

O DIREITO: DA COMPREENSÃO DO FENÔMENO DOS RISCOS NANOTECNOLÓGICOS ÀS (IM) POSSIBILIDADES DE RESPOSTAS

THE LAW: FROM UNDERSTANDING THE PHE-
NOMENON OF NANOTECHNOLOGICAL RISKS
TO THE (IM)POSSIBILITIES OF ANSWERS

Juliane Altmann Berwig¹

Wilson Engelmann²

Gabriel Real Ferrer³

- 1 Doutora em Direito pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos com Bolsa pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pelo Programa de Excelência Acadêmica (Proex). Mestre em Direito pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos, especialista em Direito Ambiental Nacional e Internacional pela Universidade Federal do Estado do Rio Grande do Sul e graduada em Direito pela Universidade de Santa Cruz do Sul. Professora no curso de Direito da Universidade FEEVALE e Pesquisadora com projeto financiado pela FAPERGS A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL COMO FERRAMENTA PARA O FRAMEWORK DA GESTÃO DOS RISCOS AMBIENTAIS DAS NANOTECNOLOGIAS. Orientadora de bolsistas de iniciação científica. Professora de cursos de cursos de Especialização. Participou do Workshop sobre Public Law Policy na Universidade de Berkeley (EUA), do debate STS Circle at Harvard do Programa em Ciência, Tecnologia e Sociedade na Universidade de Harvard na escola John F. Kennedy, Boston (EUA) e da Conferência Climate Lecture Series na Universidade MIT, Boston (EUA). Fundadora e diretora da Associação Gaúcha dos Advogados de Direito Ambiental Empresarial – AGAAE. Autora de artigos científicos, capítulos de livros e livros. Advogada. E-mail: julianeberwig@feevale.br.
- 2 Pós-doutorado en los Retos Actuales del Derecho Público pelo Centro de Estudios de Seguridad de la Universidad de Santiago de Compostela (CESEG/USC). Doutorado e mestrado em Direito Público pela Unisinos. Graduação em Direito pela Unisinos. Coordenador Executivo do Mestrado Profissional em Direito da Empresa e dos Negócios da Unisinos. Professor e pesquisador do Programa de Pós-Graduação em Direito da Unisinos. Professor visitante da Universidad Católica del Uruguay, colaborador de pesquisa do Latin American Nanotechnology & Society Network, pesquisador associado – Portugalense Institute for Legal Research, pesquisador associado do Centro de I&D sobre Direito e Sociedade. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0012-3559>. E-mail: wengelmann@unisinos.br.
- 3 É Doutor Honoris Causa pela Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI). Possui Doutorado em Direito pela Universidade de Alicante (1992). Possui Doutorado em Direito pela Universidade de Alicante (1992). Professor Titular de Direito Ambiental e Administrativo e Subdiretor do Instituto Universitário da Água e do Meio Ambiente na mesma Universidade. Consultor do Programa das Nações Unidas (ONU) para o Meio Ambiente ? PNUMA. Foi Diretor do Máster en Derecho Ambiental y de la Sostenibilidad – Universidad de Alicante. Lecionou na Universidade de Limonge (França); Universidade Carlos III de Madrid (Espanha); Universidade de Lleida (Espanha); na Universidade Metropolitana Autônoma do México (México); Centro Latino-americano de Capacitação em Desenvolvimento Sustentável (Argentina); International Development Law Institut (Itália) dentre outras. Tem experiência na área de Direito, com ênfase em Direito Administrativo, Ambiental e Desportivo. Ainda é importante destacar que a obra de sua carreira versa sobre o Direito Ambiental em especial à Sustentabilidade Global. Importante autor da área do Direito, desenvolveu – e vem desenvolvendo – vasta literatura em âmbito local, regional e internacional sobre tema. É Professor Visitante na Universidade do Vale do Itajaí (Brasil) no Programa de Pós-Graduação Stricto

RESUMO: O artigo aborda o conceito da Sociedade de Risco na visão da Teoria Sistêmica e sua relação com as nanotecnologias, bem como as necessárias inovações no Sistema do Direito. Desta forma, para atingir tal objetivo serão demonstrados os desafios do acoplamento estrutural entre o Direito e as ciências, em razão das dificuldades comunicativas entre ambos em especial para a compreensão dos riscos nanotecnologias. A metodologia utilizada é a sistêmico-construtivista, possibilitando a observação do sistema do Direito e das ciências. Em conclusão, serão apontados os necessários aprimoramentos do Sistema do Direito partindo-se para novos conceitos que permitam cambiar informações com as mais diversas disciplinas e, desta forma, aproximar as interações comunicativas com as nanotecnologias para o controle de seus riscos.

PALAVRAS-CHAVE: riscos; nanotecnologias; comunicação; sistemas.

ABSTRACT: The article approaches the concept of the Risk Society in the Systemic Theory view and its relation with the nanotechnologies, as well as the necessary innovations in the Law System. In order to achieve this goal, the challenges of structural coupling between law and the sciences will be demonstrated, due to the communicative difficulties between them, especially for the understanding of nanotechnology risks. The methodology used is the systemic-constructivist, allowing the observation of the system of law and the sciences. In conclusion, the necessary improvements of the Law System will be pointed out, starting with new concepts that allow information to be exchanged with the most diverse disciplines and, thus, bringing communicative interactions with nanotechnologies closer to control their risks.

KEYWORDS: risks; nanotechnologies; Communication; systems;

1. Introdução

"O "bater as asas de uma borboleta na Califórnia acaba desencadeando um furacão no meio do Atlântico". Cada mudança tecnológica era uma espécie de asa de borboleta. Às vezes com certeza, uma massiva borboleta de ferro. Cada grande mudança tecnológica tem o seu impacto, e também as consequências desse impacto – consequências frequentemente imprevisíveis, mas cumulativas e poderosas."⁴

Sensu em Ciência Jurídica com bolsa CAPES. Tem experiência na área de Direito, com ênfase em Direito Administrativo, Ambiental e Desportivo. E-mail: Gabriel.real@ua.es.

- 4 FRIEDMAN, Lawrence M. Direito, tecnologia e o efeito borboleta. In: SCHWARTZ, Germano; COSTA, Renata Almeida da (org.). **Sociology of law on the move**. Canoas: UnilaSalle, 2015. p. 121.

Para a compreensão dos atuais fenômenos de riscos nanotecnológicos e as dificuldades comunicativas para a sua gestão, se partirá da descrição da concepção da Sociedade de Risco na visão da Teoria Sistêmica e sua relação com as novas tecnologias, especialmente as nanotecnologias e o Direito. Utilizar-se-á da Teoria Sistêmica, especialmente porque esta teoria permite a observação do sistema da sociedade e seus subsistemas (Direito, Economia e Ciências) .

O problema que objetiva-se enfrentar neste artigo é: quais são os desafios e inovações necessárias ao Sistema do Direito para aprimorar a comunicação a respeito dos riscos nanotecnológicos?

Para enfrentar tal problema, serão abordados os desafios do acoplamento estrutural entre o Direito e as ciências, haja vista que a comunicação entre estes sistemas demonstra-se dificultada quando da necessidade de uma maior interação para a compreensão dos riscos nanotecnologias e a gestão dos mesmos. Assim, a compreensão da realidade dinâmica da evolução das ciências exige novas formas de instrumentalização para a aproximação sistêmica (entre o Sistema das Ciências e do Direito), visando o aprimoramento na identificação, compreensão e avaliação dos riscos. Por esta via, demanda-se de novas técnicas que objetivam realizar a aproximação comunicativa.

Em consequência, esta necessidade de aprimoramento na comunicação resulta na necessária e emergente e imperativa evolução do Direito para a sua adequação aos desafios impostos pela sociedade de riscos diante das nanotecnologias. Logo, exige-se uma quebra de paradigmas do Direito para um Direito sob novos conceitos que, permita cambiar informações com as mais diversas disciplinas (transdisciplinaridade) para apontar respostas atuais seguindo o desenvolvimento nanotecnológico e em proteção ao meio ambiente.

2. Sociedades de risco e as nanotecnologias na teoria sistêmica

É oportuno mencionar alguns aspectos da Teoria Sistema, especialmente quanto a questão autopoiética, de Luhmann para situar o objeto abordado. A teoria desenvolvida por Luhmann sofreu a contribuição de muitos tantos pensadores, dentre os quais: Maturana e Varela com a teoria da variação e seleção; Karl Marx que interpretou a sociedade como obra da atividade humana e suas relações; Talcott Parson define que o sistema social é formado por interação de indivíduos humanos, em outras palavras “cada ator age conforme os demais

atores agem no seu confronto”, daí decorre a ideia de dupla contingência de Luhmann.⁵

A sociologia de Niklas Luhmann é considerada como a primeira teoria pós-ontológica, a sua relevância está na formação de uma teoria social suficientemente complexa e apta a observar a sociedade contemporânea.⁶ A Teoria Sistemica de Niklas Luhmann parte do conceito de comunicação.⁷ Esta comunicação sustenta o sistema, e aquela depende da linguagem, funções, diferenciação e estruturas para gerar a evolução social. Assim, a “sociedade apresenta as características de um sistema permitindo a observação dos fenômenos sociais através de laços de interdependência que os unem e os constituem numa totalidade”. Sua teoria representou uma renovação das contribuições possíveis das ciências cognitivas diante das novas lógicas e da informática, enfatizando a comunicação dinâmica.⁸

Os Sistemas Sociais – interações, organizações e sociedades – são feitos de comunicações. E, mais especificamente, eles são sistemas de comunicação autopoieticos.⁹ Interação é caracterizada pela presença física, em que os presentes se percebem diretamente entre si. A organização estabelece os critérios de definição é colocar as condições e a relevância. Toda organização estabelece os requisitos necessários para pertencer a ela como membro. A sociedade consiste no somatório de todas as comunicações possíveis e que hoje é um sistema único. Existe apenas uma sociedade, que é a sociedade global¹⁰ Orozco, resume, assim que:

La teoría de los sistemas sociales de Luhmann comprende los tipos de sistemas, así como las condiciones distintivas que les permiten surgir, a partir de la complejidad que han de reducir. La teoría [...] se convierte en un instrumento de análisis que permite com-

5 ROCHA, Leonel Severo; MARTINI, Sandra Regina. **Teoria e prática dos sistemas sociais e direito**. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2016. p.18-19.

6 ROCHA, Leonel Severo; AZEVEDO, Guilherme de. Notas para uma teoria da organização da decisão jurídica autopoietica. **Revista de Estudos Constitucionais, Hermenêutica e Teoria do Direito (RECHTD)**, v. 4, n. 2, p. 193-213, 2012. Disponível em: <http://www.revistas.unisinos.br/index.php/RECHTD/article/view/rechtd.2012.42.09/1242>. Acesso em: 11 nov. 2024.

7 ROCHA, Leonel Severo; WEYERMÜLLER, André Rafael. Comunicação ecológica por Niklas Luhmann. **Novos Estudos Jurídicos**, [S.l.], v. 19, n. 1, p. 232-262, abr. 2014. Disponível em: <https://periodicos.univali.br/index.php/nej/article/view/5549>. Acesso em: 11 nov. 2024.

8 ROCHA; MARTINI, *op. cit.*, p.42-49.

9 RODRÍGUES MANSILLA, Darío; OPAZO BRÉTON, Maria Pilar. **Comunicaciones de la organización**. Colaboración de René Ríos F. Santiago de Chile: Universidad Católica de Chile, 2007. p.114.

10 RODRÍGUES MANSILLA; OPAZO BRÉTON, *op. cit.*, p.126.

prender el funcionamiento de la sociedad, los subsistemas y las organizaciones.¹¹

A teoria de Luhmann “acentua não o consenso, não a identidade; mas a produção da diferença, da fragmentação, da singularidade”. Ela proporciona um novo “estilo científico” capaz de compreender as atuais sociedades complexas, estando assim, no centro desta teoria, as discussões sobre o sentido do Direito e da sociedade. Destaca o papel das organizações, pois é através delas que o Direito pode exercer o seu principal papel, que é decidir. O Direito faz parte do sistema universal de comunicação chamado de sociedade, por isso é sociedade.¹²

Pode-se dizer que os elementos da expressão da comunicação e o mesmo na sociedade e Direito, ao passo que os elementos da compreensão e informação comunicativas variam consoante o sistema ao qual vai referida a expressão (o processo de seleção é o mesmo, mas o seu contexto seletivo de origem varia).¹³

As organizações surgem como aquisições evolutivas voltadas para a absorção de incertezas sociais. Assim, a teoria da organização na perspectiva luhmanniana, demanda uma reflexão semântica da organização como entidade comunicacional, constituída por comunicações, e não por ações. “A organização passa a ser vista como um sistema, e os elementos que o compõem são decisões”. A decisão é o sucesso referente a um sistema; ela encontra sua identidade na escolha de alternativas, isto é, se define na própria situação de contingencialidade da constituição da organização.¹⁴

Também aqui o conjunto é suportado por mecanismos de interferência intersistêmica, que atuam em princípio da mesma maneira que os intercedentes entre subsistemas funcionais e comunicação social geral. As organizações formais utilizam igualmente comunicações como elementos do sistema, podendo ser ligadas comunicativamente com o Direito se estas coincidirem *uno actu* com comunicações jurídicas.¹⁵

11 OROZCO, Jaime de Jesús Mosquera; GAVIRIA, Diego Alejandro Muñoz. Una mirada teórica y metodológica a la obra de Niklas Luhmann: entre sistema y entorno. **Revista Colombiana de Ciencias Sociales**, v. 3, n. 1, p. 133-146, jan./jun. 2012. Disponível em: <http://www.funlam.edu.co/revistas/index.php/RCCS/article/view/881>. Acesso em: 11 nov. 2024.

