

DE ERIC DREXLER A ERIK JAYME - AS RESPOSTAS QUE O DIREITO (AINDA NÃO) TEM PARA A QUESTÃO DAS NANOTECNOLOGIAS

FROM ERIC DREXLER TO ERIK JAYME - THE ANSWERS THAT THE LAW (NOT YET) HAVE FOR NANOTECHNOLOGY

Raquel von Hohendorff¹

Wilson Engelmann²

Sumário: 1. Introdução; 2. Apresentando as nanotecnologias e Eric Drexler; 3. O que se sabe, o que se está fazendo e o que se fará com os riscos das nanotecnologias?; 4. O panorama das nanotecnologias no Brasil. E Direito, como vem lidando com essa questão (contribuições de Erik Jayme); 5. Considerações Finais; Referências

Resumo: Atualmente a ampliação do uso das nanotecnologias é uma das principais inovações que vem ocorrendo no setor de produção no mundo inteiro, trazendo conjuntamente uma série de preocupações acerca dos riscos à saúde e ao meio ambiente. A nanotecnologia, como inovação, traz à tona questões relacionadas com diferentes áreas do conhecimento, inclusive o Direito. Nesse contexto, o presente texto trata das nanotecnologias, sua caracterização, seus riscos, e como o direito brasileiro está lidando com o tema. Deste modo, parte-se da apresentação de questões relativas às nanotecnologias, passando por uma breve conceituação e demonstração da aplicação prática desta tecnologia, chegando às incertezas existentes acerca dos riscos gerados por este avanço tecnológico. A seguir, a partir dos riscos aborda-se o princípio da precaução, para, após caracterizar a real situação das nanotecnologias no país, apresentar uma nova opção para o direito ter condições de dar respostas às demandas surgidas com o advento desta nova tecnologia. Trata-se do diálogo entre as fontes do Direito, cuja resposta deve perpassar, como em um filtro, pelo controle de Constitucionalidade e Convencionalidade, de modo a permitir que seja possível evoluir sem causar maiores prejuízos ao planeta e aos seus habitantes.

Palavras-chaves: Nanotecnologias. Risco. Precaução. Realidade brasileira. Diálogo entre as fontes do Direito

Abstract: Currently the expanded use of nanotechnology is one of the major innovations that have occurred in the manufacturing sector worldwide, bringing together a number of concerns about the risks to health and the environment. Nanotechnology, as an innovation, brings out issues related to different areas of knowledge, including the law. In this context, the present article deals with nanotechnology, characterization, its risks, and how Brazilian law is dealing with the issue. Thus, we start from the presentation of issues relating to nanotechnology through a brief demonstration of the concept and practical application of this technology coming to the uncertainties about the risks generated by this technological advancement. From the risks and the precautionary principle, for, after presenting an overview of the actual

¹ Advogada, médica veterinária e Mestranda em Direito na Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS/RS Bolsista CAPES. E-mail: vetraq@gmail.com.

² Graduado, Mestre e Doutor em Direito pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS/RS. Coordenador Adjunto do curso de Pós-Graduação em Direito – Mestrado e Doutorado – da UNISINOS. Coordenador do grupo de pesquisa JUSNANO/RS. Email: wengelmann@unisinis.br.

situation of nanotechnology in the country, it presents a new option for the right to be able to respond to the demands brought with the advent of this new technology. This is the dialogue among the sources of law, the answer to which must pervade, as a filter, for control of Constitutionality and conventionality, to allow it to be possible to evolve without causing further damage to the planet and its inhabitants.

Keywords: Nanotechnologies. Risk. Caution. Brazilian reality. Dialogue between the sources of Law.

1 INTRODUÇÃO

A nanotecnologia é o conjunto de ações de pesquisa, desenvolvimento e inovação que é obtida graças às especiais propriedades da matéria organizada a partir de estruturas de dimensões nanométricas. A expressão nanotecnologia deriva do prefixo grego nános, que significa anão, techne que equivale a ofício, e logos que expressa conhecimento. Hoje a nanotecnologia é um dos principais focos das atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação e traz consigo muitas incertezas, especialmente concernentes aos riscos à saúde e ao meio ambiente.

Uma vez que a nanotecnologia, como inovação, traz à tona questões relacionadas com diferentes áreas do conhecimento, inclusive o Direito, o problema que se pretende discutir refere-se especialmente aos novos riscos advindos de seu uso e qual a reação do Direito frente a esta realidade. Desta forma, o objetivo deste trabalho é refletir sobre o atual contexto do Direito frente aos desafios impostos pelas nanotecnologias, partindo, inicialmente, de um jogo de palavras, que envolve dois grandes pesquisadores, um da área das ciências duras (área técnica, Dr. Eric Drexler, cientista americano, PhD em nanotecnologia) e outro das ciências brandas (Direito, Dr. Erik Jayme, jurista alemão, criador da teoria do Diálogo das Fontes) ambos envolvidos, de modos diferentes, com a questão das nanotecnologias. Assim, a presente pesquisa utilizará como método de abordagem o fenomenológico hermenêutico, na medida em que o pesquisador interage com o objeto de estudo, e sofre as consequências de suas descobertas, tratando-se não de uma investigação alheia, visto que o pesquisador encontra-se no mundo em que se desenvolve a pesquisa.

Diante disso, a importância deste artigo revela-se na mudança de paradigmas operados pela ciência, que até pouco tempo, caracterizava-se pela certeza em fornecer respostas, mas no atual cenário, a certeza foi substituída pelas dúvidas. Não há como se imaginar avanços científicos e tecnológicos, além de econômicos, alicerçados sobre retrocesso social em termos de saúde e de proteção. A ciência do direito também foi atingida por esta nova realidade repleta de incertezas.

Para tanto, em uma primeira parte, faz-se necessário uma configuração textual sobre as nanotecnologias, um dos tipos de inovação tecnológica da pós-modernidade, destacando sua origem, o que realmente são, seus usos na atualidade, os setores produtivos envolvidos, os investimentos mundiais e a insegurança e incertezas quanto ao comportamento das partículas nesta nova escala. Em um segundo momento, será alvo de análise o risco das nanotecnologias, passando pelo atual status de conhecimento, as necessidades de maiores pesquisas nas mais diversas áreas relacionadas às nanotecnologias, especialmente quanto à saúde e ao meio ambiente. Também será destacado o conceito de risco, suas características e possibilidades de gestão (através da precaução), bem como uma definição maior, que envolve a sociedade de risco. Ainda, os princípios e indicadores que se devem ser seguidos para a supervisão das nanotecnologias e nanomateriais também serão abordados.

A parte final dedicar-se-á ao modo como o Direito Brasileiro vem lidando com os desafios impostos pelas nanotecnologias, abordando o princípio da precaução, questionando a falta de estruturação do Direito para responder aos novos questionamentos e apresentando o panorama atual das nanotecnologias no país (investimentos, ações governamentais, falta de informações e de regulação). Ao término, será apresentada uma alternativa para que o Direito possa ser capaz de fornecer as respostas necessárias em relação às nanotecnologias, através do Diálogo entre as fontes, uma vez que tanto as fontes nacionais quanto as internacionais, as de origem no Estado e na comunidade, deverão sempre ser filtradas por um controle de constitucionalidade e convencionalidade, de modo que o Direito consiga tratar adequadamente as demandas provenientes desta nova revolução tecnológica.

2 APRESENTANDO AS NANOTECNOLOGIAS E ERIC DREXLER

Em 29 de dezembro de 1959, quando o físico norte-americano Richard Feynman, apresentou palestra intitulada “Há muito espaço lá embaixo”, tudo o que foi apresentado pareceu se tratar de ficção. O cientista iniciou sua fala mencionando que gostaria de falar sobre uma área onde pouca coisa havia sido feita e que pretendia se referir ao problema da manipulação e controle de coisas em pequena escala. E então indicou sua ideia à mesa: Por que não escrever todos os 24 volumes da Enciclopédia Britânica na cabeça de um alfinete? (CAPOZZOLI, 2002). A cabeça de um alfinete tem uma dimensão linear de 1/16 de polegada. Basta ampliar em 25 mil diâmetros a área da cabeça do alfinete que ela

será equivalente às páginas da Enciclopédia Britânica. É preciso então reduzir o tamanho de tudo que está na enciclopédia 25 mil vezes (FEYNMAN, 1959). Feynman, no entanto, não usava o termo nanotecnologia, mas já alertava: não se poderá combinar os átomos livremente, de tal modo que eles fiquem quimicamente instáveis. Somente 15 anos depois, o professor Norio Taniguchi da Universidade de Ciências de Tóquio utiliza o termo “nanotecnologia” para designar as manipulações que ocorrem nessa escala inferior ao microscópico.

O reaparecimento da nanotecnologia ocorreu em junho de 1992, quando o Dr. K. Eric Drexler apresentou seu depoimento sobre a Nanotecnologia Molecular perante o Comitê do Senado para o Comércio, Ciência e Transporte, sendo suas ideias mais extravagantes do que as apresentadas por Feynman. O objetivo principal do pesquisador era produzir objetos a partir de moléculas, manipulando átomos individualmente, como tijolos na construção de uma casa. Objetos muito diferentes entre si seriam construídos por um exército de nanorrobôs, que poderia fazer muito mais que novas construções, podendo ser capazes de reconstruir estruturas no interior do corpo humano, revitalizando células e redesenhando estruturas biológicas para evitar doenças de origem genética.

Eric Drexler (1986), primeiro PhD em nanotecnologia do mundo pelo Massachusetts Institute of Technology (MIT) afirmou se tratar de “[é] uma nova tecnologia [que] irá lidar com átomos e moléculas individualmente com controle e precisão; chamada tecnologia molecular. Isso irá mudar nosso mundo de muitas formas que nós nem podemos imaginar”. Tal tecnologia se nominou nanotecnologia, sendo que nano no grego significa anão e um nanômetro equivale a um milionésimo de milímetro, medida tão pequena que são necessários cerca de 400.000 átomos amontoados para atingir a espessura de um fio de cabelo.

Assim, a nanotecnologia é baseada no desenvolvimento de processos e sistemas que utilizam materiais com dimensões nanométricas, mais exatamente, que utilizam nanomateriais, ou seja, aqueles que possuem pelo menos uma dimensão inferior a 100 nanômetros (10nm) (LENZ E SILVA, 2008, p. 5). Desde então, muitas pesquisas foram desenvolvidas e se tem aceitado que as nanotecnologias trabalham com partículas, materiais e produtos que estão entre 1 e 100 nanômetros aproximadamente, de modo que, “hoje, nanotecnologia, no uso amplo do termo, refere-se a tecnologias em que produtos apresentam uma dimensão (in)significante, isto é, menos de 1/10 de micron, cem nanômetros ou cem bilionésimos de metro” (DREXLER, 2009, p. 42).

