XXVII CONGRESSO NACIONAL DO CONPEDI PORTO ALEGRE – RS

DIREITO E SUSTENTABILIDADE III

RAQUEL VON HOHENDORFF

VERONICA LAGASSI

FERNANDA SELL DE SOUTO GOULART FERNANDES

Copyright © 2018 Conselho Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Direito

Todos os direitos reservados e protegidos. Nenhuma parte destes anais poderá ser reproduzida ou transmitida sejam quais forem os meios empregados sem prévia autorização dos editores.

Diretoria – CONPEDI
Presidente - Prof. Dr. Orides Mezzaroba - UFSC – Santa Catarina
Vice-presidente Centro-Oeste - Prof. Dr. José Querino Tavares Neto - UFG – Goiás
Vice-presidente Sudeste - Prof. Dr. César Augusto de Castro Fiuza - UFMG/PUCMG – Minas Gerais
Vice-presidente Nordeste - Prof. Dr. Lucas Gonçalves da Silva - UFS – Sergipe
Vice-presidente Norte - Prof. Dr. Jean Carlos Dias - Cesupa – Pará
Vice-presidente Sul - Prof. Dr. Leonel Severo Rocha - Unisinos – Rio Grande do Sul
Secretário Executivo - Profa. Dra. Samyra Haydêe Dal Farra Naspolini - Unimar/Uninove – São Paulo

Representante Discente – FEPODI
Yuri Nathan da Costa Lannes - Mackenzie – São Paulo

Conselho Fiscal:
Prof. Dr. João Marcelo de Lima Assafim - UCAM – Rio de Janeiro
Prof. Dr. Aires José Rover - UFSC – Santa Catarina
Prof. Dr. Edinilson Donisete Machado - UNIVEM/UENP – São Paulo
Prof. Dr. Marcus Firmino Santiago da Silva - UDF – Distrito Federal (suplente)
Prof. Dr. Ilton Garcia da Costa - UENP – São Paulo (suplente)

Secretarias:
Relações Institucionais
Prof. Dr. Horácio Wanderlei Rodrigues - IMED – Santa Catarina
Prof. Dr. Valter Moura do Carmo - UNIMAR – Ceará
Prof. Dr. José Barroso Filho - UPIS/ENAJUM– Distrito Federal
Relações Internacionais para o Continente Americano
Prof. Dr. Fernando Antônio de Carvalho Dantas - UFG – Goías
Prof. Dr. Heron José de Santana Gordilho - UFBA – Bahia
Prof. Dr. Paulo Roberto Barbosa Ramos - UFMA – Maranhão
Relações Internacionais para os demais Continentes
Profa. Dra. Viviane Coêlho de Séllos Knoerr - Unicuritiba – Paraná
Prof. Dr. Rubens Beçak - USP – São Paulo
Profa. Dra. Maria Aurea Baroni Cecato - Unipê/UFPB – Paraíba

Eventos:
Prof. Dr. Jerônimo Siqueira Tybusch (UFSM – Rio Grande do Sul)
Prof. Dr. José Filomeno de Moraes Filho (Unifor – Ceará)
Prof. Dr. Antônio Carlos Diniz Murta (Fumec – Minas Gerais)

Comunicação:
Prof. Dr. Matheus Felipe de Castro (UNOESC – Santa Catarina
Prof. Dr. Liton Lanes Pilau Sobrinho (UPF/Univali – Rio Grande do Sul Prof.
Dr. Caio Augusto Souza Lara (ESDHC – Minas Gerais

Membro Nato – Presidência anterior Prof. Dr. Raymundo Juliano Feitosa - UNICAP – Pernambuco

D597
Direito e sustentabilidade III [Recurso eletrônico on-line] organização CONPEDI/ UNISINOS
Coordenadores: Raquel von Hohendorff; Veronica Lagassi; Fernanda Sell de Souto Goulart Fernandes. – Florianópolis: CONPEDI, 2018.

Inclui bibliografia
ISBN: 978-85-5505-707-6
Modo de acesso: www.conpedi.org.br em publicações
Tema: Tecnologia, Comunicação e Inovação no Direito

1. Direito – Estudo e ensino (Pós-graduação) – Encontros Nacionais. 2. Assistência. 3. Isonomia. XXVII Encontro Nacional do CONPEDI (27 : 2018 : Porto Alegre, Brasil).

CDU: 34

Conselho Nacional de Pesquisa
e Pós-Graduação em Direito Florianópolis
Santa Catarina – Brasil
www.conpedi.org.br

Universidade do Vale do Rio dos Sinos
Porto Alegre – Rio Grande do Sul - Brasil
http://unisinos.br/novocampuspoa/

XXVII CONGRESSO NACIONAL DO CONPEDI PORTO ALEGRE – RS

DIREITO E SUSTENTABILIDADE III

Apresentação

Atualmente, ao Sistema do Direito abre-se mais um desafio: lidar com o futuro, com risco e a imprevisibilidade, eis que, sempre, a certeza foi um dos elementos estruturantes do jurídico. Assim, a projeção temporal do jurídico sempre foi a partir do passado, sendo que no presente se identificam as consequências do passado, atribuindo-se o efeito jurídico. Mas, com as novas tecnologias e novos desafios da sociedade pós moderna abre-se um presente, que se conecta ao futuro, onde as decisões geram riscos, dada a improbabilidade e a indefinição de se efetuar a comunicação acerca dos danos. Este cenário exigirá a tomada de decisão focada na preocupação, isto é, ocupar previamente a ação com as consequências dos riscos sobre a saúde humana e ambiental. Não deverá ser uma ação perspectivada no imediato, mas no presente e futuro, não somente no futuro. Desta forma, abre-se espaço para a sustentabilidade, que é o princípio constitucional sistêmico, não apenas vinculado ao direito ambiental. O desenvolvimento sustentável é um conceito amplo, fundado em critérios de sustentabilidade social e ambiental e na viabilidade econômica, que busca a reduzir pobreza e as desigualdades sociais, bem como prevenir a exploração excessiva dos recursos naturais e outros danos ao ecossistema.

Assim, como bem ensina Freitas (2012, p. 124): "[...] apenas a sustentabilidade, entendida como valor e como princípio constitucional, garante a dignidade dos seres vivos e a preponderância da responsabilidade antecipatória, via expansão dos horizontes espaciais e temporais das políticas regulatórias. Assim, tem-se a preponderância da mirada prospectiva."

A sustentabilidade deve sim deve ser repensada para além da economia, incorporando, para além de apenas o ambiente natural, todos os ambientes relevantes dos regimes. E aqui, ambiente deve ser pensado aqui no sentido mais amplo possível, como ambiente natural, social e humano. Cabe também destacar a ideia de Fachin (2008, p. 262) de que: “Não é possível pensar no futuro olvidando-se do presente e apagando o passado. O ser humano, individual e coletivamente, se faz na história de seus caminhos e na vida em sociedade, à luz dos valores que elege, por ação ou omissão, para viver e conviver” que estar pairando sempre sobre as decisões e escolhas acerca dos rumos possíveis A sustentabilidade aqui é o pilar do desenvolvimento da inovação responsável, que considera a avaliação dos riscos à saúde e segurança humana e ambientais como essencial. Desta forma, se verifica novamente a importância do princípio da precaução na qualidade de instrumento da gestão da informação,

bem como a importância da informação para uma democracia participativa, um dos pilares da sustentabilidade, que é o objetivo do desenvolvimento da pesquisa e inovação responsáveis, preocupada também com os aspectos éticos, legais e sociais.

Mais uma vez, a lição de Freitas (2012, p. 15) deve vir à tona e servir de fio condutor de nossas pesquisas: "Assim, a sustentabilidade merece acolhida, antes de mais, como princípio constitucional que promove o desenvolvimento próprio ao bem-estar pluridimensional (social, econômico, ético, ambiental e jurídico-politico), com reconhecimento da titularidade de direitos fundamentais das gerações presentes e futuras. Da ideia de sustentabilidade descendem obrigações, e, cabe destacar, em primeiro lugar, a obrigação de preservar a vida, em sua diversidade, a obrigação de se antecipar, prevenir e precaver, assegurando a boa informação a produtores e consumidores, a obrigação de responder, partilhada e solidariamente, pelo ciclo de vida dos produtos e serviços, tanto como a obrigação de contribuir para o consumo esclarecido, o trabalho decente e o acesso a moradias e transportes razoáveis."