12 ROCHA; MARTINI, *op. cit.*, p. 37-46.

13 TEUBNER, Gunther. **O Direito como sistema autopoético**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1989. p.176-177.

14 ROCHA; AZEVEDO, *op. cit.*

15 TEUBNER, *op. cit.*, p. 192.

Subsequentemente, a sociedade é formada por diversos sistemas (Direito, Economia e Política, por exemplo) diferenciados funcionalmente, os quais estão interligados pela comunicação. Os limites da sociedade são os limites da comunicação, não sendo mais possível o isolamento dentro da sociedade em virtude da comunicação.¹⁶ Neste contexto, a sociedade se converte em um sistema que diferencia ao seu entorno, se distingue, mas mantém sua unidade indissolúvel.¹⁷ Isso ocorre, uma vez que “todo o sistema social tem de estar equipado com mecanismos de inclusão ou de exclusão baseados na distinção existente entre seus lados interno e externo, entre o que pertence ao sistema e o que pertence ao ambiente”.¹⁸

O processo de diferenciação entre sistemas decorre das interferências (“irritações”) provocadas pelo seu meio (ambiente), portanto, os sistemas são formados pelas diferenciações sistema-meio. Assim, o sistema reage globalmente, como um todo às pressões exteriores (ambiente), internalizando no subsistema as irritações provocadas pelo ambiente e se auto-reproduzindo (*autopoiesis*) e, conseqüentemente, aumentando as diferenciações aos demais sistemas.¹⁹

O que traz notoriedade a teoria de Luhmann é a definição e que o sistema só pode produzir relações com esse ambiente com base em seus próprios esforços e apenas na efetivação de suas próprias relações, possíveis apenas graças à integração recursiva designada de fechamento.²⁰ Este assim é denominado de sistema autopoietico, visto que consegue se auto-reproduzir com certa independência, isto é, consiga se fechar operacionalmente. “Ou seja, sistemas autopoieticos são sistemas que conseguem partir da criação de um espaço próprio de sentido e se auto-reproduzirem a partir de um código e de uma programação própria”.²¹ Por isso, pode ser dito que o sistema do Direito

16 LUHMANN, Niklas. **La sociedad de la sociedad**. Tradução Javier Torres Nafarrete. México: Herder/Universidad Iberoamericana, 2007. p. 69-70.

17 OROZCO, Jaime de Jesús Mosquera; GAVIRIA, Diego Alejandro Muñoz. Una mirada teórica y metodológica a la obra de Niklas Luhmann: entre sistema y entorno. **Revista Colombiana de Ciencias Sociales**. v. 3, n. 1, p. 133-146, jan./jun. 2012. Disponível em: <http://www.funlam.edu.co/revistas/index.php/RCCS/article/view/881>. Acesso em: 11 nov. 2024.

18 FEBBRAJO, Alberto. **Sociologia do Constitucionalismo**: Constituição e Teoria dos Sistemas. Tradução de Sandra Regina Martini. Curitiba: Juruá, 2016. p. 17.

19 De acordo com Niklas Luhmann, autopoiese significa “producción del sistema por sí mismo”. Ver LUHMANN, 2007, *op. cit.*, p. 69-70.

20 LUHMANN, 2007, *op. cit.*, p.102.

21 ROCHA, Leonel Severo. Observações sobre autopoiese, normativismo e pluralismo jurídico. In: STRECK, Lenio Luiz e MORAIS, José Luis 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, 2017. n. 4, p. 169.

é quem define os problemas que irá observar e decidir. “Os problemas que não são parte do sistema do Direito não são problemas, não existem”.²²

Logo, o Direito “não é determinado nem por autoridades terrestres, nem pela autoridade dos textos, nem tão pouco pelo Direito natural ou por relação divina: o Direito determina-se a ele mesmo por auto-referência, baseando-se na sua própria positividade”. O Direito retira de si mesmo a sua própria validade (auto-referência pura), pela qual a sua operação jurídica reenvia para o resultado de operações jurídicas.²³

Um sistema pode se denominar auto-referente quando ele mesmo constitui os elementos que o formam, e quando todas as relações entre esses elementos são acompanhadas por uma indicação para essa autoconstrução, e a autoconstrução permanentemente é reproduzida.²⁴ Assim, “a validade do Direito não pode ser importada do exterior do sistema jurídico, mas apenas obtida a partir do seu interior”.²⁵

Para Teubner, o sistema jurídico apenas se torna auto-reprodutivo “*stricto sensu*” quando os seus elementos constituídos da auto-referência estão interligados e articulados. Ou seja, que os atos e as normas jurídicas se produzem reciprocamente entre si, e que o processo jurídico e doutrina jurídica se relacionem, por seu turno, tais interrelações: “apenas quando os componentes sistêmicos ciclicamente organizados interagem entre si desta forma o hiperciclo jurídico atinge o seu termo perficiente”. A isso se denomina “autonomia jurídica” a qual abrange não apenas a capacidade do Direito para “criar os próprios princípios, mas também a sua capacidade de auto-constituição de ações jurídicas, a juridificação dos processos e a “invenção” de institutos jurídico-doutrinários”. O grau de autonomia dos Subsistemas Sociais é determinado pela definição auto-referencial dos componentes (auto-observação), adicionalmente pela incorporação e utilização operativa no sistema dessa auto-observação (auto-constituição) e pela articulação hipercíclica dos componentes sistêmicos auto-gerados, enquanto elementos que produzem entre si numa circularidade recíproca (autopoiesis).²⁶

22 *Ibidem*, p. 180.

23 TEUBNER, *op. cit.*, p. 2.

24 OROZCO; GAVIRIA, *op. cit.*

25 TEUBNER, *op. cit.*, p. 2.

26 TEUBNER, *op. cit.*, p. 68 e 71-72.

Nas palavras de Antunes, prefaciando Teubner, o autor resume a lógica do sistema do Direito autopoiético a sua concepção de normativamente fechado:

Se o Direito constitui um sistema que vive em clausura comunicativa (isto é, comunica acerca de si próprio), então deixou de ser possível conceber a sua origem num Direito Natural, num Direito divino, ou numa qualquer essência pré-estabelecida e exterior ao próprio sistema jurídico: não há Direito fora do Direito. O sistema jurídico aparece aqui concebido como um sistema auto-referencial e auto-reprodutivo de atos de comunicação particulares (os atos jurídicos), ou seja, um sistema constituído por eventos comunicativos específicos que, simultaneamente, se auto-reproduzem à luz do código binário “legal/ilegal”, se articulam recursiva e circularmente entre si, definem as fronteiras do sistema jurídico, e constroem o seu meio envolvente próprio (realidade jurídica): numa palavra, um sistema comunicativo “normativamente fechado”.²⁷

O mencionado fechamento normativo no contexto de auto-observação do sistema é representado pelo esquema legal/ilegal. A aprendizagem, que resulta na mudança das normas, é possível por indução interna. Uma vez que certas decisões jurídicas já não são mais aceitáveis. Todavia, o sistema não se vê diante de se fechar operativamente, ainda que se veja na necessidade de produzir um contexto de normas. Uma abertura para a cognição se dá sempre sob a condição autopoiética de integração do caso particular ou então por norma alterada, na prática decisória corrente e vindoura do sistema.²⁸ Luhmann, neste sentido afirma que “a abertura a questões cognitivas depende diretamente do fechamento normativo do sistema, e ela só poderá adquirir caráter mais distintivo e específico caso os critérios de relevância para diferentes circunstâncias estejam no próprio sistema”.²⁹

Ao contrário da teoria dos sistemas abertos, auto-referência e autopoiesis pressupõe que os pilares do funcionamento dos sistemas residem, não nas condições exógenas (meio), mas no próprio interior do sistema. Os sistemas funcionando como um programa de orientação interno, organizando o sistema de forma que as respectivas operações correspondam a essa mesma auto-descrição. A funcionalidade dos sistemas pressupõe esta interação entre auto-descrição e operações sistêmicas.³⁰

27 ANTUNES, José Engrácia. Prefácio. In: TEUBNER, *op. cit.*, p. XXII.

28 LUHMANN, Niklas. **O direito da sociedade**. Tradução Sualo Krieger e Alexandre Agnolon. São Paulo: Martins Fontes, 2016, p. 108-109.

29 *Ibidem*, p. 107.

30 TEUBNER, *op. cit.*, p.32.

Em relação à auto-referência, a resposta só pode ser que o sistema observado consegue por si mesmo verificar a diferença entre sistema e ambiente, pois este é representado pela diferença com seu ambiente.³¹ Assim, pelo sistema social estar diferenciado ao seu entorno (e operar interiormente) ele se considera fechado, operativamente, permitindo a produção de si mesmo, com elementos e estruturas próprias.³² Portanto, na perspectiva de Luhmann, a própria sociedade visa à produção da diferença.³³

De fato esta teoria está firme no pressuposto de que “a unidade e identidade de um sistema deriva da característica fundamental de auto-referencialidade das suas operações e processos”. Portanto, somente diante da referência a si próprio os sistemas podem continuar a se organizar e se reproduzir, como sistemas distintos do meio envolvente.³⁴ A auto-referência permite aos sistemas autopoieticos perceber as diferenças com o seu entorno e também realizar a interpretação dos outros sistemas. Pode-se afirmar que um sistema está em constante movimento e transformação.³⁵ Esta representação dos outros sistemas é denominada de observação.

Todavia, a sociedade sendo caracterizada pela sua complexidade, existe em cada operação de observação um excesso de possibilidades. Possibilidades que exigem a redução da complexidade.³⁶ “É possível esperar expectativas normativas ou também cognitivas sempre que se puder separar os diferentes níveis de observação e isso significa poder especificar as circunstâncias de maneira distinta”.³⁷

O comportamento social diante da complexidade da sociedade exige a realização de graduações, que possibilitem “expectativas comportamentais recíprocas e que são orientadas a partir de expectativas sobre tais expectativas”. Essas graduações são tidas como estratégias de redução e podem ser tidas em três dimensões: temporal, social e prática. Na *temporal*, essas estruturas de expectativas podem ser estabilizadas contra frustrações através da normatização, na *dimensão*

31 OROZCO; GAVIRIA, *op. cit.*

32 OROZCO; GAVIRIA, *op. cit.*

33 ROCHA, Leonel Severo. Notas sobre Niklas Luhmann. **Revista de Estudos Jurídicos**. São Leopoldo. v. 40, n. 1, jan./jun. 2007. p. 51.

34 TEUBNER, *op. cit.*, p. 31.

35 OROZCO; GAVIRIA, *op. cit.*

36 ROCHA, Leonel Severo. Observações sobre autopoiese, normativismo e pluralismo jurídico. In: STRECK, Lenio Luiz; MORAIS, José Luis 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, 2017. n. 4, p. 169.

37 LUHMANN, 2016, *op. cit.*, p.107.

social podem ser institucionalizadas, mediante o consenso esperado de terceiros e na *dimensão prática* podem ser “fixadas através da delimitação de um sentido idêntico, compondo uma inter-relação de confirmações e limitações recíprocas”.³⁸ O resultado disso é harmonizar as dimensões pelas reduções nos mecanismos próprios das dimensões.³⁹ Isto caracteriza o que Luhmann denomina de “generalização congruente contra outras possibilidades, que reduz consideravelmente o risco da expectativa contrafática.”⁴⁰

Portanto, para Luhmann o Sistema do Direito opera na base da segurança de expectativas normativas.⁴¹ Ou seja, ele tem a função de estabilizar estas expectativas normativas,⁴² expectativas de comportamentos⁴³ contra frustrações através da normatização. Quando ocorrerem os desapontamentos de expectativas, e não na regularidade da satisfação que se evidencia a referência de uma expectativa da realidade.⁴⁴ A racionalização de estruturas exige uma dosagem na relação entre a complexidade sustentável e a carga suportável de desapontamentos. A “estabilização de estruturas contém não apenas o esboço coerente do seu perfil – o reconhecimento de leis naturais ou o estabelecimento de normas – mas também a disponibilidade de mecanismos para o encaminhamento de desapontamentos” (reparos estruturais).⁴⁵

O autor ainda diferencia as expectativas normativas aquelas abandonadas nas hipóteses de transgressão e as cognitivas, que são os desapontamentos adaptados à realidade (assimilação/aprendizado).⁴⁶

38 ROCHA, Leonel Severo. Breves comentários sobre Niklas Luhmann. 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: Mestrado e Doutorado. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2013. n. 10, p. 146.