A nanotecnologia é um conjunto de técnicas multidisciplinares que permitem o domínio de partículas com dimensões extremamente pequenas que exibem propriedades mecânicas, óticas, magnéticas e químicas completamente novas (DUPAS, 2009, p. 57). O termo “Nanotecnologia” é enganoso, uma vez que não é uma tecnologia única, mas um agrupamento multidisciplinar de física, química, engenharia biológica, materiais, aplicações, e conceitos nos quais o tamanho é a definição característica (SHULTE; SALAMANCA-BUENTELLO, 2007). Nano é uma medida, não um objeto, ou seja, um conjunto de técnicas utilizadas para manipular átomo por átomo para a criação de novas estruturas em escala nanométrica. Assim, o termo adequado a ser utilizado é nanotecnologias, no plural, tendo em vista se tratar de um conjunto de técnicas.

O termo “nanotecnologia” tem despertado controvérsias acerca das medidas que devem ser consideradas para a categorização de um produto ou processo que esteja sendo trabalhado na nano escala. Portanto, deve-se partir de uma padronização e assim, adota-se aqui a definição desenvolvida pela ISO TC 229 (INTERNATIONAL, 2005), onde se verificam duas características fundamentais: a) produtos ou processos que estejam tipicamente, mas não exclusivamente, abaixo de 100nm (cem nanômetros); b) nesta escala, as propriedades físico-químicas devem ser diferentes dos produtos ou processos que estejam em escalas maiores.

A nanotecnologia é hoje um dos principais focos das atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação em todos os países industrializados. Os nanomateriais são utilizados nas mais diversas áreas de atuação humana, podendo-se destacar as seguintes áreas: cerâmica e revestimentos, plásticos, agropecuária, cosméticos, siderurgia, cimento e concreto, microeletrônica, e, na área da saúde, possuem aplicação tanto na odontologia quanto na farmácia (especialmente em relação à distribuição de medicamentos dentro do organismo), bem como em inúmeros aparelhos que auxiliam o diagnóstico médico (AGÊNCIA, 2011, p. 11). Estima-se que de 2010 a 2015, o mercado mundial para materiais, produtos e processos industriais baseados em nanotecnologia será de US\$ 1 trilhão (MARTINS, 2007, p. 56).

Alguns objetos usados comumente, pelas pessoas, em seu dia-a-dia também contêm compostos em escala nanométrica. Entre eles, os bad-aids que possuem uma nanocamada de prata que ajuda a aumentar área de contato com pele e que tem ação bactericida; a maioria dos cremes dentais que contém um nanocomposto de hidroxiapatita, uma camada de fosfato de cálcio cristalino que preenche as pequenas cavidades dos dentes, ajudando na prevenção de rachaduras; as bolas de tênis, que possuem seu núcleo revestido por uma nanoargila, que as

faz mais eficientes em manter o ar preso em seu interior; os cosméticos com filtro solar, cujo principal ingrediente é óxido de alumínio, que tem como desvantagem o desgaste à medida que entra em contato com o suor da pele, assim, é adicionada uma nanoemulsão, tornando o creme hidrofóbico, fazendo com que dure mais tempo sua ação; os preservativos masculinos, que contém espuma de nanopartículas de prata, também bactericida; os para-choques automotivos fabricados pela General Motors e pela Toyota utilizam um nanocomposto plástico que os torna mais resistentes e ainda mais leves; os secadores de cabelo, que possuem em sua composição um nanomaterial de óxido de titânio e partículas de prata que os deixa muito mais higiênicos (um revestimento de partículas de prata que age como um bactericida no interior do secador); bebedouros que tem nanocomposto de sulfato de titânio aplicado no reservatório de água, agindo como um exterminador de micróbios, permitindo que a água já filtrada não volte a se contaminar enquanto estiver parada dentro do bebedouro (MACHADO, 2012).

Cerca de 28% dos produtos com nanotecnologia que estão disponíveis no mercado são para higiene pessoal, perfumarias e cosméticos e representando, assim, a principal fatia de produtos produzidos a partir das nanotecnologias existentes no mercado atual (PEN). Estes dados corroboram a apresentação do professor da Escola Politécnica da USP, Guilherme Lenz, durante evento, em 2012: “A maior parte do mercado global de nanotecnologia se concentra nos produtos químicos, 53%. Em seguida vem os semicondutores com 34%; eletrônicos - 7%; Defesa e aeronáutica – 3%, farmacêuticos e saúde – 2%; automotivo – 1%” (LENZ, 2012).

As empresas dos setores farmacêuticos e cosméticos têm adotado diferentes estratégias para melhorar a eficácia terapêutica, biodisponibilidade, solubilidade e redução de doses de vários medicamentos por meio da manipulação física dos fármacos. Para 2015, prospecta-se que os produtos terapêuticos de base nanotecnológica serão responsáveis por vendas que alcançarão US\$ 3,4 bilhões, incluindo sistemas de entrega de fármacos e liberação controlada (*delivery systems*), nanorrevestimentos biocompatíveis para implantes médicos e odontológicos. Com o desenvolvimento de novos materiais biocompatíveis, a nanobiotecnologia pode ser considerada como uma disciplina revolucionária em termos de seu enorme potencial na solução de muitos problemas relacionados à saúde (AGÊNCIA, 2010a, p. 2019).

Embora neste momento, os benefícios da nanotecnologia dominam o nosso pensamento, o potencial desta tecnologia para resultados indesejáveis na saúde humana e no meio ambiente não deve ser menosprezado. Inúmeras pesquisas têm evidenciado os

potenciais riscos à saúde que poderão decorrer do contato com as nanoestruturas, visto que o tamanho da partícula é de suma importância, pois altera os impactos que estes processos ou produtos nanotecnológicos têm junto ao meio ambiente, a saúde humana e a sociedade como um todo (MARTINS, 2009, p. 297). Segundo Foladori (2006), as propostas latino-americanas em Nanotecnologia têm três falhas principais: não chamam a sociedade a participar dos debates e decisões; não realizam estudos sobre riscos à saúde e ao meio ambiente nem sobre implicações éticas; e não consideram os possíveis impactos socioeconômicos.

Vale dizer, há mais perguntas do que respostas (BUZBY, 2010, p. 530). Os impactos nocivos e riscos potenciais à saúde humana e animal, ao meio ambiente e até em relação ao comportamento humano são ainda pouco conhecidos (AGÊNCIA, 2010a, p. 40). Para a avaliação desses aspectos, deverão ser aperfeiçoados e desenvolvidos testes, buscando identificar: “(i) suas propriedades físico-químicas; (ii) seu potencial de degradação e de acumulação no meio ambiente; (iii) sua toxicidade ambiental; e (iv) sua toxicidade com relação aos mamíferos” (AGÊNCIA, 2010a, p. 41).

O número de trabalhos científicos em nanociência tem crescido quase que exponencialmente, tendo praticamente triplicado durante a última década, confirmando, assim, que a nanociência, como campo de conhecimento, está se desenvolvendo muito mais rápido que o conhecimento científico nas outras áreas (AGÊNCIA, 2010b, p. 25). Como uma área científica emergente, os nanomateriais têm várias características inerentes (incerteza, falta de conhecimento e efeitos adversos potencialmente irreversíveis à saúde em longo prazo) que são susceptíveis de gerar preocupação, desconfiança ou medo (EU-OSHA, 2012). Frente aos riscos, há que se andar precaucionalmente, de modo que, Eric Drexler, ainda em 1986, em seu livro *“Engines of Creation”*, menciona a necessidade de limites à criação nanotecnológica, sob pena de sofrermos as consequências. Drexler, sabiamente, explica que

[...] as leis da natureza e as condições do mundo irão limitar o que nós fazemos. Sem limites, o futuro será totalmente desconhecido, algo disforme fazendo uma zombaria de nossos esforços em pensar e planejar. Com limites, o futuro ainda é uma turbulenta incerteza, mas ele é forçado a voar dentro de certos limites (DREXLER, 2009, p. 147).

As questões-chaves na área de nanomateriais incluem a falta de dados sobre os impactos na saúde, o potencial de toxicidade ambiental e uma incapacidade de continuar a monitorar quaisquer efeitos adversos. A falta de tecnologias e protocolos para

monitoramento ambiental e de saúde, detecção e remediação é ainda muito grande e deve ser considerada, apesar de alguns esforços que estão sendo feitos para resolver o problema. No entanto existe também uma falta coordenada de informações a disposição do público sobre os produtos com nanotecnologia, incluindo onde estão sendo produzidos e usados, bem como acerca dos riscos potenciais que podem existir (SENJEN). Neste sentido, a questão dos riscos decorrentes das aplicações das nanotecnologias permeia toda a comunidade científica que se dedica ao assunto. Desta forma, cabe sejam ressaltadas algumas questões relativas aos riscos.

3 O QUE SE SABE, O QUE SE ESTÁ FAZENDO E O QUE SE FARÁ COM OS RISCOS DAS NANOTECNOLOGIAS?

Existe uma necessidade premente de se avaliar os riscos que existem atrelados à manipulação, ao desenvolvimento e à aplicação de novas nanotecnologias. Entre as diversas dúvidas existentes, salientam-se: Qual é a toxicidade destes materiais, que pode ser muito diferente da toxicidade dos mesmos materiais em escala maior? Quais são os métodos apropriados para testes de toxicidade? Quais os impactos para a saúde daqueles que eventualmente manipularão uma nano partícula?¹ E para aqueles que receberão medicamentos que são elaborados com nanopartículas? Qual a extensão da translocação destas partículas no organismo? Qual o efeito dos produtos e seus dejetos em contato com o meio ambiente? Como fazer, de modo seguro, o manuseio, transporte, armazenamento e descarte dos nanomateriais?

O conhecimento das características das substâncias em tamanho maior não fornece informações compreensíveis sobre suas propriedades no nível nano, uma vez que as mesmas propriedades que alteram as características físicas e químicas das nanopartículas podem também provocar consequências não pretendidas e desconhecidas quando em contato com o organismo humano. A ausência de estudos sobre a interação da aplicação

¹ Historicamente, o desenvolvimento comercial e aplicação de algumas substâncias potencialmente úteis acabaram por ter consequências negativas para a saúde, entre produtores e usuários se esses impactos potenciais não são identificados e investigados cedo. Por exemplo, o amianto foi utilizado comercialmente por causa de seu isolamento à prova de fogo, mas mais tarde foi constatada que a exposição a este composto causava problemas de saúde significativos, 20 a 40 anos após a exposição. Outros produtos químicos úteis como o DDT e chumbo também foram reconhecidos como prejudiciais à saúde humana e ao meio ambiente, anos depois de terem sido colocados em comércio (NATIONAL, 2004-2011).

das nanotecnologias com o meio ambiente (ar, água e solo) expõe a possibilidade de ocorrência de riscos ambientais e também riscos em relação aos seres humanos.²

Pesquisas já demonstraram que camundongos que receberam nanotubos de carbono desenvolveram lesões biológicas semelhantes às aquelas provocadas por inalação de amianto. O foco de atenção não são apenas as descobertas na escala nano, mas também as repercussões que essas pesquisas gerarão na natureza e os modos como elas atingirão a vida humana no planeta. Como se pode verificar, o problema não são as descobertas em si, mas os seus reflexos na vida das pessoas e na estrutura do planeta (ENGELMANN, 2010a, p. 255).

