1999, p.38.

Como resultado, abre-se no ordenamento jurídico brasileiro, uma corrente de estudos através da pesquisa nanotecnológica, na qual devem ser respeitados os limites da Ética, do Princípio Constitucional supremo da Dignidade da Pessoa Humana<sup>8</sup> - reverenciado como pedra de toque de todo o ordenamento jurídico brasileiro -, e, principalmente, de todo aparato protetivo afeto ao Direito Ambiental e sua especialidade, que garante o equilíbrio e proteção ao meio ambiente. Nas palavras de Carlos María Romeo Casabona:

O jurista encontra, cada vez mais frequentemente, sérios obstáculos que, inevitavelmente, tem de enfrentar quando pretende analisar uma realidade social nova, sobretudo quando sua instauração é condicionada de forma decisiva pelos avanços científicos e tecnológicos. A dificuldade consiste numa comprovação muito simples: para levar a cabo com êxito a análise jurídica da realidade social que se propôs como objeto de estudo, é preciso que o jurista tenha um conhecimento o mais acertado e fiel possível de tal realidade ou, dito de outro modo, do assunto que é objeto da apreciação jurídica [...] mas [...] quando as inovações tecnológicas ou as descobertas científicas se apresentam como núcleo ou fundo daquelas relações, o jurista corre o risco de fracassar em seu intento analítico, se não tiver realizado o esforço adicional de captar pelo menos os aspectos mais relevantes dessas inovações ou descobertas e o modo como verdadeiramente atuam nas relações humanas.<sup>9</sup>

Há quem afirme que o “avanço tecnocientífico continua favorecendo uma desarmonia ainda maior entre os seus novos implementos e os interesses do homem em situação de vulnerabilidade”<sup>10</sup>. A inadequação de alguns conceitos civilistas que seguem na contramão da atual realidade científica acaba gerando uma fragilização do Direito no sentido de propor como suficiente a patrimonialização de bens ambientais (seja pelo dano causado ou pelo valor do bem si) que deixam de ser mensurados sob a ótica da Natureza, passando a ser quantificados pelos grandes interesses científicos, econômicos, industriais e comerciais. Conforme pondera Eduardo de Oliveira Leite<sup>11</sup>, “Surge cada vez um número maior de questões às quais os princípios tradicionais do Direito não conseguem responder [...]”.

<sup>8</sup> BORGES, Isabel Cristina Porto; GOMES, Taís Ferraz; ENGELLMANN, Wilson. **Responsabilidade Civil e Nanotecnologias**. São Paulo: Atlas, 2014, p. 17-26.

<sup>9</sup> CASABONA, Carlos María Romeo. *Genética e Direito*. In: CASABONA, Carlos María Romeo (Org.). *Biotecnologia, Direito e Bioética: Perspectivas em Direito Comparado*. Belo Horizonte: Del Rey e PUC Minas, 2002, p.23.

<sup>10</sup> SILVA, Reinaldo Pereira e. **Biodireito: a nova fronteira dos direitos humanos**. São Paulo: LTr, 2003, p.104.

<sup>11</sup> LEITE, Eduardo de Oliveira. *O direito, a ciência e as leis bioéticas*. In: SANTOS, Maria Celeste Cordeiro Leite (Org.). **Biodireito: Ciência da vida, os novos desafios**. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2001, p.118.



A “revolução do invisível”<sup>12</sup>, ou como denominada por alguns estudiosos como a quarta revolução industrial ou nova ordem de produção industrial<sup>13</sup>, mostra que a nanotecnologia é “a nova fronteira da era global”<sup>14</sup>. Ao permitir o controle de partículas infinitamente pequenas, estas mesmas partículas formam um arranjo que possibilita a fabricação de produtos com características nunca antes vistas. Esse novo arranjo, em nível atômico, causa uma certa apreensão daquilo que pode constituir um futuro não muito distante:

Sua aplicação causará enormes impactos na sociedade, gerará enormes lucros com produtos e serviços revolucionários e provocará imensos riscos. Os patronos dessas técnicas garantem, para um futuro próximo, nanorrobôs circulando pelo sangue humano para reparar células, capturar micróbios ou combater cânceres; materiais dez vezes mais resistentes e cem vezes menos pesados que o aço; e armas e aparelhos de vigilância milimétricos e potentíssimos. Anunciam a implantação de nanochips no organismo humano para substituir ou adicionar células com funções novas, abrindo espaço para uma primeira geração de pós-humanos. E seus oráculos mais delirantes prometem a completa regeneração celular; no limite, a imortalidade. Mas há sérios alertas: risco de poluição ambiental incontrolável por partículas muito pequenas flutuando no ar, viajando a grandes distâncias e sem controle das barreiras naturais; nanocomponentes acumulando-se na cadeia alimentar com conseqüências não conhecidas; nanodispositivos modificando e controlando a mente humana; e reproduções descontroladas de nanopartículas destruindo vidas e gerando epidemias.<sup>15</sup>

Acredita-se que a “compreensão científica de determinados riscos pode contribuir para uma solução dos mesmos e esta parece ser a principal missão da área da biossegurança”. Assim, a análise científica do risco “é uma condição necessária, mas não suficiente para a tomada de decisões em políticas públicas. Ela deve estar aliada a julgamentos baseados nas atitudes do público e em seus sistemas de valoração”, principalmente quando a percepção individual do risco nas sociedades pós-modernas tem

<sup>12</sup> ENGELMANN, Wilson. Direitos Bio-Humano-Éticos: Os humanos buscando 'direitos' para proteger-se dos avanços e riscos (desconhecidos) das nanotecnologias. IN: XIX ENCONTRO NACIONAL DO CONPEDI CONPEDI, 2010, Fortaleza. Anais... Disponível em: <http://www.conpedi.org.br/manaus/arquivos/anais/fortaleza/3400.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2017.

<sup>13</sup> ALMEIDA, Paulo Roberto de. O Brasil e a nanotecnologia: rumo à quarta revolução industrial. *Revista Espaço Acadêmico*, n.52, set. 2005. Disponível em: <http://www.espacoacademico.com.br/052/52almeida.htm>. Acesso em: 10 mar. 2017.

<sup>14</sup> DUPAS, Gilberto. Os riscos das nanotecnologias. Disponível em: [http://www.estadao.com.br/estadaodehoje/20080816/not\\_imp224980,0.php](http://www.estadao.com.br/estadaodehoje/20080816/not_imp224980,0.php). Acesso em: 10 mar. 2017.

<sup>15</sup> DUPAS, Gilberto. Os riscos das nanotecnologias. Disponível em: [http://www.estadao.com.br/estadaodehoje/20080816/not\\_imp224980,0.php](http://www.estadao.com.br/estadaodehoje/20080816/not_imp224980,0.php). Acesso em: 10 mar. 2017.

representado um importante “fator de mobilização social”<sup>16</sup>. Como bem considera Ivan Ricardo Garisio Sartori<sup>17</sup>: “[...] ao Direito não cabe impor barreiras ou estabelecer divisas morais e religiosas intransponíveis, mas sim disciplinar fatos que, inevitavelmente, venham a surgir em decorrência da evolução humana”.

Assim sendo, não é demais ressaltar que o progresso científico é desejável, mas deve vir acompanhado das preocupações com relação à sociedade e ao meio ambiente. Conforme inicialmente apresentado, a humanidade evoluiu em sua ânsia pelo conhecimento de maneira incomensurável, a ponto de podermos falar naturalmente na nanotecnologia como um novo marco científico, possível, legítimo e real. Tamanho salto nos fez passar de criatura a criador, no entanto, a previsão das consequências desta ruptura são cada vez mais incertas. A escassez de dados que orientem quanto aos aspectos negativos destas novas tecnologias, acaba por abrir um campo de riscos ao ser humano, ao meio ambiente e, quiçá, a própria vida neste planeta.

## 2 ENTRE O DIREITO E A TECNOCIÊNCIA NANOTECNOLÓGICA: QUEM DECIDE?

O desenvolvimento técnico-científico proporcionou avanços impensáveis e úteis para toda humanidade. Mas em contrapartida, estes mesmos avanços instauraram uma era de hiperdependência ao tecnológico, que atrelado às questões de consumo<sup>18</sup>, ditam as regras de um mercado feroz pelo lucro e ascensão, a qualquer custo.

Constata-se atualmente, que risco e incerteza andam lado a lado e de mãos dadas. A incerteza acontece, principalmente, quando há a ultrapassagem do conhecimento científico. Mas esta certeza da incerteza do risco não faz com que o Direito e seus aplicadores se eximam da missão de encará-la, ao contrário, devem enfrentá-la exercendo sua missão mais salutar: decidir. Desse modo, as atribuições do Direito, neste tempo de incertezas, são: a) decidir sobre os riscos permitidos (implicando no conhecimento da magnitude e gravidade do risco); b) gestar e controlar os riscos permitidos (implicando no conhecimento

<sup>16</sup> TELLES, José Luiz. Bioética, Biotecnologias e Biossegurança: Desafios para o século XXI. In: VALLE, Silvio; TELLES, José Luiz. **Bioética e biorrisco: abordagem transdisciplinar**. Rio de Janeiro: Interciência, 2003, p. 189.

<sup>17</sup> SARTORI. Ivan Ricardo Garisio. **Células Tronco**. O direito. Disponível em: <http://jus.com.br/artigos/7186/celula-tronco-o-direito>. Acesso em: 21 mar. 2017.