39 ROCHA; MARTINI, *op. cit.*, p. 49.

40 ROCHA, Leonel Severo. **Direito, complexidade e risco**. Florianópolis: Fundação Boiteux, 1994, p. 11-12.

41 LUHMANN, 2016, *op. cit.*, p.195.

42 SIQUEIRA, Leonardo. Para além do conceito luhmanniano de expectativa normativa: o peculiar modelo sistêmico-funcional de Günther Jakobs. **Revista Caderno de Relações Internacionais**, v. 4, n.7, p. 155-16, jul./dez. 2013. Disponível em: https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=pt-BR&user=dgXxQAIAAAAJ&citation_for_view=dgXxQAIAAAAJ:FxGoFyzp5QC. Acesso em: 11 nov. 2024.

43 ROCHA; AZEVEDO, *op. cit.*

44 LUHMANN, Niklas. **Sociologia do Direito I**. Tradução Gustavo Bayer. Rio de Janeiro: Edições Tempo Brasileiro, 1983. p. 55.

45 LUHMANN, 1983, *op. cit.*, p. 55.

46 GERSON, Fernando. **A crise da racionalidade do direito brasileiro como obstáculo ao implemento das novas metas locais emancipatórias**. 2011. 213 f. Tese (Doutorado em Direito) – Programa de Pós-Graduação em Direito, Universidade do Vale dos Sinos, São

Nessa acepção, a diferenciação entre o cognitivo e o normativo é feita em termos funcionais, tendo em vista a solução de um determinado problema. “Ao nível cognitivo são experimentadas e tratadas as expectativas que, no caso de desapontamentos são adaptadas à realidade. Nas expectativas normativas ocorre o contrário: elas são abandonadas se alguém as transgride”.⁴⁷ “Disso resulta que na teoria dos sistemas proposta por Luhmann o Direito pode reagir às irritações advindas do ambiente social através de impulsos próprios, pois embora operacionalmente fechado, é passível de transformações e adaptação social.”⁴⁸

As normas são expectativas de comportamento estabilizados em termos contrafáticos. Seu sentido implica na incondicionalidade de sua vigência na medida em que a vigência é experimentada e, portanto, também institucionaliza, independentemente da satisfação fática ou não da norma. O símbolo do “dever ser” expressa principalmente a expectativa dessa vigência contrafática, sem colocar em discussão essa própria qualidade – aí estão o sentido e a função do “dever ser”. Toda expectativa é fática, seja na sua satisfação ou no seu desapontamento o fático abrange o normativo. A contraposição entre o fático e o normativo é uma construção errônea e que deve ser abandonada.⁴⁹

Em suma, a forma do Direito é encontrada na combinação entre duas distinções: as modalidades de expectativa cognitiva/normativa, e as de codificação lícito/ilícito. Por isso, “todos os ajustes sociais do Direito operam no âmbito dessa estrutura; eles variam o sentido factual, o conteúdo das normas legais e os programas que regulam uma coordenação “correta” dos valores lícito e ilícito”. Isso ocorre com o objetivo de manter o vínculo com o tempo e a capacidade de consenso/dissenso em uma zona de compatibilidade recíproca.⁵⁰

Pode-se, assim, esperar, de modo regulamentar, que as expectativas normativas se fixem e se imponham, sendo que o apoio social integral ao sistema jurídico depende em grande parte de que isso ocorra. Mas, se pode esperar que as expectativas normativas sejam capazes de aprender, isto é, que possam ser alteradas em um contexto cognitivo (diante das consequências na aplicação do Direito) ou então que, vistas de um terceiro nível de observação, não devem ser alteradas.⁵¹

Leopoldo, 2011. p. 122. Disponível em: <https://repositorio.jesuita.org.br/handle/UNISINOS/3250>. Acesso em: 11 nov. 2024.

47 LUHMANN, 1983, *op. cit.*, p. 56.

48 GERSON, *op. cit.*, p. 122.

49 LUHMANN, 1983, *op. cit.*, p. 57.

50 LUHMANN, 2016, *op. cit.*, p. 174.

51 *Ibidem*, p. 107.

Pela teoria autopoietica a influência das condicionantes sociais, econômicas, políticas do Direito não está excluída, mas é pressuposta, por um sistema jurídico auto-reprodutivo. Não é a inexistência desta influência proveniente do meio envolvente o que a teoria autopoietica veio inovadamente sublinhar, mas apenas a forma particular como aquele se repercute no sistema. Mas, Teubner questiona o problema surgido em consequência da interação entre abertura e clausura do sistema jurídico enquanto sistema autopoietico: “em abertura cognitiva, o Direito se relaciona com significados sociais, valores de formas, no contexto de um sistema auto-referencialmente fechado as incursões nesse domínio são sempre levadas a cabo sob reserva de uma interação normativa”. Desta maneira, o conteúdo normativo decorrente dos elementos integrados é somente produzido dentro do próprio sistema jurídico, ou seja, as incursões sociais sempre estão sujeitas à respectiva reformulação jurídica.⁵²

Com isso, diante da crescente complexidade da sociedade desenvolvem, da mesma forma, “os riscos estruturais, que têm que ser prevenidos através de uma maior diferenciação entre as expectativas cognitivas e as normativas”. A separação entre *ser* e *dever ser* não é dada *a priori*, mas uma aquisição da evolução. “O desapontamento pode então levar a criação de normas *a posteriori*”,⁵³ algo que vivem-se com frequência no Sistema do Direito positivo.

O risco se refere às decisões que aceitam a possibilidade de que haja consequências desvantajosas:

[...] não sob forma de custos que se tenham de pagar e cujo sacrifício se encontra justificado, mas na forma de danos mais ou menos improváveis que se, materializados deixariam a decisão ser estigmatizada como causa propulsora, expondo-a ao efeito de arrependimento retrospectivo.⁵⁴

Assim, o problema surge quando os danos causados não afetam somente os decisores do risco.⁵⁵ Por isso, as irritações são resultado do próprio estímulo do sistema, das observações realizadas. Neste sentido, Luhmann denomina como contingência as possibilidades de escolha do sistema, a qual está intimamente ligada ao risco, uma vez que oportuniza uma variedade de alternativas de atuação com um grau de liberdade. Além disso, o sistema afora ter de conviver com suas próprias contin-

52 TEUBNER, *op. cit.*, p. 45 e 75.

53 LUHMANN, 1983, *op. cit.*, p. 58-59.

54 LUHMANN, 2016, *op. cit.*, p. 188.

55 *Ibidem*, p. 189.

gências precisa enfrentar o resultado das contingências dos subsistemas (dupla contingência).⁵⁶

Nesta senda, as contingências são resultado das observações do observador, realizadas a partir dos objetos e dos conceitos, são construções dependentes uns dos outros de um ponto de vista distinto. No entanto, os conceitos estão muito mais distantes do que os objetos para o observador, pela simples razão de que distinguir e caracterizar vão em direções opostas, exigindo outras distinções, uma distinção das distinções.⁵⁷ A distinção parte da observação do diferente e que gera certo diagnóstico. Esta constatação, com base na Teoria do Conhecimento, determina a condição de possibilidade do caracterizar (descrever) o novo e distinguindo distinções chega-se a formação de um conceito.⁵⁸

Rocha e Azevedo explica a complexidade da observação sociedade e a sua descrição:

A tradição ocidental legou uma teoria do conhecimento que pressupõe um sujeito cognoscente e um objeto a ser conhecido, ambos como categorias distintas, como entidades separadas. Por trás desta concepção está uma epistemologia que entende o conhecimento como algo dependente de sujeitos, voltados estes para entidades estáveis, que não se modificam no processo de conhecimento, isto é, os objetos. Ocorre que esta epistemologia não é suficientemente complexa para organizar a observação de uma sociedade entendida como comunicação. Se não é possível “sair” da sociedade para descrever a sociedade, não há, pois, como ser aplicada uma teoria do conhecimento a partir da relação sujeito/ objeto, que parte da separação entre sujeito e objeto.⁵⁹

Portanto, não se trata simplesmente de uma descrição do mundo por parte de um observador de primeira ordem que vê algo positivo ou negativo, que constata que está faltando algo. Pelo contrário, é a reconstrução de um fenômeno de contingência múltiplo, como tal, oferece diferentes perspectivas para diferentes observadores.⁶⁰ É aí que está o risco, pois a liberdade de escolha diante das observações dos subsistemas para o sistema se coloca como verdadeira insegurança,⁶¹ já que, cada subsistema de acordo com seu histórico e especialidade observa e compreende determinado fato de forma particular

56 LUHMANN, 2007, *op. cit.*, p. 30.

57 LUHMANN, Niklas. **Sociología del riesgo**. México: Herder; Universidad Iberoamericana, 1992. p. 59.

58 LUHMANN, 2016, *op. cit.*, p. 35.

59 ROCHA; AZEVEDO, *op. cit.*

60 LUHMANN, 1992, *op. cit.*, p. 59.

61 LUHMANN, 2007, *op. cit.*, p. 30.

e, consequentemente, distinta. Sendo assim, dada à complexidade da sociedade há uma gama de possibilidades de que as consequências das observações sejam distintas.

Nasce de tal modo, a sociedade de risco quando os sistemas de normas até então “eficientes” e que prometiam segurança jurídica, demonstram-se incapazes de controlar as ameaças decorrentes das novas tecnologias, sendo impostas ao Direito como verdadeiros desafios existenciais de seu sistema. Isso ocorre porque as condições ambientais, sua possibilidade de escassez, inadequação técnica do uso dos recursos naturais e a falta de investimentos na conservação destes “não são consideradas pela racionalidade econômica levando em consideração apenas uma noção de consciência ou comprometimento com demandas ambientais”.⁶²

Sob estas condições estruturais, o risco é a modalidade através da qual o sistema se vincula ao futuro. Logo, ele é a condição estrutural da auto-reprodução, pois, o fechamento operativo dos sistemas singulares determinados pela estrutura e unidos estreitamente, torna possível o controle do ambiente, ou seja, torna improvável a racionalidade e por isso constringe os sistemas a operar em condições de incerteza. Assim, o risco é uma forma de determinação das indeterminações segundo a diferença de probabilidade/improbabilidade.⁶³

Para tanto, a evolução (ou involução) da sociedade a partir da Revolução Industrial em uma sociedade moderna, de acordo com Luhmann, passou a distribuir não apenas riquezas, mas muitos riscos, ou seja, riscos sistêmicos resultado das falhas/inobservância dos subsistemas perante as novas formas de desenvolvimento.⁶⁴ Destarte, a sociedade de hoje, se vê enfrentada por riscos que estão condicionados estritamente a tomada de decisões econômicas e que muitas vezes são arbitrárias. Vive-se em uma sociedade em que os riscos produzidos ultrapassam as “cercas da fábrica.” São riscos procedidos de uma “sociedade (industrial) do risco” não são os mesmos riscos produzidos pela sociedade industrial clássica. São riscos do presente, invisíveis, inodoros, transtemporais (com consequências futuras), transterritoriais (sem limites geográficos), desconhecidos e nanotecnológicos.

62 ROCHA, Leonel Severo; WEYERMÜLLER, André Rafael. Comunicação ecológica por Niklas Luhmann. *Novos Estudos Jurídicos*, v. 19, n. 1, p. 232-262, abr. 2014. Disponível em: <https://periodicos.univali.br/index.php/nej/article/view/5549>. Acesso em: 11 nov. 2024.

63 DE GIORGI, Raffaele. O risco na sociedade contemporânea. *Revista Sequência*, ano 15, n. 28, p. 45-54, jun. 1994. Disponível em: <https://egov.ufsc.br/portal/sites/default/files/anexos/1060-1074-1-PB.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2024.