O Centro de Pesquisas em Nanotecnologia do Instituto Nacional para Segurança e Saúde Ocupacional dos Estados Unidos (NIOSH) tem identificado riscos pulmonares e cardiovasculares de alguns tipos de nanotubos de carbono em animais, tendo determinado que a dispersão de partículas ultrafinas de carbono negro no pulmão de ratos, após a injeção intratraqueal tem resultado em uma doença inflamatória mais severa do que a provocada por aglomerados de carbono negro (NATIONAL, 2004-2011).

A maioria dos testes com nanopartículas tem sido desenvolvida em laboratório, e um problema especialmente grave é que investigações voltadas unicamente a substâncias tóxicas isoladas jamais podem dar conta das concentrações tóxicas no ser humano. Aquilo que pode parecer “inofensivo” num produto isolado talvez seja consideravelmente grave no “reservatório do consumidor final” (BECK, 1992, p. 31). As publicações científicas quanto aos riscos estão restritas aos componentes dos produtos, e não aos produtos acabados, que serão apresentados para o consumo, o que gera um sinal de alerta, pois é neste momento, quando o produto é consumido, que passa a sofrer novos e diferentes processos de interação (ENGELMANN, 2011b, p. 344)

Os avanços tecnológicos existentes na Sociedade Contemporânea detêm um reflexo paradoxal; ao mesmo tempo em que crescem qualidade de vida às pessoas, estes são capazes de gerar riscos de potenciais altamente nocivos à saúde e ao meio ambiente. Para que as instâncias de comunicação (Direito, Economia e Política) possam reagir aos ruídos produzidos por uma nova forma social pós-industrial (produtora de riscos e

² Com o objetivo de discutir os impactos da nanociência na sociedade, no meio ambiente e na saúde humana, pesquisadores e ativistas fundam o primeiro Observatório de Nanotecnologias das Américas, na Cúpula dos Povos, evento paralelo à Rio+20. No encontro, o médico William Waissmann, do Programa de Pós-graduação em Saúde Pública e Meio Ambiente da Fundação Oswaldo Cruz mencionou que o maior desafio no momento é que as agências regulatórias desenvolvam rotinas de avaliação para produtos em escala nanométrica e citou um dado estatístico que o preocupa: “para cada 38 trabalhos científicos dedicados ao estudo e desenvolvimento de novos nanoproductos, temos somente um trabalho com o objetivo de avaliar questões de segurança e toxicidade” (CIÊNCIA, 2013).

indeterminações científicas), estas devem construir condições estruturais para tomadas de decisão em contexto de risco (CARVALHO, 2006, p. 13).

Atualmente a questão do risco se encontra presente especialmente quando se observa mais detalhadamente o meio ambiente e os efeitos da ação transformadora do homem com os riscos e perigos da utilização das novas tecnologias. As decisões relacionadas com a aplicação de tecnologias de consequências imprevisíveis refletem a complexidade do tema e justificam um conceito de sociedade baseada no risco (ENGELMANN; FLORES; WEYERMÜLLER, 2010, p. 137-8).

Os riscos e ameaças atuais são diferentes de seus equivalentes medievais, com frequência semelhantes por fora, fundamentalmente por conta da globalidade de seu alcance (ser humano, fauna, flora) e de suas causas modernas. São riscos da modernização, um produto de série do maquinário industrial do progresso, sendo sistematicamente agravados com seu desenvolvimento ulterior (BECK, 1992, p. 26).

Os riscos inerentes à sociedade de Risco (forma pós-industrial da Sociedade), entre os quais os ambientais, têm como características a invisibilidade, a globalidade e a transtemporalidade. Quanto à invisibilidade, é porque fogem à percepção dos sentidos humanos e também há ausência de conhecimento científico seguro acerca de suas possíveis dimensões. Quanto a estes riscos, uma vez que o conhecimento científico vigente não é suficiente para determinar a sua previsibilidade, surge a necessidade de formação de critérios específicos para a tomada de decisões em contextos de incerteza científica (CARVALHO, 2007. p. 88).

Em relação à transtemporalidade cabe ressaltar a questão dos riscos retardados, que desenvolvem lentamente, ao longo de décadas ou séculos, que levam gerações a materializar-se, mas que assumem, a certa altura, dimensões catastróficas em virtude da extensão e da irreversibilidade (ARAGÃO, 2008, p. 21). No caso das nanotecnologias, como os riscos são desconhecidos em sua maior parte, mas os produtos seguem sendo lançados no mercado, os riscos talvez sejam perceptíveis somente com o passar dos anos.

A gestão de riscos ambientais envolve a prevenção e a precaução, sendo que a prevenção lida com previsão, e, a precaução atua em situações de riscos sem base comprobatória segura. A precaução estabelece um padrão de prova menos exigente, mais amplo e orientado contextualmente para a gravidade de risco (CARVALHO, 2001, p. 49). É em nome do princípio da precaução que se pode, por exemplo, no caso das nanotecnologias, estabelecer que sejam efetuados estudos prolongados no tempo, para que sejam produzidos dados mais confiáveis acerca dos riscos e efeitos. As pesquisas

sobre os impactos das nanopartículas no meio ambiente estão apenas no início e é o caso de se aplicar o princípio da precaução e exigir que sejam desenvolvidas de forma concomitante pesquisas que levem a inovações tecnológicas advindas da nanotecnologia e a pesquisas toxicológicas devido ao uso e disposição destas nanopartículas nos ecossistemas naturais (MARTINS, 2007, p. 295).

Pode-se concluir que um dos princípios norteadores nas tomadas de decisão na sociedade de risco consiste na precaução. A cautela deverá ser a diretriz seguida frente às incertezas científicas. Quanto aos mecanismos de proteção ao meio ambiente e ao direito das futuras gerações, as novas tecnologias exigem que o Direito se molde à realidade, e seja capaz de fornecer respostas na medida em que as demandas jurídicas surgirem.

Existem três circunstâncias que justificam a aplicação do princípio da precaução, segundo Alexandra Aragão (2002, p. 19) quando não se verificarem danos decorrentes da atividade, mas, apesar da falta de provas científicas, há suspeitas de que possam ocorrer; quando já há danos no meio, mas não há provas científicas acerca da causa deles; ou ainda quando há danos provocados ao meio ambiente, mas não há provas científicas sobre o nexo de causalidade entre uma causa possível e os danos ocorridos. Ainda, quanto à aplicação do princípio da precaução, há vários entendimentos doutrinários. Existe a versão fraca e a forte do princípio. As versões precaucionais mais leves sugerem que a falta de provas conclusivas de danos não devem ser motivos para a falta de controle. Os controles podem ser justificados, embora não se possa estabelecer uma conexão definitiva entre, por exemplo, um baixo nível de exposição a certos agentes cancerígenos e efeitos adversos na saúde humana (SUSTEIN, 2009, p. 32).

A versão fraca do princípio é defendida pelo setor produtivo, e não exige que os desenvolvedores de uma nova tecnologia provem previamente que ela não terá impactos negativos ao meio ambiente, ficando como o órgão regulador o ônus desta prova. Já a versão forte é defendida por ambientalistas e exige que não seja permitida a venda de substâncias sem a autorização governamental, mediante a comprovação de que não geram riscos graves (MORIS, 2002, p. 3-4). Na forma forte, o princípio impõe o ônus da prova aos que criam os riscos e exige regulação das atividades, mesmo que não se possa provar que tais atividades possam causar danos significativos. Nesta forma, o princípio é paralisante, impedindo todas as formas de ação.

A adoção do princípio da precaução não pode autorizar a moratória completa das pesquisas e usos das nanotecnologias, não pode ocorrer simplesmente a interrupção pura das pesquisas (ENGELMANN, 2010a, p. 148-189). Para adotá-lo é necessária cautela e

fundamentação. O princípio da precaução deve fazer parte da esfera civil do século XXI, mas de forma equilibrada e sem perder de vista os princípios de razoabilidade e de proporcionalidade. O perigo está no radicalismo em sua adoção que só conduziria à estagnação do progresso científico e tecnológico (LOPEZ, 2010, p. 109).

Entre os princípios e indicadores que devem ser seguidos para a supervisão das nanotecnologias e nanomateriais podem ser citados (NANOACTION, 2007): a abordagem precaucional; regulamentos específicos obrigatórios; preocupação com saúde e segurança dos trabalhadores; preocupação com a sustentabilidade ambiental; transparência; participação pública; estudos mais amplos acerca de impactos e a responsabilidade do fabricante.³Ocorre que, apesar de grandes discussões e debates, a questão da regulação da nanotecnologia ainda não resta definida em muitos países, inclusive no Brasil, o que não tem impedido que um grande número de produtos já esteja no mercado. Tal situação gera inquietação e desconforto em vários segmentos da sociedade (comunidade científica, organismos não-governamentais e empresariado) (AGÊNCIA, 2011, p. 29).

E aqui surge o aspecto colocado no título do trabalho: as respostas que o Direito ainda não tem para a questão das nanotecnologias. Quando ausente uma base científica sólida, se exigem do Direito decisões juridicamente vinculativas em condições de grande incerteza, ou seja, decisões de sim ou não sobre atividades, produtos, substâncias ou técnicas, de modo que os juristas devem agir com prudência e um especial bom-senso na aplicação das medidas evitatórias (ARAGÃO, 2008, p. 35). Não apenas o princípio da precaução deve ser invocado e servir de base na tomada de decisões, mas também o princípio da informação precisa ser mencionado e efetivamente aplicado. É preciso que as informações decorrentes do estudo dos riscos tenham ampla divulgação e estejam disponíveis para a sociedade, para que os atores envolvidos diretamente nas decisões sobre a limitação da nanotecnologia e a sociedade civil tenham melhores condições frente aos desafios surgidos com esta nova tecnologia (BERGER FILHO, 2009).

Desta forma, cabe ao Direito, como ciência, possibilitar a criação de instrumentos jurídicos com objetivo de efetivar medidas de gerenciamento preventivo do risco,

³ Na lista de estratégias do NIOSH para o período de 2013-2016 estão relacionados: o aumento da compreensão dos potenciais perigos e riscos à saúde relacionados aos trabalhadores de materiais nano; a expansão da compreensão sobre os achados iniciais de risco de nanomateriais; o apoio à criação de materiais de orientação para informar os trabalhadores, empregadores, profissionais de saúde, agências reguladoras e tomadores de decisão sobre os perigos, riscos e métodos de gestão de risco; o apoio a estudos epidemiológicos médicos e de exposição aos atores envolvidos com nanomateriais; e a avaliação e promoção da adesão nacional com a orientação de gestão de risco, particularmente sobre avaliação da exposição, tecnologia de controle, equipamentos de proteção e os limites de exposição ocupacional. (NATIONAL, 2004-2011).

baseado nos princípios da prevenção, da precaução, da responsabilização, da informação e da sustentabilidade, objetivando sempre o cuidado com o ser humano e o meio ambiente.