De acordo com o documento Our Common Future - Nosso Futuro Comum, também conhecido como Relatório Brundtland, publicado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD) da ONU, em 1987, o desenvolvimento sustentável visa a dar uma qualidade de vida às presentes e futuras gerações. Foi com deste relatório que o desenvolvimento sustentável passou a ser encarado como o maior desafio e também o principal objetivo das sociedades contemporâneas, visando a continuidade da existência da vida humana no planeta. Ainda segundo a Comissão Brundtland, o desenvolvimento sustentável deve, no mínimo, salvaguardar os sistemas naturais que sustentam a vida na terra, atmosfera, águas, solos e seres vivos, sendo um processo de transformação no qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional se harmonizam e reforçam o potencial presente e futuro, a fim de atender às necessidades a aspirações humanas.

O princípio do desenvolvimento sustentável é conhecido como princípio do ecodesenvolvimento ou desenvolvimento durável ou, ainda, sustentabilidade e consta do texto constitucional brasileiro, no Artigo 170, inciso VI, CF/88 (a Ordem Econômica deverá observar, dentre outros, a defesa do meio ambiente, inclusive mediante tratamento diferenciado conforme o impacto ambiental dos produtos e serviços e de seus processos de elaboração e prestação).

O conceito de sustentabilidade foi definitivamente incorporado como um princípio, durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, a Cúpula da Terra

de 1992 - Eco-92, no Rio de Janeiro. Buscando o equilíbrio entre proteção ambiental e desenvolvimento econômico, serviu como base para a formulação da Agenda 21, com a qual mais de 170 países se comprometeram, por ocasião da Conferência. Trata-se de um abrangente conjunto de metas para a criação de um mundo, enfim, equilibrado. A Declaração de Política de 2002 da Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável, realizada em Joanesburgo, afirma que o Desenvolvimento Sustentável é construído sobre três pilares interdependentes e mutuamente sustentadores - desenvolvimento econômico, desenvolvimento social e proteção ambiental. O Projeto de Implementação Internacional (PII) apresenta quatro elementos principais do Desenvolvimento Sustentável - sociedade, ambiente, economia e cultura.

Já em setembro de 2015, 193 países da Cúpula das Nações Unidas adotaram o que ficou mundialmente conhecido como a Agenda 2030, um plano de ação com 17 objetivos globais, os - Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) - envolvendo diversos temas, como sustentabilidade, educação e direitos humanos - para serem desenvolvidos ao longo de 15 anos, para erradicar a pobreza, promover a paz e igualdade, alavancar o crescimento inclusivo e proteger o meio ambiente.

A agenda 2030 é um plano de ação para as pessoas, para o planeta e para a prosperidade, que busca fortalecer a paz universal com mais liberdade, reconhecendo que a erradicação da pobreza em todas as suas formas e dimensões, incluindo a pobreza extrema, é o maior desafio global e um requisito indispensável para o desenvolvimento sustentável. Governos, organizações internacionais, setor empresarial e outros atores não estatais e indivíduos devem contribuir para a mudança de consumo e produção não sustentáveis, inclusive via mobilização, de todas as fontes, de assistência financeira e técnica para fortalecer as capacidades científicas, tecnológicas e de inovação dos países em desenvolvimento para avançar rumo a padrões mais sustentáveis de consumo e produção.Os ODS e metas são integrados e indivisíveis, globais por natureza e universalmente aplicáveis, levando em conta as diferentes realidades, capacidades e níveis de desenvolvimento nacionais e respeitando as políticas e prioridades nacionais. As metas são definidas como ideais e globais, com cada governo definindo suas próprias metas nacionais, guiados pelo nível global de ambição, mas levando em conta as circunstâncias nacionais. Cada governo também vai decidir como essas metas ideais e globais devem ser incorporadas aos processos, nas políticas e estratégias nacionais de planejamento.

Nos documentos que versam sobre os ODS, o desenvolvimento sustentável é definido como o desenvolvimento que procura satisfazer as necessidades da geração atual sem comprometer a capacidade das futuras gerações de satisfazer as próprias necessidades. Assim, demanda um

esforço conjunto para a construção de um futuro inclusivo, resiliente e sustentável para todas as pessoas e todo o planeta, e, para que seja alcançado é preciso que se harmonizem três elementos centrais: crescimento econômico, inclusão social e proteção ao meio ambiente. Tratam-se de elementos interligados e fundamentais para o bem-estar dos indivíduos e das sociedades.

Estes três elementos se fizeram presentes, de uma forma ou de outra, em todos os excelentes e inovadores artigos que compõem esta coletânea, demonstrando que a sustentabilidade permeia as mais diversas áreas do Direito, e que pode ser compreendida comum dever fundamental de promover um desenvolvimento que envolva e se preocupe com os mais diversos aspectos éticos, sociais e ambientais.

Esperamos, como coordenadoras desta coletânea que reúne trabalhos de diferentes programas de pós graduação em Direito do Brasil, caracterizando a nossa diversidade, demonstrar que a sustentabilidade precisa estar presente nas mais diferentes áreas de estudo do Direito, preservando os direitos das atuais e futuras gerações.

Profa. Dra. Raquel Von Hohendorff – UNISINOS

Prof. Dr. Veronica Lagassi – UFRJ

Prof. Dr. Fernanda Sell de Souto Goulart Fernandes – UNIVALI

Nota Técnica: Os artigos que não constam nestes Anais foram selecionados para publicação na Plataforma Index Law Journals, conforme previsto no artigo 8.1 do edital do evento. Equipe Editorial Index Law Journal - publicacao@conpedi.org.br.

A IMPROBABILIDADE DA COMUNICAÇÃO INTER-SISTÊMICA ENTRE O DIREITO E A CIÊNCIA ACERCA DO RISCO: UMA AMEAÇA AO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DAS NANOTECNOLOGIAS?

THE IMPROBABILITY OF INTER-SYSTEMIC COMMUNICATION BETWEEN THE LAW AND SCIENCE ABOUT RISK: A THREAT TO THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF NANOTECHNOLOGIES?

Raquel von Hohendorff [1]
Daniele Weber S. Leal [2]

Resumo

A ampliação do uso das nanotecnologias é uma das novidades que vem ocorrendo no setor de produção, trazendo uma série de preocupações acerca dos riscos à saúde e meio ambiente. A observação da improbabilidade comunicacional entre o sistema do Direito e da Ciência acerca dos riscos nanotecnológicos e como isso afeta a gestão responsável e sustentável da inovação se faz necessária. Demonstra-se a indispensável imersão do Sistema do Direito na observação sobre risco nanotecnológico, contribuindo com a discussão das possibilidades e desafios que o uso das nanotecnologias já está gerando para as atuais e futuras gerações.

Palavras-chave: Nanotecnologias, Risco, Comunicação inter-sistêmica, Desenvolvimento, Sustentabilidade

Abstract/Resumen/Résumé

The expansion of the use of nanotechnologies is one of the novelties that has occurred in the production sector, bringing a number of concerns about the risks to health and the environment. It is necessary the observation of the communicational improbability between the Law system and Science about nanotechnological risks and how this affects the responsible and sustainable management of innovation. The indispensable immersion of the Law System in the observation of nanotechnological risk is demonstrated, contributing to the discussion of possibilities and challenges that the use of nanotechnologies is already generating for present and future generations.

Keywords/Palabras-claves/Mots-clés: Nanotechnologies, Risk, Inter-systemic communication, Development, Sustainability

[1] Doutora e mestra pelo PPG Direito da UNISINOS, vinculada à Linha "Sociedade, Novos Direitos e Transnacionalização"; Integrante do Grupo de Pesquisa JUSNANO(CNPq). Advogada. Professora do PPG /UNISINOS. E-mail: vetraq@gmail.com.