64 LUHMANN, Niklas. *El concepto de riesgo*. México: Universidad Iberoamericana/Herder Editorial, 2005. p. 144.

Este novo cenário é definido por Beck como metamorfose, segundo estágio da sociedade de risco:

[...] a noção de sociedade de risco mundial pode ser compreendida como a soma dos problemas para os quais não há resposta institucional. A sociedade de risco está se tornando o agente da metamorfose do mundo. Não podemos compreender ou lidar com o mundo e com a nossa própria posição nele sem analisar a sociedade de risco. Sua dinâmica de conflito é um produto de perigos e oportunidades sem precedentes para a ação política.⁶⁵

Diante disso, as nanotecnologias revelam-se como importante foco de pesquisa acerca da gestão de riscos na sociedade sistêmica de Niklas Luhmann, haja vista que há uma crescente produção e aplicação de nanomateriais, os quais podem gerar riscos potenciais ao meio ambiente. De acordo com Paschoalino, Marcone, e Jardim:

A reflexão a respeito desta questão é bastante pertinente, uma vez que, além das inúmeras perspectivas oriundas do desenvolvimento de uma gama de novos materiais, há o potencial risco de contaminação ambiental, dadas as características intrínsecas das nanopartículas, como tamanho, área superficial e a capacidade de aglomeração/dispersão, as quais podem facilitar a translocação destas pelos compartimentos ambientais e ocasionar, de forma acumulativa, danos à cadeia alimentar. Estes aspectos justificam a importância da investigação sobre a disponibilidade, degradabilidade e toxicidade dos nanomateriais.⁶⁶

Fala-se, neste sentido em “nanoecotoxicologia” que são os estudos voltados à avaliação dos efeitos de nanomateriais no ambiente. Logo, a preocupação com relação à toxicidade das nanopartículas reside principalmente no fato de que estas nunca foram produzidas e utilizadas em produtos comerciais em tão larga escala como atualmente está ocorrendo. Assim, o risco de alcançarem os diferentes bens ambientais (atmosfera, águas e solo) e se tornarem disponíveis é muito grande.⁶⁷

Todavia, a consideração dos impactos no nível do ecossistema tem, até agora, sido insuficiente na avaliação de riscos dos nanomateriais mesmo quando as propriedades dos nanomateriais, que podem afetar sua biodistribuição são em grande parte desconhecida. Isso é

65 BECK, Ulrich. **A metamorfose do mundo**: novos conceitos para uma nova realidade. Tradução de Maria Luiza X de A. Borges. Revisão Técnica de Maria Cláudia Coelho. Rio de Janeiro: Zahar, 2018. p. 94.

66 PASCHOALINO, Matheus P.; MARCONE, Glauciene S. P.; JARDIM, Wilson F. Os nanomateriais e a questão ambiental. **Revista Química Nova**, v. 33, p. 421-430, 2010. Disponível em: https://quimicanova.sbq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=5195. Acesso em: 11 nov. 2024.

67 *Ibidem*.

justificado no sentido de que a maioria dos trabalhos sobre avaliação de riscos dos nanomateriais tem utilizado a mesma base tradicional de abordagem da toxicologia na avaliação de risco. Essa avaliação busca descrever os efeitos que podem ser rastreadas para o nível biomolecular, genético ou celular em organismos ou populações individuais. Os efeitos podem variar de mudanças sutis na expressão gênica e perturbações na função dos sistemas endócrinos, alterações morfológicas no desenvolvimento e toxicidade do organismo. Porém, a maioria dos nanotoxicológicos as investigações não explicam as transformações que podem ocorrer em condições fisiológicas ou sistemas ambientais.⁶⁸

Pela pequena dimensão, alguns estudos sugerem que as nanopartículas, podem permear através da pele, mucosas e membranas celulares. E isto pode gerar um efeito tóxico magnificado, já que possuem uma reatividade superior, principalmente devido ao aumento da área superficial. Um exemplo clássico desse efeito é o ouro, sendo um metal praticamente inerte, mas que na forma de nanopartículas se torna altamente reativo. Outros fatores importantes são as várias formas como as partículas podem se apresentar após o contato com o ambiente ou com os organismos vivos, podendo estar presentes em sua forma livre assim como em aglomerados. Este processo é dinâmico e também pode ser acompanhado pela funcionalização da superfície destas por diferentes agrupamentos químicos presentes no meio.⁶⁹

Como dito, o aspecto menos desenvolvido nos estudos toxicológicos são as técnicas para quantificação de nanomateriais no ambiente. Estes materiais, por possuírem características físico-químicas muito diferentes de seus precursores macroscópicos, necessitam do desenvolvimento de adaptações validadas das técnicas analíticas comumente empregadas,⁷⁰ bem como seguem lógicas próprias na biodistribuição, o que justifica o aprimoramento de avaliação dos riscos.⁷¹

Os riscos da sociedade de risco mundial, dentre eles a nanotecnologia, são cada vez mais “complexos em seus cursos e efeitos (efeitos sinérgicos e de limiar) e temporal e espacialmente expansivos em seu alcance”. Além disso, eles possuem uma invisibilidade natural, ou seja: “quanto mais complexa se tornam a produção e a natureza dos riscos,

68 WIESNER, Mark R.; BOTTERO, Jean-Yves. A risk forecasting process for nanostructured materials, and nanomanufacturing. **Comptes Rendus Physique**, v. 12, n. 7, p. 659-668, 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1631070511001605>. Acesso em: 11 nov. 2024

69 PASCHOALINO; MARCONE; JARDIM, *op. cit.*

70 *Ibidem.*

71 WIESNER; BOTTERO, *op. cit.*

e quanto mais a produção e a definição dos riscos dependem da interconectividade global, mais ‘natural’ é a invisibilidade desses riscos”.⁷² Ou seja, sem informação, a sociedade sequer está ciente dos riscos e, por não saber e conhecer, não é capaz de geri-los.

De acordo com Hohendorff e Engelmann:

Não restam dúvidas de que as novas e diferentes propriedades físicas, químicas e biológicas dos nanomateriais tornam necessária uma avaliação mais específica, aplicada ao caso concreto. O avanço responsável da nanotecnologia, como acontece com qualquer tecnologia emergente, depende de uma capacidade científica confiável para acesso e gerenciamento dos riscos potenciais. A gestão de riscos é o processo de tomada de decisão realizada por gestores de risco em que o resultado da sua avaliação é pesado contra outros dados relevantes, e, se julgado necessário, são selecionadas e implementadas medidas de prevenção ou mitigação.⁷³

Todavia, como visto, para objetivar uma gestão dos riscos de danos ambientais nanotecnológicos é necessário compreender a comunicação existente entre o Direito e as ciências, bem como a sua relação com a economia. Pois, veja-se que existem ainda importantes desafios para aprimorar em um acoplamento estrutural entre estes, diante das improbabilidades comunicativas, tema a ser enfrentado a seguir.

2. A improbabilidade da comunicação entre o sistema do direito e da ciência

A comunicação não ocorre facilmente em todas as circunstâncias, “existem dificuldades comunicativas importantes, pois comunicar uma informação ambientalmente relevante e que poderia representar a continuidade de determinada atividade significa nada mais que ruídos incompreensíveis”.⁷⁴ Ademais, para a comunicação se efetivar há uma dependência ato de comunicar, da informação e da compreensão, todos devem ocorrer.⁷⁵

72 BECK, *op. cit.*, p.132.

73 HOHENDORFF, Raquel von; ENGELMANN Wilson. Iniciando a regulação (não tradicional) para as nanotecnologias: a construção do caminho a partir das possibilidades do framework e da árvore de decisão. In: CELLA, José Renato Gaziero; ROVER, Aires Jose; NASCIMENTO, Valéria Ribas do (org.). **Anais do XXIV Congresso Nacional do CONPEDI**. Florianópolis: CONPEDI, 2015. Disponível em: <https://site.conpedi.org.br/publicacoes/c178h0tg/vwk790q7>. Acesso em: 11 nov. 2024.

74 ROCHA, Leonel Severo; WEYERMÜLLER, André Rafael. Comunicação ecológica por Niklas Luhmann. **Novos Estudos Jurídicos**, [S.l.], v. 19, n. 1, p. 232-262, abr. 2014. Disponível em: <https://periodicos.univali.br/index.php/nej/article/view/5549>. Acesso em: 11 nov. 2024.

75 HOHENDORFF, Raquel Von. **A contribuição do safe by design na estruturação autorregulatória da gestão dos riscos nanotecnológicos**: lidando com a improbabilidade da comunicação inter-sistêmica entre o direito e a ciência em busca de mecanismos para

Neste viés, os autores mencionam a improbabilidade da comunicação a qual revela as dificuldades a serem superadas para produzir a comunicação, sendo tida como improvável em virtude do isolamento da consciência de cada indivíduo.⁷⁶

Logo, a improbabilidade da comunicação pode ser tida por três situações mencionadas por Luhmann, a primeira relacionada ao isolamento da consciência que restringe um entendimento contextual, uma vez que o sentido pode ser entendido apenas numa perspectiva de contexto, definido individualmente pela memória individual.⁷⁷ A improbabilidade que o outro compreenda depende da seleção da informação e da maneira que esta foi transmitida: é improvável que seja possível separar adequadamente a informação da maneira como ela é expressa, porque cada pessoa tem muitas maneiras de interpretar o que recebeu em seus ouvidos.⁷⁸ O segundo está relacionado ao alcance de determinadas pessoas além daquelas presentes em determinada situação⁷⁹ A improbabilidade de ir além do círculo dos presentes, pois é duvidosa que a comunicação que ocorra na presença física dos interlocutores possa transcender espacial e temporalmente os limites dessa interação. Mas, na sociedade mundial tornou possível e necessário que a comunicação chegue aos lugares mais distantes do planeta.⁸⁰ A terceira se refere a aceitação do comunicado, “posto que o que se comunicou pode não ter sido aceito e, portanto, não atingiu o resultado almejado”.⁸¹ Na comunicação Alter propõe ao Ego que ele selecione, dentre as possibilidades de sua contingência, seguindo os critérios de seleção sugeridos por Alter. Todavia, a decisão cabe ao Ego.⁸²

Luhmann explica que “a diferença entre a coisa e palavra se encontra essencialmente carregada de insegurança. Não existe uma concordância intrinsecamente garantida entre a realidade própria e a realidade exterior, porque também não existe nenhuma possibilida-

concretar os objetivos de sustentabilidade do milênio. 2018. 480 f. Tese. (Doutorado em Direito) – Programa de Pós-Graduação em Direito, Universidade Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2018. p. 231. Disponível em: <http://www.repositorio.jesuita.org.br/handle/UNISINOS/7055?show=full>. Acesso: 11 nov. 2024.

76 ROCHA; WEYERMÜLLER, *op. cit.*

77 *Ibidem.*

78 RODRÍGUES MANSILLA, Darío; OPAZO BRÉTON, Maria Pilar. **Comunicaciones de la organización**. Colaboración de René Ríos F. Santiago de Chile: Universidad Católica de Chile, 2007. p. 135-136.

79 LUHMANN, Niklas. **A improbabilidade da comunicação**. Tradução Anabela Carvalho. 3. ed. Lisboa: Vega, 2001. p. 42.

80 RODRÍGUES MANSILLA; OPAZO BRÉTON, *op. cit.*, p. 135-136.

81 ROCHA; WEYERMÜLLER, *op. cit.*

82 RODRÍGUES MANSILLA; OPAZO BRÉTON, *op. cit.*, p. 135-136.

de de renunciar a esta distinção”. Portanto, a invariabilidade de sentido, assegurada textualmente, garante a unidade dos acontecimentos elementares que compõe o sistema comunicativo. Nasce assim, um novo limite da comunicação que pode servir como base de uma nova evolução.⁸³

Rocha e Weyermüller reforçam as questões ambientais que “uma realidade como tal não representa nada de positivo em demandas ambientais, por exemplo, onde essa diversidade de resultados cria insegurança e limitações, em suma, resultados indesejados”.⁸⁴ As dificuldades ecológicas expostas na sociedade moderna revelam que parece evidente que existe uma dinâmica de desenvolvimento para a qual tem pouca importância que um sistema esteja adaptado ou não.⁸⁵ Logo, a comunicação ecológica é, de acordo com Rocha e Weyermüller “a seleção de critérios capazes de comunicar sobre a exposição aos riscos ecológicos”. “Além disso, os fatos ou os elementos naturais (químicos, biológicos) não são objeto de comunicação social”.⁸⁶

Tal racionalidade específica é comunicado de um sistema para outro sistema que, por sua vez, não o reconhece, demonstrando ser impraticável uma comunicação direta entre os sistemas que são operativamente fechados. Tal constatação pode ser percebida na comunicação que se estabelece entre qualquer sistema que se observe.⁸⁷

Dessa forma, a improbabilidade da comunicação intersistêmica adquire contornos especialmente importantes no contexto das nanotecnologias, em que se observa uma improbabilidade da comunicação entre o Sistema das Ciências e o Direito, quando a comunicação seria essencial para que as ciências informassem ao Sistema do Direito os riscos das nanotecnologias para que com isso o Sistema do Direito pudesse instrumentalizar mecanismos protetivos e de segurança em relação aos possíveis danos ambientais.