4. O PANORAMA ATUAL DAS NANOTECNOLOGIAS NO BRASIL. E O DIREITO, COMO VEM LIDANDO COM ESSA QUESTÃO? (CONTRIBUIÇÕES DE ERIK JAYME)

Na ciência, o decisivo é a colocação da questão. Quem está sobre o caminho correto do questionamento não se mostra como alguém que encontra facilmente respostas. Por outro lado, aquele para quem a resposta se torna difícil aprende a ver novas questões
Hans-Georg Gadamer

Neste momento onde há muito mais incertezas do que conhecimentos, ainda faltam estudos mais profundos, a serem desenvolvidos em longo prazo e com abordagem multidisciplinar, necessários ao entendimento das novas tecnologias. A utilização do princípio da precaução se faz urgente e necessária, tendo em vista a falta de certeza científica sobre os possíveis danos das nanotecnologias à saúde dos trabalhadores e ao meio ambiente. Na Europa, muitas vezes o princípio da precaução é aplicado de uma forma mais forte, incluindo obrigatoriamente uma margem de segurança dentro de todas as tomadas de decisão. Nos Estados Unidos, o princípio é aplicado de uma forma mais branda, de modo a fomentar a pesquisa, sob pena de nunca ser possível a geração de conhecimento, partindo-se da ideia de que o grande foco nos cenários de desconhecimento é o fomento das investigações, na prática e em longo prazo.

O princípio da precaução não é um motivo de estagnação ou bloqueio do desenvolvimento científico, mas, pelo contrário, uma fonte de progresso científico. É um princípio de justiça no sentido clássico, racional e comprometido com o futuro (ARAGÃO, 2008, p. 16). A este respeito, Engelmänn, Flores e Weyermüller explicam

Na análise das nanotecnologias, no ponto mais elevado da pirâmide estará o princípio da precaução, *In dubium pro ambiente*. A aplicação da norma ao caso concreto só será válida na medida em que valorizar os direitos naturais-humanos-fundamentais básicos, entendendo-se um exame hermenêutico focado na sustentabilidade do meio ambiente equacionado com desenvolvimento econômico. A tarefa não é das mais fáceis, mas o círculo hermenêutico – onde a pré-compreensão, a interpretação e a aplicação se encontram de modo unificado e não partilhado – deverá orientar-se a partir de um sistema ambiental atribuído, pela Constituição da República de 1988 (ENGELMANN; FLORES; WEYERMÜLLER, 2010, p. 208).

Assim, apesar das incertezas sobre as consequências de determinadas atividades, o Direito não pode se abster de tutelar os interesses das futuras gerações em relação às qualidades ambientais necessárias a uma existência digna, sob pena de negar a sua função de construção de um futuro desejado (CARVALHO, 2007, p. 77). A relação entre o Direito e os avanços nanotecnológicos na América Latina é muito recente, mas absolutamente necessária.⁴ A área jurídica continua imersa numa tradicional “tranquilidade” de enfrentamento dos novos direitos e deveres que surgem diariamente.

A busca das respostas aos desafios surgidos em função do uso e aplicação das novas tecnologias envolverá, necessária e impreterivelmente, diferentes áreas do conhecimento, mas sempre guiadas pelos princípios constitucionais, colocando a proteção do homem e do meio ambiente como prioridade (ENGELMANN; FLORES; WEYERMÜLLER, 2010, p. 131). As áreas técnicas (ciências duras) envolvidas deverão valer-se das Ciências Humanas (ciências brandas), dentre as quais o Direito, para fazer a ponte entre as investigações na escala nano e o destinatário final, que são as pessoas (ENGELMANN; FLORES; WEYERMÜLLER, 2010, p. 129-130).

O Direito ainda não se estruturou adequadamente para responder aos desafios propostos pelas novas tecnologias, sendo mais devagar quanto à legitimação das inovações científicas⁵, bem como quanto aos seus efeitos no meio ambiente e na saúde. Isso porque o Direito temporaliza a sua complexidade por processos administrativos ou jurisdicionais (CARVALHO, 2011, p. 33-62). Nesse sentido, Delmas-Marty alerta

[...] o desenvolvimento dos laços de pesquisa biomédica é o próprio exemplo de uma mutação que, por sua rapidez e amplitude, exigiria uma resposta jurídica mundial, sendo os riscos, então, na medida em que os ônus financeiros são altos, de deixar os argumentos econômicos e financeiros preponderarem sobre os direitos do homem e sobre as doenças (DELMAS-MARTY, 2003, p. 138).

⁴ No site <http://nanotech.law.asu.edu/?rgn=cfr> verifica-se a total ausência de regulação específica acerca das nanotecnologias em qualquer país da América do Sul, enquanto que, nos Estados Unidos há documentos que datam desde 2004 (Nanomaterials: Potential Risks and Safe Handling Methods, produzido pela Pennsylvania State University), com grande crescimento no número de documentos a partir de 2008. Ainda, neste site, chama a atenção o documento da Agência Americana de Meio Ambiente (EPA) chamado Regulatory Plan na Semiannual Regulatory Agenda, de 2009. Duas vezes por ano EPA publica sua Agenda Semestral de regulamentação, que detalha as prioridades planejadas para o próximo ano. Neste documento, a EPA anunciou como prioridades pesquisas para determinar os efeitos de certos nanotubos de carbono de parede múltipla e argilas nanométricas e alumina sobre a saúde. Tal regra seria proposta em novembro de 2010, exigindo que os fabricantes desenvolvessem testes para avaliação de saúde e apresentassem os dados para o EPA.

⁵ As nanotecnologias movem-se por vezes em "zonas cinzentas" do ponto de vista teórico, mas sobretudo em "zonas cinzentas" do ponto de vista jurídico. É preciso regulamentar a introdução dos produtos no mercado e adotar regras de rotulagem dos produtos de consumo, tendo em vista a proteção das pessoas e do ambiente (SCHLYTER, 2009, p. 16-17).

Nota-se que não há resposta correta no Direito, ela deverá ser razoável, porque adequada aos contornos da situação fática, e legítima, posto em consonância com as diretrizes e princípios escritos na Constituição da República. Esta é a perspectiva que deverá nortear o trabalho de regulamentação das pesquisas e dos resultados em nanoescala (ENGELMANN; FLORES; WEYERMÜLLER, 2010, p. 114). Desde o ano de 2000, o governo brasileiro vem trabalhando na definição de um programa para o desenvolvimento e a disseminação das nanociências e da nanotecnologia, tendo investido, entre 2000 e 2007, por meio de suas universidades e centros de pesquisa, cerca de R\$ 160 milhões na pesquisa da nanotecnologia (AGÊNCIA, 2010b, p. 39). Atualmente o País conta com 25 redes temáticas de nanotecnologia, 16 Institutos Nacionais de Ciências e Tecnologia empenhados com o avanço do conhecimento em diversas nanotecnologias, aproximadamente 130 empresas trabalhando com pesquisas e desenvolvimento, mais de 2.500 pesquisadores e aproximadamente 3.000 alunos em pós-graduação na área (BRASIL, 2012, prefácio).

Em 2009, conforme recomendação do Comitê Executivo da Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP), foi criado o Fórum de Competitividade de Nanotecnologia, como uma ferramenta estratégica para apoiar a discussão e encaminhamento de iniciativas e programas segundo as dimensões da PDP. O Fórum, composto por representantes do meio empresarial e dos trabalhadores, setor governamental e a academia, busca o consenso em torno de oportunidades e desafios, recomendando metas e ações voltadas propondo metas e ações voltadas para uma nova política industrial de desenvolvimento da produção. Possui quatro grupos de trabalho (mercado, marco regulatório, cooperação internacional e formação de recursos humanos) (BRASIL, 2012, p. 15-6).

Quanto ao grupo de trabalho “marcos regulatórios”, em 2010 foi publicado um relatório de trabalho (POHLMANN; GUTERRES, 2010), onde constam informações e diretrizes importantes para a discussão dos marcos regulatórios sobre nanotecnologias no país. Um dos aspectos abordados foi o questionamento acerca do cenário brasileiro atual de regulação e como este se relaciona com o internacional, tendo como resposta que o momento é de definições tanto no cenário internacional como nacional e que ainda não existem leis específicas para nanotecnologia (isso em 2010, hoje, em 2013 já existe pelo menos na França). Enquanto alguns setores do conhecimento alegam a necessidade urgente de legislação específica para a nanotecnologia, há também o posicionamento de que a legislação atual seria aplicável para regular as nanotecnologias. No entanto, como os materiais em

tamanho nano podem apresentar diferentes características e comportamentos, decorrentes de sua composição química, organização supramolecular, tamanho, estado físico de apresentação e método de produção, justamente em função de sua qualidade “nano”, não há como saber se as normas já existentes especialmente em relação à saúde e toxicologia seriam suficientes ou aplicáveis, até mesmo porque ainda precisam ser desenvolvidos testes mais adequados. Assim, é preciso primeiramente pautar a regulação por parâmetros técnicos metrológicos. No relatório é apresentada uma sugestão de algoritmo para a classificação de um produto como nanomaterial, baseado nas respostas a algumas perguntas.⁶

Dentre as propostas apresentadas no relatório, ressalta-se a inclusão da Agenda Nanotecnológica nos diversos órgãos reguladores contemplando uma discussão técnica com representantes dos diferentes atores e o estabelecimento de Rede de Laboratórios para Análise de Qualidade de Produtos Nanotecnológicos de uso industrial e de uso final.⁷ Também deve ser salientada a proposta de divulgação pública via Estado das questões sobre Nanotecnologia para integração da sociedade na discussão dos Marcos Regulatórios.

A gestão da nanotecnologia brasileira apresenta fragilidades em função da expansão que a área sofreu na última década e do aumento de atores multissetoriais envolvidos. A estrutura de gestão atual tem comprometido a definição de novas políticas e iniciativas para a área, dificultando a otimização de esforços e recursos (BRASIL, 2012, p. 78). Assim, o Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação instituiu em 2012, o Comitê Interministerial de Nanotecnologia (CNI) que atuaria como um ponto focal na gestão da nanotecnologia no País. Este Comitê envolve os seguintes Ministérios: Ciência, Tecnologia e Inovação, Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Defesa, Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, Educação, Meio Ambiente, Minas e Energia e Saúde, restando assim demonstrada a

⁶ Apresenta propriedades diferentes do que o mesmo material nas suas formas atômica, molecular ou *bulk*?; Contém nanoestruturas menores que 1000 nm?; Os nano-objetos são fibrosos ou têm uma dimensão preponderante?; Contém nanopartículas insolúveis menores que 100 nm?; Contém nanopartículas solúveis ou lábeis?; Os dados existentes comprovam a segurança do uso de nanopartículas solúveis ou lábeis?;- Contém nanopartículas solúveis ou lábeis menores que 100 nm?; Os dados existentes comprovam a segurança das substâncias solubilizadas a partir das nanopartículas solúveis ou lábeis?. (POHLMNN; GUTERRES, 2010).