[2] Doutoranda e Mestra pelo PPG Direito da UNISINOS, vinculada à Linha "Sociedade, Novos Direitos e Transnacionalização"; Integrante do Grupo JUSNANO(CNPq); Especialista em Direito Público. Professora da FACCAT. Advogada. Email: weber.daniele@yahoo.com.br

"Em vez de verdades universais e imutáveis, é mais de conjecturas, hipóteses, interpretações e de narrativas que é preciso falar: longe de assentar em fundamentos absolutos, a ciência parece estar sempre em suspenso - mais suspensa do que fundada; longe de se entender por um processo cumulativo de acumulação de conhecimentos, dá o espetáculo de uma paisagem em recomposição permanente" (OST, 1999, p.328).

1 INTRODUÇÃO

O mundo na escala nano sempre existiu integrando a natureza, mas somente a partir da metade para o final do Século XX, o ser humano conseguiu acessar esta ordem de grandeza, visualizando a bilionésima parte de um metro. Observa-se no cotidiano da vida humana o consumo cada vez maior de inúmeros novos produtos com nanotecnologia, nas mais diversas áreas. Os produtos e setores onde se podem encontrar nanopartículas são: alimentação; aparelhos domésticos; medicina; petróleo; impressoras; energias renováveis; esporte e fitness; têxteis; agricultura; automotivo; construção; cosméticos; eletrônicos, bem como a utilização para fins ambientais (INTRODUCTION, 2017). Inclusive esse amplo rol é aberto devido ao processo contínuo de desenvolvimento das nanotecnologias. Tais produtos trazem a promessa de benefícios e utilidades nunca antes pensados, despertando nos consumidores e sociedade em geral a curiosidade. Desta maneira, o consumo destas criações em escala nano vêm sendo cada vez maior, com um universo de novidades despejadas no mercado diariamente.

Quanto mais larga for a utilização da nano escala na indústria, maior será a quantidade de produtos colocados à disposição do consumidor. Qual o motivo da preocupação? Por meio de equipamentos especializados, em condições de interagir com o nível atômico, se geram produtos com características físico-químicas diferentes daquelas encontradas no seu similar na escala macro. Aliado a esse aspecto, inexiste regulação específica para as nanotecnologias ao longo do ciclo de vida de um nanomaterial. As Ciências Exatas, dentre as quais se sublinha: a Engenharia, a Química, a Física, a Biologia e outras, ainda não conseguiram calibrar a metodologia para a avaliação da segurança dos produtos desenvolvidos à base da nano escala; se desconhece o número de nanopartículas já produzidas pela ação humana, as denominadas nanopartículas engenheiradas.

Os riscos são, em grande parte, desconhecidos e os danos futuros incertos, mas a decisão precisa ser realizada no presente, através da utilização destas novas ferramentas surgidas pela incorporação da ideia de que o conhecimento não poderá mais ficar aprisionado

nos limites herméticos de cada campo do saber. Desta forma, é neste tempo em que se deve observar e construir modelos jurídicos permeados tanto pela certeza quanto pela incerteza em relação às expectativas sociais que são continuamente frustradas / satisfeitas por meio da complexidade social em permanente incremento (ROCHA, MARTINI, 2016).

Assim, o avanço das nanotecnologias, num conjunto crescente de aplicações, começa a integrar o cotidiano da sociedade brasileira e mundial. Por outro lado, as pesquisas e os produtos, que advirão desta intervenção humana nas forças naturais, exigirão a atuação dos diferentes sistemas, com a avaliação dos impactos sociais, éticos e regulatórios emergentes, suportados por um modelo de inovação que deverá ser responsável e sustentável, pois há incerteza quanto aos riscos nanotecnológicos.

Em relação ao objetivo, pode-se mencionar a observação da questão da improbabilidade comunicacional entre o sistema do Direito e da Ciência acerca dos riscos nanotecnológicos, bem como o quanto isso afeta a gestão responsável e sustentável da inovação

Para desenvolver este trabalho usar-se-á a perspectiva metodológica sistêmico-construtivista, a fim de observar como as bases jurídicas poderão ser desenvolvidas e comunicadas independente da sua conexão com o Poder Legislativo, fomentando a comunicação inter-sistêmica com o Sistema da Ciência.

O método sistêmico-construtivista considera a realidade como uma construção de um observador, analisando todas as peculiaridades implicadas na observação. É e um método que parte de uma observação complexa de segunda-ordem, pressupondo reflexões que são estabelecidas a partir de um conjunto de categorias teóricas, próprias da Matriz Pragmático-Sistêmica, que guardam uma coerência teórica auto-referencial. Trata-se de uma estratégia autopoiética de reflexão jurídica sobre as próprias condições de produção de sentido, bem como as possibilidades de compreensão das múltiplas dinâmicas comunicativas diferenciadas em um ambiente complexo, como é o gerado pelas nanotecnologias.

Além disso, essa abordagem pressupõe a compreensão do Direito enquanto um sistema social autopoiético, cujas operações são comunicativas, desenvolvidas através de processos de tomada de decisões elaborados no interior de certa organização jurídica. Um sistema que se constitui como uma parcela do ambiente da sociedade, também compreendida aqui com um sistema autopoiético.

Desta forma, o problema de pesquisa que se pretende responder pode ser assim definido: sob quais condições o Sistema do Direito, pode lidar com a improbabilidade da comunicação inter-sistêmica entre o Direito e a Ciência, frente ao desafio que os riscos nanotecnológicos representam para a gestão sustentável da inovação nanotecnológica?

2 UMA BREVE APRESENTAÇÃO DAS NANOTECNOLOGIAS: DO QUE SE TRATA TUDO ISSO?

A nanotecnologia é o conjunto de ações de pesquisa, desenvolvimento e inovação, 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. Atualmente, a tecnologia em escala nano traz consigo muitas incertezas, especialmente concernentes aos riscos altamente nocivos à saúde e ao meio ambiente (DURÁN,MATTOSO, MORAIS, 2006). Assim, é necessária uma configuração textual sobre a nanotecnologia, um dos tipos de inovação tecnológica da pós-modernidade, destacando sua origem, o que realmente é, seus usos na atualidade, os setores produtivos envolvidos e os investimentos mundiais atuais neste campo de inovação.

A nanotecnologia exibe um alto grau de interdisciplinaridade. Biólogos, químicos, físicos, médicos e engenheiros contribuem com suas experiências e idéias para gerar aplicações e produtos inovadores para a sociedade.

A nanotecnologia é um campo fundamental e de propósito geral de ciência e tecnologia para todos os setores da economia que lidam com matéria e biossistemas, pois a tecnologia da informação é uma tecnologia de propósito geral para comunicação e computação. Duas outras tecnologias fundamentais que surgem no início do século XXI são tecnologias biotecnológicas e cognitivas. Estas são as quatro megatendências fundamentais em ciência e engenharia no primeiro quarto do século XXI. Novos campos específicos de ciência e tecnologia são criados continuamente na confluência, pelo *spin-off* e recombinação dos quatro campos fundamentais do nano-bio-info-cognitivo (ROCCO, 2016).

A nanotecnologia pode ser definida como a ciência da manipulação de matéria na escala nanométrica, a fim de descobrir novas propriedades e assim produzir novos produtos. Nos últimos 30 anos, uma quantidade considerável de interesse científico e financiamento de pesquisa e desenvolvimento dedicado à nanotecnologia levou a desenvolvimentos rápidos em todas as áreas de ciência e engenharia, incluindo química, materiais, energia, medicina, biotecnologia, agricultura, alimentos, dispositivos eletrônicos e produtos de consumo. Somente nos EUA, o governo federal gastou mais de US $ 22 bilhões em pesquisa em nanotecnologia desde 2001 (CHENG, 2016).

A *Organisation for Economic Co-Operation and Development* (OCDE) define a nanotecnologia como um "[...] conjunto de tecnologias que permitem a manipulação, estudo ou

exploração de estruturas e sistemas muito pequenos (geralmente menos de 100 nanômetros)". (OCDE, 2017).

Os avanços nas áreas de nanociência e nanotecnologia resultaram em inúmeras possibilidades para aplicações de produtos de consumo, muitas dos quais já migraram de bancos de laboratório para prateleiras de lojas e sites de comércio eletrônico. Os nanomateriais foram cada vez mais incorporados aos produtos de consumo, embora a pesquisa ainda esteja em andamento sobre seus potenciais efeitos no meio ambiente e na saúde humana (VANCE, 2015).

