

NANOTECNOLOGIAS, TRANSDISCIPLINARIDADE E TEORIA DOS SISTEMAS AUTOPOIÉTICOS: APONTAMENTOS EM PROL DE UMA VISÃO DIALOGAL DAS ORDENS JURÍDICAS NORMATIVAS DA SOCIEDADE MUNDIAL

NANOTECHNOLOGIES, TRANSDISCIPLINARITY AND AUTOPOIETICAL SYSTEMS THEORY: NOTES FOR A DIALOGAL VISION OF NORMATIVE JURIDICAL ORDERS OF WORLD SOCIETY

Mateus de Oliveira Fornasier¹

RESUMO

Objetivo: Este artigo objetiva abordar convergências entre a teoria dos sistemas autopoieticos e a transdisciplinaridade no plano da teoria. *Problema:* sob que condições se pode afirmar a existência de uma confluência teórica entre teoria dos sistemas autopoieticos (Luhmann) e transdisciplinaridade (Nicolescu)? *Hipótese:* mesmo sendo teorias estudadas em âmbitos bastante diversos, há diversas confluências teóricas entre transdisciplinaridade e teoria dos sistemas autopoieticos, dado que ambos os autores aqui indicados transpuseram seus campos originários de estudo, penetrando nas ciências sociais e na lógica a fim de expor raciocínios bastante convergentes. *Objetivos específicos:* 1) demonstrar que o desenvolvimento nanotecnocientífico demanda grande esforço para além das fronteiras disciplinares para ser possibilitado; 2) expor as convergências visualizáveis entre a teoria dos sistemas autopoieticos e as teorizações acerca da transdisciplinaridade; 3) analisar a importância da lógica do terceiro incluído para a teoria dos sistemas autopoieticos, indicando-se a aproximação para com a transdisciplinaridade.

Palavras-chave: nanotecnologias; Teoria do Direito; risco; transdisciplinaridade; autopoiese.

ABSTRACT

This article aims to address convergences between the autopoietic systems theory and the transdisciplinary theory. Problem: under what conditions can one affirm the existence of a theoretical convergence between Autopoietic Systems Theory (Luhmann) and transdisciplinarity (Nicolescu)? Hypothesis: even being theories studied in quite different areas, there are several theoretical confluences between transdisciplinarity and theory of autopoietic systems, since both authors listed here transposed their study fields, penetrating the reasoning of social science and logic to expose quite convergent thinking. Specific objectives: 1) to demonstrate that the nanotechnical a nanoscientific developments calls for big efforts beyond disciplinary limits to be possible; 2) to expose viewable convergences between the theory of autopoietic systems and theories about transdisciplinarity; 3) to analyze the importance of the logic of the third included to the theory of autopoietic systems, indicating the great approach to the transdisciplinarity.

Keywords: nanotechnologies; law theory; risk; transdisciplinarity; autopoiesis.

1. Introdução

Salta aos olhos a necessidade de uma guinada da observação da abordagem do risco pelo Direito para além da exegese jurídica: a mera visualização de uma produção legislativa exaustiva, de uma dogmática mais detalhada ou de uma práxis judicial mais direcionada para a figura dos princípios pode até ser útil pontualmente, mas não suficiente para a tratativa da

¹ Doutor em Direito (Unisinos/RS). Professor do Programa de Pós-Graduação *stricto sensu* (Mestrado) em Direitos Humanos da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (Unijuí/RS). Endereço eletrônico para contato: mateus.fornasier@unijui.edu.br.

problemática do risco das altas tecnologias. Ciência, tecnologia e Direito (sem excluir-se a consideração de outros sistemas sociais, como a Política e a Economia) devem ser considerados sistemas autopoieticos, porém reflexivos, para que novas respostas, potencialmente superiores às apresentadas teoricamente pelos positivismos legalista e normativista, possam vir a ser elaboradas. Isto demanda, portanto, esforços no sentido da transdisciplinaridade, segundo os quais tais sistemas comunicativos poderiam ser visualizados para além de suas lógicas internas – possivelmente resultando, assim, em análises mais acuradas.

O que se pretende, por ora, tratar, é das possíveis convergências entre a teoria dos sistemas autopoieticos (mormente em sua versão luhmanniana) e as tratativas acerca da transdisciplinaridade no plano da teoria (especialmente naquilo que Nicolescu acerca dela expôs). Em suma: sob que condições é possível afirmar a existência de uma confluência teórica entre ambas as visões?

Apresenta-se a hipótese de que, mesmo sendo teorias estudadas em âmbitos bastante diversos – tendo sido Nicolescu um físico preocupado com problemas relacionados à própria lógica, enquanto Luhmann foi jurista e (principalmente) sociólogo preocupado com problemas concernentes à teoria da sociedade –, há diversas confluências teóricas entre transdisciplinaridade e teoria dos sistemas autopoieticos, dado que ambos os autores aqui indicados transpuseram seus campos originários de estudo, penetrando nos raciocínios das ciências sociais e da lógica a fim de expor raciocínios bastante convergentes.

Faz-se necessária a elucidação de algumas questões relacionadas à transdisciplinaridade no presente momento, eis que os postulados teóricos a ela relacionados, quando analisados paralelamente à teoria dos sistemas de Luhmann, podem representar um meio de observação válido. Aliás, a observação mútua entre sistemas – o que se propõe, por ora, como sendo uma metodologia análoga ao que se poderia raciocinar acerca das “disciplinas”, conforme a proposta de Nicolescu – para as questões que se pretende tratar no presente momento, pode se apresentar bastante proveitosa para os propósitos deste ensaio, já que se pretende apresentar elucidações teóricas para o trato do risco pelo Direito de maneira diversa à linearidade no tradicional raciocínio legalista. Isto porque a observação de avanços, raciocínios e teorias científicos (reitere-se: observações mútuas, não transplantes teóricos de um campo a outro), quando cautelosamente aproveitados pela Teoria do Direito, têm o potencial de desencadear irritações – e, quiçá, evoluções – no sistema, caso a variabilidade seja seguida pela seleção e pela estabilização (processo este incontrollável, mas indubitavelmente provocável) (LUHMANN, 1998, p. 48-49).

Seguindo-se à apresentação deste trabalho, pretende-se, num primeiro momento, expor as convergências visualizáveis entre a teoria dos sistemas autopoieticos e as teorizações acerca do que Nicolescu denominou *transdisciplinaridade*. A fim de se realizar este exercício a contento (e sendo evitadas falsas impressões de analogia ou hipérboles teóricas), já se adianta que ambas as teorias *não* fazem parte do mesmo universo de origem – contudo, isto não impede que sejam observadas, lado a lado, de modo dialógico, sendo apontadas semelhanças e diferenças.

Num segundo momento, observações acerca da observação luhmanniana da sociedade serão realizadas mais detalhadamente, a fim de se ilustrar os pressupostos teóricos utilizados pelo alemão. Tecer-se-ão argumentos elucidativos acerca do raciocínio acerca da lógica do terceiro incluído na teoria dos sistemas autopoieticos, indicando-se a grande aproximação para com o raciocínio transdisciplinar.