No Sistema do Direito, a inexistência de significados cognitivos de previsão de riscos e direcionamento de ações é uma constatação da realidade que precisa ser reconhecida em suas complexidades.⁸⁸ Este

83 LUHMANN, *op. cit.*, p. 141-144.

84 ROCHA; WEYERMÜLLER, *op. cit.*

85 LUHMANN, *op. cit.*, p. 128.

86 ROCHA; WEYERMÜLLER, *op. cit.*

87 *Ibidem.*

88 *Ibidem.*

diagnóstico fundamenta as conclusões a respeito das dificuldades de comunicação as causas das repercussões ecológicas.⁸⁹

A dificuldade de comunicação entre os sistemas decorre justamente do fato de que cada sistema orienta suas operações de acordo com sua organização interna própria, ou seja, sua autopoiese própria. Diante disso, a informação emitida por um sistema é diferente do código do receptor do outro sistema. Assim, a comunicação objetivada pelo Sistema do Direito pode não ser interpretada pelo sistema da Ciência ou da Economia em razão das diversas codificações. À exceção mora quando entre os sistemas existem os acoplamentos estruturais.⁹⁰ Estes são as pontes de conexão da comunicação construídas pré-existentes diante de uma interação frequente entre os sistemas. Ou seja, entre o Sistema do Direito e da Economia existem acoplamentos relacionados às construções contratuais, entre o Direito e a Política em razão, por exemplo, as decisões envolvidas da Constituição Federal, entre o Sistema da Política e da Economia, a estipulação e pagamento de impostos.⁹¹

Portanto, a justificativa para compreender o que ocorre está na autonomia operacional dos sistemas da sociedade que impede o estabelecimento de relações de comunicação entre a decisão jurídica e o seu ambiente sistêmico.⁹² Devido a isso, as operações dos sistemas envolvidos não são acessíveis ao sistema considerado. Este produz internamente as informações sobre o mundo envolvente, já necessariamente norteada, através dos seus próprios programas e códigos. Ao mesmo tempo, “o sistema é exposto, por intermédio do fenômeno da interferência, às operações dos sistemas envolvidos, os quais funcionam segundo os seus códigos próprios e fazem sentir claramente a sua presença, produzindo perturbações, interferência e ruído”.⁹³ Por isso, a autonomia não significa que o sistema é fechado em relação ao ambiente, nem que é aberto.⁹⁴

Contudo, em um sistema autopoietico nenhum elemento é além dos seus próprios elementos. “Cada operação do sistema é uma

89 WEYERMÜLLER, André Rafael. **Água e adaptação ambiental**: o pagamento pelo seu uso como instrumento econômico e jurídico de proteção. Curitiba: Juruá, 2014. p. 269.

90 HOHENDORFF, *op. cit.*

91 LUHMANN, 2016, *op. cit.*, p. 605.

92 ROCHA, Leonel Severo; SIMIONI, Rafael Lazzarotto. Perícias técnicas, decisões jurídicas e gestão em sistemas setoriais no contexto dos novos direitos. In: ROCHA, Leonel Severo; DUARTE, Francisco Carlos. **Direito Ambiental e Autopoiese**. Curitiba: Juruá, 2012. p. 201.

93 TEUBNER, *op. cit.*, p. 208.

94 ROCHA; SIMIONI, *op. cit.*, p. 201.

operação recursiva, baseada tão somente na diferença entre auto e hetero-referência, sem nenhuma referência a um termo final ou a uma meta que, quando alcançada, daria o sistema por cumprido e o extingiria”. Cada sistema é um conjunto de operações que se replicam.⁹⁵

Já o acoplamento estrutural é um ponto de contato comunicativo entre sistemas, que pressupõe uma estrutura de codificação secundária para a sua operacionalização.⁹⁶ De um modo mais preciso, “todo o ato especializado de comunicação jurídica é sempre, simultaneamente, um ato de comunicação geral, constituído por uma unidade de informação, expressão e compreensão”. Conquanto sob duas particularidades: a informação transmitida é relativa ao código binário legal/ilegal, por um lado e, por outro, “o sistema jurídico, mergulhando no fluxo de comunicação, constitui os seus componentes de acordo com os critérios diferentes dos utilizados pela sociedade (ou seja, ações que produzem mudanças na situação jurídica)”. Isto significa que um mesmo ato de comunicação integra dois circuitos comunicativos: o da sociedade e do Direito.⁹⁷

No caso específico das nanotecnologias e diante da ausência de legislação, importante que haja reflexões sobre a relevância de “atender às necessidades de desenvolvimento, visando encontrar soluções de mercado eficientes e mais rentáveis, sem deixar de observar as incertezas quanto aos riscos que envolvem as nanotecnologias”. Bilhões estão sendo investidos em desenvolvimento nanotecnológico e muitos tantos são esperados como lucro destes, mas este cenário justamente demonstra que é preciso refletir sobre a administração de recursos com eficiência e as essenciais preocupações ao desenvolvimento sustentável. Neste sentido, é necessário estabelecer vínculos entre o Sistema do Direito e da Economia.⁹⁸

As normas jurídicas não constituem fenômenos físicos, sócio-psicológicos no sentido de representarem consenso das consciências dos envolvidos, mas fenômenos sociais, cuja realidade reside na própria comunicação. Assim, a realidade jurídica não constitui a parcela jurídica da realidade social: representa “uma construção de um mundo tal como ele acede à sua existência, através das limitações (e oportu-

95 ROCHA; SIMIONI, *op. cit.*, p. 201.

96 ROCHA; SIMIONI, *op. cit.*, p. 203.

97 TEUBNER, *op. cit.*, p. 176-177.

98 MARTINS, Patricia Santos; ENGELMANN, Wilson; . Nanotecnologias: “A ciência encontra, a indústria aplica, o homem se adapta”. **Revista de Estudos Constitucionais, Hermenêutica e Teoria do Direito (RECHTD)** v. 8, n. 2, p. 210-222, 2016. Disponível em: <http://www.revistas.unisinos.br/index.php/RECHTD/article/view/rechtd.2016.82.08/5555>. Acesso em: 11 nov. 2024.

nidades) próprias do jogo comunicativo-jurídico". A realidade jurídica se distingue da consciência do jurista em dois aspectos: constitui uma construção social, representando o resultado de comunicações, bem como uma construção social altamente seletiva, já que ganha a sua própria existência no seio de um sistema social autônomo (Direito), o hiperciclicamente organizado.⁹⁹

Assim, com fundamento na Teoria Sistêmica é possível realizar uma observação das mudanças sociais a partir das possibilidades de comunicação e suas estruturas de acoplamento. "Em nível sistêmico, a improbabilidade da comunicação se converte em probabilidade na própria existência do sistema". Sendo assim possível compreender as dificuldades existentes no enfrentamento de uma realidade dos riscos complexos no Sistema do Direito tradicional.¹⁰⁰ Um dos aportes está relacionada a dogmática tradicional do Direito, a qual não tem os meios adequados, adaptados, para enfrentar a complexidade que envolve a questão ambiental na atual sociedade de risco.¹⁰¹ As tecnologias e seus desdobramentos são dimensionadas de formar diversas, são fruto da complexidade social e da rapidez do avanço de tecnologias e estão a frente da capacidade de apreensão dos fenômenos por parte do Direito.¹⁰²

Neste sentido, mesmo diante da evolução técnica da comunicação pela escrita e impressão, estes instrumentos ainda não são suficientes para lidar com as improbabilidades comunicativas atuais, especialmente em relação aos problemas ecológicos. Isso ocorre porque ao abordar a operatividade do Direito na perspectiva da comunicação ecológica é um fator crucial acerca da diferença entre as "linguagens dos preços (sistema Economia) e a linguagem das normas (sistema do Direito)". Neste viés, Weyermüller sugere que: "É preciso avançar na comunicação ecológica para compreender a realidade e induzir um processo autopoietico onde os elementos econômicos possam operar de forma a proteger os recursos que por sua vez retroalimentam os próprios elementos econômicos". Inclusive o autor afirma que é possível, porém, reconhecer alguns mecanismos jurídico-econômicos que podem ser considerados. Ou seja, mecanismos capazes de gerar uma comunicação ambientalmente relevante que, "mesmo com di-

99 TEUBNER, *op. cit.*, p. 94.

100 WEYERMÜLLER, *op. cit.*, p. 254-256.

101 ROCHA; WEYERMÜLLER, *op. cit.*

102 MOZETIC, Vinicius Almada; SANTOS, Paulo Junior Trindade dos; MOLLER, Gabriela Samrsla. **(Re)pensar o direito a partir das novas tecnologias e da complexidade social**. Joaçaba: Unoesc. 2018, p. 9.

versos pontos de sensibilidade a uma crítica mais elaborada, podem contribuir para alterações positivas nas práticas de conservação ambiental”.¹⁰³

Ora, fazendo-se a transposição desta dinâmica possível para as relações entre Direito e Ciência, é presumível compreender que o código do Sistema da Ciência baseia-se na verdade/não verdade, e sua função é buscar esta constatação por meio de descobertas. Então poderá também haver uma resistência da Ciência em seguir as pretensas regulações do Sistema do Direito a partir do momento em que for mais vantajoso para ela exercer a sua função de maneira autônoma e sem interferências. Mas, isso frustraria a autoridade da validade jurídica eliminando assim a função do Direito por perda de motivação do sistema regulado.¹⁰⁴

Não há como esperar algo diferente da operação do sistema do Direito, pois suas estruturas são aptas a operar apenas para dar respostas aos problemas ecológicos com base em seus próprios elementos pré-existentes.¹⁰⁵ Isso ocorre porque a práxis jurídica procede diferentemente na resolução dos problemas de interferência. Os códigos binários se mantêm intactos, apenas o programa se altera de forma a adaptar-se ao modo possível para a auto-descrição do sistema envolvente. Entretanto, o programa é determinado parcialmente por considerações gerais, políticas, critérios de eficiência econômica, sendo, porém, subordinado ao código jurídico, tratado como Direito válido e convertido numa decisão à luz da distinção “legal/ilegal”. O resultado é precário consiste num aumento dramático da indeterminação do Direito.¹⁰⁶

A racionalidade centrada na razão fechada é a responsável por ocasionar “a angústia cartesiana-mecanicista, em razão de uma ciência balizada no conhecimento apreendido em um modelo positivo de racionalidade”. A ciência jurídica, ao permear os fenômenos jurídicos por uma ótica cartesiano-matemática se separou das demais ciências, limitando-se a observar os fenômenos mundanos por uma lente estritamente jurídica.¹⁰⁷

Assim, se o jurista apenas tem referência na lei, regras ou princípios para decidir, então este já não tem condições para assimilar toda

103 WEYERMÜLLER, *op. cit.*, p. 267 e 271.

104 KREPSKY, Giselle Marie. Abertura do direito para a inovação e regulação tecnocientífica: contribuições da teoria pragmático-sistêmica. In: CELLA, José Renato Gaziero; ROVER, Aires Jose; NASCIMENTO, Valéria Ribas do (org.). **Anais do XXIV Congresso Nacional do CONPEDI**. Florianópolis: CONPEDI, 2015. Disponível em: <https://site.conpedi.org.br/publicacoes/c178h0tg/vwk790q7>. Acesso em: 11 nov. 2024.