<sup>18</sup> LIPOVETSKY, Gilles. **O Império do efêmero: a moda e seu destino nas sociedades modernas**. Traduzido por Maria Lúcia Machado. São Paulo: Companhia das Letras, 2009.



de seus efeitos, levando à proibição ou retirada de circulação de produtos que agridem o meio ambiente); c) estabelecer parâmetros de responsabilidade pelos danos oriundos das decisões adotadas (uma vez que tais decisões são tomadas em contextos de incerteza e de risco, acabam por refletir uma margem de incerteza e de risco contida na própria decisão)<sup>19</sup>.

Estas atribuições conduzem a uma contínua inter-relação da Ciência e do Direito, contudo, a complexidade científica adstrita à ciência supera o conhecimento das autoridades públicas e dos representantes populares, que impossibilitados de um exame detalhado e multidisciplinar, acabam abrindo o caminho para a consagração dos *experts* que monopolizam a atuação das instâncias tecnocientíficas passando a ser o centro de decisão. Em suma, a orientação cada vez mais científica do Direito (intimidado pela crescente complexidade das questões, inclusive de natureza nanotecnológica), cedeu importantes espaços de decisão à Tecnociência.

Estudiosos afirmam que a nanotecnologia, hoje, “constitui uma das áreas mais fortes de investigação. Onde a diversidade de aplicações possíveis, aliada com a potencialidade da tecnologia constitui um dos principais fatores para o seu progresso”<sup>20</sup>. Além de constituir um inegável veículo para o progresso da humanidade, o seu desenvolvimento acarreta um conjunto significativo de potenciais riscos das estruturas sócio econômicas das populações em nível mundial, já que provoca alterações nos fenômenos físicos conhecidos. Preocupada com o desenvolvimento nanotecnológico em nível nacional, Marise Borba da Silva acrescenta:

O mundo nano, portanto, não se trata de algo naturalmente assimilado por nós. É possível afirmar, com segurança, que sobre essas tecnologias tão pequenas, ínfimas, praticamente o mundo sabe muito pouco. [...] O potencial inovador das nanotecnologias demanda um esforço colaborativo de estudiosos de diferentes disciplinas das ciências formais, naturais, sociais e humanas, com coragem e determinação para pesquisar conjuntamente o que pode representar, para o destino do homem, do universo, da cultura, da vida, enfim, o controle absoluto da estrutura da matéria. E, somado a isso, uma maior consciência da dimensão desse domínio incomparável em todos os tempos, mostrando em que medida as nanotecnologias colocam um novo desafio ético, legal, político, social e econômico para o Brasil, analisando se o País está ou não preparado para essas tecnologias emergentes. É importante não esquecer que, embora não seja uma temática muito frequente no cotidiano, essa tecnologia está aí com todas as suas implicações

<sup>19</sup> PARDO, José Esteve. **O desconcerto do Leviatã**: política e direito perante as incertezas da ciência. LEITE, José Rubens Morato (coord.). Traduzido por Flávia França Dinnebier, Giorgia Sena Martins. São Paulo: Instituto O Direito por um Planeta Verde, 2015.

<sup>20</sup> STEINMETZ, Maiquel. **Nanotecnologia**. Disponível em: [www.unibratrec.com.br/jornadacientifica/diretorio/FEEVALEMS.pdf](http://www.unibratrec.com.br/jornadacientifica/diretorio/FEEVALEMS.pdf). Acesso em: 16 abr. 2017.

e complicações, e, por se tratar de uma área em pleno avanço, a nanotecnologia traz perguntas até há pouco impensáveis, cujas respostas estão vindo paulatinamente ou nem existem.<sup>21</sup>

Ainda que a convivência com a incerteza seja possível “enquanto não se tenha que tomar decisões” (como ocorre nos campos da Arte, da Filosofia, das Ciências Sociais) é neste ponto que o Direito se mostra incompatível, já que a ele cumpre a árdua e solitária tarefa de “decidir e resolver, de gerar e manter certezas”<sup>22</sup>. Todos aqueles que estão envolvidos nessa tarefa - juízes, tribunais, parlamentos, instâncias administrativas -, são ‘obrigados’ (não é uma faculdade!) a decidir a partir do momento em que uma demanda lhes é apresentada. A decisão é, em última análise, a solução da incerteza instaurada pela controvérsia e para que se chegue a este fim, são necessários procedimentos que garantam o pleno desenvolvimento dos mecanismos de segurança jurídica, conferindo ao Direito uma sólida estrutura de legitimação. Não é demais ressaltar que isso acabou servindo de base ao desenvolvimento econômico e industrial do Ocidente, que precisou destes institutos garantistas (Ciência e Direito) para se emancipar largamente por todos os lugares.

A pós-modernidade inaugura um novo modo de reflexão pautado na expansão da incerteza e da complexidade; ambas avançam independentemente dos limites do Direito, mas introduzem-se nele, por vias reflexas, desconstruindo/afetando uma gama de procedimentos e certezas jurídicas.

As modernas Constituições contemplam a investigação científica como uma liberdade suprema (aqui entendida, inclusive, nos termos da liberdade artística). Hoje, a Tecnociência atribuiu um caráter menos glorioso a essa ‘liberdade’, já que as pesquisas vêm sendo desenvolvidas com objetivos diversos ao bem comum ou à nobre tarefa de investigar/conhecer, ou seja, aproximam-se da rentabilidade da pesquisa previamente encomendada, diminuído custos e entraves econômicos. Nessa ânsia de exploração e capitalização da execução técnica, a Tecnociência influencia a sociedade e as decisões a serem tomadas pelos órgãos públicos, condicionando-as ao aparato científico de seus centros de investigação. O domínio das linhas de pesquisa, que são abertas ou fechadas segundo os interesses destes centros de investigação, passa longe do conhecimento/controlado do poder público, que adstrito ao preceito Constitucional da liberdade de investigação,

<sup>21</sup> SILVA, Marise Borba da. Nanotecnologia: considerações interdisciplinares sobre processos técnicos, sociais, éticos e de investigação. *Revista Impulso, Piracicaba*, v.14, n.35, p.86-87, set. 2003.

<sup>22</sup> PARDO, José Esteve. *O desconcerto do Leviatã: política e direito perante as incertezas da ciência*. LEITE, José Rubens Morato (coord.). Traduzido por Flávia França Dinnebier, Giorgia Sena Martins. São Paulo: Instituto O Direito por um Planeta Verde, 2015, p.17.

acaba por reforçar a posição de liberdade do cientista e das empresas criadas com esse fim exploratório dominante.

Os movimentos que marcam as estratégias que estão sendo desenvolvidas para enfrentar as relações entre o Direito e as investigações científicas buscam analisar os seguintes pontos: a) a pressão da Tecnociência, que ganha espaços de decisão cada vez maiores, às custas do descompasso e da completa falta de conhecimento técnico das instâncias jurídicas e políticas em relação aos seus assuntos e interesses; b) a percepção de um sistema jurídico que se coloca vencido pela complexidade e incerteza, entregando sua principal tarefa (decidir) à Ciência - caracterizando uma verdadeira “deriva cientificista”<sup>23</sup> do Direito; c) ao decidir na incerteza, valida-se uma Ciência que alterou seu paradigma substancial de verdade e certeza, passando a trabalhar com probabilidades; d) crise de legitimidade de um sistema político (erguido sobre os pilares da democracia e da ordem constitucional), que reivindica como razão de decidir o modelo científico do conhecimento especializado; e) afastamento do modo característico de decisão do Direito (máximas de experiência, inversão do ônus da prova, etc.).

Acredita-se que o surgimento de uma legislação por vezes flexível, mas em sua essência firme e atuante, “deve ser criada para controlar e regulamentar questões que, de há muito, estão a exigir uma normatização da sociedade”<sup>24</sup>. Neste sentido, preocupado com o gerenciamento, pelo Direito, dos riscos abstratos oriundos dos produtos biotecnológicos (que antecedem a fase nanotecnológica), Délton Winter de Carvalho propõe:

[...] após a investigação e avaliação dos riscos abstratos produzidos pela manipulação e comercialização de produtos biotecnológicos, o gerenciamento destes riscos pelo Direito deverá indicar a sua licitude ou ilicitude. A determinação da licitude ou ilicitude dos riscos terá por base a alta probabilidade de convergência destes riscos em danos irreversíveis e a avaliação da magnitude destes. Diante da possível constatação da ilicitude destes riscos (por sua inaceitabilidade), o Direito deverá formar vínculos normativos com o futuro, através do controle processual e continuado das atividades ou produto, estabelecimento de estratégias para a minimização destes riscos, imposição de confecção de planos de emergência preventivos,

<sup>23</sup> PARDO, José Esteve. **O desconcerto do Leviatã**: política e direito perante as incertezas da ciência. LEITE, José Rubens Morato (coord.). Traduzido por Flávia França Dinnebier, Giorgia Sena Martins. São Paulo: Instituto O Direito por um Planeta Verde, 2015, p.26.

<sup>24</sup> LEITE, Eduardo de Oliveira. O direito, a ciência e as leis bioéticas. In: SANTOS, Maria Celeste Cordeiro Leite (Org.). **Biodireito**: Ciência da vida, os novos desafios. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2001, p.116.

e, em última instância, proibição de uma atividade ou produto (obrigações de fazer ou não fazer).<sup>25</sup>

A Ciência contemporânea lida com conhecimentos complexos e interdisciplinares e, por isso, tornou-se prudente e cautelosa, distanciando-se dos pronunciamentos rigorosos e categóricos. Sua análise requer mais tempo (vinte a trinta anos com relação aos riscos para da saúde humana), em prol da colheita de dados diversos que possam auferir uma análise mais próxima do real. Seu pronunciamento passou a ser expresso pelas probabilidades, que podem apresentar um nível alto, mas que não ignoram/afastam uma margem mínima de incerteza.