⁷ Proposta colocada em prática em 2012. O Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) publicou no dia 27/06/12, no Diário Oficial da União, instrução que regula a integração dos Laboratórios Estratégicos e Associados ao Sistema Nacional de Laboratórios em Nanotecnologia (SisNano). As regras atendem à Portaria 245, de 5 de maio. Entre outros requisitos, a Instrução Normativa 2 de 2012 determina a necessidade de regimento interno, de equipe profissional em quantidade suficiente e com formação compatível com as atividades executadas e de fornecimento de suporte técnico e de apoio a usuários externos. O regulamento se aplica a todos os estabelecimentos, públicos ou privados, que possuam sistemas e equipamentos para atuação na área de nanotecnologia, dentro do território nacional (PORTAL, 2013).

necessidade de lidar com este assunto de modo transdisciplinar e buscando respostas nas mais diferentes áreas do conhecimento. Mas fica o questionamento: onde está o Ministério da Justiça? E mais, por que o Ministério do Trabalho não constava da formação original do comitê, sendo inserido no final de 2012, após intensas discussões.

Em dezembro de 2012, no Senado Federal, em Brasília, foi efetuada uma audiência pública, promovida pela Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável para discutir a situação atual da nanotecnologia no Brasil, cujo objetivo foi conhecer as pesquisas na área, o que vem sendo produzido e os possíveis danos ambientais e à saúde. Neste evento foi apresentado o projeto que a Fundacentro possui, com a participação de várias instituições, para avaliar os impactos da nanotecnologia sobre a saúde do trabalhador e o meio ambiente e propor medidas de controle (por meio deste projeto são realizadas ações de capacitação de trabalhadores e profissionais de Segurança e Saúde no Trabalho e já foram produzidos dois gibis: "Nanotecnologia - O Transporte para um Novo Universo" e "Nanotecnologias - Maravilhas e Incertezas no Universo da Química", para abordar o tema com os trabalhadores. Também se mencionou o fato de que setor químico do Estado de São Paulo dispõe de uma recomendação para que o tema nanotecnologia seja tratado na Sipat – Semana Interna de Prevenção de Acidentes do Trabalho) das empresas. Ainda, quanto à indústria farmacêutica de São Paulo, após três anos de negociação, os trabalhadores conseguiram inserir uma cláusula sobre nanotecnologia na convenção coletiva da categoria,⁸ em abril de 2012 e a expectativa para 2013 é estender essa conquista para todo o setor químico do Estado (essa conquista é paradigmática para o movimento sindical nacional e internacional, inclusive para os sindicatos dos trabalhadores nas indústrias farmacêuticas da Suíça e dos Estados Unidos, que lutam por ela há tempos) (AUDIÊNCIA pública ..., 2013).

Na audiência, Paulo Martins, presidente do Renanosoma (Rede de Pesquisa em Nanotecnologia, Sociedade e Ambiente) mencionou que desde 2001 há editais de órgãos governamentais de fomento à pesquisa no país, destinados à área das nanotecnologias, mas praticamente todos estes recursos foram aplicados apenas na produção (conhecimentos para novos produtos) e quase nada na ciência que pesquisa os impactos destes produtos e tampouco na divulgação e discussão com a sociedade acerca dos resultados. Também mencionou o fato de que ninguém, nem Estado, nem agências estatais ou órgãos de fomento, tampouco órgãos colegiados empresariais brasileiros, saibam, efetivamente, quais e quantas

⁸ Cláusula oitava- Nanotecnologia. A empresa garantirá que os membros da CIPA e do SMET sejam informados quando da utilização de nanotecnologia no processo industrial. A CIPA, o SMET e os trabalhadores terão ainda acesso a informações sobre riscos existentes a sua saúde e as medidas de proteção a adotar. In: Termo aditivo à convenção coletiva de trabalho (FETQUIM, 2012).

empresas utilizam em seus processos produtivos insumos com nanotecnologias, bem como também é desconhecido o número de produtos que contém nanotecnologia hoje no mercado brasileiro. Questionou ainda a demora nas ações governamentais sobre nanotecnologia, pois apenas depois de mais de 10 anos foi criado o comitê interministerial e ocorreu esta primeira audiência pública sobre o tema (informação verbal) (AUDIÊNCIA, 2012).

Pedro Binsfield, coordenador de assuntos regulatórios do Ministério da Saúde, mencionou que só se faz um bom marco regulatório com conhecimento científico corroborando, questionando como será possível regular se não existem elementos, apenas existem indicadores de que há possibilidade de representarem algum risco. No entanto, afirmou a necessidade de se tratar de marcos regulatórios, com certa urgência, ressaltando a necessidade de convergência da comunidade científica para se criar conhecimento (informação verbal) (AUDIÊNCIA, 2012).

A regulamentação também foi assunto da audiência pública, tendo sido mencionado que a falta de legislação sobre o tema também preocupa, e a elaboração é dificultada pelas incertezas relacionadas à nanotecnologia. Conforme explicou Wilson Engelmann, é preciso perguntar como regular; o que regular; por que regular? Será que é a lei que tem de regular isso? Às vezes a lei é o problema, ela congela a realidade (“a lei é sempre uma fotografia do passado que deve ser aplicada a eventos do futuro”). Ainda, segundo o Engelmann, precisamos de uma abordagem precaucional e não precaução paralisante, paralelamente ao desenvolvimento, com controle responsável dos efeitos.

Ao invés da lei, com sérias consequências, inclusive um engessamento do desenvolvimento de conhecimento, talvez pudéssemos pensar em uma consolidação de estruturas normativas nacionais e internacionais (informação verbal) (AUDIÊNCIA, 2012).

Engelmann citou ainda o que entende como entraves e dificuldades para a regulação: falta de harmonização de metodologia científica para aferir os efeitos positivos e negativos das nanotecnologias; a existência de um número improvável de nanopartículas já criadas pela ação humana; ausência de discussão pública sobre os potenciais efeitos da revolução nanotecnológica (com os consumidores principalmente); indefinição no cenário internacional, mas já com avanços ainda não valorados pelo Brasil e a necessidade de revisar as bases tradicionais de formatação de marcos normativos. (informação verbal) (AUDIÊNCIA, 2012). Ao final de sua fala, o “expert” alertou que, apesar de não existir um marco regulatório, não estamos em um espaço jurídico vazio, onde cada um pode fazer o que bem entender, uma vez que existe um conjunto de normas que pode ser diretamente aplicado às nanotecnologias, que

podemos extrair do arcabouço normativo: há uma série de normas internacionais (ISO, NIOSH, OCDE) e de agências reguladoras brasileiras como a Anvisa,⁹ bem como o artigo 931 do Novo Código Civil, que aborda a responsabilidade objetiva das empresas, além da lei sobre resíduos sólidos, cabendo à Constituição Federal servir de guia na tomada de decisões (AUDIÊNCIA pública ..., 2013).

Deste modo, a necessidade de esclarecimento das políticas fundamentais do governo brasileiro e das fronteiras legais e regulatórias se mostram imprescindíveis para que o Brasil avance e afirme seu papel inovador no campo das nanotecnologias, na comunidade científica mundial. Neste processo, as organizações internacionais podem desenvolver um papel facilitador, encorajando a adoção, por todos os países, das novas ferramentas, novas nomenclaturas e novos sistemas de medida, tornando importante que países como o Brasil, China, Índia, Rússia (que possuem programas de pesquisa em nanotecnologia) participem deste esforço global de regulamentação da Nanotecnologia, o que vem sendo, inclusive, estimulado pela própria ONU (AGÊNCIA, 2011, p. 35).

Quanto ao papel das organizações internacionais, como exemplo pode-se citar os documentos da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (em inglês OECD), denominada de Série da OECD sobre a segurança dos nanomateriais¹⁰ manufaturados, visando fornecer informações atualizadas sobre as suas diversas atividades para a saúde humana e segurança ambiental (ENGELMANN, 2012b). A OECD é um órgão internacional e intergovernamental que reúne os países mais industrializados e também alguns emergentes como México, Chile e Turquia. Por meio da OECD, os representantes se reúnem para trocar informações e alinhar políticas com o objetivo de potencializar seu crescimento econômico e colaborar com o desenvolvimento de todos os demais países membros. O Brasil não é membro da OECD, porém participa do programa de *enhanced engagement* (engajamento ampliado) que lhe permite participar de Comitês da Organização e assim, as

⁹ Ao efetuarmos busca no sistema Visa Legis disponível em:< .http://portal2.saude.gov.br/saudelegis/leg_norma_pesq_consulta.cfm> não encontramos nenhuma norma, instrução normativa ou qualquer outro instrumento relacionando a ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária que entre outras atribuições fiscaliza os medicamentos e cosméticos disponibilizados no mercado brasileiro) e as nanotecnologias, especificamente. Obviamente existem dispositivos que podem ser aplicados, mesmo que não mencionem diretamente as nanotecnologias. Assim, como já mencionado no texto, a área química, que envolve a fabricação de cosméticos, e que representa a maior parte dos produtos encontrados no mercado com nanotecnologia, segue sem ser fiscalizada de modo adequado e específico.

¹⁰ O Trabalho da OECD sobre nanotecnologia ajuda a promover e facilitar a comercialização responsável da nanotecnologia. A política foco inclui: identificação de oportunidades e impedimentos para perceber os benefícios econômicos, ambientais e sociais da nanotecnologia; incentivar um ambiente apropriado para comercialização e transferência de tecnologias e facilitar o desenvolvimento de estatísticas comparáveis internacionalmente e indicadores para acompanhar a investigação, desenvolvimento e comercialização de nanotecnologia (OECD, 2013)

normas e recomendações deste órgão também deveriam ser observadas no plano nacional brasileiro (ENGELMANN, 2012b).