105 WEYERMÜLLER, *op. cit.*, p. 271.

106 TEUBNER, *op. cit.*, p. 211.

107 MOZETIC; SANTOS; MOLLER, *op. cit.*, p. 10.

a complexidade que envolve a sua decisão os impactos futuros que a mesma pode provocar no próprio Direito (riscos) e nos demais sistemas da sociedade (perigos).¹⁰⁸ Por causa da crescente atenção dada às questões ambientais as exigências de modos de imposição são difíceis de enquadrar na lei. Estas podem levar à reavaliação de pontos de vista e experiências, mas atualmente são identificáveis apenas com algumas tendências de distorção das instituições existentes. “Pode-se observar, portanto, que a comunicação ecológica deforma a estrutura clássica do sistema legal, e como isso acontece, mais do que apenas o nível do conteúdo das normas”.¹⁰⁹

Mozetic, Santos e Moller explicam que o problema mora “no racionalismo que tem como seu centro-universal a razão fechada, que reside na busca incessante pela verdade, e esta verdade vem a cimentar-se em um mundo externo e outro interno da mente, que apresenta dois mundos opostos”. Ou seja, por um lado o subjetivo e por outro o objetivo, pois muito além destes existe um vasto oceano de obscuridade e de confusão apregoando-se mais do que naturalmente há ilusão em que vem a residir tal angústia.¹¹⁰

Diante deste cenário, percebe-se uma atuação do sistema do Direito com instrumentos e racionalidades superados que pretendem apenas a aplicação de comandos “sem considerar a complexidade e a policontextualidade características da sociedade globalizada produtora de riscos ambientais”.¹¹¹ Observando esta realidade existe um problema de fundo no encaminhamento das questões ambientais em geral, relacionado às dificuldades comunicativas e que repercutem negativamente na sociedade. Diante disso, sem o reconhecimento destas limitações da dogmática jurídica tradicional e objetivando superar estas dificilmente se conseguirá avançar em termos de proteção ecológica ou preservação de recursos essenciais para a manutenção da sociedade. A improbabilidade da comunicação entre os Sistemas Sociais provoca repercussões ambientais, as quais precisam receber ser consideradas. “Um correto encaminhamento de problemas ecológicos parecia partir desse reconhecimento da realidade para então passar para a fase de construção de instrumentos adaptados a essa realidade e que possam se adaptar as realidades diversas muitas vezes ainda desconhecidas”.¹¹²

108 ROCHA; SIMIONI, *op. cit.*, p. 200.

109 LUHMANN, Niklas. **Ecological Communication**. Translated by John Bednarz Jr. Chicago: University of Chicago Press, 1989, p. 75

110 MOZETIC; SANTOS; MOLLER, *op. cit.*, p. 18.

111 ROCHA; WEYERMÜLLER, *op. cit.*

112 WEYERMÜLLER, *op. cit.*, p. 270-271.

Além disso, o desconhecimento e a não observação dos demais sistemas, dificulta a construção dos acoplamentos necessários entre os sistemas do Direito e aos demais sistemas. O que daria um respaldo mais seguro ou adequado para esta sociedade complexa em meio aos possíveis riscos advindos da tecnociência.¹¹³

Como compreendido e explicitado por Luhmann o Direito é operativamente fechado e cognitivamente aberto e essa característica é indicativa das dificuldades na produção de normas que possam causar repercussões ambientalmente relevantes e compatibilizar aos processos produtivos. Ou seja, trata-se de uma dificuldade na essência do sistema, sendo para tanto, necessário construir outras vias para superar essas dificuldades. A isso o autor Weyermüller denomina de Estado Ambiental da Adaptação.¹¹⁴ Isso também se justifica pelo fato de que o Direito está em constante movimento pela sua adaptação existencial/social, por isso ele possui:

[...] o desafio de concretizar essa convivência em meio às confluências de uma pluralidade complexa, de modo que os conflitos que surgem devem ser vistos a partir de uma base que *aceita e resolve* o conflito, de forma construtiva. O Direito é uma forma de adaptação social (como a religião, a economia, a ciência, etc).¹¹⁵

O que se vislumbra é que o estudo dos conhecimentos produzidos nas esferas jurídica, científica e das interferências entre os Sub-sistemas Sociais e que supostamente partilham de eventos comunicativos, pode possibilitar um salto qualitativo metodológico até mesmo para outros objetos de investigação mais específicos na esfera jurídica.¹¹⁶ Assim, apesar de ser aparentemente improvável a comunicação entre os sistemas do Direito e da Ciência, a probabilidade pode ocorrer quando determinados mecanismos adaptativos são inseridos nesses contextos complexos, os quais privilegiam os acoplamentos capazes de proporcionar ganhos ambientais relevantes.¹¹⁷

É possível assim um contato direto entre os sistemas o que viabilizaria uma espécie de ponte entre os mesmos e não apenas uma

113 KREPSKY, *op. cit.*

114 WEYERMÜLLER, *op. cit.*, p. 273.

115 MOZETIC; SANTOS; MOLLER, *op. cit.*, p. 60.

116 ROCHA, Leonel Severo; KREPSKY, Giselle Marie. **O direito, a ciência e a educação**: relações intersistêmicas e as respostas para os novos direitos. Disponível em: <http://www.publicadireito.com.br/artigos/?cod=59ac9fe696ce55>. Acesso em: 11 nov. 2024.

117 ROCHA; WEYERMÜLLER, *op. cit.*

forma de troca de informações entre sistemas de forma direta. Seria possível ir além de uma mera observação entre os sistemas gerando uma atuação sistêmica conjunta em benefício do ambiente, e ao mesmo tempo do desenvolvimento.¹¹⁸ Por isso, “toda a regulação referente ao uso das tecnologias e as ações tecnocientíficas são inerentes aos novos Direitos”. E, se ao Direito incumbe reduzir a complexidade, como dito anteriormente, atuando sobre as expectativas de ações da sociedade, cabe a ele delimitar o agir científico.¹¹⁹

Para tornar isso possível exigem-se ferramentas teóricas mais complexas para descrever e compreender inicialmente o funcionamento da sociedade moderna. Bem como, novas técnicas para a disseminação da comunicação são também essenciais. Hoje, cada um dos sistemas mais importantes da sociedade é direcionado a uma função específica e primária que pertence apenas a ele (especialização). Isso explica o enorme crescimento do desempenho da sociedade moderna e complexa. Ao mesmo tempo, revela o problema da integração, da capacidade de ressonância entre os subsistemas da sociedade e a relação da sociedade com o meio ambiente.¹²⁰

Neste sentido, Rocha e Simione defendem que “os riscos e perigos jamais poderão ser conhecidos na decisão jurídica, a não ser novamente, através das informações peritas” (especialistas). Os riscos do progresso científico são bem trabalhados (prognosticados) pela ecologia, mas para o Direito esses riscos não podem ser observados senão através da observação das observações da ecologia, pois os códigos do Sistema do Direito não são os mesmos que para o Sistema das Ciências.¹²¹

Esta é uma necessidade, pois o Direito é capaz de ressonâncias apenas com suas estruturas. Mas, essas “dificilmente conseguem dar conta da complexidade dos problemas colocados frente ao sistema que fica em constante “teste” de capacidade para a redução dessa complexidade”.¹²² Especialmente diante de riscos tecnológicos.

No caso do Direito ambiental, por exemplo, o acoplamento estrutural com a ecologia, pela comunicação da ciência, torna-se possível porque a unidade operacional ciência (código verdade/falsidade) é compartilhada no mesmo nível de codificação entre a ecologia e o Direito. É através do código científico que a ecologia observa no am-

118 WEYERMÜLLER, *op. cit.*, p. 274.

119 KREPSKY, *op. cit.*

120 LUHMANN, 1989, *op. cit.*, p. 31-35

121 ROCHA; SIMIONI, *op. cit.*, p. 197.

122 WEYERMÜLLER, *op. cit.*, p. 269.

biente os eventos sob a forma sustentável/não sustentável. A ecologia auto-observa a sustentabilidade/degradação dos eventos do ambiente pelo meio de comunicação da ciência, tal como o Direito auto-observa a diferença Direito/não Direito dos eventos do ambiente, através dos programas condicionais jurídicos que demandam perícias, isto é, a utilização dos meios de comunicação da ciência.¹²³

Assim, o que designa por “comunicação ecológica” vem recebendo espaço nos meios de comunicação e causando ressonância no Sistema Social. “Uma observação mais atenta da realidade dos problemas ecológicos ou ambientais revela que há profundas dificuldades em termos de efetividade dessa comunicação, sobretudo numa perspectiva regulatória tradicional de um sistema dogmático como o Direito”. A complexidade e a incerteza são indicativas de dificuldades que carecem superação.¹²⁴ Para tanto se exige a construção de um caminho entre o Sistema do Direito e da Ciência denominado acoplamento estrutural.¹²⁵

Os perigos das tecnologias podem ser compreendidos apenas pela física e pela química (ciências duras), pois pertencentes do sistema científico da sociedade. Portanto, a solução parece simples: “o enfrentamento dos riscos pela decisão jurídica pode ser realizado através da observação da análise dos riscos projetados pelos outros sistemas da sociedade”. Mas, o processamento (a assimilação) dos riscos informados à decisão jurídica pelos outros sistemas, diante da autonomia autopoietica dos Sistemas Sociais, é um problema muito mais complexo.¹²⁶

Não é a toa que se utiliza aqui a expressão “assimilação”. Assimilação é tornar diferente o similar. É indicar uma diferença entre o igual e o diferente. Assim, uma distinção entre o igual e o diferente cria uma diferença que produz complexidade. Então, paradoxalmente, a assimilação de complexidade é uma autoprodução de complexidade. Mas de uma complexidade própria, isto é, uma complexidade estruturalmente organizada. Em outras palavras, a complexidade não tem sentido. O sentido surge quando a observação indica uma distinção. Quando um observador indica algo, o resto põe no ambiente.¹²⁷

123 ROCHA; SIMIONI, *op. cit.*, p. 204-205.

124 WEYERMÜLLER, *op. cit.*, p. 255-256.

125 ROCHA; SIMIONI, *op. cit.*, p. 205.

126 *Ibidem*, p. 198.

127 *Ibidem*, p. 198.

O maior erro do Direito é que ele é feito pelo homem e não para o homem, vinculando-se ainda ao positivismo que se especializa em uma disciplina pura e que se fecha às demais influências de outras disciplinas que até mesmo inter-relacionam-se. Todavia, as resistências entre os saberes não são bem-vindas, pois são responsáveis diretos pela transformação do conhecimento. O mundo “necessita de uma racionalidade diferente, entrelaçada pelas iniciativas, pela cooperação, pelo sentido de responsabilidade, pela capacidade de relacionar umas coisas e fenômenos com outros”.¹²⁸ Diante disso, é preciso avançar para consagrar uma comunicação ecológica e compreender a realidade, objetivando induzir o processo autopoiético. O encaminhamento das questões complexas, como a ecológica, precisa repercutir para além da mera abordagem literal ou linear. “A ressonância na sociedade é a fonte produtora de estímulos capazes de produzir decisões sob novas perspectivas”.¹²⁹

Importa esclarecer que não se busca em Luhmann a solução para os problemas ambientais, mas sim uma sofisticação da observação e análise da realidade. Esta observação pode “fundamentar a construção de mecanismos concretos de operação capazes de provocar ressonâncias ambientalmente relevantes”.¹³⁰

Isto remete a compreensão de que a “realidade dinâmica e incerta da Sociedade Contemporânea não condiz mais com a insuficiência dos modelos conservadores” que induzem modelos de observação de forma estanque, fragmentada e desconectada impedindo a compreensão ampla e satisfatória para enfrentar as complexidades da pós-modernidade. Percebe-se assim a “inadequação dos modelos tradicionalmente desenvolvidos para dar conta da complexidade das questões ambientais”,¹³¹ especialmente relacionadas a identificação, compreensão e avaliação dos riscos.

Inclusive nas palavras de Rodríguez Mansilla e Opazo Bréton as improbabilidades devem ser superadas pelas organizações para que o sistema possa operar de forma eficiente, sendo necessário que: garantir que as comunicações sejam entendidas, transcender o círculo de comunicação além dos que estão presentes e conseguir que a proposta seja aceita.¹³² Por esta via, demanda-se de novas técnicas que objetivam realizar a aproximação comunicativa entre o Sistema das Ciências e do Direito.

128 MOZETIC; SANTOS; MOLLER, *op. cit.*, p. 41 e 46-47.

129 ROCHA; WEYERMÜLLER, *op. cit.*

130 WEYERMÜLLER, *op. cit.*, p. 270.

131 ROCHA; WEYERMÜLLER, *op. cit.*

132 RODRÍGUES MANSILLA; OPAZO BRÉTON, *op. cit.*, p. 158-159.

3. O sistema do direito: do estado da arte ao seu necessário estado futuro

Para gerir os riscos das nanotecnologias, no que diz respeito ao controle em toda a sua cadeia produtiva é importante ter ciência de duas questões principais: i) controle e facilitação do desenvolvimento da tecnologia que irá trazer muitos benefícios à sociedade;¹³³ ii) este controle deve ser dinâmico, assim como o movimento evolutivo induzido pelas nanotecnologias, por isso, a identificação pelo Sistema do Direito deve existir, mas de alguma forma se permitir ser atualizada a cada nova descoberta de soluções ou problemas.¹³⁴

A tecnologia evolui inversamente proporcional a capacidade de sistematizar a sua compreensão. Dowbor com certa nostalgia descreve a observação sobre a evolução tecnológica:

Assim, somos obrigados às vezes a olhá-la como olhamos um quadro impressionista: com uma certa distância, conscientes de que a imagem que vemos se baseia em pontos de impressão, e de que existem mais pontos do que os que somos capazes de observar. Não há dúvida de que são frágeis estas gestalt's¹³⁵ teóricas, saltos intuitivos onde o detalhe é parcial e a metodologia frequentemente difusa. E, ainda assim, esta instituição nos diz que o que vemos é uma boa forma, algo que tem pé e cabeça.¹³⁶

Beck, em seu novo livro “A metamorfose do Mundo” explica a diferença entre mudança e metamorfose. A mudança está relacionada a um futuro já caracterizado de transformações permanentes, e estas, baseadas em conceitos básicos e constantes. Já a metamorfose desestabiliza as certezas tidas pela sociedade, desloca o “‘estar no mundo’ e ‘ver o mundo’ para eventos e processos não intencionais [...] que prevalecem além da política e da democracia como efeitos colaterais da modernização técnica e econômica radical”. A metamorfose é o estado atual da sociedade, provoca um choque que rompe aquelas que antes

133 BROWNSWORD, Roger; YEUNG, Karen (org.). **Regulating Technologies: Legal Futures, Regulatory Frames and Technological Fixes**. Hart Publishing: Portland, 2008. Disponível em: https://books.google.com.br/books?id=Z_jbBAAAQBAJ&pg=PP3&hl=pt-BR&source=gb_s_selected_pages&cad=2#v=onepage&q&f=false. Acesso em: 11 nov. 2024.