2. Desenvolvimento nanotecnológico, interdisciplinaridade e risco

A ideia inicial do desenvolvimento nanotecnológico,² no século XX, é expressa em *There's Plenty of Room at the Bottom* (1959) (FEYNMAN, 2004, p. 137-155), trabalho em que é esboçada a grande gama de possibilidades obteníveis com a exploração do universo nano (entre elas, a possibilidade técnica concreta de escrever todos os volumes da Enciclopédia Britânica, com vinte e quatro volumes à época, na cabeça de um alfinete, com letras cerca de vinte e cinco mil vezes menores do que o seu tamanho comum). Neste mesmo texto visionário, já se apresentam probabilidades de grandes melhoras para as pesquisas (e técnicas) da física, da biologia, da química e da informática, robótica, engenharia de materiais, medicina. Em outras palavras, previa uma verdadeira revolução que ocorreria mais concretamente a partir do ano 2000.

Apenas no início da década de 1980, contudo, o desenvolvimento nanotecnológico começa a se tornar realidade, com o trabalho de físicos operando microscópios de varredura por sonda, (que funcionam pelo mapeamento dos objetos de dimensões atômicas pelo uso de uma agulha cuja extremidade tem área de poucos átomos) se tornou possível (MELO; PIMENTA, 2004, p. 13). Nas três décadas posteriores esta técnica se desenvolveu muito.

² É interessante definir as diferenças entre os termos nanociência e nanotecnologias: o primeiro se reportaria à área do conhecimento concernente aos princípios fundamentais de moléculas e estruturas, em que ao menos uma das dimensões está compreendida entre cerca de 1 e 100 nm; enquanto o segundo se refere à aplicação das nanoestruturas em dispositivos nanoescalares úteis (RATNER; RATNER, 2003, p. 130).

Em 1974, Norio Taniguchi cunhou o termo “nanotecnologia”, [para] máquinas que tivessem níveis de tolerância inferiores a um micron (1000 nm). [Também podem ser citados] o trabalho de Gerd Binnig e Heinrich Rohrer, criadores do microscópio eletrônico de tunelamento, aparelho que permitiu o imageamento de átomos individuais, em 1981; a descoberta dos fulerenos³, por Robert Curl, Harold Kroto e Richard Smalley, em 1985; a publicação do livro de Eric Drexler, *Engines of Creation*, que popularizou efetivamente a nanotecnologia. [...] O feito de Donald Eigler, [...] escrever o nome IBM, em 1989, com átomos individuais do elemento xenônio e a descoberta dos nanotubos de carbono, feita por Sumio Iijima, no Japão, em 1991. Tais descobertas, aliadas às perspectivas que admitiam a nanotecnologia como “uma nova revolução científica”, [...] levaram a administração de Clinton [...] a lançar, em 2000, no California Institute of Technology, a National Nanotechnology Initiative, [com] investimentos da ordem de US\$ 495 milhões, dando também uma visibilidade extraordinária a este campo de pesquisa fartamente explorado pela mídia (FEYNMAN, 2004, p. 27).

O investimento estadunidense desencadeou a montagem de vários outros programas estatais ambiciosos ligados à área (Comunidade Europeia e Japão, principalmente), em razão da percepção de que poderia ser significativos, num futuro próximo, para os países industrializados desenvolvidos (ou em desenvolvimento) – sendo que, entre 1997 e 2002, agências governamentais de todo o mundo reportaram um crescimento nos investimentos da ordem global de cinco vezes em pesquisa e desenvolvimento em nanotecnologias (FEYNMAN, 2004, p. 26).

É importante também elencar brevemente os vários os instrumentos necessários para o desenvolvimento da nanociência e da nanotecnologia. Para a primeira, além das facilidades normais de um laboratório de pesquisa de materiais, são imprescindíveis, no mínimo, uma “sala limpa”,⁴ novas gerações de microscópios de alta resolução (transmissão, varredura, força-atômica, tunelamento) e as espectroscopias/microscopias ópticas confocais, que utilizam métodos fluorescentes e de ótica não-linear (ALVES, 2004, p. 31). Já a segunda, quando aplicada à realidade industrial, demandará, principalmente, além de todas as facilidades laboratoriais recém exemplificadas, máquinas e instrumentos para a fabricação, montagem, testes e controle de qualidade (ALVES, 2004, p. 31).

Observa-se, a partir daqui, o caráter interdisciplinar das interações entre vários dos assim ditos “ramos” das *hard sciences* para que as nanotecnologias se desenvolvessem. Assim como a interdisciplinaridade fora a “mola propulsora” da consecução de avanços científicos significativos (descobertas virtualizadas em tecnologias assim que aplicadas à resolução de

³ Fulerenos são novas formas de organização molecular do carbono, de fórmula C₆₀ e C₇₀. Sua descoberta (ou, melhor dizendo, seu desenvolvimento) permitiu a organização dos nanotubos, os quais já evoluíram para as nanoesponjas. (ALVES, 2004, p. 30-31).

⁴ Uma sala limpa (NBR 13413) “é o ambiente no qual o suprimento e a distribuição do ar, sua filtragem, os materiais de construção e procedimentos de operação visam controlar as concentrações de partículas em suspensão no ar, atendendo aos níveis apropriados de limpeza conforme definido pelo usuário e de acordo com normas técnicas vigentes”. (BRITTO, 2011, p. 46).

problemas práticos), a visão interdisciplinar deve ser observada como *conditio sine qua non* das nanotecnologias.

Aliás, os mais significativos avanços da ciência e da tecnologia exigiram uma visão ampla, maior do que a disciplinar. A teoria da seleção natural decorrente da deriva continental, por exemplo, exigiu que se analisasse o princípio da evolução de Darwin (ligado a observações de cunho biológico) em conjunção com postulados da teoria das placas tectônicas (BRODY; BRODY,1999, p. 221). A descoberta do funcionamento dos processos bioquímicos concernentes à hereditariedade só se deu a partir do momento em que biólogos tiveram de estudar química e vice-versa: “a genética reuniu diversas disciplinas, como bioquímica, biofísica e microbiologia” (BRODY; BRODY,1999, p. 347).

Especialmente o século XX se caracterizou, no que concerne às descobertas científicas, pelo surgimento de um novo padrão: a emergência de um “complexo de conhecimentos sobrepostos, entrelaçados, cruzados e interdependentes que agora nos arremessa para o futuro” (BRODY; BRODY,1999, p. 403). Os limites estabelecidos entre, por exemplo, física, química, biologia e astronomia foram substituídos por campos extremamente prolíficos e profícuos de empenho e interesse comuns, virtualizando-se, também, em outros campos e subdisciplinas. Biólogos e geneticistas encontraram suas respostas na química; astrônomos passaram a depender da física e da química; a geologia revelou aos biólogos aspectos essenciais da evolução e da origem da vida (BRODY; BRODY,1999, p. 403-404). Configura-se, assim, a evolução do sistema da ciência como um todo complexo e transdisciplinar, um amplo diálogo entre seus grandes ramos, demonstrando aos cientistas “a necessidade de acompanhar os avanços nas outras áreas das quais eles dependem e de compartilhar as informações” (BRODY; BRODY,1999, p. 404).