Também como organização internacional extremamente atuante no campo relativo às nanotecnologias está a ISO (International Organization for Standardization)¹¹, que é uma organização independente, não-governamental composta por membros dos organismos nacionais de normalização de 164 países, com uma Secretaria Central em Genebra, Suíça, que coordena o sistema. É uma rede de organismos nacionais de normalização e o Brasil é representado pela ABNT. Necessário destacar que o Brasil é um “país participante” e, por isso, emite voto em relação às normas aprovadas pela ISO, assim, as tais normas integram o conjunto normativo brasileiro aplicável ao trabalho com as nanotecnologias (ENGELMANN, 2012b). A importância da padronização dos aspectos ligados às nanotecnologias é extremamente imprescindível para o desenvolvimento da regulação e do manejo do risco envolvido nesta área.¹²

Quanto à regulamentação, verifica-se que o desafio imposto pela realidade das nanotecnologias aos juristas exige respostas quanto ao estabelecimento de limites e para solução de conflitos que venham a surgir. O direito precisa desta evolução, sob pena de, mais uma vez, ficar um ou vários passos atrás das transformações que ocorrem no mundo e nas demais áreas do conhecimento. O modelo jurídico em vigor no Brasil (liberal-individualista) não tem se mostrado capaz de recepcionar e solucionar as novas demandas sociais, portadoras de “novos” direitos, se fazendo necessária a proposição de novos instrumentos jurídicos, que sejam mais flexíveis, mais ágeis, capazes de regular estas novas e complexas situações. Conforme Wolkmer

¹¹ A ISO é o maior desenvolvedor do mundo de normas internacionais voluntárias. Estas normas estabelecem especificações de produtos, serviços e boas práticas, ajudando a tornar a indústria mais eficiente e eficaz. Desenvolvido através de um consenso global, elas ajudam a quebrar as barreiras ao comércio internacional. O grupo foi fundado em 1947, e desde então publicou mais de 19 000 Normas Internacionais que abrangem quase todos os aspectos de tecnologia e negócios. Da segurança alimentar a computadores, e da agricultura à saúde. Por isto, as normas reguladoras que ela edita impactam a vida de todos os seres humanos e o meio ambiente. (HISTÓRICO, 2012)

¹² Como a padronização pode ajudar a resolver a questão do risco em nanotecnologias: Auxilia a identificar lacunas de conhecimento; identifica as necessidades e incentiva o desenvolvimento de instrumentos e métodos para a utilização em escala nanométrica; desenvolvimento e fornecimento de métodos de ensaio para detectar e identificar as nanopartículas e a caracterização de materiais e dispositivos em nanoescala; desenvolvimento e concretização de protocolos para testes de bio-eeco-toxicidade, incluindo protocolos para avaliar os efeitos de curto e longo prazo de exposição dérmica, nasal, oral e pulmonar, bem como protocolos para determinação de destino de nanopartículas e dispositivos em nanoescala; Desenvolvimento e fornecimento de ferramentas de avaliação de riscos relevantes para o campo da nanotecnologias; regulação de apoio na área das nanotecnologias e comunicação e Suporte de informações precisas e quantificáveis acerca das nanotecnologias. (HATTO, 2010)

Os horizontes para a construção de uma teoria geral dos “novos” direitos estão sendo delineados: alguns indícios apontam na direção do pluralismo jurídico (atores coletivos emergenciais, exigências valorativas contínuas, necessidades e lutas específicas e diversidade intercultural), do novo Direito Processual (coletivo e democrático), da nova forma de interpretar e aplicar o Direito (repensar as fontes da juridicidade) e do novo agente litigante da justiça, mais compromissado com as práticas social (WOLKMER, 2012, p. 41-2).

O pluralismo de fontes passa a ser uma das alternativas frente à necessidade de evolução do Direito, para capacitar-se a lidar com os desafios surgidos das novas tecnologias, entre elas, as nanotecnologias. A lei é incapaz de prever todos os casos concretos, mas isso não significa que as situações não previstas deixam de reclamar uma solução conforme o direito. Um dos desafios é aprender a pluralidade das fontes, vencendo o reducionismo codificador (FACHIN, 2008, p. 4). É necessário que os operadores do direito desfaçam a ideia geral de que a lei pode (deve) resolver qualquer problema, pois é exatamente essa crença que tem dificultado a evolução do Direito. Já em 1908, Jean Cruet mencionava: “afirma-se, em geral, que a lei encerra todo o direito. A concepção dogmática da lei, imaginada como uma regra universal, editada para o futuro e para sempre, pode ser inexata” (CRUET, 1908, p. 17).

As leis não conservam indefinidamente seu alcance original, uma vez que tudo no mundo evolui e muda, assim surgem novas questões ou as questões daquele momento de criação da lei já mudaram, por isso, especialmente em relação às novas tecnologias, não parece ser uma das melhores possíveis respostas do direito, a simples criação legislativa. Uma lei inalterável só pode conceber-se numa sociedade imutável (CRUET, 1908, p. 60). Uma nova tecnologia fruto da grande revolução tecnológica atual também precisa de um novo modo, meio de regulamentação, diferente do tradicional e letárgico modelo de regulamentação legal (por meio de leis). O direito não está todo na lei, da mesma forma que a lei não contém nem todo o Direito, tampouco toda a Justiça.

A consideração da lei como principal fonte¹³ do direito precisa ser revista, especialmente porque a lei sempre olha para o passado, um tempo incompatível com as novas tecnologias (ENGELMANN, 2011b, p. 351). As nanotecnologias exigirão uma nova Teoria das Fontes do Direito, que promova um efetivo diálogo entre todas elas, sem

¹³ A doutrina identifica as fontes formais de um sistema de direito, que são aquelas que resultam obrigatoriamente de uma forma de reconhecimento. Possuem este caráter a lei, bem como os princípios gerais do direito, o costume – nos casos reconhecidos pelo ordenamento – e a jurisprudência obrigatória. A lei é a fonte principal do direito objetivo, caracterizada pelo seu caráter geral e obrigatório. A atividade do jurista é tomar decisões, ou seja, sendo um legislador, um juiz ou um pesquisador, sua tarefa consiste em identificar os problemas e apresentar as soluções. Para essa perspectiva, as fontes “são critérios aos quais recorre no processo de criação normativa em busca de objetividade” (LORENZETTI, 2010, p. 77).

uma hierarquia, mas canais de comunicação e complementação conteudísticos (ENGELMANN; BERGER FILHO, 2010, p. 82). Por este modelo, onde as fontes (nacionais e internacionais) (ENGELMANN, 2011a, p. 36) estarão uma ao lado da outra, podendo conjugar contribuições para a adequada resolução do caso concreto, o que se pretende é o trabalho conjunto das fontes do Direito, movimentando-se horizontalmente, com caminho de passagem obrigatório pelo centro, onde estará a Constituição da República (ENGELMANN, 2011b, p. 352).

Aqui surge o a proposta do segundo Erik. Erik Jayme, jurista alemão, professor catedrático de Direito Internacional Privado, Direito Comparado e Direito Civil da Universidade de Heidelberg, é um dos maiores juristas de nossa época, reconhecido mundialmente, famoso por seu brilhantismo e humanismo. Ministrou, em 1995, em Haia, o Curso Geral de Direito Internacional, onde tratou originalmente do diálogo¹⁴ das fontes. Neste curso, Erick Jayme ensinou que diante do "pluralismo pós-moderno" de fontes legislativas¹⁵, a necessidade de coordenação entre as leis no mesmo ordenamento jurídico é exigência de um sistema eficiente e justo (BENJAMIM, 2012. p. 27).

Identificar a nova fase do contexto atual que passa a exigir outra postura do Direito, e auxiliar na reconstrução da Ciência do Direito é o objetivo de Erik Jayme, e, segundo ele, a cultura pós-moderna possui quatro características com repercussão no direito: o Pluralismo, a Comunicação, a Narração ("le retour des sentiments") e a valorização dos direitos humanos (MARQUES, 2005. p. XXI-XXII). Quanto ao pluralismo de fontes, tema enfocado, Erik Jayme explica que se trata do pluralismo de fontes legislativas a regular o fato, pluralismo de sujeitos a proteger, por vezes difuso, como o grupo de consumidores ou os que se beneficiam da proteção do meio ambiente, pluralidade de agentes ativos, em relação extremamente despersonalizadas, múltiplas, multifacetadas. O pluralismo de fontes legislativas é hoje total, a ponto do Diálogo das Fontes nacionais e internacionais (mesmo soft Law) nascer o novo direito (JAYME, 1995, p. 237). Nesse sentido, Wilson Engelmann também conclui que

Uma das características da visualização de uma pluralidade de fontes é considerar além da lei no seu sentido mais lato, com ênfase na Constituição da República, os princípios, a jurisprudência, as decisões judiciais projetadas nos acórdãos dos

¹⁴ Quanto ao uso do termo Diálogo, cabe a explicação de Claudia Lima Marques, uma das disseminadoras da teoria de Erik Jayme no Brasil: "Diálogo" porque há influências recíprocas, "diálogos" porque há aplicação conjunta das duas normas ao mesmo tempo e ao mesmo caso, seja complementarmente, seja subsidiariamente, seja permitindo a opção pela fonte prevalente ou mesmo permitindo uma opção por uma das leis em conflito abstrato – uma solução flexível e aberta, de interpenetração, ou mesmo a solução mais favorável ao mais fraco da relação (tratamento diferente dos diferentes)" (MARQUES, 2008. p. 90).

¹⁵ Os direitos do homem, as constituições, as convenções internacionais, os sistemas nacionais: todas estas fontes não mais se excluem mutuamente, elas conversam uma com a outra. (BENJAMIM, 2012. p. 27).

Tribunais – a doutrina, os costumes, os contratos, o poder normativo dos grupos sociais, as decisões oriundas da negociação, mediação e arbitragem, as normas internacionais como o “direito de produção” e a Lex mercatoria, os Tratados e Convenções Internacionais, costumes internacionais e os princípios gerais do Direito Internacional. Esse conjunto é que se deverá considerar como expressão “Fontes do Direito” e é nele que se deverá potencializar o diálogo. (ENGELMANN, 2010b, p. 295)

O Diálogo das Fontes é o diálogo entre leis postas, podendo também envolver normas narrativas de inspiração, costumes, princípios gerais, reconhecendo a força dos princípios imanentes do sistema e do bloco de constitucionalidade (BENJAMIM, 2012. p. 24). A técnica trabalha com a aplicação simultânea e coordenada das diferentes fontes legislativas (leis especiais e leis gerais, de origem nacional e internacional).

Resta demonstrado que são muitos os modos de produção do Direito (fontes) e que o centro de produção deslocou-se do Estado (antes único produtor) para vários outros locus da sociedade nacional e internacional, adequando assim a ciência do Direito às grandes transformações introduzidas pelas novas tecnologias, que esperam respostas legais às novas situações surgidas. Importante destacar que entre os locus atuais produtores das fontes do Direito, estão as organizações, principalmente as empresariais, produtoras de diretrizes e normas técnicas, adequadas às inovações nanotecnológicas (ENGELMANN, 2012b).

Ao se utilizar o Diálogo das Fontes, que passará a ser tratado aqui como Diálogo entre as fontes (conforme ensinamentos de Engelmann (2010, p. 295), os marcos normativos e as respostas jurídicas produzidos deverão considerar a contribuição de cada uma das fontes, através de um filtro dos controles de constitucionalidade e convencionalidade¹⁶, visando sempre à proteção dos seres humanos e do meio ambiente (ENGELMANN, 2012a, p. 140) Através do diálogo entre as fontes, passando a resposta pelos dois controles (constitucionalidade e convencionalidade), a rede de produção plural do direito atua, produzindo a substituição do modelo piramidal, com a Constituição no topo, por um desenho horizontal, onde a Constituição e os Tratados Internacionais e Convenções (especialmente os que versam sobre Direitos Humanos) estão no centro do sistema.