Atualmente verifica-se que além de um aumento muito grande nos produtos a cada mês que passa, a nanotecnologia vai sendo inserida diariamente na vida em sociedade, desde produtos cosméticos (protetor solar, creme antirrugas), shampoos, até mesmo produtos domésticos (bebedouro d'água) e medicamentos, indústria bélica, dentre outras várias áreas (INTRODUCTION, 2017). O campo das nanotecnologias está avançando rapidamente e deverá impactar em praticamente todas as facetas globais da indústria e da sociedade. A padronização internacional em nanotecnologias deve contribuir para que se perceba o potencial desta tecnologia através do desenvolvimento econômico, melhoria da qualidade de vida e para a melhora e proteção da saúde pública e do meio ambiente. Pode-se esperar que muitos nanomateriais recém-fabricados entrem no mercado e nos locais de trabalho (ISO, 2017). Esta rápida transição dos laboratórios para as fábricas e, a partir da produção em grande escala, para o mercado consumidor, reside um importante foco de possibilidade de riscos não adequadamente avaliados e conhecidos. Vale dizer: é uma face a ser observada pelo Sistema do Direito.

3 E OS RISCOS?

O momento atual vivido pela comunidade humana traz novidades e desafios, muitos dos quais sem precedentes e, por isso, com consequências - positivas e negativas - incalculáveis. Sem dúvida, a imaginação criativa humana viabiliza a projeção e o desenvolvimento de artefatos que poderão ser muito úteis, possibilitando uma vida mais confortável. No entanto, o motor da imaginação - que se tem denominado de inovação - tem levado o ser humano a ingressar em campos, desde sempre existentes na natureza, mas acessíveis ao ser humano justamente como decorrência da *inquietante natureza humana*.

Embora hoje os benefícios das nanotecnologias dominem o nosso pensamento, o potencial desta tecnologia para resultados indesejáveis na saúde humana e no meio ambiente não deve ser menosprezado, eis que, em razão do tamanho os materiais passam a ser regidos

por leis físicas muito diferentes daquelas com as quais a ciência está habituada, abrindo possibilidades de que as nanopartículas apresentem maior grau de toxicidade do que em tamanhos maiores, esta é a razão pela qual existe a necessidade de se avaliar os riscos que existem decorrentes da manipulação, desenvolvimento e aplicação destas novas tecnologias, observando a toxicidade, os métodos apropriados para testes em toxicidade, bem como os impactos na saúde humana e ambiental (HOHENDORFF, ENGELMANN, 2014).

Quanto mais cedo for possível desenvolver as avaliações tecnológicas robustas sobre os produtos com nanomateriais, com a participação de engenheiros, biológicos, cientistas do solo, agricultores e cidadãos preocupados, mais cedo, se entenderá o que a nanotecnologia pode fazer bem e com segurança, e que ela não pode fazer bem e com segurança para o nosso planeta. Materiais em nanoescala podem ser biologicamente mais ativos do que os materiais em tamanho macro, e possuem capacidade única de interagir com proteínas e outros elementos funcionais biológicos essenciais.

Até agora, ainda não foram observados efeitos adversos a longo prazo sobre a saúde em seres humanos. Isso pode ser devido à recente introdução dos nanomateriais, a abordagem preventiva para evitar a exposição e preocupações éticas sobre a realização de estudos em seres humanos. Isto significa que, com exceção de alguns materiais onde estudos humanos estão disponíveis, as recomendações de saúde devem basear-se na extrapolação da evidência de estudos *in vitro*, animais ou outros de campos que envolvem exposição a partículas de nanoescala, como poluição do ar, para avaliar os possíveis efeitos nos seres humanos (WHO, 2017).

O campo dos nanomateriais está se movendo rapidamente, como novos materiais, novas aplicações para os materiais já existentes e novos métodos para produção de nanomateriais. No entanto, a avaliação do risco associado à exposição aos nanomateriais e a caracterização dos riscos não acompanharam os avanços em nanotecnologia. Vale dizer, há mais perguntas do que respostas (BUZBY, 2010). 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. Para a avaliação desses aspectos, deverão ser aperfeiçoados e desenvolvidos testes que busquem identificar: a) suas propriedades físico-químicas; b) seu potencial de degradação e de acumulação no meio ambiente; c) sua toxicidade ambiental; e d) sua toxicidade com relação aos mamíferos (ABDI, 2010). Como há um crescente interesse na produção de nanomateriais, deve-se considerar o potencial destes materiais como contaminantes ambientais.

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 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? 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 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.

Uma vez que o Sistema da Ciência e o do Direito não possuem os mesmos entendimentos acerca de risco e perigo, a questão dos riscos nanotecnológicos, justamente por conta de suas características, torna a comunicação entre estes sistemas, acerca deste tema, ainda mais improvável. Desta forma, caracterizar-se-ão as improbabilidades da comunicação inter-sistêmica entre os Sistemas da Ciência e do Direito e os desafios para o manejo dos riscos nanotecnológicos de uma forma sustentável.

4. A IMPROBABILIDADE DA COMUNICAÇÃO ENTRE O SISTEMA DO DIREITO E O SISTEMA DA CIÊNCIA E OS DESAFIOS PARA LIDAR COM OS RISCOS NANOTECNOLÓGICOS DE FORMA SUSTENTÁVEL

O risco pode ser considerado uma espécie de vínculo com o futuro, mas não se pode deixar de compreender que a alternativa em relação ao risco não é a segurança e sim outro risco. Desta forma, a observação da improbabilidade da comunicação inter-sistêmica (Ciência e Direito) sobre risco é uma maneira de atender a necessidade de a pesquisa jurídica preocupar-se e observar o risco na sociedade atual.

Conforme Luhmann (2006), a técnica não é de forma alguma o único caso de uma decisão arriscada. Sem dúvida, no caso das altas tecnologias (e aqui obviamente Luhmann não

vislumbrava a questão das nanotecnologías e seus riscos, considerando-se que o texto foi escrito em 1991) resulta evidente que o risco se converte em algo reflexivo. Isto é precisamente o que, no contexto da comunicação de risco, dá à técnica o seu significado exemplar e paradigmático. O procedimento de simplificação e isolamento que contém o risco de não operação é novamente usado para eliminar ou enfraquecer esses riscos.

Tomar uma decisão implica na possibilidade de que as consequências ocorram de maneira diferente. Desta forma, as tomadas de decisão precisam que se "[...] trabalhe o risco, que se trabalhe o processo de decisão, que se trabalhe antecipação, estratégias, planejamento, economia, ou seja, é preciso que os operadores do Direito conheçam isso, o risco".(ROCHA, 2001, p.136).

Interessante perceber que a tomada de decisão é uma característica própria do Sistema do Direito, notadamente quando se vislumbra-o pelo viés do Direito Processual, na perspectiva do litígio, mas, por outro lado, com um destaque crescente, a decisão que se toma extrajudicialmente, a fim de evitar o ingresso no Poder Judiciário.

Novamente, ao analisar o papel do Direito e o risco, Rocha (2013) deixa explícita sua opinião no sentido de que concorda com Luhmann acerca da necessidade da pesquisa jurídica ser dirigida para uma nova concepção da sociedade, centrada no postulado de que o risco é uma das categorias fundamentais para a observação, conforme já exposto também ao longo deste trabalho.

A preocupação com os riscos das novas tecnologias tornou-se objeto de preocupação da opinião pública apenas quando estes riscos passaram a ser comunicados à sociedade, especialmente acerca dos danos incontroláveis. Riscos são sempre eventos que estão ameaçando. Sem técnicas de visualização, sem formas simbólicas, sem meios de comunicação, etc., os riscos não são nada (ENGELMANN, 2017). Convém ressaltar que os riscos/perigos das nanotecnologias são maiores, mais abrangentes que os riscos/perigos ecológicos, eis que podem gerar ressonâncias nos mais diferentes sistemas sociais, de inúmeras formas diferentes.