Também o desenvolvimento das nanotecnologias exigiu interações entre os mais diversos campos da ciência, bem como visões de um “ramo” da ciência por outro em reciprocidade (nunca estanque) – eis que as descobertas e avanços obtidos em outros campos da ciência possibilita(ra)m e ainda possibilitarão o desenvolvimento nanotecnocientífico. Várias áreas do conhecimento relacionados às chamadas “Ciências Duras” (*Hard sciences*) devem ser dominadas para a evolução do assunto. Um sucinto e resumido rol exemplificativo de espécies de conhecimento exigidos pode ser aqui citado (ALVES, 2004, p. 32-33): química e física do estado sólido; física inter e intramolecular; conhecimentos sobre partículas localizadas e individuais; métodos de medição de partículas; microscopia dos mais variados e avançados tipos; espectroscopia; conhecimentos de química orgânica e física das estruturas moleculares (principalmente no que tange ao carbono, seus compostos orgânicos e

polímeros); engenharia de materiais nanoestruturados; eletromagnetismo; física e mecânica quântica; conhecimentos sobre automontagem; conhecimentos sobre catálise.

Há grande possibilidade de riscos ambientais e à saúde humana em razão do uso das nanotecnologias, eis que se trata de uma gama de possibilidades muito mais próxima da realidade atual. Isto porque já são comercializados no mundo todo cosméticos e produtos de higienização doméstica, principalmente, envolvendo substâncias ou processos obtidos e realizados a partir do uso das nanotecnologias.

Inicialmente quanto à matéria, é interessante analisar que o próprio processo produtivo com a utilização de nanotecnologias pode trazer consequências bastante degradantes para a saúde do trabalhador diretamente envolvido. Guilherme Frederico Bernardo Lenz e Silva relata detalhadamente que

[Apesar do longo convívio do homem com nanopartículas provenientes de processos vulcânicos naturais], nunca ocorreu na história, o contato dos seres humanos, com nanomateriais sintéticos de elevada pureza, concentração, complexidade ou funcionalização, tornando a síntese, manipulação, manuseio, estocagem, estabilização, incorporação e o uso dos nanomateriais em um assunto de extrema complexidade, ainda não completamente estudado em sua profundidade, tempo e multidisciplinariedade necessária (SILVA, 2008, p. 14).

Os riscos da exposição do trabalhador às externalidades da produção envolvendo nanotecnologia têm sido objeto de sérias pesquisas na Europa já há alguns anos. Bom (e sério) exemplo deste tipo é o documento produzido em 2004 pela Royal Society and Academy of Engineering, *Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncertainties*, em que são descritas possibilidades de sua contaminação nas seguintes etapas: produção, transporte, armazenamento, tratamento de resíduos; ademais, ao adentrar de forma difusa no meio ambiente natural, as nanopartículas residuais poderiam contaminar as águas, ser transportadas pelas correntes de ar, instalar-se nos alimentos – afetando o trabalhador não apenas no ambiente de trabalho, mas também em sua dimensão de consumidor (e não apenas o trabalhador, obviamente, mas qualquer um que porventura venha a entrar no necessário contato com a água, o ar e alimentos) (THE ROYAL SOCIETY; THE ROYAL ACADEMY OF ENGINEERING, 2004, p. xii).

Estudos têm sido feitos em relação aos efeitos dos resíduos da produção envolvendo nanotecnologias nos diversos sistemas funcionais orgânicos humanos. Oberdörster, por exemplo, confirmaram a presença de nanopartículas na pele, no trato respiratório, no sistema digestivo, nos neurônios, no sistema linfático, nos rins, no baço, na medula óssea, na circulação sanguínea, no suor, no leite materno, urina, fezes, músculos e placenta

(OBERDORSTER; OBERDORSTER; OBERDORSTER, 2005, p. 836-838). Os principais meios de exposição citados no seu estudo foram mediante o consumo de água e alimentos, o acúmulo de nanorresíduos em roupas usadas e os sistemas de *drug delivery*.

Corroborando com a exposição acima o estudo de Andrew Maynard, no qual descreve as características das nanopartículas (principalmente em razão de sua diminuta dimensão) e as consequências do seu comportamento quando dispersas no ambiente (MAYNARD, 2005). Segundo o autor, o diminuto tamanho e a elevada energia superficial seriam as principais características de tais partículas, o que fariam com que estas, ao serem dispersas no ambiente. Isto facilitaria sua absorção pelo trato respiratório dos indivíduos, a ponto de atingir profundamente os alvéolos pulmonares. Ademais, tais características as torna tendentes à aglomeração, resultando em conjuntos de massa e/ou volume mais elevado (o que seria determinado de acordo com a natureza de cada tipo de nanopartícula residual). Com a contaminação do organismo pelas nanopartículas, várias reações complexas e interações biológicas, físicas e químicas podem ocorrer – o que pode vir a desencadear processos de defesa celular muitas vezes é específico (dependendo do tipo e da natureza da nanopartícula) e das células ou dos tecidos atingidos e seus mecanismos de defesa (UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. 2007, p. 54).

Em relação aos possíveis efeitos nocivos causados às células do trato respiratório (em especial pulmonar), já foram descritos mecanismos bioquímicos de oxidação celular, o que levaria à sua destruição (dependendo do tipo de nanomaterial, bem como das várias possíveis interações ambientais) (NEL; XIA; MADLER; LI, 2006, p. 622-627).

Ao adentrarem no sistema circulatório, as nanopartículas podem causar trombose e parada do sistema cardiovascular em razão da obliteração do fluxo sanguíneo nas veias e artérias (SILVA, 2008, p. 29). A resposta cardiopulmonar à exposição às nanopartículas varia de acordo com as características do indivíduo exposto (idade, situação socioeconômica, configuração genética, doenças pré-existentes) (DONALDSON; BORM, 2007, p. 59-69), mas podem ser resumidos nas seguintes possibilidades: geração de espécies de oxigênio reativo, estresse oxidativo, perturbação mitocondrial, inflamação, absorção através do sistema retículo-endotelial, desnaturação e degradação de proteínas, absorção nuclear (celular), absorção pelo tecido nervoso (neurônios), perturbação na função de fagocitose, disfunção endotelial, efeitos na coagulação sanguínea, geração de neoantígenos, ruptura na tolerância imune, alteração no ciclo de regulação celular, danos ao DNA (inclusive alguns relacionados ao câncer).