A par destas mudanças, ao Direito não é possível manter-se a incerteza. Não é possível postergar decisões que demandariam um período prolongado de análise (vinte ou trinta anos), bem como, não é possível que se expresse com base em probabilidades, abstendo-se de se pronunciar. Estas são considerações que evidenciam a grande dicotomia instaurada entre a Ciência e o Direito quando o risco e as incertezas passam a ser os coadjuvantes principais da realidade humana, regendo-a.

O desafio da decisão na incerteza para o Direito resulta da pressão de dois elementos: 1) o ritmo do desenvolvimento tecnológico que propõe, crescentemente, novos cenários de incerteza; 2) a apatia de um sistema jurídico positivista que enfrenta inúmeras dificuldades e contradições quando opera na incerteza, o qual foi “construído justamente sobre o paradigma oposto, o da segurança jurídica, o da certeza das referências fornecidas pelas normas, pelas declarações da administração ou as resoluções dos tribunais [...]”.<sup>26</sup>

Conforme visto, o Direito não pode prorrogar suas decisões objetivando esperar os resultados dos estudos científicos (se é que serão alcançados). Isso acaba forçando os órgãos públicos encarregados de decidir, a resolverem questões envoltas em genuína incerteza, sem que para isso possam contar com a ajuda certa da Ciência, quedando-se completamente órfãos.

<sup>25</sup> CARVALHO, Délton Winter de. As novas tecnologias e os riscos ambientais. In: LEITE, José Rubens Morato; FAGUNDEZ, Paulo Roney Ávila (Orgs.). **Biossegurança e novas tecnologias na sociedade de risco: aspectos jurídicos, técnicos e sociais**. Florianópolis, Conceito Editorial, 2007, p.88.

<sup>26</sup> PARDO, José Esteve. **O desconcerto do Leviatã: política e direito perante as incertezas da ciência**. LEITE, José Rubens Morato (coord.). Traduzido por Flávia França Dinnebier, Giorgia Sena Martins. São Paulo: Instituto O Direito por um Planeta Verde, 2015, p.70.

Tendo em vista uma teoria da decisão judicial na incerteza, José Esteve Pardo<sup>27</sup> traça dois objetivos fundamentais que exigem um esforço de renovação e categorização ao: 1) situar em seus reais e justos termos o problema da decisão jurídica na incerteza (afastando-se da tendência histórica de basear suas decisões em certezas científicas), acionando tudo aquilo que lhe é ímpar e característico; 2) determinar clara e precisamente estes três elementos constitutivos: a) o elemento subjetivo (o sujeito da decisão): “[...] quem decide? Quem ou o que pode ou deve participar na tomada de decisões? ”; b) o elemento procedimental: “[...] como se decidida na incerteza? Qual o procedimento que deve preceder e moldar essas decisões? ”; c) o elemento que introduzirá a questão fundamental dos critérios materiais de decisão: “[...] quais bens, valores ou referências são levados em consideração quando se trata de resolver cenários de reconhecida incerteza? ”. Ao lado disso e não menos importante, este autor chama atenção à questão da responsabilidade pelas decisões em condições de incerteza, que podem surgir como resultado de decisões tomadas “às cegas”, advertindo:

[...] Trata-se de estabelecer um regime de responsabilidade que, segundo se delimite, incidirá também no modo de adotar decisões e que será, em princípio, menos comprometido e assumirá menos riscos se houver um regime de responsabilidade rigoroso. Se, pelo contrário, estivermos em um sistema de responsabilidade benevolente frente aos danos que possam surgir a partir de decisões na incerteza, então as instâncias decisórias não se verão tão obrigadas a ponderar o alcance de seus atos nem a sentir-se responsáveis pelos mesmos. Não se trata, em todo caso, de adotar um regime de responsabilidade estrito e outro frouxo, cada um deles com suas vantagens e desvantagens, mas de adequar o instituto da responsabilidade civil a esse novo e complexo entorno em que certamente paira a sombra de incerteza, mas que não justifica a adoção de decisões irresponsáveis.<sup>28</sup>

Com vistas ao fortalecimento das razões de ser e das noções de dever ser da Ciência Jurídica, a responsabilidade civil ambiental pelos riscos desponta como a principal ferramenta de controle imediato dos atos considerados nocivos ao meio ambiente como um todo. Ainda que estejamos diante de um sistema civilista que privilegia a tríade: nexos causal, ocorrência do dano e agente causador, faz-se imperioso ir além desta noção face, por exemplo, da desnecessidade de verificação do dano ante a ocorrência do ilícito e da flexibilização do

<sup>27</sup> PARDO, José Esteve. *O desconcerto do Leviatã*: política e direito perante as incertezas da ciência. LEITE, José Rubens Morato (coord.). Traduzido por Flávia França Dinnebier, Giorgia Sena Martins. São Paulo: Instituto O Direito por um Planeta Verde, 2015, p.72.

<sup>28</sup> PARDO, José Esteve. *O desconcerto do Leviatã*: política e direito perante as incertezas da ciência. LEITE, José Rubens Morato (coord.). Traduzido por Flávia França Dinnebier, Giorgia Sena Martins. São Paulo: Instituto O Direito por um Planeta Verde, 2015, p.72-73.

nexo causal para viabilização do dano, a fim de que seja alcançada uma maior efetividade na proteção dos bens ambientais em tempos de propagação veloz das técnicas nanotecnológicas e de seus riscos desconhecidos.<sup>29</sup> Ainda que estejamos diante de um regime jurídico de responsabilidade rígido (oriundo de uma sociedade não industrializada e com baixo potencial de risco, cuja base fixa-se, na maioria das vezes, na ideia de culpa), o fato é que o desenvolvimento científico e tecnológico (fortalecido pela Revolução Industrial que inovou e ainda inova no seu desenvolver, trazendo um alto potencial de risco que não mais encontra na intervenção culpável a resolução dos danos) não se deteve por ele, tanto que a própria nanotecnologia é sua prova incontestada.

A análise efetuada até agora buscou resgatar, com profundidade, o papel do Direito como agente regulador e legitimado a decidir, estabelecendo as linhas mestras de um marco jurídico preocupado com a expansão da investigação científica em benefício do interesse geral. Ainda que os preceitos constitucionais se dirijam no sentido da liberdade de exploração científica, o que está em pauta é, além da não intervenção dos poderes públicos na atividade de investigação privada (exceto nos casos de clara afronta aos valores superiores), a nítida interferência da atividade tecnocientífica nos domínios públicos, impondo seus propósitos e influenciando suas decisões.

É preciso seguir rumo à realização de maiores investigações nanotecnológicas em detrimento, principalmente, do interesse de todos, conferindo uma maior margem de escolha para as autoridades públicas com responsabilidade de decisão. O Direito necessita recuperar sua capacidade de domínio já que sua postura tradicional não corresponde mais a realidade de um mundo pautado em incertezas. Conforme José Esteve Pardo:

[...] abrindo também assim a curva de decisão e disposição das autoridades legitimadas para resolver, reclamando uma maior amplitude da atividade investigadora e do conhecimento, de indubitável interesse público, que com ela se alcança.<sup>30</sup>

## 2.1 Reflexões acerca das matrizes próprias de avaliação e decisão do Direito em cenários nanotecnológicos

<sup>29</sup> BORGES, Isabel Cristina Porto; GOMES, Taís Ferraz; ENGELLMANN, Wilson. **Responsabilidade Civil e Nanotecnologias**. São Paulo: Atlas, 2014, P. 100-127.

<sup>30</sup> PARDO, José Esteve. **O desconcerto do Leviatã**: política e direito perante as incertezas da ciência. LEITE, José Rubens Morato (coord.). Traduzido por Flávia França Dinnebier, Giorgia Sena Martins. São Paulo: Instituto O Direito por um Planeta Verde, 2015, p.117.



A Ciência posicionou-se. Deixou para trás a busca pela verdade/certeza e passou a atribuir como critério balizador a probabilidade. Diante deste cenário, como já estudado, a incumbência de decidir cabe única e exclusivamente ao Direito. Contudo, a virada paradigmática proporcionada pela Ciência, expôs as deficiências de um sistema jurídico incapaz de olhar para dentro e se auto (re)construir.

A investigação científica, possuidora de um alto poder de decisão política, decide no lugar daqueles que efetivamente tem o poder de decidir e isso requer mudanças. Os espaços marcados pela complexidade técnica condicionam o poder político aos contornos especializados da pesquisa científica, no presente caso, a pesquisa nanotecnológica organizada e programada dentro de estruturas econômico-empresariais exploradoras de alta tecnologia.

À guisa da construção de uma teoria da decisão judicial na incerteza, José Esteve Pardo chama atenção à necessidade do estabelecimento de um regime de responsabilidade que se aproxime, inclusive, dos agentes legitimados, a fim de evitar que decisões “às cegas” sejam proferidas.<sup>31</sup> A suscetibilidade ao risco, determinada pela consciência (conhecimento) e inverificabilidade de sua extensão, compõem uma margem de indecidibilidade na qual instrumentos cognitivos não são capazes de responder satisfatoriamente. Não há como auferir (pelo menos a curto prazo e com segurança), até que ponto os compostos nanotecnológicos podem agir à serviço do bem ou da autodestruição (caráter reflexivo), já que a propagação/contaminação se dá livremente, sem qualquer controle (fato que representaria uma verdadeira catástrofe, já que presentes em toda parte).<sup>32</sup>

Decisões sobre suscetibilidades, sobre as ameaças que a Natureza está sendo potencialmente exposta, as responsabilidades que isso acarreta, as pessoas afetadas (intertemporalmente e transfronteiriçamente), os efeitos retardados, as demandas de reparação, as medidas a tomar, fazem parte de um quadro que precisa ser melhor depurado pelos agentes legitimados a decidir, a partir de uma ação defensiva e reivindicativa do seu espaço natural, alinhados a parâmetros próprios de ação e controle. Assim, a (re) construção das matrizes próprias de avaliação e decisão do Direito e do Poder Público precisam refletir a busca

<sup>31</sup> PARDO, José Esteve. **O desconcerto do Leviatã**: política e direito perante as incertezas da ciência. LEITE, José Rubens Morato (coord.). Traduzido por Flávia França Dinnebier, Giorgia Sena Martins. São Paulo: Instituto O Direito por um Planeta Verde, 2015, p.72-73.