Necessário se faz mencionar que no atual momento de conhecimento do Sistema da Ciência, existe o desconhecimento das possíveis reações das nanopartículas no meio ambiente, e é justamente na interação entre o meio ambiente e suas variáveis (que são controladas em estudos *in vitro* e *in vivo* desenvolvidos em laboratórios) que as nanopartículas poderão apresentar características de maior toxicidade.

O uso de nanotecnologia e materiais avançados promete revolucionar muitas áreas da tecnologia e melhorar nossa vida diária, sendo esperados muitos efeitos positivos sobre o

meio ambiente, seja diretamente, desenvolvendo novas tecnologias para remediação de poluição ambiental, técnicas de filtragem ou geração de energia, ou indiretamente, por exemplo, economizando recursos devido ao menor consumo de matérias-primas, ou menor consumo de energia e combustível devido ao menor peso de veículos. No entanto, os efeitos benéficos das novas tecnologias são muitas vezes confrontados com preocupações quanto à segurança de novas substâncias ou materiais.

Sobre risco e comportamento arriscado e ainda sobre a comunicação do risco na sociedade atual, De Giorgi (1991, p. 247-248) aborda também a questão dos tomadores de decisão

> Na sociedade industrial moderna não há escolha entre comportamento arriscado e comportamento seguro, senão só a eleição entre diversas formas de risco com uma distribuição de vantagens e desvantagens e de destinatários das vantagens e destinatários das desvantagens. O problema fundamental da comunicação sobre o risco, portanto, não é um problema relativo à determinação de formas racionais ou até seguras do comportamento; trata-se antes de esgotar a diferença ente aqueles que tomam as decisões e aqueles que tem interesse nessas decisões. Para aquele que toma uma decisão é inevitável o risco, sob condição de que não se queira renunciar a todas as vantagens que derivam de um compromisso com respeito à ação: para aqueles que são interessados pela decisão, que não participam na decisão, trata-se, ao contrário, de um perigo que a eles lhe chega do exterior. Como demonstram investigações conduzidas, no geral, sobre a percepção do risco, a atitude em relações a danos futuros incertos é muito diferente quando se considera o dano como possível consequência do próprio comportamento e que se lhe impute à outra parte.

De todo o exposto até aqui, ressalta-se a comunicação dos riscos, lembrando que a comunicação é o elemento central da sociedade e só existe enquanto sistema social e unicamente dentro dos sistemas sociais como didaticamente explica Luhmann (2010, p.83):

> Los sistemas sociales están constituidos por comunicaciones. La comunicación es aquella operación autopoiética que se refiere recursivamente a sí misma, en sentido retrospectivo y prospectivo, y así produce sistemas sociales. La comunicación, entonces, sólo existe como sistema social y en los sistemas sociales únicamente. La sociabilidad no es un hecho dado, independiente de la comunicación (por ejemplo, como propiedad del ser humano).

Assim, a sociedade como sistema social se constitui e se sustenta por intermédio da *comunicação*, que depende da linguagem, das funções, da diferenciação e das estruturas, gerando desta maneira a evolução social (ROCHA, 2013)

Para Luhmann (2006, p.40) a análise social se ocupa unicamente da comunicação: "Comunicación y no otra cosa es la operación con la que la sociedad como sistema social se produce y reproduce autopoiéticamente".

Apenas uma fração do que é cientificamente possível é percebida. A maioria não é viável economicamente, legalmente ou politicamente e por tanto, depende da comunicação inter-sistêmica, para que a tomada de decisões acerca destes tópicos possa ocorrer dentro de cada sistema responsável por cada área, diferenciados funcionalmente, portanto, e de acordo com seus próprios códigos. Aqui, em relação à comunicação das nanotecnologias, cabe lembrar do que Drexler (2013) menciona: O que é possível, no entanto, dependerá do estado de opinião, e as opiniões, à medida que se formam, são moldadas pela conversa. Uma agenda de ação, portanto, começa com a conversa.

Conforme Luhmann (1989), os efeitos da propagação de contingência e, além dos problemas que eles criam por si mesmos, outros sistemas ainda não estão em posição de ter que querer o que é tecnicamente possível. Nessa situação, a capacidade de rejeitar o que é tecnicamente possível ganha grande importância. Pode ser usado contra a criação de riscos ecológicos tanto quanto na seleção de medidas corretivas. É mais provável, no entanto, que seja praticado na economia com vista à rentabilidade econômica, em lei de acordo com critérios de direito existente e em política por razões de oportunidade política. Desta forma, mais uma vez fica clara a diferenciação funcional dos sistemas e seus fechamento operacional, que somente é viável em função de cada código binário, de cada sistema.

Sobre o sistema da ciência e risco, Luhmann (2006, p.269) explica que

> La ciencia habla acerca de sí misma como si se tratara de un tercero. Constará que se ele percibe como algo arriesgado y peligroso, como si no fuera asunto suyo. Por ello tampoco ve ninguna razón para cuestionar si en última instancia la misma investigación sobre el riesgo es o bien arriesgada o bien peligrosa, al aportar, por ejemplo, argumentos para en el futuro las investigaciones mejor se suspendan o, por lo menos, se regulen y así se limiten, a costa de la autonomía del sistema científico. Y esto puede tener como consecuencia que el verdadero conocimiento (incluyendo el conocimiento acerca de la peligrosidad del verdadero conocimiento) en caso necesario no está a la disposición y que entonces uno se viera obligado a la improvisación o, también, a tomar una decisión impresionista.

Será através de uma observação de segunda ordem que se poderá observar os riscos que não podem ser previstos por outro sistema. Os riscos do progresso científico são bem trabalhados (prognosticados) pela ecologia, mas para o Sistema do Direito esses riscos não podem ser observados senão através da observação das observações da ecologia (SIMIONI, 2011).

Lembrando aqui que os riscos nanotecnológicos envolverão algo maior que os riscos ecológicos, eis que poderão ter ressonância em inúmeros sistemas, com consequências ainda talvez nem imaginadas, nem pelo sistema da ciência, e tampouco pelo da economia e do Direito.

Luhmann (2006) explica a sociedade por meio da existência de sistemas sociais que são autônomos, com racionalidades próprias e que operam de acordo com essas racionalidades, de modo que são autônomos e autossuficientes em relação ao meio, sem relações diretas com os outros sistemas sociais (fechamento operacional). Os sistemas podem sofrer irritações, que serão processadas segundo a funcionalidade interna do sistema, dando origem às chamadas ressonâncias (resultado da irritação do entorno e dos demais sistemas parciais).

Sobre uma comunicação ambientalmente relevante inter-sistêmica e uma antecipação frente aos possíveis resultados negativos das ações humanas, precisa-se de uma comunicação em que se realize uma espécie de ponderação entre os interesses coletivos (que também envolvem a preservação do meio ambiente, a sustentabilidade e a equidade intergeracional) e as pressões de uma economia (WEYERMÜLLER, 2010).

Ocorre que, esta comunicação para além do sistema da Ciência, assim como a que se pretende, para além do sistema do Direito, ou seja, comunicações inter-sistêmicas precisam, além e acima de tudo reduzir as improbabilidades da comunicação, bem apresentadas por Luhmann (2001) e depois também abordadas por Rodrígues Mansilla e Opazo Bréton (2007).

Luhmann (2007, p. 45-146) explica que a comunicação é uma síntese de três seleções: a) informação; b) dar a conhecer a informação; e c) entender a informação. Uma informação é uma diferença que produz diferença em um sistema. Por que é isso e não outra informação que faz a diferença no sistema? Por que isso foi escolhido e não outras informações para dar-a-conhecer? Por que alguém deveria se preocupar em dar a conhecer algo assim a alguém e por que alguém e precisamente por que essa pessoa? Por que foi escolhido dar-de-conhecer dessa forma a informação? Por que alguém deveria prestar atenção à outra pessoa dar-a-conhecer e também tentar entender a informação que eles querem expressar?