Aliás, tais possibilidades de danos à saúde humana, mais intensas no ambiente de trabalho, em razão da exposição notoriamente mais intensa do trabalhador aos resíduos da produção, não são menos alarmantes quando se consideram as comunicações de cunho científico relacionadas a pesquisas sobre a comercialização de produtos contendo nanopartículas em sua composição. Conforme relata Daniel J. Fiorino (2010, p. 11 e ss), os nanomateriais mais comuns encontrados em produtos postos à venda no mercado mundial são compostos à base de prata, de carbono, de titânio, de silício e de zinco – mas as propriedades de tais materiais em nanoescala, conforme já previa Feynman na década de 1950, diferem em muito daquelas que apresentam quando tais substâncias se encontram em partículas maiores – bons exemplos disto se analisam nos seguintes fatos: a superfície de contato das nanopartículas em relação à sua massa é muito maior, o que as torna muito mais reativas; as propriedades ópticas, magnéticas e elétricas são muito diferentes daquelas quando estão na “forma convencional”; sua capacidade de se integrar no sistema biológico, alterar o metabolismo celular e se evadir dos mecanismos do sistema imunológico dos seres vivos também já são retratadas na ciência. Há ainda sérios efeitos ambientais definidos pelas características dos nanomateriais (sua permeabilidade, persistência, adsorção e potencial de serem transformados em – ou interagirem com – outros contaminantes) relatados (UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2007, p. 32-43).

É de se salientar, também, o fato de que o risco relacionado ao meio ambiente, no que tange ao uso de produtos contendo nanotecnologia em sua fabricação/composição, que o risco ambiental varia de acordo com cada variedade (FIORINO, 2010, p. 12). Paralelamente a isto, observa-se a espantosa variedade listada de produtos postos em circulação e consumo contendo nanotecnologia. O *Project on Emerging Nanotechnologies* (NANOTECHNOLOGY, 2012) já listava, em outubro de 2012, cerca de 1.317 produtos no seu rol *online* desenvolvido para tal, produzidos por 587 empresas, localizadas em cerca de 30 países – tendo havido, entre os anos de 2006 e 2009, um aumento de cerca de 379% neste número (FIORINO, 2010, p. 12). A maior das categorias listadas se refere a produtos do ramo de saúde e *fitness* (738 produtos), seguida pela categoria “casa e jardim” (209 produtos), “automotivos” (126 produtos), alimentos e bebidas (105 produtos), *cross cutting* (82 produtos), eletrônicos e computadores (59 produtos), *appliances* (44 produtos), produtos para crianças (30 produtos) (NANOTECHNOLOGY, 2012). São ilustrativos os produtos cosméticos, aparelhos sem fio, produtos de limpeza automotivo sem o uso de água, dentifrícios, embarcações recreacionais, cordas de violão, bolas de golfe, raquetes de tênis, chips de computador, embalagens plásticas, chás e isolamentos de construção civil: a presença

de nanomateriais em chips semicondutores não apresenta o mesmo risco que seu uso em alimentos (FIORINO, 2010, p. 12).

3. Transdisciplinaridade e Teoria dos Sistemas: convergências

Basarab Nicolescu, no *Manifesto da Transdisciplinaridade* (2005), explora teoricamente a possibilidade de estender as mudanças nos modos de observação das *hard sciences* aos demais ramos da ciência, inclusive as sociais – de modo que, em resposta à complexidade que aflige os teóricos de todos os ramos do conhecimento na atualidade, novas possibilidades de compreensão possam ser apresentadas. Segundo sua linha de raciocínio, duas grandes revoluções no conhecimento (e na tecnologia), com potencial para alterar radicalmente a visão de mundo da humanidade, ocorreram durante o século XX: a revolução da física quântica e a revolução informática (NICOLESCU, 2005, p. 15-18). A primeira delas poderia ter alterado o ponto e o modo de observação do todo; no entanto, revelou-se, na prática, como mais uma etapa na continuidade do ciclo de dominação (e destruição) do homem pelo homem: a cegueira proporcionada pelas visões científicas anteriores a tais revoluções, divididas entre *sujeito assujeitador* e *alteridade-objeto*, ainda estaria inculcada na produção do conhecimento.

Por seu lado, a revolução informática, tão encantadora, cotidianamente presente e prometéica, também poderia levar a uma grande libertação do ser humano: o tempo poderia ser, mediante seu uso, consagrado à vida, e não à mera sobrevivência. A partilha de conhecimentos entre todos assim poderia germinar. Todavia, este imenso potencial não se efetiva, eis que o espaço virtual é colonizado tanto por mercantilistas quanto por falsos profetas do caos que insistem em apenas tratar dos seus perigos iminentes. O ser humano é inventivo para descobrir perigos possíveis e imaginários; mas deveras pobre para fazer emergir o novo benéfico num futuro próximo (ou, ainda, no presente).

Desde o início do desabrochar do conhecimento, o homem teria se revelado obcecado pelas ideias de lei e ordem, que dariam sentido à vida e ao universo (NICOLESCU, 2005, p. 19-24). Os antigos buscavam acomodar, na ideia metafórica do *cosmos*, a realidade multidimensional; assim, construíram uma observação em que homens, deuses e intermediários conviveriam em razão das mesmas leis cósmicas. Obviamente esta não é uma visão acomodável ao saber ocidental atual, revelando-se simplista e fantasiosa. Não se pode deixar de admirar, contudo, a capacidade conciliatória do homem de então, ao conseguir

compreender no mesmo todo a existência do físico e do metafísico de modo a construir um sentido.

A ruptura categórica e bruta para com esta visão antiga de mundo (que sofreu transformações decorrentes da influência das grandes religiões monoteístas no decorrer da história) foi a mola propulsora do nascimento da ciência moderna, fundamentada na ideia de separação total entre o indivíduo conhecedor e a realidade objetiva (e objetivada) ao seu redor: aquele se torna totalmente independente desta. Neste caminho, formularam-se três postulados fundamentais, os quais, racionalmente, revelavam a busca pela lei e pela ordem supremas:

- a) a existência de leis universais matemáticas;
- b) a descoberta dessas leis via experimento científico;
- c) a perfeita reprodutibilidade dos dados por tal via obtidos.

Indubitavelmente os sucessos de Galileu, Newton, Kepler e outros confirmaram o quão corretos estavam ao elegerem a matemática como a linguagem científica universal; porém, contribuíram, ao mesmo tempo, para a construção de uma visão linear simplificadora, que fez emergir, no que concerne ao humano e ao social (aspectos sobre os quais o Direito mormente se ocupa), a ideia de progresso. Revela-se, assim, a fundamentação da Física clássica na percepção sensorial, que desencadeia a ideia de continuidade (ser impossível passar de um ponto a outro do espaço ou do tempo sem a linearidade da passagem por pontos intermediários). Esta ideia, por sua vez, faz com que uma correlata, a de *causalidade local*, seja formulada:

Todo fenômeno físico poderia ser compreendido por um encadeamento contínuo de causas e efeitos: a cada causa em um ponto dado corresponde um efeito em um ponto infinitamente próximo e a cada efeito em um ponto dado corresponde uma causa em um ponto infinitamente próximo. Assim, dois pontos separados por uma distância, mesmo que infinita, no espaço e no tempo, estão, todavia, ligados por um encadeamento contínuo de causas e efeitos: não há necessidade alguma de qualquer ação direta à distância. A causalidade mais rica dos antigos, como, por exemplo, a de Aristóteles, era reduzida a um só destes aspectos: a causalidade local. Uma causalidade formal ou uma causalidade final já não tinha seu lugar na física clássica. As consequências culturais e sociais de uma tal amputação, justificada pelos sucessos da física clássica, são incalculáveis. Mesmo hoje aqueles muitos que não têm agudos conhecimentos de filosofia, consideram como uma evidência indiscutível a equivalência entre "a causalidade" e "a causalidade local", a tal ponto que o adjetivo "local" é, na maioria dos casos, omitido (NICOLESCU, 2005, p. 20-21).