¹⁶ O controle de convencionalidade concentrado ou abstrato, surgiu em 2004, com o advento da Emenda Constitucional nº 45, que veio possibilitar que os tratados internacionais de direitos humanos – após aprovação com um *quorum* qualificado – passassem de um *status* materialmente constitucional para uma condição (formal) de tratados equivalentes às emendas constitucionais. Seja qual for o modelo considerado é certo que os atos legislativos, administrativos e judiciais, atualmente, devem se submeter ao duplo limite vertical material de compatibilidade, de maneira que toda a ação estatal venha a observar não apenas a Constituição, mas, também, os tratados internacionais de direitos humanos (como primeiro limite), bem como os tratados internacionais comuns em vigor no país (como um segundo limite) (MAZZUOLI, 2009. p. 367).

Existirá então, um espaço comum, formado pelos filtros aplicados pelo controle de constitucionalidade e convencionalidade, onde os vários exemplos de fontes do Direito (leis, tratados, normas internas e internacionais, costumes, princípios, normas técnicas de agências reguladoras estatais, normas sobre a saúde e segurança do trabalhador da OIT, normas e princípios Ambientais, entre outros), dialogando entre si contribuirão com respostas jurídicas frente ao atual déficit legislativo estatal referente às nanotecnologias (ENGELMANN, 2012b). Assim, o diálogo entre as fontes parece ser um modo de aplicação da necessária transdisciplinariedade, internamente à Ciência do Direito, para a construção de respostas possíveis aos novos questionamentos surgidos devido aos riscos das novas tecnologias. A falta de certeza e a necessidade do Direito ter de aprender a lidar com isso e de ser capaz de fornecer as respostas necessárias à nova realidade também fortalecem o diálogo entre as fontes como alternativa possível.

Frente ao desafio de criar formas de operacionalizar a aplicação do Direito diante dos riscos das nanotecnologias, obedecendo sempre ao preceito constitucional de respeito à dignidade da pessoa humana, o diálogo entre as fontes torna-se uma opção muito palpável. A possibilidade de uso de diferentes fontes do Direito, sempre as passando pelo controle de constitucionalidade (através da filtragem no arcabouço normativo-princípiosológico-normativo contido na Constituição Federal) e de convencionalidade, parece ser uma resposta adequada à questão das nanotecnologias e seus riscos, especialmente pela possibilidade de usar fontes dos diferentes ramos do direito que se entrelaçam, cada um contribuindo com seus conhecimentos específicos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As pesquisas científicas existentes hoje ainda não permitem afirmar os reais efeitos dos nanocompostos sobre a saúde dos seres humanos e do ambiente. Sabe-se, no entanto, que as nanopartículas apresentam maior toxicidade do que as partículas em versão micro ou macro. Frente a essa realidade, é necessária uma abordagem precaucional quanto ao tema.

Deste modo, frente a tantas incertezas, são necessários que mais estudos de longo prazo sejam desenvolvidos, por equipes transdisciplinares, objetivando a ampliação dos conhecimentos existentes, para que as nanotecnologias sejam vetores de desenvolvimento e não de agravos à saúde. Não se pode esquecer que há uma necessidade urgente de se discutir a postura do Direito frente a estas novas questões, lembrando que uma alternativa

é que este ramo do conhecimento considere sempre em suas decisões sobre riscos o princípio da precaução, com uma fundamentação baseada na melhor técnica disponível e fazendo uso do diálogo entre as fontes. As nanotecnologias provocarão como legado, no Direito, uma revolução, uma vez que exigirão a tomada de posicionamentos jurídicos e não apenas legalistas.

A realidade atual das nanotecnologias no país restou bem demonstrada na audiência pública, em dezembro de 2012, onde foram abordadas as ações já desenvolvidas pelos diferentes setores (ligados ou não ao Estado) relacionados a esta tecnologia, bem como as falhas e carências quanto ao tema, especialmente no tocante à regulação. Deste modo, cabe ao Direito buscar novas formas de interpretação dos dispositivos legais, utilizando-se do diálogo entre as fontes, nacionais e internacionais, de origem estatal ou não, passando por um controle constitucional e de convencionalidade, de modo a garantir a geração de desenvolvimento e não de danos.

A proposta de uso do diálogo entre as fontes do Direito, que trabalha com o pluralismo jurídico, retirando a lei de seu pedestal de fonte suprema do Direito, intocável, surge como uma alternativa para que o Direito possa desenvolver respostas adequadas às demandas surgidas em função da nova realidade gerada pelo uso e impactos das nanotecnologias, conjugando o respeito ao ser humano e ao meio ambiente com a inovação e ampliação do conhecimento nas áreas das ciências duras.

A humanidade precisa aprender a focar suas ações considerando que ela representa uma das espécies animais que habitam o planeta, e que isso não lhe dá o direito de tomar decisões que possam gerar consequências desastrosas a todas as formas de vida e à própria sobrevivência e manutenção do planeta. A garantia de um meio ambiente ecologicamente adequado não é apenas uma necessidade de garantia e implementação de direitos, mas também uma obrigação ética, dos seres humanos para com os seus próprios pares, membros todos de uma mesma coletividade.

As novas tecnologias devem gerar desenvolvimento e não danos à saúde, e, para tanto, há necessidade de se promover a inovação no Direito por meio do diálogo entre as fontes do Direito, agindo sempre, como um filtro, no arcabouço normativo-principlológico-axiológico contido na Constituição Federal e pelo controle de Convencionalidade, de modo a permitir que seja possível evoluir sem causar maiores prejuízos ao planeta e aos seus habitantes, significando ainda, a aplicação da tendência mundial de focar o meio ambiente e a humanidade como centro dos sistemas jurídicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL - ABDI. **Estudo prospectivo nanotecnologia**. Brasília: ABDI, 2010a.

_____. **Panorama Nanotecnologia**. Brasília: ABDI, 2010b.

_____. **Nanotecnologias: subsídios para a problemática dos riscos e regulação**. Brasília: ABDI, 2011.

ARAGÃO, Alexandra. **Direito comunitário do ambiente**. Coimbra: Almedina, 2002.

_____. Princípio da precaução: manual de instruções. **Revista do Centro de Estudos Direito do Ordenamento, do Urbanismo e do Ambiente**, Coimbra, n. 22, a. XI, 2, 2008.

Audiência pública na Câmara debate nanotecnologia. **Revista Proteção**. Disponível em: <http://www.protecao.com.br/noticias/geral/audiencia_publica_na_camara_debate_nanotecno logia/A5jaJyyA>. Acesso em 25 jan. 2013.

BECK, Ulrich. **Risk society: towards a new modernity**. London: Sage, 1992.

BENJAMIM, Antonio Herman; MARQUES Claudia Lima; BESSA, Leonardo Roscoe. **Manual de Direito do Consumidor**. 2ed, rev. atual. e ampl. São Paulo: RT, 2008.

BERGER FILHO, Airton Guilherme. Nanotecnologia e o princípio da precaução na sociedade de risco. **Jus Navigandi**, Teresina, a. 14, n. 2359, 16 dez. 2009. Disponível em: <<http://jus.uol.com.br/revista/texto/14019/nanotecnologia-e-o-principio-da-precaucao-na-sociedade-de-risco>>. Acesso em: 13 dez. 2012.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Secretaria do Desenvolvimento Tecnológico e Inovação. **A nanotecnologia como plataforma tecnológica para a inovação**. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2012. Prefácio.

BUZBY, Jean C. Nanotechnology for food applications: more questions than answers. **The Journal of Consumer Affairs**, v. 44, n. 3, 2010.

CARVALHO, Delton Winter de. A construção probatória para a declaração jurisdicional da ilicitude dos riscos ambientais. **Revista da AJURIS**, a. XXXVIII, n. 123, set. 2011.

_____. As novas tecnologias e os riscos ambientais. In: LEITE, José Rubens Morato; FAGÚNDEZ, Paulo Roney Ávila (Org.). **Biossegurança e Novas Tecnologias na Sociedade de Risco: aspectos jurídicos, técnicos e sociais**. Florianópolis: Conceito, 2007.

_____. Os riscos ecológicos e sua gestão pelo direito. **Estudos Jurídicos – UNISINOS**, São Leopoldo, v. 39, n. 1, p. 13, jan./jun. 2006.

CAPOZZOLI, U. A ciência do pequeno em busca da maioria. **Revista Scientific American Brasil**. São Paulo, jun. 2002. Disponível em:

<www2.uol.com.br/sciam/reportagens/a_ciencia-_do_pequeno_em_busca_da_maioridade.html>. Acesso em: 10 dez. 2012.

CIÊNCIA HOJE. Disponível em:

<http://cienciahoje.uol.com.br/blogues/bussola/2012/06/nanotecnologia-em-debate>. Acesso em 20 jan. 2013.

CRUET, Jean. **A Vida do Direito e a Inutilidade das Leis**. Lisboa: José Bastos e Cia, 1908.

DELMAS-MARTY, Mireille. **Três Desafios para um Direito Mundial**. Tradução e posfácio de Fauzi Hassan Choukr. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2003.

DREXLER, Eric. **Engines of Creation – the coming era of nanotechnology**. Nova Iorque: Anchor Books Editions, 1986.

_____. Os Nanossistemas. Possibilidades e Limites para o Planeta e para a Sociedade. In: NEUTZLING, Inácio e ANDRADE, Paulo Fernando Carneiro de (Org.). **Uma Sociedade Pós-Humana: Possibilidades e limites das nanotecnologias**. São Leopoldo: Unisinos, 2009.

DUPAS, Gilberto. Uma sociedade pós-humana?: possibilidades e riscos da nanotecnologia. In: NEUTZLING, Inácio; ANDRADE, Paulo Fernando Carneiro de (Org.). **Uma sociedade pós-humana: possibilidades e limites das nanotecnologias**. São Leopoldo: Unisinos, 2009.

ENGELMANN, Wilson; BERGER FILHO, Airton Guilherme. As nanotecnologias e o direito ambiental: a mediação entre custos e benefícios na construção de marcos regulatórios. **Revista de Direito Ambiental**, São Paulo, a. 15, n. 59, jul./set. 2010.

ENGELMANN, Wilson; FLORES, André Stringhi; WEYERMÜLLER, André Rafael. **Nanotecnologias, marcos regulatórios e direito ambiental**. Curitiba: Honoris Causa, 2010.

_____. A nanotecnologia como uma revolução científica: os direitos humanos e uma (nova) filosofia na ciência. In: STRECK, Lenio Luiz; MORAIS, José Luís Bolzan de (Org.). Constituição, sistemas sociais e hermenêutica. **Anuário do Programa de Pós Graduação em Direito da Unisinos: Mestrado e Doutorado**. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2010.