<sup>32</sup> BECK, Ulrich. **Sociedade de risco**: rumo a uma outra modernidade. 2. ed. Tradução de Sebastião Nascimento. São Paulo: Editora 34, 2011, p. 64.

do(a): a) reconhecimento de que o conhecimento científico não detêm valor absoluto<sup>33</sup> e neutro<sup>34</sup>, devendo adequar-se aos pronunciamentos constitucionais<sup>35</sup>, principalmente diante do respeito ao Princípio supremo da Dignidade da Pessoa Humana<sup>36</sup>, face a diferença prática existente entre o ambiente laboratorial e a realidade social/ambiental experienciada<sup>37</sup>; b) fortalecimento de diretrizes éticas nas pesquisas, a fim de que as “apostas” sejam direcionadas para o bem comum, com o máximo controle responsável dos procedimentos e a mínima interferência possível na Natureza (visível e invisível)<sup>38</sup>; c) insujeição ao controle efetuado pela Tecnociência, quebrando com a orientação cientificista que afasta o Direito de seus protocolos e modelos de decisão<sup>39</sup>, em prol do fortalecimento dos critérios de legitimidade e segurança jurídica, diminuindo-se as incertezas através da certeza produzida pelo próprio ordenamento jurídico; d) redução das decisões negativas ou de exceção<sup>40</sup>, excepcionantes do regime jurídico instaurado e fonte de incertezas judiciais face a instabilidade das inovações tecnológicas; e) (re) interpretação da complexidade ambiental<sup>41</sup> a partir de critérios próprios de avaliação jurídica, aproximando-se da fonte causadora das ameaças e dos socioambientalmente afetados e afastando-se das exigências objetivamente científicas; f) reconhecimento de que o Direito é o território no qual as evidências científicas devem ficar em suspenso frente à violação de valores essenciais ao equilíbrio da Natureza (*in dubio pro* Natureza); g) fortalecimento das presunções

<sup>33</sup> PARDO, José Esteve. **O desconcerto do Leviatã**: política e direito perante as incertezas da ciência. LEITE, José Rubens Morato (coord.). Traduzido por Flávia França Dinnebier, Giorgia Sena Martins. São Paulo: Instituto O Direito por um Planeta Verde, 2015, p. 190-197.

<sup>34</sup> LACEY, Hugh. **Valores e atividade científica 1**. Traduzido por Marcos Barbosa de Oliveira, Eduardo Salles de Oliveira, Carlos Eduardo Ortolan Miranda. 2 ed. São Paulo: Editora 34, 2008, p. 181-182.

<sup>35</sup> FENSTERSEIFER, Tiago. **Direitos fundamentais e proteção do meio ambiente**: a dimensão ecológica da dignidade humana no marco jurídico constitucional do estado socioambiental de direito. Porto Alegre: Livraria do Advogado Editora, 2008.

<sup>36</sup> SARLET, Ingo Wolfgang. **Dignidade da pessoa humana e direitos fundamentais na Constituição Federal de 1988**. 9. ed. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2012.

<sup>37</sup> BORGES, Isabel Cristina Porto; GOMES, Taís Ferraz; ENGELLMANN, Wilson. **Responsabilidade Civil e Nanotecnologias**. São Paulo: Atlas, 2014, p. 25.

<sup>38</sup> JONAS, Hans. **O princípio responsabilidade**: ensaio de uma ética para a civilização tecnológica. Tradução Marijane Lisboa, Luiz Barros Montez. Rio de Janeiro: Contraponto: Editora PUC - Rio, 2006.

<sup>39</sup> PARDO, José Esteve. **O desconcerto do Leviatã**: política e direito perante as incertezas da ciência. LEITE, José Rubens Morato (coord.). Traduzido por Flávia França Dinnebier, Giorgia Sena Martins. São Paulo: Instituto O Direito por um Planeta Verde, 2015, p. 27-28.

<sup>40</sup> PARDO, José Esteve. **O desconcerto do Leviatã**: política e direito perante as incertezas da ciência. LEITE, José Rubens Morato (coord.). Traduzido por Flávia França Dinnebier, Giorgia Sena Martins. São Paulo: Instituto O Direito por um Planeta Verde, 2015, p. 173-174.

<sup>41</sup> LEFF, Enrique. **Epistemologia Ambiental**. Tradução Sandra Valenzuela. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2006, p. 191-222.

valorativas<sup>42</sup> - máximas da experiência, inversão do ônus da prova, critérios de equidade intergeracional<sup>43</sup>, transparência nos procedimentos -, naturais ao sistema jurídico, capazes de conferir força normativa própria diante dos riscos proporcionados pela utilização da nanotecnologia; h) reconhecimento que o direito de voz, liberdade e investigação científica devem pautar-se, também, pelos poderes investigativos genuínos dos cientistas<sup>44</sup>, distante das interferências econômicas e industriais, evitando-se a primazia/exclusividade dos grandes conglomerados tecnocientíficos na formulação de pareceres jurídico-científicos<sup>45</sup>; i) defesa do direito de ser informado<sup>46</sup> através da implementação de rotulagem dos produtos nanotecnológicos, cujas informações devem trazer as manipulações efetuadas ou os compostos utilizados com esta tecnologia.

As suposições de causalidade inscrita nos riscos da modernização refletem, por outro lado, uma certa harmonia entre Ciência e Direito. Esta harmonia, segundo Ulrich Beck tem relação estreita com o “princípio de causalção”, no qual há uma consciência inequívoca de que os riscos modernos<sup>47</sup>, em razão de sua própria origem e estrutura, não podem ser suficientemente interpretados a partir da análise estrita causal dos riscos, pois o que existe não é “o” causador, mas a poluição que se propaga ao longo de toda cadeia natural, alcançando o ar, as águas, o solo, seres humanos e não-humanos, “[...] correlatos de males inespecíficos, a

<sup>42</sup> PARDO, José Esteve. **O desconcerto do Leviatã**: política e direito perante as incertezas da ciência. LEITE, José Rubens Morato (coord.). Traduzido por Flávia França Dinnebier, Giorgia Sena Martins. São Paulo: Instituto O Direito por um Planeta Verde, 2015, p. 180-202.

<sup>43</sup> CARVALHO, Délton Winter de. **Dano ambiental futuro**: a responsabilização civil pelo risco ambiental. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2008, p. 48-49.

<sup>44</sup> LATOUR, Bruno. **Ciência em ação**: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora. Traduzido por Ivone C. Benedetti. São Paulo: Editora UNESP, 2000, p. 169-170.

<sup>45</sup> PARDO, José Esteve. **O desconcerto do Leviatã**: política e direito perante as incertezas da ciência. LEITE, José Rubens Morato (coord.). Traduzido por Flávia França Dinnebier, Giorgia Sena Martins. São Paulo: Instituto O Direito por um Planeta Verde, 2015, p. 74-100.

<sup>46</sup> FLAIN, Valdirene Silveira. A nanotecnologia e o direito do consumidor à informação: perspectivas de proteção na sociedade de risco. **Revista da Faculdade Mineira de Direito**, Belo Horizonte, v. 14, n. 18, dez. 2011, p. 45-46. Disponível em: <http://periodicos.pucminas.br/index.php/Direito/article/view/P.2318-7999.2011v14n28p31/3900>. Acesso em: 17 jun. 2018.

<sup>47</sup> Ulrich Beck conceitua os riscos da modernização como sendo: “[...] o arranjo conceitual, o enquadramento categorial no qual violações e destruições da natureza inerentes à civilização são socialmente concebidas, com base no qual são tomadas decisões a respeito de sua validade e urgência e definida a modalidade de sua eliminação e/ou de seu manejo. Eles são a “moral secundária” cientificizada, por referência à qual as violações à natureza-que-deixou-de-ser, consumida industrialmente, são socialmente negociadas “de forma legítima”, isto é, com a pretensão de ser uma reparação ativa.” BECK, Ulrich. **Sociedade de risco**: rumo a uma outra modernidade. 2. ed. Tradução de Sebastião Nascimento. São Paulo: Editora 34, 2011, p. 99.

respeito dos quais se consideram uma multiplicidade de “causas”.<sup>48</sup> Fato que acaba abrindo brechas interpretativas que vão desde a maximização da refutação e a minimização do reconhecimento quanto à ocorrência de riscos/ameaças de médio/longo prazo, produtoras de novas contaminações e enfermidades civilizacionais globais de origem tecnocientífica e nanotecnológica.