Torna-se tal a natureza das leis da Física que, se matematicamente forem determinadas as posições, condições e características dos corpos no espaço, seu estado futuro será

determinado no tempo. Constrói-se, dessa maneira, o *determinismo* nas ciências, abarcador da possibilidade de domínio do universo mediante leis de elegância e configuração estética indiscutíveis. Assim, continuidade (linearidade), causalidade local e determinismo passam a fascinar todos os ramos da ciência (inclusive as sociais, quando se pensa no Positivismo comtiano e na influência que causaria à transformação do conhecimento e da sociedade a ele posteriores), conformando-se, de tal modo, uma *ideologia cientificista*.

Com efeito, tudo o que importa é o presente, como condição inicial mecânica. Impondo certas condições iniciais sociais bem determinadas, podemos prever de maneira infalível o futuro da humanidade. Basta que as condições iniciais sejam impostas em nome do bem e do verdadeiro (por exemplo, em nome da liberdade, da igualdade e da fraternidade) para construir a sociedade ideal (LUHMANN, 1983, p. 23).

Passa-se aqui a visualizar os ideais que movimentam a Teoria do Direito no que concerne ao legalismo. Não se pode, é claro, deixar de considerar a diferença entre o caráter pretensamente ontológico das leis científicas e o caráter deontológico das leis relacionadas à moralidade e ao Direito: nenhuma teoria jurídica séria poderia esquecer tal caracterização. Haveria, então, no entendimento legalista linear do Direito, uma possibilidade determinística acerca do futuro, mediante a racionalidade estatal. Uma continuidade do tipo “a lei estabelece o suporte fático para futuras aplicações” (PONTES DE MIRANDA, 1954). Uma ideologia “estatalista” bastante similar à cientificista da ciência (guardadas, obviamente, as devidas proporções e especificidades). Um continuísmo no qual os postulados (constitucionais, jusnaturalistas, pretensamente cristalizadores do ideal de “justo”) bastariam para a resolução de todos os problemas futuros. A realidade alterou-se? Bastaria a analogia do raciocínio exegético, a consideração de costumes (apenas *ex legem*, nunca *contra legem*), a busca por princípios gerais de Direito (os quais, talvez, sejam os mesmos desde a Idade Média). A realidade social alterou-se por demais? Bastaria mudar a lei mediante o processo legislativo (estabelecido também na lei estatal)...

É admirável, na Teoria dos Sistemas desenvolvida a partir da obra de Luhmann, que mesmo o estabelecimento desta diferença seja utilizada em prol do futuro: o sistema do Direito, enquanto estrutura social, teria por função a generalização congruente de expectativas normativas comportamentais (LUHMANN, 1983, p. 110-115). Observa-se, nesta espécie de conceituação:

- a) a estrutura do sistema baseada em expectativas (o futuro como algo a acontecer, como sendo esperado) e não em previsões (que demonstrariam um futuro indiscutivelmente já cristalizado no passado);
- b) a normatividade (a fim de se realizar uma separação necessária entre a caracterização fática do mundo mediante leis formuladas pelo exercício da cognição e aquelas advindas do estabelecimento de um dever ser).

Uma possibilidade teórica nova se abre com isto, já que se supera o determinismo do raciocínio positivista legalista – do tipo que pretende, em linhas gerais, postular que aquilo que a lei estatal estabelece delineia um mundo completo dentro do raciocínio jurídico, de forma que, se a experiência fática se revelar contrária a ela, uma sanção será aplicada (como se o mundo todo estivesse objetivado dentro da racionalidade estatal completa).

No início do século XX os problemas da física quântica (principalmente os concernentes à natureza da energia) exigiram que o paradigma da continuidade fosse afastado em prol do paradigma da *descontinuidade*: entre dois *quanta* não há nada – nem átomos, nem moléculas, nem partículas – e isto exigiu que a linguagem matemática passasse a ser utilizada de acordo com uma nova lógica (NICOLESCU, 2005, p. 25-32). Esta nova concepção desafiou os físicos quânticos a adentrarem a escala do infinitamente pequeno e do infinitamente breve, em decorrência de experimentos relacionados ao novo campo que emergia.

Uma quantidade física tem, segundo a mecânica quântica, diversos valores possíveis, afetados por probabilidades bem determinadas. No entanto, numa medida experimental, obtém-se, evidentemente, um *único* resultado para a quantidade física em questão. Esta abolição brusca da pluralidade dos valores possíveis de um ‘observável’ físico, pelo ato de medir, tinha uma natureza obscura mas indicava claramente a existência de um novo tipo de causalidade (NICOLESCU, 2005, p. 27).

Este novo tipo de causalidade, denominada *causalidade global*, passou a exigir que todas as entidades físicas, em conjunto, fossem concebidas sem possibilidade de separação. Em outras palavras, todas as entidades físicas teriam de ser compreendidas, no nível quântico, em seu conjunto. Haveria, no mundo quântico, uma interação entre as partículas mesmo que estas fossem separadas (por maior que fosse a distância entre elas). No âmbito da sociedade isto poderia ser observável como a exigência de uma forma complexa e compreensão:

Uma coletividade – família, empresa, nação – é sempre mais do que a simples soma de suas partes. Um misterioso fator de interação, não redutível às propriedades dos diferentes indivíduos, está sempre presente nas coletividades humanas, mas nós sempre o repelimos para o inferno da subjetividade. E somos obrigados a reconhecer

que em nossa pequena Terra estamos longe, muito longe da não separabilidade humana (NICOLESCU, 2005, p. 28).

Não se está, aqui, de forma alguma, tentando discorrer sobre uma possibilidade de “justiça suprema”, absoluta, contida em toda forma de organização jurídica. Porém, aqui se pode passar a reconhecer, para o sistema do Direito, a possibilidade de construção de um *significado jurídico complexo para problemas complexos* – tais como aqueles que se referem à regulação do risco das atividades envolvendo nanotecnologias. Uma compreensão de sociedade (da qual o Direito é um subsistema parcial) que leve em consideração sua complexidade, sem margens para simplificações. Assim como já é sabido em estudos relacionados aos danos ao meio ambiente e à saúde humana (categoria na qual se pode, certamente, classificar aqueles oriundos do trato para com a nanotecnologia), não há limites políticos (ou jurídicos) capazes de conter tais possibilidades – assim como não é mais possível estabelecer um sentido territorial estatal absoluto para problemas relacionados à economia global, por exemplo.