_____. A (re)leitura da Teoria do Fato Jurídico à luz do "Diálogo entre as Fontes do Direito": abrindo espaços no Direito Privado constitucionalizado para o ingresso de novos direitos provenientes das nanotecnologias. In: STRECK, Lenio Luiz; ROCHA, Leonel Severo; CALLEGARI, André Luís. (Org.). **Constituição, Sistemas Sociais e Hermenêutica, Anuário do Programa de Pós-Graduação em Direito da UNISINOS**. Porto Alegre: Livraria do Advogado Editora Ltda., v. 7, 2010.

_____. As nanotecnologias e a Inovação Tecnológica: a "hélice quádrupla" e os Direitos Humanos. In: Nanotecnologias: um desafio para o Século XXI, São Leopoldo, **Anais**. São Leopoldo, 2010. v. 1, CD.

_____. As Nanotecnologias e a Propriedade Intelectual: desafios e possibilidades à gestão transdisciplinar da inovação. In: BOFF, Salete Oro; PIMENTEL, Luis Otávio Pimentel

(Org.). **A Proteção Jurídica da Inovação Tecnológica**. 1. ed. Passo Fundo - RS: EdIMED, 2011, v. 01.

_____.As nanotecnologias, os direitos humanos e o ensino jurídico: a dialética da “pergunta e resposta” como condição de possibilidade para construir o caminho em direção ao diálogo entre as fontes do direito. In: **Representações do professor de Direito**. Evandro Menezes de Carvalho et al (Org.). 1 ed. Curitiba: CRV, 2012a.

_____.O diálogo entre as fontes do direito e a gestão do risco empresarial gerado pelas nanotecnologias: construindo as bases à juridicização do risco. In: STRECK, Lenio Luiz; ROCHA, Leonel Severo; ENGELMANN, Wilson (Org.). **Constituição, Sistemas Sociais e Hermenêutica, Anuário do Programa de Pós-Graduação em Direito da UNISINOS**. Porto Alegre: Livraria do Advogado Editora Ltda, v. 9, 2012b.

_____.Os avanços nanotecnológicos e a (necessária) revisão da teoria do fato Jurídico de Pontes de Miranda: compatibilizando “riscos” com o “direito à informação” por meio do alargamento da noção de “suporte fático” In: STRECK, Lenio Luiz; MORAIS, José Luís Bolzan de; ROCHA, Leonel Severo (Org.). **Constituição, sistemas sociais e hermenêutica. Anuário do Programa de Pós Graduação em Direito da Unisinos: Mestrado e Doutorado**. Porto Alegre: Livraria do Advogado, v.8, 2011.

EU-OSHA.**European Agency for Safety and Health at Work**.Risk perception and risk communication with regard to nanomaterials in the workplace. 2012. Disponível em: <http://osha.europa.eu/en/publications/literature_reviews/risk-perception-and-risk-communication-with-regard-to-nanomaterials-in-the-workplace>. Acesso em: 15 dez. 2012.

FACHIN, Luis Edson. A “Reconstitucionalização” do Direito Civil Brasileiro: Lei Nova e Velhos Problemasà luz de dê desafios. In: SILVA FILHO, José Carlos Moreira da; PEZZELA, Maria Cristina (Coord.). **Mitos e rupturas no Direito Civil Contemporâneo**. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2008.

FETQUIM Setor Farmacêutico 2012-2013. Disponível em: www.sindusfarma.org.br/informativos/Aditivo_Campinas_2012.pdf. Acesso em 10 fev.2013.

FEYNMAN, R. P. **Revista Eletrônica Comciência**, ed. esp., 1959. Disponível em: <<http://comciencia.br/reportagens/nanotecnologia/nano19.htm>>. Acesso em: 10 dez. 2012.

FOLADORI, G. **Nanoscience and nanotechnology in latinamerica**, em 24 ago. 2006. Disponível em: <<http://www.nanowerk.com/spotlight/spotid=767.php>>. Acesso em: 25 maio 2012.

HATTO, Peter. Developing standards for nanotechnologies –an international perspective. Disponível em: <http://nanotech.law.asu.edu/Documents/2010/07/hatto_479_7949.pdf>. Acesso em 27 jan. 2013.

HISTÓRICO da ISO. Disponível em: <<http://www.iso.org/iso/home/about.htm>>. Acesso em: 22 nov. 2012.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISO. **ISO /**

TC229. Disponível em:

<http://www.iso.org/iso/standards_development/technical_committees/list_of_iso_technical_committees/iso_technical_committee.htm?commid=381983>. Acesso em: 13 dez. 2012.

JAYME, Erik. **Identité culturelle et intégration: Le droit internationale privé postmoderne.** Recueil des Cours de l'Académie de Droit International de La Haye, Haye, Nijhoff, 1995, II.

LENZ, Guilherme. **Apresentações dos Conferencistas do IX Seminário Internacional Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente.** Disponível em <www.nanotecnologiadoavesso.blogspot.com> Acesso em 12 dez. 2012.

LENZ E SILVA, Guilherme Frederico Bernardo. **Nanotecnologia: avaliação e análise dos possíveis impactos à saúde ocupacional e segurança do trabalhador no manuseio, síntese e incorporação de nanomateriais em compósitos refratários de matriz cerâmica.** 2008. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

LOPEZ, Teresa Ancona. **Princípio da precaução e evolução da responsabilidade Civil.** São Paulo: Quartier Latin, 2010.

LORENZETTI, Ricardo. **Teoria da decisão judicial. Fundamentos de direito.** Trad. Bruno Miragem. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2010.

MACHADO, Jonathan D. **9 objetos cotidianos que usam nanotecnologia**, em 7 maio 2012. Disponível em: <<http://www.tecmundo.com.br/nanotecnologia/23661-9-objetos-cotidianos-que-usam-nanotecnologia.htm#ixzz2JHW9wVmx>>. Acesso em 20 jan. 2013.

MARQUES, Claudia Lima. **Diálogo das Fontes Do conflito à coordenação de normas do direito brasileiro.** São Paulo: Revista dos Tribunais, 2012.

_____. Laudatio para Erik Jayme- memórias e Utopia. In: ARAUJO, Nadia; MARQUES, Ana Claudia (Org). **O Novo Direito Internacional- estudos em homenagem a Erik Jayme.** Rio de Janeiro: Renovar, 2005.

MAZZUOLI, Valério de Oliveira. **O Controle Jurisdicional da Convencionalidade das Leis.** São Paulo: Revista dos Tribunais, 2009.

MARTINS, Paulo. Nanotecnologia e meio ambiente para uma sociedade sustentável. **Estudios Sociales**, v. 17, n. 34, jul./dez. 2009.

MARTINS, Paulo Roberto (Coord.) et al. **Revolução invisível: desenvolvimento recente da nanotecnologia no Brasil.** São Paulo: Xamã, 2007.

MORRIS, Julian. **Defining the precautionary principle.** In: MORRIS, Julian (Ed.). *Rethinking risk and precautionary principle.* Oxford: Butterworth-Heinemann, 2002.

NANOACTION. **Principles for the oversight of nanotechnologies and nanomaterials**, EM 31 jul. 2007. Disponível em: <http://www.loka.org/Documents/nano_Principles_for_the_Oversight_of_Nanotechnologies_and_%20Nanomaterials_final.pdf> Acesso em: 15 jan. 2013.

NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH - NIOSH. **Filling the Knowledge Gaps for Safe Nanotechnology in the Workplace.** A Progress Report from the NIOSH Nanotechnology Research Center, 2004–2011. Disponível em: <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2013-101/pdfs/2013-101.pdf> >. Acesso em: 20 jan. 2013.

OECD Work on Science, Technology and Industry 2013-2014. Disponível em: <http://www.oecd.org/sti/>>. Acesso em 25 jan. 2013.

PEN – The Project on Emerging Nanotechnologies. Disponível em: <http://www.nanotechproject.org/inventories/consumer>> Acesso em 04 jan. 2013.

POHLMNN, Adriana Raffin; GUTERRES, Silvia Stanisçuask. **Relatório GT Marco Regulatório.** Fórum de Competitividade em Nanotecnologia, de 2010. Disponível em: http://www.desenvolvimento.gov.br/arquivos/dwnl_1283535420.pdf>. Acesso em 25 jan. 2013.

PORTAL BRASIL. Disponível em: <http://www.tecmundo.com.br/nanotecnologia/33431-governo-vai-investir-r-110-milhoes-no-setor-de-nanotecnologia.htm#ixzz2JHUo7mq8>>. Acesso em 10 jan. 2013.

PORTAL Inovação. Disponível em: [http://www.portalinovacao.mct.gov.br/pi/#/pi/noticias/noticia\\$e1RJVFVMT19OT1RJQ0IBOidOb3JtYSByZWd1bGEgaW50ZWdyYcOnw6NvIGRIIGxhYm9yYXTDs3Jpb3MgYW8gc2lzdGVtYSBkZSBuYW5vdGVjbm9sb2dpYScsIENPREIHT19OT1RJQ0IBOjU2NjZ9](http://www.portalinovacao.mct.gov.br/pi/#/pi/noticias/noticia$e1RJVFVMT19OT1RJQ0IBOidOb3JtYSByZWd1bGEgaW50ZWdyYcOnw6NvIGRIIGxhYm9yYXTDs3Jpb3MgYW8gc2lzdGVtYSBkZSBuYW5vdGVjbm9sb2dpYScsIENPREIHT19OT1RJQ0IBOjU2NjZ9)>. Acesso em 25 jan. 2013.

SCHLYTER, Carl. **Relatório sobre aspectos regulamentares dos nanomateriais** (2008/2208(INI)) Comissão do Ambiente, da Saúde Pública e da Segurança Alimentar. Disponível em: <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//NONSGML+REPORT+A6-2009-0255+0+DOC+PDF+V0//PT>. Acesso em 20 jan. 2013.

SENJEN, Rye. **Nano and biocidal silver:** extreme germ killer present a growing threat to public health. Disponível em: <http://nano.foe.org.au/sites/default/files/Nanosilver%20Report%202009.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2012.

SHULTE, Paul A.; SALAMANCA-BUENTELLO, Fabio. Ethical and scientific issues of nanotechnology in the workplace. **Ciência Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 5, Sep./Oct. 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232007000500030>. Acesso em: 26 maio 2012.

SUSTEIN, Cass R. **Leyes de miedo:** más allá del principio de precaución. Buenos Aires: Katz, 2009.

WOLKMER, Antonio Carlos. Introdução aos Fundamentos de uma Teoria geral dos “Novos” Direitos. In: WOLKMER, Antonio Carlos; MORATO LEITE, José Rubens (Org.). **Os “novos” direitos no Brasil. Natureza e perspectivas- uma visão básica das novas conflituosidades jurídicas.** 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2012.