Este desafio delinea um caminho inadequado para os riscos da modernização, onde a racionalidade se converte em irracionalidade (face a construção de sua própria autodestruição), exigindo do Direito uma postura que não coadune com o prejuízo de todos diante do “também-não-sei” dito pela Ciência e dos “limites de tolerância” por ela fixados (cujos efeitos são sentidos no mundo real, no dia a dia social/ambiental, longe dos ambientes laboratoriais; limites geradores de um “ônus da prova invertido” que atribuem uma falsa atmosfera de normalidade diante de seu “respeito”), gerando uma verdadeira “falácia tecnocrática”.<sup>49</sup>

Em cenários nanotecnológicos, seus incrementos visam um acompanhamento pelo Direito que deve observar os seguintes aspectos: a) a definição científica e política do tempo e do ambiente em que ocorrem; b) o impacto causado no setor industrial e político; c) transformações industriais serão sempre acompanhadas pelo risco; d) as políticas tendem a ser destinadas à confecção de produtos particulares e não a nanotecnologia em si, levando ao incremento da casuística na determinação dos fatos; e) a sociedade será exposta à questões políticas profundas decorrentes de inovações nanotecnológicas inéditas, de qualidade e propriedades diferentes, gerando novas responsabilidades em torno da invisibilidade, poder de locomoção e auto-replicação ; f) o monitoramento, a propriedade e o controle precisam ser legalmente avaliados.<sup>50</sup>

Por último e não menos importante, é preciso fortalecer a autocrítica da Sociedade de Risco, precisamente sobre as ameaças e riscos que pairam sobre a sociedade global. A decomposição de valores, que trazem as críticas, faz parte de um seguimento de reinício/reconstrução com o futuro e um afastamento das tradições do passado, haja vista o domínio revolucionário implementado pela nanotecnologia e suas áreas. Isso leva a crer que,

<sup>48</sup> BECK, Ulrich. **Sociedade de risco: rumo a uma outra modernidade**. 2. ed. Tradução de Sebastião Nascimento. São Paulo: Editora 34, 2011, p. 76.

<sup>49</sup> BECK, Ulrich. **Sociedade de risco: rumo a uma outra modernidade**. 2. ed. Tradução de Sebastião Nascimento. São Paulo: Editora 34, 2011, p. 77-80.

<sup>50</sup> MARTINS, Paulo. Nanotecnologia e meio ambiente para uma sociedade sustentável. **Estúdios Sociais**, México, v. 17, n. 34, jul./dez. 2009, p. 305-306 Disponível em: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-45572009000200012&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-45572009000200012&lng=es&nrm=iso). Acesso em: 16 jan. 2018.

cada vez menos, os axiomas do passado irão influir nos desafios do presente e, principalmente, do futuro, colocando-nos frente a frente a uma nova definição/teoria da empiria<sup>51</sup>, restabelecendo a força especulativa da racionalidade (conhecimento) com a realidade invisível e os desafios que o Direito precisa enfrentar para se garantir diante deste contexto.

### 3 A (IN) CERTEZA NANOTECNOLÓGICA: UM MUNDO NOVO, PARA UM DIREITO VELHO

Frente ao propósito de estudar e entender a influência do conhecimento científico contemporâneo, voltada a uma análise geral da temática que envolve os assuntos da biotecnologia e sua mais nova descendente: a nanotecnologia, verifica-se que são inúmeras as situações nas quais sociedade do século XXI estará exposta e, conseqüentemente, inúmeros serão os riscos implicados.

Incansavelmente estimulado pela busca do conhecimento, o ser humano vem conseguindo transpor barreiras nunca antes imaginadas. Este fato faz com que a sociedade venha a ser convidada a entender o que vem acontecendo nos meios científicos, adotando uma postura mais participativa, atuante, a fim de que se obtenha a redução do maior número possível de fatos indesejáveis. Neste sentido, Alberto Silva Franco<sup>52</sup> mostra que as pesquisas realizadas no campo da biologia, mediante a utilização de técnicas cada vez mais sofisticadas, “revolveram e puseram a nu o corpo e a psique do ser humano”, acrescentando que: “o ritmo acelerado e sem restrições do progresso, no que tange às ciências da matéria, irá colocar o ser humano em face de suas próprias origens e diante da possibilidade, cada vez mais concreta e próxima, de controlá-las”.

A visão contemporânea descortinada afasta-se do antropocentrismo para o tecnocentrismo, no qual, o ser humano individualmente considerado ou inserido em sua coletividade, passa a ser objeto e não sujeito de direito. Todo este desenvolvimento fragilizou e descontextualizou todas as antropologias que davam escopo às reflexões preliminares entre a Ética e o Direito. Mas o ser humano, “independente do estágio de evolução científica que se encontre, continua sendo ser humano, na sua mais integral e

<sup>51</sup> BECK, Ulrich. **Sociedade de risco: rumo a uma outra modernidade**. 2. ed. Tradução de Sebastião Nascimento. São Paulo: Editora 34, 2011, p. 273.

<sup>52</sup> FRANCO, Alberto Silva. **Genética Humana e Direito. Bioética: Revista do Conselho Federal de Medicina**. v.4, n.1, p.22, 1996.

perfeita constituição”, portanto, todos os atos praticados sobre ele e, por consequência, sobre o meio ambiente, não podem ser avaliados em níveis distintos, como pretendem certos segmentos científicos, ou com total liberdade e sem nenhum controle.<sup>53</sup>

Respondendo a razões e estímulos muito diversos, em sua maioria voltados ao mercado lucrativo que representa, restou num plano distante a vontade desinteressada em melhorar a vida das pessoas em prol do benefício da sociedade em seu conjunto (como valor universal). Contudo, mesmo diante desta realidade, apenas ao Direito é dada a tarefa de decidir e buscar parâmetros próprios, com base em seus preceitos, princípios, fundamentos, presunções e ficções, para que se mantenha íntegro nesta grandiosa tarefa, resgatando a segurança em situações de incerteza e fortalecendo a sua certeza (segurança) que tanto lhe é peculiar.

E, justamente, ao pensar nessa segurança e no fortalecimento de suas razões de decidir é que urge a noção de resgate e equilíbrio não só do sistema jurídico como, também, do meio ambiente no qual todos nós estamos inseridos.

Deste modo, novas coordenadas de decisão apresentam-se abertas pela Ciência, cuja dimensão temporal percorre o futuro e o passado de forma livre e fluente, alterando as referências com as quais nos autocompreendemos. Para o passado, pois diante de uma incerteza superveniente, os novos conhecimentos científicos acabam por revisar parâmetros tidos como válidos e sobre os quais, de alguma forma, já se decidiu (favoravelmente ou não); para o futuro, uma vez que a carga das decisões não mais atinge as gerações presentes, mas sim as futuras (caráter transgeracional), herdeiras das incertezas e dos resultados de técnicas imprevisíveis quanto aos seus reais resultados<sup>54</sup>.

Diante deste panorama, ao Direito é dada a tarefa de tomar decisões e recriar seu poder de decisão sobre as bases de uma ciência geradora de incertezas. O arcabouço legislativo atual não consegue acompanhar o progresso científico, principalmente nos aspectos relativos às novas técnicas nanotecnológicas, afastando-se da tão desejada efetividade e segurança jurídica (valores intrínsecos e estruturantes do Direito). No dizer de Raquel Von Hohendorff e Guilherme Wunsch:

<sup>53</sup> LEITE, Eduardo de Oliveira. O direito, a ciência e as leis bioéticas. In: SANTOS, Maria Celeste Cordeiro Leite (Org.). **Biodireito: Ciência da vida, os novos desafios**. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2001, p.105.

<sup>54</sup> PARDO, José Esteve. **O desconcerto do Leviatã: política e direito perante as incertezas da ciência**. LEITE, José Rubens Morato (coord.). Traduzido por Flávia França Dinnebier, Giorgia Sena Martins. São Paulo: Instituto O Direito por um Planeta Verde, 2015, p.57-64.



Assim, restam mais dúvidas do que certezas. Este é um ponto fundamental para a regulação das nanotecnologias: ao invés da certeza e previsibilidade do modelo positivista, o Direito passa para uma nova etapa onde a incerteza e a imprevisibilidade do comportamento das partículas e dos seus efeitos acompanharão o processo regulatório. Ao invés de previsões gerais e prévias, o mundo jurídico deverá produzir respostas alinhadas constitucionalmente para cada caso em concreto, levando em consideração justamente a fluidez das nanopartículas e de suas características e interações sempre inusitadas.<sup>55</sup>

Começa-se a perceber que o conhecimento está “deixando de ser um bem aberto ao interesse geral, acessível sem reservas aos poderes públicos, para se tornar uma mercadoria calculadamente produzida e apresentada em atenção a determinados interesses privados e comerciais”, destacando-se, nesta linha de visão, uma das características mais salutares da Tecnociência “a sua pretensão de influir sobre a sociedade e de dominá-la sempre que possível”<sup>56</sup>. Diante da ampla possibilidade de nos tornarmos “engenheiros da própria vida”<sup>57</sup>, somos impulsionados a questionar acerca dos rumos e responsabilidades deste novo conhecimento científico que modifica estruturas e altera compostos em nível nanoescalar.

Questiona-se: será que estamos preparados para viver esta nova Ciência? Estamos prontos para embarcar nesta revolução sem mesmo ter a certeza de onde iremos chegar? A sociedade está preparada para acompanhar o ritmo deste desenvolvimento que aparenta nascer com vestes ultrapassadas, dado o ritmo que descobertas que são anunciadas? Estamos preparados juridicamente para regulamentar esta matéria que se apresenta com veios complexos de compreensão e alcance, a ponto de poder fixar efetivas diretrizes de controle e responsabilização dos atos e decisões? As interrogações são inúmeras e merecem reflexão. Conforme alertam Raquel Von Hohendorff e Guilherme Wunsch:

As questões relativas aos riscos e a responsabilidade com os danos futuros estão vinculadas às características que as nanopartículas trazem: os efeitos físico-químicos dos materiais na escala nano diferem dos seus equivalentes em escala maior. Além disso, se desconhece um inventário onde se possa pesquisar a quantidade, o tipo e a caracterização das nanopartículas já desenvolvidas por meio da ação humana. Mais de duas décadas atrás, estudos toxicológicos (...) já alertavam que seria prudente examinar e abordar as preocupações ambientais e de saúde humana antes da adoção generalizada

<sup>55</sup> HOHENDORFF, Raquel Von; WUNSCH, Guilherme. **As nanotecnologias e os seus impactos na sociedade e no mundo do trabalho**. Disponível em: <http://emporiododireito.com.br/as-nanotecnologias-e-os-seus-impactos-na-sociedade-e-no-mundo-do-trabalho-por-guilherme-wunsch-e-raquel-von-hohendorff/>>. Acesso em: 23 mar. 2017.