134 BENNETT MOSES, Lyria. How to Think About Law, Regulation and Technology: Problems with ‘Technology’ as a Regulatory Target. **Law, Innovation and Technology**, v. 5, n. 1, p. 1-20, 2013. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=2464750>. Acesso em: 11 nov. 2024.

135 Gestalt, Gestaltismo ou Psicologia da Forma é uma doutrina da psicologia baseada na ideia da compreensão da totalidade para que haja a percepção das partes. Gestalt é uma palavra de origem germânica, com uma tradução aproximada de “forma” ou “figura”. In: SIGNIFICADOS. Disponível em: <https://www.significados.com.br/gestalt/>. Acesso em: 11 nov. 2024.

136 DOWBOR, Ladislau. Globalização e tendências institucionais. In: DOWBOR, Ladislau; IANNI, Octavio; RESENDE, Paulo-Edgar A. **Desafios da globalização**. Petrópolis: Vozes, 1997. s/p.

eram tidas como constantes antropológicas da existência humana. “O que foi impensável ontem é real e possível hoje”.¹³⁷

A mudança tecnológica induz a mudança cultural, por sua vez, leva a mudanças especificamente na cultura legal, e esta leva a mudanças na própria ordem legal.¹³⁸ Por isso, pode ser dito que as “tecnologias que redefinem os nossos tempos estão redefinindo os nossos espaços”.¹³⁹ Desta maneira, a proteção ambiental, diante da tecnologia implica em um novo arranjo social que, provavelmente, não dispensará nenhum dos âmbitos possíveis de tratamento (“o local, o nacional, o supranacional, o mundial; o espaço público estatal, o espaço público não-estatal e o espaço privado”), mas exigirá um “conserto que se constitua a partir de práticas e vínculos construídos a partir de uma democracia sustentável, cujos elementos característicos ainda estão por se constituir, mas que tem sua marca na participação e na incerteza de formas e conteúdos”.¹⁴⁰ Para isso, exige-se uma “ciência jurídica atenta ao que se desenvolve em seu redor” para produzir uma forma de Direito capaz de apreender os novos fenômenos das tecnologias. Há vista que “uma sociedade complexa cria e recria novas complexidades”.¹⁴¹

Mas, enquanto isso, os instrumentos de regulação continuam sendo de âmbito nacional, criando um gigantesco espaço de “vale-tudo internacional”. Isso expõe um imenso espaço de perda de governabilidade. Por isso:

Melhorar radicalmente a nossa capacidade de governo tornou-se uma questão de sobrevivência. A dramática diferença entre rapidez do avanço das técnicas e a lentidão do avanço das instituições nos coloca como que no comando de um imenso avião moderno, tendo no painel os modestos controles de um fusca. Há uma disritmia letal no desenvolvimento da nossa sociedade.¹⁴²

O cenário atual diante dos avanços tecnológicos “exige que o Direito se liberte de um passado inventado por outros, e ser um

137 BECK, *op. cit.*, p. 11-12.

138 FRIEDMAN, Lawrence M. Direito, tecnologia e o efeito borboleta. In: SCHWARTZ, Germano; COSTA, Renata Almeida da (org.). **Sociology of law on the move**. Canoas: UnilaSalle, 2015. p.120.

139 DOWBOR, *op. cit.*, s/p.

140 MORAIS, José Luis Bolzan de. Reflexões acerca das condições e possibilidades para uma ordem jurídica democrática no século XXI. In: NUNES, Antônio José Avelãs; COUTINHO, Jacinto Nelson de Miranda. **O Direito e o futuro do futuro do Direito**. Porto Alegre: Almedina, 2008. p. 454-455.

141 MOZETIC; SANTOS; MOLLER, *op. cit.*, p. 10.

142 DOWBOR, *op. cit.*, s/p.

presente imposto pelo exterior, refém de metas pré-determinadas e oriundas da economia, da política”. Isso será necessário para viabilizar a proteção ambiental e humana diante do dinâmico e incontrolado desenvolvimento. Pois, de acordo com Moraes, enquanto não for feita esta rearquitectura do tempo, do homem (cidadão) não se sentirá responsável pela construção do seu ambiente de vida. Essa rearquitectura “permitirá o dar-se conta da potencialidade criativa do homem tornando viável/crível o Direito do futuro, do contrário viveremos um futuro com a memória do Direito apenas”.¹⁴³

As tecnologias avançam rapidamente enquanto as instituições correspondentes avançam lentamente, e esta combinação pode ser catastrófica. Ademais, o capitalismo e a dinâmica global estão cada vez mais presentes no cotidiano da sociedade, enquanto que o Estado moderno não tem as ferramentas de governo correspondentes. Por isso, “a humanidade precisa urgentemente de puxar as rédeas sobre o seu desenvolvimento, e dotar-se dos instrumentos institucionais capazes de efetivamente capitalizar os avanços científicos para um desenvolvimento humano”.¹⁴⁴

Para encarar as novas tecnologias é necessária uma ressignificação do Direito. Passando este a se tornar “um Direito capaz de apreender os fenômenos de uma sociedade complexa, isto é, que se comunique com todas as demais ciências”.¹⁴⁵

Diante das inúmeras empresas multinacionais e a crescente internacionalização da atividade econômica, o conflito entre Direito estadual e “social” ganhou novos e ressaltados contornos.¹⁴⁶ Portanto, este fato exige-se considerar que a questão ambiental, não se submete aos limites territoriais da ordem moderna, provocando a incapacidade de ser tratada adequadamente em um ambiente jurídico, que não se abra para a ultrapassagem de tais restrições. É preciso um Direito ou um formato regulatório novo para um interesse novíssimo.¹⁴⁷

Beck assim explica a nova necessária compreensão do mundo atual e sua comunicação integrada:

Deparamo-nos sempre com o mesmo padrão: o que era excluído de antemão como inteiramente inconcebível está acontecendo – como um evento global, via de regra observável em todas as salas de es-

143 MORAIS, *op. cit.*, p. 467.

144 DOWBOR, *op. cit.*, s/p.

145 MOZETIC; SANTOS; MOLLER, *op. cit.*, p. 36.

146 TEUBNER, *op. cit.*, p. 224.

147 MORAIS, *op. cit.*, p. 454.

tar do mundo porque é transmitido pelos meios de comunicação em massa.¹⁴⁸

Há ainda que se considerar a multiplicidade de fontes jurídicas, para além do monopólio estatal, voltando-se a falar em um pluralismo jurídico, no qual se tem a presença de diversas ordens normativas (Direito estatal, Direito social, Direito reflexivo, Direito marginal, e, Direito nacional, Direito internacional, Direito comunitário etc.). Estes em “concorrência ou não, regulando condutas, bem como constituindo sistemas de tratamento de conflitos peculiares a cada uma destas ordens, instâncias e espaços normativos, destacando-se a arbitragem, a mediação, as diversas formas de negociação”.¹⁴⁹

Ou seja: “ao mesmo tempo em que se tem mais Direito, tem-se menos Direito de origem estatal e emergente daquelas práticas erigidas pelas conquistas modernas”.¹⁵⁰ Por isso, em comparação, no Direito tradicional as respostas das consequências das ações estão pré-determinadas, ou seja, é aplicada a codificação binária (Direito/não Direito) mediante uma comunicação jurídica. Se, por exemplo, alguém matar outrem e isso for comprovado em um “devido processo legal”, poderá sofrer uma determinada pena, que já estaria prevista na legislação. O Direito dá o sentido futuro. A partir deste momento em que se rompe com essa noção e se começa a pensar na produção da diferença, na construção de novas realidades, tem-se que reavaliar que tipos de consequências podem decorrer das decisões.¹⁵¹ Por isso, “o papel do Direito precisa ser revisado, especialmente porque os novos riscos não se adequam às exigências de segurança e previsibilidade que o Direito tanto idolatra”.¹⁵²

Portanto, é necessário emitir respostas para as incertezas dos riscos das nanotecnologias. Ou seja, um Direito que opere de forma antecipatória e não fundado em preceitos pretéritos, condenando apenas o ressarcimento de danos. Neste sentido Luhmann menciona que a análise sobre o risco parte da bifurcação entre tomadores de decisão e partes afetadas. “As percepções em relação à medida na qual o risco é aceitável e à percepção do risco diferem para aquele que se vê a si próprio como tomador de decisão ou como parte envolvida”.¹⁵³

148 BECK, *op. cit.*, p. 12.

149 MORAIS, *op. cit.*, p. 451.

150 *Ibidem*, p. 451.

151 ROCHA, Leonel Severo; MARTINI, Sandra Regina. **Teoria e prática dos sistemas sociais e direito**. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2016, p. 52-54.

152 MOZETIC; SANTOS; MOLLER, *op. cit.*, p. 78.

153 LUHMANN, 2016, *op. cit.*, p. 189.

E, quanto mais a percepção do futuro da sociedade moderna adentra o horizonte de dependência da tomada de decisões, mais nitidamente pronunciada se torna a lacuna entre tomadores de decisões e partes envolvidas; assim, é preciso reconhecer mais nitidamente que os instrumentos jurídicos e financeiros de regulamentação designados para lidar com os mais diferentes problemas já não são suficientes.¹⁵⁴

Guerra assim resume em sua fala a concepção da atual sociedade do risco no cenário de ameaças e ausência de ordenamento de controle:

Nas sociedades modernas de risco, o investimento nas diversas alternativas de produção passa a ser por si mesmo estimulado, o consumo gera um interesse por si próprio, as sociedades capitalistas não se impõem mais limites externos, gerando decisões políticas e éticas a partir de simulações, que calculam riscos toleráveis de consumo. O indivíduo, ao mesmo tempo que é incessantemente provocado a consumir é, também, alertado para os perigos provenientes dos excessos que a sua busca por prazer pode lhe trazer no futuro. As decisões, por estarem sob o constante alerta dos riscos, não podem, quando tomadas no presente, eliminar possíveis escolhas no futuro.¹⁵⁵

O atual Direito, “não apresenta as respostas adequadas para com os grandes desafios de uma nova era caracterizada pelos enormes câmbios científicos e técnicos. Deve-se ter em vista a complexidade do mundo”.¹⁵⁶ Moraes explica, neste sentido que, o conflito existente entre o tradicional modo de fazer Direito e sua incompatibilidade com os atuais desafios, mencionando que o ordenamento jurídico constitui-se cada vez mais complexo, tendo que conviver com interesses díspares, que não se adequam às fórmulas jurídicas clássicas. Os quais impõe a renovação das mesmas e muitas vezes expõem a própria insuficiência de uma certa cultura e tradição jurídicas para lidar com tais novidades.¹⁵⁷

As promessas e as fragilidades do positivismo jurídico ainda estão presentes na tradição e nos seus reflexos jurídicos. “Desvencilhar-se é uma tarefa difícil, embora muitas das suas características já tenham demonstrado as suas fragilidades”.¹⁵⁸ O Sistema de Direito se

154 LUHMANN, 2016, *op. cit.*, p. 189.

155 GUERRA, Sérgio. Riscos, assimetria regulatória e o desafio das inovações tecnológicas. In: FREITAS, Rafael Vêras de; RIBEIRO; Leonardo Coelho; FEIGELSON, Bruno (org.). **Regulação e novas tecnologias**. Belo Horizonte: Fórum, 2017, p.88-89.

156 MOZETIC; SANTOS; MOLLER, *op. cit.*, p. 39.

157 MORAIS, *op. cit.*, p. 448.

158 ENGELMANN, Wilson. O Direito face as Nanotecnologias: novos desafios para a teoria jurídica no século XXI In: WOLKMER, Antonio Carlos; LEITE, José Rubens Morato (org.). **Os “Novos” Direitos no Brasil: natureza e perspectivas**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2016. p. 435-461.

depara num dilema de tentar salvar aquilo que parece insubstituível, resgatar aquilo que foi perdido ao longo do caminho ou, ao contrário, buscar novos instrumentos para dar conta do novo. "Um novo que ainda não se constituiu plenamente, mas que se apresenta muitas vezes incompatível com o que até então estava posto".¹⁵⁹

4. Considerações finais

Conforme apontado no início deste artigo o problema enfrentado foi: quais são os desafios e inovações necessárias ao Sistema do Direito para aprimorar a comunicação a respeito dos riscos nanotecnológicos?

Em resposta ao referido verificou-se que os riscos nanotecnológicos, são complexos, bem como imprevisíveis. Assim, para que haja possibilidade de gestão dos mesmos o intercâmbio de informações é medida primordial. Tendo conhecimento dos mesmos a gestão se torna possível.