Assim, a comunicação é o resultado de três seleções que reúnem*: uma informação, o modo de fazê-la conhecer e uma compreensão,* a partir da relação entre Alter e Ego. Desta forma, a comunicação plena é a união, a síntese destas três seleções e somente ocorre quando o Ego seleciona a compreensão, o que, naturalmente, inclui a incompreensão. Desta forma, a explicação de Rodríguez Mansilla (2010, p.14-15) auxilia na elucidação das partes que compõem o processo de comunicação:

> La comunicación no consiste em una transmisión de alguien a alguien, como pretende la persistente teoria del a acción, sino la síntesis de três elecciones que tiene lugar en la presencia de *alter* y *ego*, pero que no consiste de las acciones de éstos. La comunicación, portanto, es um fenómeno emergente que caracteriza el

> passo del nivel psicológico individual al nivel social en que los indivíduos quedan formando parte essencial del entorno.
> Las três selecciones cuyas síntesis configura la comunicación son:
> a) Selección de una información: *Alter* debe seleccionar entre las informaciones de que dispone cuál es la que desea compartir con *Ego*. [...].
> b) Selección de um modo de darla-a-conocer: *Alter* selecciona el medio-oral, escrito, digital - en que va a dar-a-conocer la información seleccionada. [...].
> c) Selección de una comprensión: *Ego* selecciona lo que entiende de lo que ha escuchado o leído. [...]. (grifo do autor).

Após a superação e compreensão das três seleções necessárias para que ocorra a comunicação, passa-se a analisar as três improbabilidades de ocorrência da comunicação. Existem problemas e dificuldades que a comunicação precisa conseguir superar para que se torne possível. Assim, sãos 3 (três) as improbabilidades da comunicação que precisam ser precisam ser superadas: a) *improbabilidade de que o outro entenda.* É improvável que alguém entenda o que o outro quer dizer, eis que cada um se utiliza de alguma forma de interpretação o que chega a si. Como existem inúmeras formas de entender, sempre é necessário que se opte por alguma delas, e, assim, é muito improvável que essa versão coincida exatamente com aquilo que quem falou desejava dar a conhecer; b) *a impossibilidade de alcance além do círculo dos presentes.* É improvável que a comunicação que ocorre na presença física dos interlocutores chegue a mais pessoas. Mesmo que o avanço da tecnologia da sociedade contemporânea tem tentado contribuir para a redução desta improbabilidade, mas, paradoxalmente, ela tem aumentado (DAMACENA, HOHENDORFF, 2016). Mesmo que a comunicação ocorra com transmissores móveis, é improvável que tenha a atenção devida, eis cada indivíduo tem seus próprios interesses; e c) *a improbabilidade que o outro aceite a proposta contida na comunicação* é a última das três etapas da improbabilidade da comunicação (LUHMANN, 2001) A decisão de aceitar ou não uma mensagem está ligada a fazer uma seleção e à tomada de decisão. Essas três improbabilidades se reforçam mutuamente, de modo que, quando alguma se torna menos improvável, as outras aumentam sua improbabilidade: se o outro é entendido, os motivos para se recusar a aceitar aumentam; se consegue-se alcançar pessoas que não estão presentes, a probabilidade de sua incompreensão e rejeição aumenta. Além disso, ao melhorar a probabilidade de alcançar aqueles que não estão presentes, as condições para se afastarem aumentam e assim, aumenta-se a segunda improbabilidade (RODRÍGUES MANSILLA, OPAZO BRÉTON, 2007).

A sociedade é comunicação, assim, tudo o que se comunica faz parte da sociedade ou é sociedade. Possui uma clausura autorreferencial, e assim, tudo que deve ser substituído ou mudado, em seu interior, precisa ocorrer a partir de seu próprio interior. É assim que a sociedade comunica, se transforma e se complexifica. Deste modo, não há como pensar

sociedade sem comunicação.É unicamente a comunicação que diferencia a sociedade de seu entorno e, logo, dos demais sistemas.

Assim, Luhmann (2001, p.71) menciona que a comunicação só pode ser entendida como a disseminação da informação dentro de um sistema - como uma disseminação que utiliza a informação para conduzir à informação e desta forma muda a informação bem como o estado do meio no qual a informação cria formas. A comunicação é a criação de uma realidade emergente, nomeadamente da sociedade, que, por seu lado, assenta na reprodução contínua da comunicação pela comunicação. Esta pode ser a causa de efeitos de união nos sistemas conscientes individuais tanto como de irritações, dissociações e rejeições, passageiras ou permanentes. Retornando então à questão da comunicação entre sistemas, e ao fato de que toda a pesquisa séria deve ter esse caráter de transdisciplinaridade, cabe lembrar que "[...] não é nada fácil analisar o Direito de um ponto de vista transdisciplinar. O Direito parece ser algo muito diferente da Física, da Biologia, estando distante destas questões mais voltadas à Terra, à natureza". (ROCHA, 2006, p. 181). Rocha (2006, p. 189) ainda explica que não se pode observar o Direito somente como Direito

> Mas para se observar o Direito, não posso observá-lo somente como Direito, tenho que vê-lo imbricado, envelopado com as outras áreas do conhecimento. Porém, é preciso observar-se isso, não como numa situação caótica, onde não sei bem os limites do que seja Direito, biologia ou política. Precisa-se realizar uma observação com certos critérios. Ou seja, é preciso observar-se o Direito dentro de uma sociedade complexa. Se não se observar o Direito dentro de uma sociedade complexa, não se observa nada. E digo mais, não há outra alternativa.

Em relação à transdiciplinaridade necessária, os saberes são de todos, e de ninguém, são construídos pela contingência dos momentos históricos, sociais, culturais, da vida, do cotidiano, e aí é que está toda a sua beleza e intensidade

Desta maneira, a busca de respostas aos desafios surgidos do uso das nanotecnologias e dos riscos nanotecnológicos. "[...] envolverá, necessária e impreterivelmente, diferentes áreas do conhecimento, sempre guiadas pelos princípios constitucionais, colocando a proteção do homem e do ambiente como prioridade" (ENGELMANN, FLORES, WEYERMÜLLER, 2010, p. 131).

Para Luhmann a comunicação é um elemento fundamental da sociedade, mas também é tida como altamente improvável, dependente do ato de comunicar, da informação e compreensão para se realizar. A dificuldade de comunicação entre os sistemas passa pelo fato de cada um reorientar suas operações segundo o seu código e sua autopoiese própria. A informação emitida por um sistema se mostra diferente do código do receptor. Assim, uma

comunicação jurídica pode não significar nada para o sistema da Ciência ou da economia. Normalmente a comunicação do sistema jurídico só tem efeito e sentido para o próprio sistema, a menos que consiga uma ressonância capaz de ser compreendida a partir do código de outro sistema, o que pode ser possibilitado pelo acoplamento estrutural. Desta forma, o Direito não se comunica de maneira direta com a política, com a educação, com a ciência, eis que não falam a mesma língua.

Uma vez que a comunicação entre os sistemas é improvável e existindo dificuldades em se adaptar aos riscos nanotecnológicos, a clausura sistêmica que dificulta essas ressonâncias entre os sistemas, ao mesmo tempo garante uma operação específica para cada sistema e assim preserva a sua identidade (ROCHA, WEYERMÜLLER, 2014), precisa-se criar mecanismos que possibilitem essa comunicação entre os sistemas, objetivando uma maior sustentabilidade da inovação nanotecnológica.

Ainda, conforme Rocha (2006, p. 192-193)

> Um biólogo tem que comunicar dentro do seu próprio sistema. Portanto o problema pode ser direcionado na procura de um novo tipo de comunicação: biológica e jurídica. Daí a proposta de um biodireito, por exemplo. O conceito de biodireito está em elaboração como uma ponte simbólica com esse objetivo. Do mesmo modo já se está inventando o conceito de desparadoxização. É relevante a invenção. Assim sendo, biodireito é uma palavra inteligente nesse sentido, porque abre para a construção simbólica de algo que seria impossível, por isso possível. O biodireito, desde uma interpretação tradicional, dogmática, não é possível, sendo impossível. Somente do ponto de vista autopoiético é possível o biodireito, também seria possível falar em bioética.