<sup>56</sup> PARDO, José Esteve. **O desconcerto do Leviatã: política e direito perante as incertezas da ciência**. LEITE, José Rubens Morato (coord.). Traduzido por Flávia França Dinnebier, Giorgia Sena Martins. São Paulo: Instituto O Direito por um Planeta Verde, 2015, p.104-105.

<sup>57</sup> RIFKLIN, Jeremy. **O século da biotecnologia: a valorização dos genes e a reconstrução do mundo**. São Paulo: Makron Book, 1999, p.15.

das nanotecnologias. Com a exceção de algumas aplicações médicas da nanotecnologia, os governos, as empresas e até mesmo as universidades ignoraram este conselho. Como resultado, os governos permitiram que centenas, talvez mais de mil, produtos de consumo com materiais nanoengenheirados incorporados, fossem comercializados sem qualquer avaliação de segurança pré-mercado. Apesar disso, novos estudos, continuam sinalizando efeitos tóxicos.<sup>58</sup>

Este potencial transformador faz com que o século XXI inicie “com a revolução do corpo”<sup>59</sup>, no qual se torna cada vez mais rotineira a prática da fecundação fora do útero, a criopreservação de gametas, tecidos, membranas e células, a manipulação de genes, a clonagem, a criação de materiais nanotecnológicos ultra resistentes capazes de substituírem compostos orgânicos, dentre tantos outros exemplos. Nesta seara, “sábios, médicos e juristas são chamados a responder, assim como o próprio Estado”<sup>60</sup>, pois tamanho progresso acaba por gerar sentimentos de medo e desconfiança. Para Marcos Roberto Pereira:

[...] quando se pensa sobre uma política de ciência e tecnologia para o Estado, as questões se complexificam, pois a moderna ciência se torna cada vez mais cara; as desigualdades e necessidades sociais se agravam; ao mesmo tempo nenhuma sociedade contemporânea pode se igualar às demais sem um acentuado suporte científico-tecnológico; ademais o planejamento não poderia ficar atrelado a interesses imediatos, partidários ou corporativistas, enfim as estruturas não se ajustam às novas realidades e necessidades.<sup>61</sup>

A razão científica, pelo que parece, funciona como uma lógica supostamente independente de fatores ou desejos pessoais. Seu objetivo passou a ser a formulação de leis que existem independentemente das pessoas. Entretanto, seus legitimantes são pessoas que manifestam algum interesse pessoal no poder da ciência, fato que resultará, mais cedo ou mais tarde, em responsabilizações, já que as questões são muitas e, na maioria das vezes, não há respostas.

E quando se propõem a falar dos objetivos comerciais relacionados aos avanços científicos e tecnológicos deste novo século, não se pode deixar de citar a participação da

<sup>58</sup> HOHENDORFF, Raquel Von; WUNSCH, Guilherme. *As nanotecnologias e os seus impactos na sociedade e no mundo do trabalho*. Disponível em: <http://emporiododireito.com.br/as-nanotecnologias-e-os-seus-impactos-na-sociedade-e-no-mundo-do-trabalho-por-guilherme-wunsch-e-raquel-von-hohendorff/>. Acesso em: 23 mar. 2017.

<sup>59</sup> SANTOS, Boaventura de Sousa. *A gramática do tempo: para uma nova cultura política*. São Paulo: Cortez, 2006, v.4., p.204.

<sup>60</sup> LEITE, Eduardo de Oliveira. O direito, a ciência e as leis bioéticas. In: SANTOS, Maria Celeste Cordeiro Leite (Org.). *Biodireito: Ciência da vida, os novos desafios*. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2001, p.109.

<sup>61</sup> PEREIRA, Marcos Roberto. A possibilidade e a necessidade de resgate da perspectiva ético- científica. In: SANTOS, Maria Celeste Cordeiro Leite (Org.). *Biodireito: Ciência da vida, os novos desafios*. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2001, p.204.

indústria e dos setores da economia, que, cada vez mais, estão voltadas para o desenvolvimento nanotecnológico, a fim de monopolizarem e customizarem pesquisas científicas, criando uma verdadeira vertente de bioindústrias, ou seja:

O desenvolvimento científico transportou-se para a indústria. A sociedade passa a ter pouquíssimo controle sobre os produtos e os processos que estão sendo realizados, pois o desenvolvimento científico passa a ser controlado virtual e unicamente por grandes indústrias, sem entendimento, discussão, adaptação e absorção mais igualitária das aplicações da Ciência. Se antes, o acompanhamento da sociedade e a absorção do conhecimento iam sendo feitos num ritmo e de forma mais participativas, agora mudou o caráter dessa produção.<sup>62</sup>

O que se espera é que todo esse progresso, este avanço científico, seja colocado a favor, em benefício ao próximo, do ser humano como pessoa, independentemente de raça, situação cultural, social, econômica e política. E é justamente neste contexto, que as normatizações devem continuar sendo estabelecidas e que os debates devem ser intensificados.

O Direito, por sua vez, deve seguir atento acerca das questões relativas ao poder da Tecnociência, seus alcances e suas responsabilidades, estabelecendo limites, porém, sem que tais limites resultem em retrocessos ou entraves no desenvolvimento científico, configurando-se como um importante aliado na busca de melhores condições de vida (englobando aqui tanto a atual quanto a futura), bem como, em termos de saúde e bem estar humano, com vistas ao equilíbrio e a correlação de todos os interesses envolvidos, em prol do bem comum, do bem da vida, do bem humano e, conseqüentemente, do bem ambiental.

A ciência clássica tradicional objetivava a busca da verdade pelos critérios do cientista e pela simples observação dos resultados. Alcançada a verdade, abria-se espaço para a aplicação técnica destas verdades, que geralmente se desenvolviam ao longo do tempo (quando muito, tardiamente) e por pessoas e empresas geralmente alheias ao universo da investigação científica. Hoje, conforme dito, a Ciência abandonou a certeza e encontra-se orientada por uma Tecnociência que se preocupa, preponderantemente, com objetivos previamente determinados e com critérios de utilidade e rentabilidade de um mercado inteiramente voltado ao lucro e projeção individual.

<sup>62</sup> DEGRAVE, Wim. O poder e as responsabilidades do conhecimento científico. In: CARNEIRO, Fernanda. EMERICK, Maria Celeste. **Limites: a ética e o debate jurídico sobre o acesso e o uso do genoma humano.** Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2000, p.69.

Este cenário acaba nos mostrando que a investigação científica decide sobre aquilo que é dado ao poder político decidir. Seu poder de decisão política é parte de um sistema que cada vez mais tem se tornado a regra e vem ganhando uma força gigantesca em termos de dominação. Nos espaços marcados pela complexidade técnica pode-se dizer que o poder político se encontra condicionado e prisioneiro da pesquisa científica; esta última, marcada, organizada e programada dentro de poderosas estruturas empresariais e industriais.

Ao cientista não é dado mais decidir sobre as linhas e objetivos da pesquisa. A aplicação técnica antecede a busca pela verdade e pela investigação voltada ao fim comum. Primeiro serão exploradas e quantificadas, o quanto possível, as análises de aplicação e aproveitamento e, com base nestas previsões, se decidirá se a investigação seguirá por uma ou outra linha, desde que compatíveis com o apoio financeiro necessário às suas previsões de rendimento.

Nesse diapasão, o que se vê é uma ciência que amplia, cada vez mais, a autoridade de seu conhecimento sobre a insegurança das instancias públicas. Por possuir pleno e efetivo domínio sobre as linhas de investigação, que se abrem ou se fecham atendendo a interesses lucrativos (por vezes, não científicos), percebe-se um esvaziamento do conteúdo material das normas jurídicas que acabam por se concentrar, basicamente, em aspectos formais ou de procedimento, sendo que as determinações materiais substantivas encontram-se nas mãos dos *experts* da tecnociência.

Partindo de uma orientação cientificista (que confia o acerto de sua decisão ao que se considera a melhor categorização científica e técnica), o Direito continua fascinado pela ciência e seus conceitos, mesmo em cenários de incerteza e complexidade científica. Submerso em sua visão antropocêntrica (positivista e garantidora), acaba por fixar parâmetros que utilizam a “melhor técnica” como solução ao caso concreto; o que denota sua incapacidade de resolver e assumir parâmetros natos de controle<sup>63</sup>.

A liberdade de investigação é um direito Constitucional e, como tal, deve permanecer e ser respeitada. Contudo, deve-se lutar por uma margem de atuação ampla da investigação que proporcione mais conhecimento e uma maior margem de escolha para as autoridades públicas com responsabilidades de decisão, fazendo com que o Direito recupere sua capacidade de domínio e atuação, frente a um marco jurídico favorável não só em prol dos interesses dos seres humanos, mas, inclusive, da própria Natureza.