Mas não se está, com isso, também, ocupado na busca de um “fim dos limites” em caráter absoluto, nem de uma “panjuridicidade” permissiva de uma aplicação de qualquer postulado jurídico, de qualquer ordem jurídica⁵ a outra ordem qualquer. Este tipo de raciocínio seria simplista demais, e muito provavelmente deletério, pois a aplicação imprudente de postulados de uma ordem jurídica a outra, sem critérios mínimos de tradução e adaptação, representaria grande imprudência, confirmável na história do Direito (principalmente na brasileira). O que se está querendo propor, aqui, é que a teoria dos sistemas autopoieticos, ao postular a possibilidade de observação de um sistema por outro, abre a possibilidade de reflexão de um sistema a partir da observação de outro – o que permite uma reflexividade de evoluções, e não um transplante, entre sistemas. Esta lógica poderá ser plenamente aplicada às várias espécies de *ordens* jurídicas (estatais, internacionais e não estatais transnacionais): o diálogo não é imposição; não se trata de um “enxerto de postulados normativos”, mas da construção de uma racionalidade reflexiva, que cada sistema, mediante

⁵ Aqui, “ordem jurídica” deve ser assim compreendida: “[...] dentro de um mesmo sistema funcional da sociedade mundial moderna, o direito, proliferam ordens jurídicas diferenciadas, subordinadas ao mesmo código binário, isto é, ‘lícito/ilícito’, mas com diversos programas e critérios. Verifica-se, dessa maneira, uma pluralidade de ordens jurídicas, cada uma das quais com seus próprios elementos ou operações (atos jurídicos), estruturas (normas jurídicas), processos (procedimentos jurídicos) e reflexão da identidade (dogmática jurídica). Disso resulta uma diferenciação [entre ordens] no interior do sistema jurídico, [a qual] não se limita, porém, à diferenciação segmentária entre ordens jurídicas estatais com âmbitos territoriais de validade delimitados. Além disso, não há só uma diferenciação de ‘níveis’ entre ordem jurídica estatal, supranacional e internacional, mas também a diferenciação funcional de ordens jurídicas transnacionais, desvinculadas, por sua transterritorialidade, do direito estatal” (NEVES, 2009, p. 115-116).

sua própria operabilidade autopoietica, operará sua auto-observação na observação do entorno, avaliando a probabilidade de (re)construção para a regulação de problemas que seja provocado a decidir.⁶ Aliás, é presente na obra de Nicolescu o asseveramento de que a transdisciplinaridade

não implica de forma alguma numa homogeneização social, política, cultural, filosófica ou religiosa. Por sua própria natureza, a visão transdisciplinar elimina qualquer homogeneização, que reduziria todos os níveis de Realidade a um único nível de Realidade e reduziria todos os níveis de percepção a um único nível de percepção. A abordagem transdisciplinar pressupõe uma pluralidade complexa e uma unidade aberta das culturas, religiões e povos de nossa Terra, bem como das visões sociais e políticas no seio de cada povo (NICOLESCU, 2000, p. 144).

Faz-se necessário, por ora, estabelecer diferenças terminológicas entre transdisciplinaridade, pluridisciplinaridade e interdisciplinaridade. Apesar de não serem ideias excludentes (pois a primeira compreende a segunda e a terceira), são radicalmente diferentes (NICOLESCU, 2000, p. 49-56). A “pluridisciplinaridade diz respeito ao estudo de um objeto de uma mesma e única disciplina por várias disciplinas ao mesmo tempo”; a “interdisciplinaridade [...] diz respeito à transferência de métodos de uma disciplina para outra”, o que pode se dar em três graus (NICOLESCU, 2000, p. 52-53):

- a) de aplicação (de métodos de uma disciplina em outra, possibilitando novas abordagens);
- b) epistemológico (diferentes lógicas do conhecimento podem vir a surgir com a transferência de métodos);
- c) de geração de novas disciplinas (uma nova disciplina pode surgir quando da transferência de métodos).

Faz-se imperioso, também, salientar aqui as diferenças conceituais entre o multicultural e o intercultural, conforme apontado por Nicolescu. Segundo o autor, a abordagem multicultural é enriquecedora – e teria ocorrido na compreensão da própria cultura europeia quando os europeus estudaram a cultura chinesa: “o multicultural ajuda a descobrir a face da nossa própria cultura espelhada em outra cultura” (NICOLESCU, 2000, p. 145). Já a abordagem intercultural se faz importante quando se passa a observar o desenvolvimento dos

⁶ Apesar das possibilidades de identificação da transdisciplinaridade com a teoria dos sistemas autopoieticos em vários pontos, defendida no presente trabalho, cabe aqui salientar haver questões postuladas por Basarab Nicolescu apontando para a importância da transdisciplinaridade a fim de se poder acessar a dimensão correspondente ao sagrado. Não se pretende, aqui, seguir este mesmo tipo de raciocínio quanto ao Direito. Aliás, seria um contrassenso em relação ao que se busca aqui construir – uma teorização *dinâmica* – que venha a causar confusão com qualquer espécie de Direito Natural sagrado. O que interessa, no que tange à transdisciplinaridade, para este trabalho, é principalmente a lógica do terceiro incluído para a observação da sociedade, algo que, como se está apontando, é análoga à abordagem luhmanniana.

transportes, dos meios de comunicação e de uma globalização econômica, pois resulta no contato com culturas até então desconhecidas (ou pouco conhecidas), emergindo então potencialidades desconhecidas pela própria cultura (o que teria ocorrido, por exemplo, com a influência da arte africana no desenvolvimento do Cubismo) (NICOLESCU, 2000, p. 145).

A transdisciplinaridade, por sua vez, “diz respeito àquilo que está ao mesmo tempo entre as disciplinas, *através* das diferentes disciplinas e *além* de qualquer disciplina”; ela objetiva a “*compreensão do mundo presente*, para o qual um dos imperativos é a unidade de conhecimento” (NICOLESCU, 2000, p. 53). Analisar as ordens jurídicas da sociedade global em épocas de policontextualidade e hipercomplexidade se torna interessante quando se analisa os postulados da transdisciplinaridade. Permite analisar que o sentido jurídico pode ir para muito além do Estado, apesar de não excluí-lo; para além, ainda, do internacional (ou interestatal), pois ainda aqui o raciocínio estaria muito adstrito àquilo que os Estados ratificam para si próprios; permite observar que, mesmo em tempos de crise estatal, aos sentidos jurídicos construídos a partir das legislações, podem ser contrapostos construtivamente sentidos advindos de ordens não estatais. Cabe aqui, porém, uma ressalva quanto a tentativas de coadunação entre os raciocínios da transdisciplinaridade e da teoria dos sistemas autopoieticos. O próprio Nicolescu (2000, p. 32) analisou que

Os níveis de Realidade são radicalmente diferentes dos níveis de organização, tais como foram definidos nas abordagens sistêmicas. Os níveis de organização não pressupõem uma ruptura dos conceitos fundamentais: vários níveis de organização pertencem a um único e mesmo nível de Realidade. Os níveis de organização correspondem a estruturas diferentes das mesmas leis fundamentais. Por exemplo, a economia marxista e a física clássica pertencem a um único e mesmo nível de realidade.