Da mesma forma que Rocha menciona que a construção do biodireito é impossível e por isso possível, intenciona-se observar que a práticas preocupadas com a sustentabilidade como a gestão dos riscos durante o processo de decisão, possam ser um possível acoplamento estrutural entre o sistema da Ciência e do Direito, de modo a permitir uma gestão mais adequada do risco nanotecnológico, comunicando entre os sistemas as ideias de risco, de modo a pensar-se, sustentavelmente, o futuro das nanotecnologias. Como o Direito e a ciência se tratam de sistemas autopoiéticos, funcionalmente diferenciados, a comunicação entre eles é complexa e envolve acoplamentos estruturais.

Um acoplamento estrutural seria uma espécie de ponte, entre dois sistemas, uma ligação comum, possibilitando o acoplamento de subsídios de um sistema ao outro, quando necessário, ou seja, "[...] el acoplamento estructural consiste en una adaptación permanente entre sistemas diferentes, que mantienen su especificidad". (LUHMANN, 2005, p. 36) Pensando-se em riscos nanotecnológicos, esta ideia seria extremamente importante, pois

possibilitaria uma via de duas direções entre o sistema do Direito e da Ciência acerca dos riscos, e permitiria a criação coletiva de mecanismos, frente a inexistência de regulação, para o desenvolvimento sustentável de novos nanoprodutos.

Ainda sobre o conceito de acoplamento estrutural, Luhmann (2006, p. 13) esclarece que

> El modelo autopoiético es circular, por lo que no tiene sentido hablar ni de causas ni de efectos. Todo lo que ocurre en un sistema se encuentra determinado por su propia organización y no por las perturbaciones provenientes del medio ambiente. El sistema autopoiético no es teleológico - no opera en función de un fin -, se encuentra asociado a una historia mutua de cambios concordantes con el entorno. A este procedimiento se le llama 'acoplamiento estructural'.

A comunicação entre sistemas é um fenômeno extremamente complexo na sociedade e, pode- se dizer que se trata de uma comunicação tão contingente quanto o número de sistemas sociais. Sobre esta comunicação, com relação ao sistema do Direito, questão perpassa tanto pelo meio através do qual o sistema jurídico produz informações ao ambiente tanto quanto pela forma que essas informações são assimiladas ao ambiente social (SIMIONI, 2011).

O Direito em conjunto com áreas técnicas, precisa desenhar caminhos para que os cientistas percebam e se preocupem não somente com os riscos atuais mas também com os riscos para as futuras gerações, em relação ao desenvolvimento e aplicações de novas tecnologias. O Direito não determina o que ocorre na sociedade, ele apenas estimula os outros sistemas que compõe seu ambiente emitindo informações e, essas, para que alcancem o sucesso desejado pelo sistema jurídico precisam causar a ressonância adequada, principalmente no Sistema Econômico e, pensando-se em riscos nanotecnológicos, mais ainda, no Sistema da Ciência.

Em relação à necessária comunicação inter-sistêmica entre Direito e Ciência, especialmente em relação às novas tecnologias, Haack (2009) menciona que a ciência agora permeia quase todos os aspectos da vida moderna. Todos os aspectos da vida moderna, incluindo, é claro, o sistema jurídico. Expõe ainda que os processos judiciais agora geralmente dependem significativamente dos depoimentos científicos, e os conselheiros científicos contribuem significativamente para a tomada de decisões regulatórias. Ainda, quanto às decisões acerca dos riscos de disponibilizar este ou aquele medicamento ou pesticida, ou os efeitos em longo prazo de represar aquele rio ou de confiar nessa fonte de energia do que essa; entende não se tratarem de próprias questões científicas e sim a serem decididas por outros sistemas. Finaliza informando que o que o sistema da ciência quer é, na

medida do possível, impedir que coisas perigosas entrem no mercado e fazer isso sem desencorajar a produção de material útil e inofensivo; e, ainda garantir que, se coisas perigosas forem levadas ao mercado e as pessoas forem danificadas, as vítimas serão atendidas e o perigo de futuras lesões rapidamente evitado.

O que se encaixa perfeitamente na discussão aqui estabelecida acerca da comunicação inter-sistêmica dos riscos nanotecnológicos e na necessidade de buscar-se uma possível solução unindo estes dois sistemas. Assim, em relação aos riscos nanotecnológicos as "[...] áreas técnicas envolvidas deverão valer-se das Ciências Humanas, 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. 130).

Desta forma, em busca de uma maior sustentabilidade no desenvolvimento das nanotecnologias e de forma a reduzir as improbabilidades comunicacionais entre os diferentes sistemas é que se faz necessária a gestão dos riscos das nanotecnologias ao longo de todo o seu ciclo de vida, desde o seu desenvolvimento até a destinação final, objetivando assim que a investigação e detecção precoce dos riscos possa ser aplicada como uma ferramenta que facilite a comunicação, bem como a produção de nanomateriais de forma ecológica e inovadora. Um exemplo mais palpável desta aplicação de gestão de riscos é que 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.

5 CONCLUSÃO

Hoje existem aeronaves mais resistentes e mais leves, cimento auto-reparador capaz de mudar a cor, cristais auto-limpantes e materiais que imitam a estrutura interna dos seres vivos e, embora pareçam produtos de ficção científica, eles são uma realidade graças à nanotecnologia, uma ciência que está expandindo o horizonte dos materiais para lugares desconhecidos.

Terminando, mas não exaustivamente encerrando a necessária imersão do Sistema do Direito na discussão sobre risco nanotecnológico, lembrando das palavras de Ost (1995, p.389) que menciona que é necessário "[...] sobretudo, não concluir, resistindo à tentação da última palavra, esse traço feito no final de páginas acumuladas. Rejeitar esse desejo de encerramento que tranquiliza, julgando tudo reunir". Assim, este trabalho é mais um passo rumo à discussão das possibilidades e desafios que o uso das nanotecnologias poderão gerar.

As nanotecnologias vêm sendo destacadas como uma área inovadora com inúmeros potenciais inclusive para contribuir positivamente para a busca da sustentabilidade e assim, atraem cada vez mais investimentos, mas, ao mesmo tempo, as dúvidas e incertezas acerca dos riscos nanotecnológicos permanecem. São promessas benéficas de avanço na medicina, na remediação ambiental, e tantas outras áreas. Os benefícios são elevados, porém, existem dversos resultados de pesquisas divulgados pelo Sistema da Ciência que acendem um sinal de alerta no que se refere à saúde humana e ao meio ambiente. Assim, na contramão deste viés positivo, observa-se o cenário de risco, com alertas da comunidade científica que trazem para o debate o risco de danos jamais vistos na interação das nanopartículas com o ecossistema, de modo que se faz necessário impor certo grau de precaução, e estabelecer diretrizes mínimas de segurança, a fim de proteger as presentes e futuras gerações. O cenário das nanotecnologias exigirá a tomada de decisão perspectivada no presente e futuro.

A impossibilidade de intervenção externa por parte de cada sistema, no caso o do Direito, demonstra o grande desafio da comunicação inter-sistêmica que passa pelas múltiplas interações comunicacionais. Ainda, quanto à comunicação inter-sistêmica do risco, entre sistema da Ciência e do Direito, necessário se faz tratar da gestão dos riscos durante o processo de decisão no ambiente complexo da sociedade atual, inclusive com a devida ressalva à necessidade de se avaliar os riscos ao longo de todo o ciclo de vida dos nanomateriais, desde o berço até o túmulo, caso a caso, de modo que seja viabilizada uma produção sustentável destes materiais, também preocupada com o futuro do ambiente, com a qualidade de vida e com a equidade intergeracional.

Uma vez que o conhecimento disponível para definir todos os possíveis riscos associados aos nanomateriais ainda é pouco explorado, se torna imprescindível a gestão dos riscos para que as decisões possam projetar a redução deles. Portanto, a análise dos produtos ao longo de todo o seu ciclo de vida, desde o nascimento até o túmulo, se faz absolutamente necessária para a geração dos dados necessários para uma avaliação ambiental mais completa possível, dentro do atual estado da arte do conhecimento

Desta forma, o problema de pesquisa apresentado: sob quais condições o Sistema do Direito, pode lidar com a improbabilidade da comunicação inter-sistêmica entre o Direito e a Ciência, frente ao desafio que os riscos nanotecnológicos representam para a gestão sustentável da inovação nanotecnológica, tem como resposta que, somente frente a uma adequada gestão de riscos, que necessita obrigatoriamente de um trabalho realizado entre diferentes áreas do conhecimento (transdiciplinaridade) será possível a redução das improbabilidades da comunicação e, desta forma, uma maior, mais intensa e profícua

comunicação entre os sistemas da Ciência e do Direito, objetivando o desenvolvimento das inovações nanotecnológicas de forma sustentável.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (ABDI). **Estudo prospectivo nanotecnologia**. Brasília, DF, 2010. (Série Cadernos da Indústria ABDI, v. 20). Disponível em: <http://www.abdi. com.br/Estudo/Estudo%20Prospectivo%20de%20Nanotecnologia.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2018.