<sup>63</sup> PARDO, José Esteve. **O desconcerto do Leviatã**: política e direito perante as incertezas da ciência. LEITE, José Rubens Morato (coord.). Traduzido por Flávia França Dinnebier, Giorgia Sena Martins. São Paulo: Instituto O Direito por um Planeta Verde, 2015, p.161-163.

## CONCLUSÃO

Tem sido cada vez mais frequente para o Direito, principalmente no despertar deste século, a necessidade de enfrentar situações inusitadas derivadas dos avanços científicos. Presenciam-se não apenas surpreendentes revelações a respeito do conhecimento teórico sobre a intimidade dos mecanismos de criação e reprodução da vida humana, como também, uma rápida transformação destes conhecimentos em arrojadas inovações tecnocientíficas diretamente aplicáveis ao melhoramento da saúde e das condições de vida e, como almejam os mais entusiastas, a criação artificial da própria vida, da própria existência.

Com isso, percorreu-se um grande caminho evolutivo onde o conhecimento empírico catalogado (de observação), ditou as regras da ciência clássica, cujos parâmetros continuam sendo aprimorados desde então. A incansável busca pelo conhecimento e entendimento do processamento da vida no planeta, fez com que genuínos cientistas se debruçassem e dedicassem suas vidas ao progresso científico e ao bem comum. Tamanha dedicação, por vezes reconhecida *post mortem*, traçou os ditames do atual desenvolvimento científico, mesmo quando realizado em um tempo onde a tecnologia ainda não se fazia presente e as dificuldades eram consideráveis.

A partir desta base e ao lado do atualíssimo emprego da tecnologia no preparo e desenvolvimento das pesquisas, percebeu-se um incremento e uma maior variabilidade de possibilidades e resultados. Em um grande salto, conseguimos conhecer e decodificar materiais genéticos, separando seus componentes, individualizando suas estruturas, conhecendo suas funções, combinando-as e recombinando-as em uma infinidade de procedimentos e técnicas. Tal possibilidade acabou rompendo com o paradigma inicial de observação, passando a transformar o que antes era considerado cenário de ficção em realidade.

Em pouco tempo, passou-se da observação para a criação. Em especial, o corpo humano e a vida humana, fazem parte de uma intrigante e inquietante pesquisa que busca, incessantemente, a cópia ou o modelo de perfeição onde estejam garantidas, finalmente a existência e a subsistência eterna. Diante deste cenário, o conhecimento científico incrementou suas bases ao trazer a melhor compreensão dos conceitos de “gene” e “DNA” no decorrer do século XX, preparando o caminho para a Revolução Biotecnológica amplamente

vivida por nós atualmente.<sup>64</sup> Novos conceitos e possibilidades foram criados (a exemplo dos organismos geneticamente modificados, da clonagem, da inseminação artificial, da criopreservação de gametas e tecidos), fazendo com que as pesquisas neste seguimento ganhassem ainda mais relevo.

Esta “nova ciência” Biotecnológica vive seu apogeu e aprimora seus avanços ao lado da mais nova revolução que se anuncia: a “Revolução do Invisível”, ou seja, a revolução Nanotecnológica. Partimos da “nova ciência” (biotecnologia) para o “novo mundo” (nanotecnologia), não no sentido de começo e fim, mas sim, em um prenúncio de simbiose cujos alcances e previsões ainda são impossíveis de mensurar. Estas duas importantes áreas do saber atual caminham lado a lado e se interceptam, legitimando uma a outra, sem erro de exageros ou intromissões.

Diante da tríade formada pela tecnologia, biotecnologia e nanotecnologia somos convidados a (re) pensar e a tentar entender que tipo de “criadores” e “criaturas” seremos.

Nunca foi tão urgente trazer à pauta a necessidade do conhecimento. Conhecimento que busca agregar as gerações a um fim comum de respeito e continuidade. E nesta busca pelo conhecimento integrado, passamos pelo desafio premente de integrar as ciências em um comando único e não mais individual como éramos acostumados. Integralização que busca nas razões epistemológicas e no debate interdisciplinar sua força, para que possamos nos preparar e resolver sobre aquilo que realmente queremos nos tornar e ser.

A partir do momento que conseguimos manipular genes e recombinar códigos genéticos e, mais, a partir do momento em que conseguimos trabalhar em escala nano, alterando estruturas atômicas, é chegada a hora de repensarmos para onde vamos e o que queremos com isso. A tarefa é complexa, cheia de indagações, e os prognósticos, em que pese em sua grande maioria prometerem ótimos resultados, apresentam um alcance incerto fazendo com que o controle destas técnicas, a médio e longo prazo, sejam mais incertos ainda. Assim sendo, entender os liames desta ciência que cria conceitos e novas concepções de vida e de saúde foi a vertente principal deste estudo, na tentativa de formar as bases para a reflexão essencial, e não menos importante, do papel do Direito em tempos de (in) certeza científica.

<sup>64</sup> LACEY, Hugh. **Valores e atividade científica 1**. Traduzido por Marcos Barbosa de Oliveira, Eduardo Salles de Oliveira, Carlos Eduardo Ortolan Miranda. 2 ed. São Paulo: Editora 34, 2008, p. 208-212.



Ressalta-se que a Tecnociência, ao lado da biotecnologia e da nanotecnologia, quando aplicadas, acabam por inaugurar novos padrões de comportamento e arranjos orgânicos que vão sendo incorporados, no dia a dia das pessoas, alterando as sociedades e a maneira de conceber a vida (como exemplo, cita-se a aplicação terapêutica de nanobiossensores e de nanofármacos<sup>65</sup>).

Ao lado destes padrões ou da simples promessa de novos padrões, surgem as preocupações com o ser humano, com a sociedade e com o meio ambiente, já que são estes institutos (ser humano, sociedade e meio ambiente) os atores imediatos e sobre os quais os resultados se mostrarão. Diante desta tarefa, percebe-se que o Direito se encontra aprisionado em seu eixo antropocêntrico de certeza e segurança. O surgimento e a propagação das técnicas nanotecnológicas expuseram o fio mais frágil do Direito ante a expansão da incerteza nas sociedades contemporâneas. Esta exposição trouxe a necessidade de reformular e criar parâmetros próprios de decisão, tendo em vista que os atuais não são suficientes diante desta nova empreitada.

O viés científico atual - neste estudo afeto às questões nanotecnológicas -, reconhece sua fragilidade na criação de certezas e, na tentativa de minimizar os riscos, começa a trabalhar com probabilidades. Tal fato não reduz e não exime o dever das instancias públicas de tomarem decisões quando são chamadas a decidir em ambientes de incerteza.

Conforme exposto, é preciso romper com as amarras científicas no sentido de encontrar uma razão e um método legítimo de enfrentamento das questões em situações de incerteza. Ao Direito não é mais dada a possibilidade de manter-se como mero expectador das razões científicas e pautar-se por elas (como única fonte legitimadora), pois a ele é dado o poder de decidir, não com base em probabilidades, mas criando, gerando e mantendo certezas.

Não se está a afirmar, com isso, que o progresso científico é indesejado ou que devemos criar limites legislativos que impeçam o andamento das pesquisas. Ao contrário. É preciso dar o mesmo poder científico ao Direito e às instâncias públicas encarregadas de efetivar seu comando decisório, criando bases sólidas que, ao lado das científicas, possam guarnecer o cientista e o bem comum de todos, primordialmente, em situações de incerteza.

<sup>65</sup> Para um melhor aprofundamento acerca destes conceitos, sugere-se a leitura do artigo escrito por Ana Rita Ramalho Figueiras, André Brito Coimbra e Francisco José Baptista Veiga, intitulado: **Nanotecnologia na saúde: aplicações e perspectivas**. Disponível em: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/geum/article/view/1729/1705>.

Neste sentido, a resposta ao problema investigado neste artigo é positiva, uma vez que a percepção da existência de riscos e incertezas nanotecnológicas apresenta alcance direto e faz com que seja oportuno o estudo de seus efeitos sobre as questões ambientais e do Direito. Destaca-se, também, que o objetivo lançado foi atendido pois trouxe à tona a necessidade de (re) pensar os desafios que a nanotecnologia impõe à eficácia da Ciência Jurídica, pautando-se pelo seu fortalecimento diante da criação de matrizes de decisão que consolidem seus institutos e/ou recriem os existentes (a saber: o respeito ao Princípio da Dignidade da Pessoa Humana, aos preceitos éticos na pesquisa científica, às presunções em prol da Natureza, à inversão do ônus da prova, às máximas de experiência, ao direito à informação, etc.), a fim de que interesses meramente exploratórios sejam controlados, minimizando-se os riscos daí provenientes.

Longe de esgotar esta temática, que carece de novos estudos e aprofundamentos, chega-se à conclusão de que é preciso ter em mente a figura do ser humano como sujeito incluso e responsável pelas suas ações, incorporado ao meio ambiente e dele fazendo parte, em uma relação de simbiose constante. Esta visão é adequada em qualquer segmento científico que prime por razões que visem, de fato, o bem comum, o bem social, o bem jurídico-ambiental e a preservação da Natureza.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Paulo Roberto de. O Brasil e a nanotecnologia: rumo à quarta revolução industrial. *Revista Espaço Acadêmico*, n.52, set. 2005. Disponível em: <http://www.espacoacademico.com.br/052/52almeida.htm>. Acesso em: 10 mar. 2017.

BECK, Ulrich. **Sociedade de risco**: rumo a uma outra modernidade. 2. ed. Tradução de Sebastião Nascimento. São Paulo: Editora 34, 2011.

BORGES, Isabel Cristina Porto; GOMES, Taís Ferraz; ENGELLMANN, Wilson. **Responsabilidade Civil e Nanotecnologias**. São Paulo: Atlas, 2014.