Não está claro, na passagem, o que o autor tentou exprimir com “abordagens sistêmicas”. No entanto, é notável que em lugar algum do seu manifesto não se pode observar uma definição clara da expressão, o que não permite fazer uma exclusão da possibilidade de confluência entre aquilo que Luhmann buscou explicar com a sua teoria dos sistemas autopoieticos: entre as teorias sistêmicas de Von Bertalanffy (1968), de Talcott Parsons (1951) e de Niklas Luhmann não há relação necessária de continuidade (são observáveis, aliás, rupturas). O que se quer indicar, aqui, é a necessidade de cautela ao se evocar a transdisciplinaridade quando se trata de diálogos entre sistemas, entre áreas do conhecimento, enfim, entre disciplinas.

Como se acabou de observar, o desenvolvimento da noção de transdisciplinaridade pressupõe o atingir de um nível teórico abstrato para muito além da mera adaptabilidade de

postulados de um ramo da ciência para outro. Trata-se, isto sim, de se verificar que a possibilidade de conversações entre os ramos do conhecimento já, o que, por si só, confere um caráter transdisciplinar ao próprio diálogo. Na verdade, o que se propõe no presente trabalho, em relação à transdisciplinaridade, é a adoção do seu potencial de ultrapassagem das fronteiras *pela observação*, pela construção teórica – para que, a partir daí, possam ser pensadas novas possibilidades de realização de práticas inovadoras. Nesta senda, há de se reconhecer que o raciocínio de superação das fronteiras entre ordens jurídicas está mais afeito à ideia de interdisciplinaridade.

“A *disciplinaridade, a pluridisciplinaridade, a interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade são as quatro flechas de um único e mesmo arco: o do conhecimento*” (NICOLESCU, 2005, p. 55, grifo do autor). É notável, assim, nesta passagem, que buscar o conhecimento, quando se trata de transdisciplinaridade, também é buscar os demais níveis anteriores. No entanto, é notável que o último desses “graus” é relacionado ao conhecimento como um todo – sendo que o desenvolvimento dos primeiros é benéfico também para o último. “Embora reconhecendo o caráter radicalmente distinto da transdisciplinaridade” em relação às demais, “seria extremamente perigoso absolutizar esta distinção, pois neste caso a transdisciplinaridade seria esvaziada de todo seu conteúdo e sua eficácia na ação reduzida a nada” (NICOLESCU, 2005, p. 56). Sendo assim, trata-se da superação das fronteiras entre disciplinas a fim de que um conhecimento como um todo seja possível.

A maior das confusões a serem operadas por aqueles que buscam desenvolver uma noção de transdisciplinaridade consistiria no “*esquecimento da descontinuidade dos níveis de Realidade e dos níveis de percepção*, substituindo implicitamente por sua continuidade” (NICOLESCU, 2005, p. 123, grifo do autor). Isto reduz todos os níveis de realidade e de percepção a um único e mesmo nível da realidade e da percepção, sendo a pluralidade complexa reduzida a uma complexidade horizontal, sem qualquer outra ordem – e, assim, o mundo se fecha em si mesmo, reduzindo-se a novos dogmas e ideologias.

Comparar esta observação à metateoria pretendida por Luhmann se torna bastante proveitoso para que possam ser compreendidas as diferenças entre as observações de primeira e de segunda ordem. A observação de primeira ordem seria aquela concernente à redução da complexidade conforme um programa e um código de cada vez; contudo, veja-se: uma teoria da sociedade como sistemas autopoieticos deverá se pautar, de maneira elementar, pela consciência de que, para além desse primeiro nível, há um segundo, donde seria possível realizar uma observação dos sistemas que observam. Assim, não mais se teria uma teoria pretensamente universal reduzindo a percepção a um conjunto de postulados dogmáticos,

axiomas, apriorismos: revela-se a transdisciplinaridade na teoria dos sistemas autopoieticos quando esta se revela pautada pela diferença dos níveis de realidade capaz de descrever.

Ao tratar acerca da grande variedade de sistemas sociais comunicativos elencáveis após a diferenciação funcional, é possível também analisar um caráter pluridisciplinar na teoria dos sistemas autopoieticos. A observação de segunda ordem permite que a pluridisciplinaridade – possibilidade de observações diferentes para sistemas operantes conforme lógicas diferentes – emerja, em contraste com teorias pretensamente universais, que observam o mundo apenas a partir de uma lógica. O aumento da complexidade do entorno (a qual cada sistema tem de reduzir, por função, de uma forma ou outra) forçará o sistema, paradoxalmente, a se tornar mais complexo internamente, fazendo com que novas categorias (observacionais) surjam no programa. Ademais, a própria diferenciação funcional tem o caráter de aumento da complexidade do sistema social em razão da observação da complexidade do entorno.

Ao pressupor categorias teóricas como acoplamento estrutural, irritação e observação, a teoria dos sistemas autopoieticos também permite a visualização da interdisciplinaridade – entendida não como uma transferência de informação (e sentido) diretamente de um sistema para o outro, mas como reconstrução reflexiva, no interior de cada sistema que observa, do ambiente externo conforme pressupostos sistêmicos anteriores (CORSI; ESPOSITO; BARALDI, 1996). O acoplamento estrutural, por exemplo, seria a categoria que permite a “tradução” de sentido entre um sistema e outro(s), revelando-se que está longe de ser uma teoria autista.

Numa visão transdisciplinar, “*a pluralidade complexa e a unidade aberta são duas facetas de uma única e mesma Realidade*” (NICOLESCU, 2005, grifo do autor). A transdisciplinaridade não implica, de forma alguma, na homogeneização social (cultural, política, filosófica, religiosa, etc.), eliminando, por sua própria natureza, reduções de todos os níveis de Realidade a um único (NICOLESCU, 2005, p. 98). A partir daí se percebe mais uma similaridade para com a teoria dos sistemas autopoieticos: pluralidade, complexidade e “unidade aberta” são características dos sistemas sociais autopoieticos, conforme se observa em praticamente toda a obra de Luhmann (pelo menos, a partir dos primeiros textos em que trata da autopoiese). A consciência teórica de que não é possível reduzir *toda* a complexidade mundana mediante uma *única* lógica comunicativa é refutada após a diferenciação funcional: não há *locus* privilegiado donde observar e/ou normatizar a sociedade como um todo, sendo que cada sistema terá, por função, reduzir a complexidade conforme sua própria operatividade

e autopoiese. Ademais, a própria ideia de autopoiese pressupõe o paradoxo como unidade da diferença, como fechamento concomitante à abertura (e vice-versa).

Confusões advindas da má compreensão da transdisciplinaridade poderiam, além do mais, conduzir a um *novo cientifismo*, segundo o qual a ciência é o único sistema detentor do acesso à realidade e à verdade (NICOLESCU, 2005, p. 124). Advirta-se, em tempo: a própria teoria dos sistemas classifica a ciência como *um* sistema comunicativo da sociedade – detentor de uma importante função estabilizadora de expectativas cognitivas mediante a aplicação do código verdadeiro/falso (LUHMANN, 1996, p. 128-129). Denota-se, mais uma vez, que não confere à ciência um caráter omniabarcador de toda realidade social. Ademais, ao se buscar, como se fará nos capítulos posteriores a este um diálogo do sistema do Direito (em nível teórico) para com a ciência, isto não significa que a verdade científica está aqui a ser postulada como a única possibilidade de realidade.