BUZBY, Jean C. Nanotechnology for food applications: more questions than answers. **The Journal of Consumer Affairs**, Malden, v. 44, n. 3, 2010. 2010. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10. 1111/j.1745-6606.2010.01182.x/epdf>. Acesso em: 15 jul. 2018.

CHENG, Huai. N. et al. Nanotechnology overview: opportunities and challenges. In: CHENG, Huai. N. et al. (Ed.). **Nanotechnology**: delivering on the promise. Washington: American Chemical Society, 2016 v. 1. (ACS Symposium Series, 1220).

DAMACENA, Fernanada Dala Libera; HOHENDORFF, Raquel v. Organização e (im)probabilidade da comunicação: a inovação metodologia como ponte para a redução da complexidade no ensino do Direito. **Revista Duc In Altum Cadernos de Direito**, Recife, v. 8, n. 15, maio/ago. 2016. Disponível em: <http://www.faculdadedamas.edu.br/revistafd/index.php/cihjur/article/view/368/352>. Acesso em: 17 jul. 2018.

DE GIORGI, Raffaele. **Direito, democracia e risco***:* vínculos com o futuro. Rio de Janeiro: Sérgio Antônio Fabris, 1991.

DREXLER, Eric. **Radical abundance, how a revolution in nanotechnology will change civilization**. New York: Affairs, 2013

DURÁN, Nelson; MATTOSO, Luiz Henrique Capparelli; MORAIS, Paulo Cezar de. **Nanotecnologia**: introdução, preparação e caracterização de nanomateriais e exemplos de aplicação. 1. ed. São Paulo: Artliber, 2006.

ENGELMANN, Wilson; FLORES, André Stringhi; WEYERMÜLLER, André Rafael. **Nanotecnologias, marcos regulatórios e direito ambiental**. 1. ed. Curitiba: Honoris Causa, 2010.

ENGELMANN, Wilson. Os desafios jurídicos da aplicação do princípio da precaução. Comentário ao Recurso Extraordinário 627.189/SP. **Revista dos Tribunais**, São Paulo, v. 981, 2017.

HAACK, Susan. Irreconcilable differences? The troubled marriage of science and law. **Law and Contemporary Problems**, Durham, v. 72, n. 1, p. 2, winter 2009. Disponível em: <https://scholarship.law.duke. edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1502&context=lcp>. Acesso em: 16 jul. 2018.

HOHENDORFF, Raquel von; ENGELMANN, Wilson. **Nanotecnologias aplicadas aos agroquímicos no Brasi**l: a gestão do risco a partir do diálogo entre as fontes do direito. Curitiba: Juruá, 2014.

INTRODUCTION. **Nanotechnology Products Database (NPD)**. [S.l.], 2017. Disponível em: <http://product. statnano.com/>. Acesso em: 20 jul. 2018.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **Ballot on ISO/DTR 12885**: nanotechnologies: health and safety practices in occupational settings. Geneva, 2017. Documento em PDF: norma não publicada em discussão pública.

LUHMANN, Niklas. **Ecological communication**. Translated by John Bednarz Jr. Chicago: Ed. University of Chicago Press, 1989.

LUHMANN, Niklas. **A improbabilidade da comunicação**. Tradução: Anabela Carvalho e Seleção e apresentação: João Pissarra Esteves. 3. ed. Lisboa: Vega, 2001.

LUHMANN, Niklas. **El derecho de la sociedad**. 2. ed. Herder: Ed. Universidad Iberoamericana, 2005.

LUHMANN, Niklas. **Sociología del riesgo**. Tradução de Silvia Pappe, Brunhilde Erker e Luis Felipe Segura. México: Ed. Universidad Iberoamericana, 2006.

LUHMANN, Niklas. **La sociedad de la sociedad**. México: Herder, 2007.

LUHMANN, Niklas. **Organización y decisión**. México: Herder, 2010.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **OECD Working Party on Nanotechnology (WPN)**: vision statement. Paris, 2017. Disponível em: <http://www.oecd.org/ sti/nano/oecdworkingpartyonnanotechnologywpnvisionstatement.htm>. Acesso em: 15 jul. 2018.

OST, François. **A natureza à margem da lei**: a ecologia à prova do direito. Lisboa: Instituto Piaget, 1995.

OST, François. **O tempo do direito**. Tradução: Maria Fermanda Oliveira. Lisboa: Instituto Piaget, 1999.

ROCHA, Leonel Severo. O direito na forma de sociedade globalizada. In: ROCHA, Leonel Severo; STRECK, Lenio Luis (Org.). **Anuário do Programa de Pós-Graduação em Direito**: mestrado e doutorado: 2001. 1. ed. São Leopoldo: Ed. UNISINOS, 2001.

ROCHA, Leonel Severo. Sistema do direito e transdisciplinaridade: de Pontes de Miranda a autopoiese. In: COPETTI, André; STRECK, Lenio Luiz; ROCHA, Leonel Severo (Org.). **Constituição, sistemas sociais e hermenêutica**: anuário do Programa de Pós-Graduação em Direito da UNISINOS: mestrado e doutorado: n. 2. Porto Alegre: Livraria do Advogado; São Leopoldo: Ed. UNISINOS, 2006.

ROCHA, Leonel Severo. Da epistemologia Jurídica normativista ao construtivismo sistêmico II. In*:* ROCHA, Leonel Severo; SCHWARTZ, Germano; CLAM, Jean. Introdução à teoria do sistema autopoiético do direito. 2. ed. rev. e ampl. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2013.

ROCHA, Leonel S.; MARTINI, Sandra R. **Teoria e prática dos sistemas sociais e direito**. 1. ed. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2016.

ROCHA, Leonel Severo; WEYERMÜLLER, André Rafael. Comunicação ecológica por Niklas Luhmann. N**ovos Estudos Jurídicos**, Itajaí, v. 19, n. 1, jan./abr. 2014. Disponível em: <https://siaiap32.univali.br/seer/index. php/nej/article/view/5549/2955>. Acesso em: 19 jul. 2018.

ROCO, Mihail C. Building foundational knowledge and infrastructure for nanotechnology: 2000-2030. In: CHENG, Huai. N. et al. (Ed.). **Nanotechnology**: delivering on the promise. Washington: American Chemical Society, 2016. v. 1. (ACS Symposium Series, 1220).

RODRÍGUES MANSILLA, Darío. Introducción: la teoria como pasión. In: LUHMANN, Niklas. **Organización y decisión**. México: Herder, 2010.

RODRÍGUES MANSILLA, Darío; OPAZO BRÉTON, María Pilar. **Comunicaciones de la organización**. Colaboración de René Ríos F. Santiago de Chile: Ed. Universidad Católica de Chile, 2007.

SIMIONI, Rafael L. **Direito ambiental e sustentabilidade**. 1. ed. Curitiba: Juruá, 2011

VANCE, Marina E. et al. Nanotechnology in the real world: redeveloping the nanomaterial consumer products inventory. **Beilstein Journal of Nanotechnol**, Frankfurt am Main, n. 6, Aug. 2015. Disponível em: <http://www.beilstein-journals.org/bjnano/content/pdf/2190-4286-6-181.pdf>. Acesso em: 19 jul. 2018.

WEYERMÜLLER, André Rafael. **Direito ambiental e aquecimento global**. São Paulo: Atlas, 2010

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **WHO guidelines on protecting workers from potential risks of manufactured nanomaterials**. Geneva, 2017. Disponível em: <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/25 9671/1/9789241550048-eng.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2018.