CARVALHO, Délton Winter de. As novas tecnologias e os riscos ambientais. In: LEITE, José Rubens Morato; FAGÚNDEZ, Paulo Roney Ávila (Orgs.). **Biossegurança e novas tecnologias na sociedade de risco**: aspectos jurídicos, técnicos e sociais. Florianópolis: Conceito Editorial, 2007.

CARVALHO, Délton Winter de. **Dano ambiental futuro**: a responsabilização civil pelo risco ambiental. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2008.

CASABONA, Carlos María Romeo. Genética e Direito. In: CASABONA, Carlos María Romeo (Org.). **Biotecnologia, Direito e Bioética: Perspectivas em Direito Comparado**. Belo Horizonte: Del Rey e PUC Minas, 2002.

DEGRAVE, Wim. O poder e as responsabilidades do conhecimento científico. In: CARNEIRO, Fernanda. EMERICK, Maria Celeste. **Limites: a ética e o debate jurídico sobre o acesso e o uso do genoma humano**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2000.

DUPAS, Gilberto. **Os riscos das nanotecnologias**. Disponível em: [http://www.estadao.com.br/estadaodehoje/20080816/not\\_imp224980,0.php](http://www.estadao.com.br/estadaodehoje/20080816/not_imp224980,0.php). Acesso em: 10 mar. 2017.

ENGELMANN, Wilson. Direitos Bio-Humano-Éticos: Os humanos buscando 'direitos' para proteger-se dos avanços e riscos (desconhecidos) das nanotecnologias. IN: XIX ENCONTRO NACIONAL DO CONPEDI CONPEDI, 2010, Fortaleza. **Anais...** Disponível em: <http://www.conpedi.org.br/manaus/arquivos/anais/fortaleza/3400.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2017.

FENSTERSEIFER, Tiago. **Direitos fundamentais e proteção do meio ambiente: a dimensão ecológica da dignidade humana no marco jurídico constitucional do estado socioambiental de direito**. Porto Alegre: Livraria do Advogado Editora, 2008.

FLAIN, Valdirene Silveira. A nanotecnologia e o direito do consumidor à informação: perspectivas de proteção na sociedade de risco. **Revista da Faculdade Mineira de Direito**, Belo Horizonte, v. 14, n. 18, dez. 2011. Disponível em: <http://periodicos.pucminas.br/index.php/Direito/article/view/P.2318-7999.2011v14n28p31/3900>. Acesso em: 17 jun. 2018.

FRANCO, Alberto Silva. Genética Humana e Direito. **Bioética: Revista do Conselho Federal de Medicina**, v.4, n.1, 1996.

HOHENDORFF, Raquel Von; WUNSCH, Guilherme. **As nanotecnologias e os seus impactos na sociedade e no mundo do trabalho**. Disponível em: <http://emporiododireito.com.br/as-nanotecnologias-e-os-seus-impactos-na-sociedade-e-no-mundo-do-trabalho-por-guilherme-wunsch-e-raquel-von-hohendorff>. Acesso em: 23 mar. 2017.

JONAS, Hans. **O princípio responsabilidade: ensaio de uma ética para a civilização tecnológica**. Tradução Marijane Lisboa, Luiz Barros Montez. Rio de Janeiro: Contraponto: Editora PUC - Rio, 2006.

LACEY, Hugh. **Valores e atividade científica 1**. Traduzido por Marcos Barbosa de Oliveira, Eduardo Salles de Oliveira, Carlos Eduardo Ortolan Miranda. 2 ed. São Paulo: Editora 34, 2008.

LATOUR, Bruno. **Ciência em ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora**. Traduzido por Ivone C. Benedetti. São Paulo: Editora UNESP, 2000.

LEFF, Enrique. **Epistemologia Ambiental**. Tradução Sandra Valenzuela. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2006.

LEITE, Eduardo de Oliveira. O direito, a ciência e as leis bioéticas. In: SANTOS, Maria Celeste Cordeiro Leite (Org.). **Biodireito: Ciência da vida, os novos desafios**. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2001.

LIPOVETSKY, Gilles. **O Império do efêmero: a moda e seu destino nas sociedades modernas**. Traduzido por Maria Lúcia Machado. São Paulo: Companhia das Letras, 2009.

MARTINS, Paulo. Nanotecnologia e meio ambiente para uma sociedade sustentável. **Estúdios Sociais**, México, v. 17, n. 34, jul./dez. 2009. Disponível em: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-45572009000200012&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-45572009000200012&lng=es&nrm=iso). Acesso em: 16 jan. 2018.

PARDO, José Esteve. **O desconcerto do Leviatã: política e direito perante as incertezas da ciência**. LEITE, José Rubens Morato (coord.). Traduzido por Flávia França Dinnebier, Giorgia Sena Martins. São Paulo: Instituto O Direito por um Planeta Verde, 2015.

PEREIRA, Marcos Roberto. A possibilidade e a necessidade de resgate da perspectiva ético-científica. In: SANTOS, Maria Celeste Cordeiro Leite (Org.). **Biodireito: Ciência da vida, os novos desafios**. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2001.

RIFKLIN, Jeremy. **O século da biotecnologia: a valorização dos genes e a reconstrução do mundo**. São Paulo: Makron Book, 1999.

SANTOS, Boaventura de Sousa. **A gramática do tempo: para uma nova cultura política**. São Paulo: Cortez, 2006, v.4.

SARLET, Ingo Wolfgang. **Dignidade da pessoa humana e direitos fundamentais na Constituição Federal de 1988**. 9. ed. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2012.

SARTORI. Ivan Ricardo Garisio. **Células Tronco. O direito**. Disponível em: <http://jus.com.br/artigos/7186/celula-tronco-o-direito>. Acesso em: 21 mar. 2017.

SILVA, Marise Borba da. Nanotecnologia: considerações interdisciplinares sobre processos técnicos, sociais, éticos e de investigação. **Revista Impulso**, Piracicaba, v.14, n.35, setembro/2003.

SILVA, Reinaldo Pereira e. **Biodireito: a nova fronteira dos direitos humanos**. São Paulo: LTr, 2003.

STEINMETZ, Maiquel. **Nanotecnologia**. Disponível em: [www.unibrattec.com.br/jornadacientifica/diretorio/FEEVALEMS.pdf](http://www.unibrattec.com.br/jornadacientifica/diretorio/FEEVALEMS.pdf). Acesso em: 16 abr. 2017.

TELLES, José Luiz. Bioética, Biotecnologias e Biossegurança: Desafios para o século XXI. In: VALLE, Silvio; TELLES, José Luiz. **Bioética e biorrisco: abordagem transdisciplinar**. Rio de Janeiro: Interciência, 2003.

VIEIRA, Tereza Rodrigues. **Bioética e Direito**. São Paulo: Jurídica Brasileira, 1999.

Recebido em: 29.01.2018 / Revisões requeridas em: 06.02.2019 / Aprovado em: 24.05.2019 / Publicado em: 21.06.2019

## COMO FAZER REFERÊNCIA AO ARTIGO (ABNT):

CARVALHO, Ester de; BAHIA, Carolina Medeiros. A nanotecnologia e seus riscos desconhecidos: reflexões acerca da necessidade de um novo pensar sobre o Direito. *Revista Eletrônica do Curso de Direito da UFSM*, Santa Maria, RS, v. 14, n. 2, e30985, maio./ago. 2019. ISSN 1981-3694. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/1981369430985>. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/revistadireito/article/view/30985> Acesso em: dia mês. ano.

Direitos autorais 2019 Revista Eletrônica do Curso de Direito da UFSM

Editores responsáveis: Rafael Santos de Oliveira e Angela Araujo da Silveira Espindola



Este obra está licenciado com uma Licença [Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

## SOBRE AS AUTORAS

### ESTER DE CARVALHO

Possui Especialização em Direito Público pelo Centro Universitário Estácio de Santa Catarina (2016). Atualmente é Mestranda em Direito do Programa de Pós-graduação em Direito da Universidade Federal de Santa Catarina/UFSC na área de concentração: Direito, Estado e Sociedade e linha de pesquisa: Direito, Meio Ambiente e Ecologia Política. É Graduada do Curso de Filosofia da Universidade Federal de Santa Catarina/UFSC. Membro integrante do Grupo de Pesquisa Direito Ambiental e Ecologia Política na Sociedade de Risco/GPDA (CNPq). Tem experiência nas áreas de: Direito Constitucional, Direito Ambiental, Bioética e Biodireito, atuando principalmente nos seguintes temas: meio ambiente, saúde ambiental, tecnociência e seus impactos, sociedade de risco e responsabilidade civil ambiental em tempos de (in)certeza científica.

### CAROLINA MEDEIROS BAHIA

Possui graduação em Direito pela Universidade Federal da Bahia (2002), mestrado (2004) e doutorado em em Direito, Estado e Sociedade, sub-área Direito e Meio Ambiente, pela Universidade Federal de Santa Catarina (2012). Atualmente é professora Adjunto C, nível I, do Centro de Ciências Jurídicas da Universidade Federal de Santa Catarina, atuando nos cursos de graduação, mestrado acadêmico e mestrado profissional, membro do Grupo de Pesquisa Direito Ambiental na Sociedade de Risco (GPDA) e Diretora do Instituto "O Direito Por Um Planeta Verde". Tem experiência na área de Direito, com ênfase em Direito Civil, Direito do Consumidor e Direito Ambiental, atuando principalmente nos seguintes temas: sociedade de massa e hiperconsumo - responsabilidade no âmbito da relações de consumo - responsabilidade civil ambiental.