Todavia, é sabido que a comunicação não ocorre, em especial entre o Sistema do Direito e das Ciências. Existem dificuldades comunicativas importantes, pois comunicar uma informação ambientalmente relevante e que poderia representar a continuidade de determinada atividade significa nada mais que ruídos incomprensíveis. Ademais, para a comunicação se efetivar há uma dependência ato de comunicar, da informação e da compreensão, todos devem ocorrer. Logo, há uma improbabilidade de que a comunicação não ocorra ou que se ocorrer não será perfeitamente eficiente.

Todavia, as improbabilidades devem ser superadas pelas organizações para que o sistema possa operar de forma eficiente, sendo necessário que: garantir que as comunicações sejam entendidas, transcender o círculo de comunicação. Por esta via, demanda-se de novas técnicas que objetivam realizar a aproximação comunicativa entre o Sistema das Ciências e do Direito.

E para que tal seja possível exige-se uma ciência jurídica atenta ao desenvolvimento para produzir uma forma de Direito capaz de apreender os novos fenômenos das tecnologias. Considerando ainda a multiplicidade de fontes jurídicas, um pluralismo jurídico, no qual se tem a presença de diversas ordens normativas. O papel do Direito precisa ser revisado, pois os novos riscos não se adéquam às exigências de segurança e previsibilidade que o Direito tanto idolatra. Isso é necessário para que o Direito emita respostas para as incertezas dos

159 MORAIS, *op. cit.*, p. 466.

riscos das nanotecnologias. Ou seja, um Direito que opere de forma antecipatória e não fundado em preceitos pretéritos, condenando apenas o ressarcimento de danos.

Referências

- ANTUNES, José Engrácia. Prefácio. In: TEUBNER, Gunther. **O Direito como sistema autopoietico**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1989.
- BECK, Ulrich. **A metamorfose do mundo**: novos conceitos para uma nova realidade. Tradução de Maria Luiza X de A. Borges. Revisão Técnica de Maria Cláudia Coelho. Rio de Janeiro: Zahar, 2018.
- BENNETT MOSES, Lyria. How to Think About Law, Regulation and Technology: Problems with ‘Technology’ as a Regulatory Target. **Law, Innovation and Technology**, v. 5, n. 1, p. 1-20, 2013. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=2464750>. Acesso em: 11 nov. 2024.
- BROWNSWORD, Roger; YEUNG, Karen. **Regulating Technologies**: Legal Futures, Regulatory Frames and Technological Fixes. Hart Publishing: Portland, 2008. Disponível em: https://books.google.com.br/books?id=Z_jbBAAAQBAJ&pg=PP3&hl=pt-BR&source=gbs_selected_pages&cad=2#v=onepage&q&f=false. Acesso em: 11 nov. 2024.
- DE GIORGI, Raffaele. O risco na sociedade contemporânea. **Revista Sequência**, ano 15, n. 28, p. 45-54, jun. 1994. Disponível em: <https://egov.ufsc.br/portal/sites/default/files/anexos/1060-1074-1-PB.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2024.
- DOWBOR, Ladislau. Globalização e tendências institucionais. In: DOWBOR, Ladislau; IANNI, Octavio; RESENDE, Paulo-Edgar A. **Desafios da globalização**. Petrópolis: Vozes, 1997.
- ENGELMANN, Wilson. O Direito face as Nanotecnologias: novos desafios para a teoria jurídica no século XXI. In: WOLKMER, Antonio Carlos; LEITE, José Rubens Morato (org.). **Os “Novos” Direitos no Brasil**: natureza e perspectivas. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2016.
- FEBBRAJO, Alberto. **Sociologia do Constitucionalismo**: Constituição e Teoria dos Sistemas. Tradução de Sandra Regina Martini. Curitiba: Juruá, 2016.

- FRIEDMAN, Lawrence M. Direito, tecnologia e o efeito borboleta. In: SCHWARTZ, Germano; COSTA, Renata Almeida da (org.). **Sociology of law on the move**. Canoas: UnilaSalle, 2015. p.121.
- GERSON, Fernando. **A crise da racionalidade do direito brasileiro como obstáculo ao implemento das novas metas locais emancipatórias**. 2011. 213 f. Tese (Doutorado em Direito) – Programa de Pós-Graduação em Direito, Universidade do Vale dos Sinos, São Leopoldo, 2011. Disponível em: <http://www.repositorio.jesuita.org.br/handle/UNISINOS/3250>. Acesso em: 11 nov. 2024.
- GUERRA, Sérgio. Riscos, assimetria regulatória e o desafio das inovações tecnológicas. In: FREITAS, Rafael Vêras de; RIBEIRO; Leonardo Coelho; FEIGELSON, Bruno (org.). **Regulação e novas tecnologias**. Belo Horizonte: Fórum, 2017.
- HOHENDORFF, Raquel Von. **A contribuição do safe by design na estruturação autorregulatória da gestão dos riscos nanotecnológicos**: lidando com a improbabilidade da comunicação inter-sistêmica entre o direito e a ciência em busca de mecanismos para concretar os objetivos de sustentabilidade do milênio. 2018. 480 f. Tese. (Doutorado em Direito) – Programa de Pós-Graduação em Direito, Universidade do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2018. Disponível em: <http://www.repositorio.jesuita.org.br/handle/UNISINOS/7055?show=full>. Acesso: 11 nov. 2024.
- HOHENDORFF, Raquel von; ENGELMANN Wilson. Iniciando a regulação (não tradicional) para as nanotecnologias: a construção do caminho a partir das possibilidades do framework e da árvore de decisão. In: CELLA, José Renato Gaziero; ROVER, Aires Jose; NASCIMENTO, Valéria Ribas do (org.). **Anais do XXIV Congresso Nacional do CONPEDI**. Florianópolis: CONPEDI, 2015. Disponível em: <https://site.conpedi.org.br/publicacoes/c178h0tg/vwk790q7>. Acesso em: 11 nov. 2024.
- KREPSKY, Giselle Marie. Abertura do direito para a inovação e regulação tecnocientífica: contribuições da teoria pragmático-sistêmica. In: CELLA, José Renato Gaziero; ROVER, Aires Jose; NASCIMENTO, Valéria Ribas do (org.). **Anais do XXIV Congresso Nacional do CONPEDI**. Florianópolis: CONPEDI, 2015. Disponível em: <https://site.conpedi.org.br/publicacoes/c178h0tg/vwk790q7>. Acesso em: 11 nov. 2024.
- LUHMANN, Niklas. **A improbabilidade da comunicação**. Tradução Anabela Carvalho. 3. ed. Lisboa: Vega, 2001.

- LUHMANN, Niklas. **Ecological Communication**. Translated by duzido por John Bednarz Jr. Chicago: University of Chicago Press, 1989.
- LUHMANN, Niklas. **El concepto de riesgo**. México: Universidad Iberoamericana; Herder, 2005.
- LUHMANN, Niklas. **La sociedad de la sociedad**. Tradução Javier Torres Nafarrete. México: Herder; Universidad Iberoamericana, 2007.
- LUHMANN, Niklas. **O direito da sociedade**. Tradução Saulo Krieger e Alexandre Agnolon. São Paulo: Martins Fontes, 2016.
- LUHMANN, Niklas. **Sociología del riesgo**. México: Herder; Universidad Iberoamericana, 1992.
- LUHMANN, Niklas. **Sociologia do Direito I**. Tradução Gustavo Bayer. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1983.
- MARTINS, Patricia Santos; ENGELMANN, Wilson. Nanotecnologias: “A ciência encontra, a indústria aplica, o homem se adapta”. **Revista de Estudos Constitucionais, Hermenêutica e Teoria do Direito (RECHTD)**, v. 8, n. 2, p. 210-222, 2016. Disponível em: <http://www.revistas.unisinos.br/index.php/RECHTD/article/view/rechtd.2016.82.08/5555>. Acesso em: 11 nov. 2024.
- MORAIS, José Luis Bolzan de. Reflexões acerca das condições e possibilidades para uma ordem jurídica democrática no século XXI. In: NUNES, Antônio José Avelãs; COUTINHO, Jacinto Nelson de Miranda (org.). **O Direito e o futuro o futuro do Direito**. Porto Alegre: Almedina, 2008.
- MOZETIC, Vinicius Almada; SANTOS, Paulo Junior Trindade dos; MOLLER, Gabriela Samrsl. **(Re)pensar o direito a partir das novas tecnologias e da complexidade social**. Joaçaba: Unoesc, 2018.
- OROZCO, Jaime de Jesús Mosquera; GAVIRIA, Diego Alejandro Muñoz. Una mirada teórica y metodológica a la obra de Niklas Luhmann: entre sistema y entorno. **Revista Colombiana de Ciencias Sociales**, v. 3, n. 1, p. 133-146, jan./jun. 2012. Disponível em: <http://www.funlam.edu.co/revistas/index.php/RCCS/article/view/881>. Acesso em: 11 nov. 2024.
- PASCHOALINO, Matheus P.; MARCONE, Glauciene S. P.; JARDIM, Wilson F. Os nanomateriais e a questão ambiental. **Revista Química Nova**, v. 33, p. 421-430, 2010. Disponível em: http://quimicanova.sbq.org.br/imagebank/pdf/Vol33No2_42132-RV09047.pdf. Acesso em: 11 nov. 2024.

- ROCHA, Leonel Severo. Breves comentários sobre Niklas Luhmann. 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: Mestrado e Doutorado. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2013. n. 10.
- ROCHA, Leonel Severo. **Direito, complexidade e risco**. Florianópolis: Fundação Boiteux, 1994.
- ROCHA, Leonel Severo. Notas sobre Niklas Luhmann. **Revista de Estudos Jurídicos**. São Leopoldo. v. 40, n. 1, jan./jun. 2007.
- ROCHA, Leonel Severo. Observações sobre autopoiese, normativismo e pluralismo jurídico. In: STRECK, Lenio Luiz e MORAIS, José Luis 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, 2017. n. 4.
- ROCHA, Leonel Severo; AZEVEDO, Guilherme de. Notas para uma teoria da organização da decisão jurídica autopoietica. **Revista de Estudos Constitucionais, Hermenêutica e Teoria do Direito (RECHTD)** v. 4, n. 2, p. 193-213, 2012. Disponível em: <https://revistas.unisinos.br/index.php/RECHTD/article/view/rechtd.2012.42.09/1242>. Acesso em: 11 nov. 2024.
- ROCHA, Leonel Severo; KREPSKY, Giselle Marie. **O direito, a ciência e a educação**: relações intersistêmicas e as respostas para os novos direitos. Disponível em: <http://www.publicadireito.com.br/artigos/?cod=59accb9fe696ce55>. Acesso em: 11 nov. 2024.
- ROCHA, Leonel Severo; MARTINI, Sandra Regina. **Teoria e prática dos sistemas sociais e direito**. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2016.
- ROCHA, Leonel Severo; SIMIONI, Rafael Lazzarotto. Perícias técnicas, decisões jurídicas e gestão em sistemas setoriais no contexto dos novos direitos. In: ROCHA, Leonel Severo; DUARTE, Francisco Carlos. **Direito Ambiental e Autopoiese**. Curitiba: Juruá, 2012.
- ROCHA, Leonel Severo; WEYERMÜLLER, André Rafael. Comunicação ecológica por Niklas Luhmann. **Novos Estudos Jurídicos**, v. 19, n. 1, p. 232-262, abr. 2014. Disponível em: <https://periodicos.univali.br/index.php/nej/article/view/5549>. Acesso em: 11 nov. 2024.

- RODRÍGUES MANSILLA, Darío; OPAZO BRÉTON, Maria Pilar. **Comunicaciones de la organización**. Colaboración de René Ríos F. Santiago de Chile: Universidad Católica de Chile, 2007.
- SIQUEIRA, Leonardo. Para além do conceito luhmanniano de expectativa normativa: o peculiar modelo sistêmico-funcional de Günther Jakobs. **Revista Caderno de Relações Internacionais**, v. 4, n. 7, p. 155-160, jul./dez. 2013. Disponível em: <https://www.revistas.faculdadedamas.edu.br/index.php/relacoesinternacionais/article/view/218>. Acesso em: 11 nov. 2024.
- TEUBNER, Gunther. **O Direito como sistema autopoético**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1989.
- WEYERMÜLLER, André Rafael. **Água e adaptação ambiental**: o pagamento pelo seu uso como instrumento econômico e jurídico de proteção. Curitiba: Juruá, 2014.
- WIESNER, Mark R.; BOTTERO, Jean-Yves. A risk forecasting process for nanostructured materials, and nanomanufacturing. **Comptes Rendus Physique**, v. 12, n. 7, p. 659-668, 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1631070511001605>. Acesso em: 11 nov. 2024.