O objetivo deste trabalho, por sua vez, é apontar para a abertura de possibilidades teóricas, e não construir uma teoria fechada em si mesma; com isso, reconhece-se como totalmente válido apresentar uma possibilidade de busca por um *sentido jurídico* para além das ordens jurídicas estatais, de forma que o sentido do Direito não mais se adstrinja inexoravelmente à noção de Estado, de norma (ou legislação) e de dogmática, e que não se confunda com um caráter de “justo” metafísico, sagrado ou religioso.

4. Policontexturalidade, transdisciplinaridade, contingência e mudança social

O maior dos expoentes da teoria dos sistemas autopoieticos, para o Direito (e, por que não afirmar, também para a Sociologia), é Niklas Luhmann. Na obra que sintetiza o seu trabalho teórico de décadas acerca da sociedade, *A Sociedade da Sociedade* (2007), o autor assume a ideia de que toda comunicação (jurídica, científica, política, econômica, etc.) está incluída dentro da sociedade, a qual é extremamente complexa – e que, para se enfrentar complexidade, surgiram sistemas comunicativos que ordenam os sentidos do social de acordo com perspectivas diferenciadas (ROCHA, 2009, p. 137). Nesta senda,

Complexidade, no sentido antes mencionado, significa coação a selecionar. Coação a selecionar significa contingência, e contingência significa risco. Qualquer estado complexo de coisas se fundamenta em uma seleção das relações entre os elementos, os quais, por sua vez, são utilizados para se constituir e conservar. A seleção situa e qualifica os elementos, ainda que para isto tenham sido possíveis outras relationalidades. Designamos este “ser possível também de outro modo” mediante a terminologia carregada de tradição da contingência. A contingência avisa sobre a

Nesta perspectiva teórica, tem-se que não há uma preocupação acerca de uma verdade *ontológica*, mas sim, da verificabilidade do discurso (ROCHA, 2009, p. 139-140). O Direito, apesar da tradicional preocupação para com a verdade, aparece então como sistema redutor da complexidade, que se baseia em critérios de *validade* para a tomada de decisões (operações). Substitui-se a verdade pela cultura (jurídica, *in casu*) dominante.

A multitude de tipos de discursos (comunicações) funcionalmente diferenciadas na sociedade permite tratar de uma multiplicidade de sistemas, cada qual atendendo a uma função pragmaticamente definida em um código(o qual não pode se confundir com o já tradicional conceito jurídico de codificação): trata-se de um esquema binário de classificação das comunicações de cada sistema. O direito, assim, operaria o código *conforme o Direito/em desconformidade para com o Direito*; a política, *conforme a situação do poder/conforme a oposição*; a economia, *pagamento verificado/pagamento não verificado*; a ciência, *verdadeiro/falso*;⁸ e assim sucessivamente. Ademais, cada sistema realiza suas operações conforme critérios já estabelecidos em operações anteriores, o qual forma um “estoque” de decisões disponíveis como parâmetro, denominado *programa*.

Já de antemão a intuição aponta para possibilidades muito mais interessantes, no que tange à evolução sistêmica (e ao aprendizado sistêmico), quando se observa a existência de paralelos entre as teorias da transdisciplinaridade e dos sistemas – pois ambas têm como fundamento a complexidade, a observação, a multiplicidade de possibilidades. É esta intuição que provoca a busca por um paralelo teórico mais próximo entre a teoria dos sistemas autopoieticos e a transdisciplinaridade – paralelo este que pode ser traçado a partir do entendimento luhmanniano acerca do significado da alegoria teórica do “décimo segundo camelo”, quando posto ao lado das teorizações mais aguçadas contidas no *Manifesto da Transdisciplinaridade* de Nicolescu.

No referido texto de Luhmann, é apresentada uma análise sociológica do Direito (como sistema parcial da sociedade), a partir de uma história tradicional árabe, em que um

⁷ Tradução nossa. Texto original: “Complejidad, en el sentido antes mencionado, significa coacción a seleccionar. Coacción a seleccionar significa contingencia, y contingencia significa riesgo. Cualquier estado complejo de cosas se basa en una selección de las relaciones entre los elementos, los cuales, a la vez, son utilizados para constituirse y conservarse. La selección sitúa y cualifica los elementos, aunque para estos fueran posibles otras relacionales. Designamos este “ser posible también de otro modo” mediante el término cargado de tradición de la contingencia. La contingencia avisa sobre la posibilidad de fallo aun en la formación más favorable”.

⁸ Aqui, o “verdadeiro” não possui pretensão ontológica, mas sim, de conformidade para com aquilo que o sistema comunicativo da ciência, em suas operações, tem como verdade (LUHMANN, 1998).

juiz é posto a julgar um caso de Direito das Sucessões, a partir dos seguintes requisitos normativos:

Um rico beduíno estabeleceu a sucessão por testamento a seus três filhos. A partilha foi estabelecida em torno de seus camelos. O filho mais velho, Achmed, deveria receber a metade. O segundo filho, Ali, ficaria com um quarto do previsto. O filho mais novo, Benjamin, teria apenas um sexto. [...] Entretanto, e devido a imprevistos, o número [total] de camelos foi reduzido consideravelmente antes da morte do pai. [Assim,] quando ele morreu, restavam apenas onze camelos. Como deveriam dividir? [Achmed] reivindicou, sob protesto, seu privilégio de filho mais velho [seis camelos]. Porém, isto seria mais que a metade. Os outros [...] protestaram. O conflito foi levado ao juiz, o qual fez a seguinte oferta: eu ponho um camelo meu à vossa disposição, e vocês restituir-me-ão, se Alá quiser, o mais rápido possível. Com doze camelos a divisão ficou simples. Achmed recebeu a metade [seis]. Ali recebeu seu quarto [três]. Benjamin não foi prejudicado, recebendo seu sexto, ou seja, dois. Assim os onze camelos foram divididos e o décimo segundo pôde ser devolvido (LUHMANN, 2004, p. 33-34).

O significado do décimo segundo camelo, conforme explicado pelo próprio Luhmann ao final do texto, seria o de um *observador* (LUHMANN, 2004, p. 107). E chega a esta conclusão a partir da apresentação de diversos postulados teóricos relacionados à observação sociológica do Direito, conforme uma refinada análise do chamado “terceiro excluído”.

O décimo segundo camelo tem muitos nomes, e nós ficamos, a cada vez, sempre numa posição de mudança. O décimo segundo camelo “é” finalmente o terceiro excluído que é remetido para o interior do sistema; ele “é” o parasita? Ele “é” a condição de possibilidade de que fala a teoria transcendental, tal como a condição de possibilidade da decisão? Ele “é” a violência ou “é” a redundância? Pode alinhar-se estas questões uma seguida das outras e supor que “é”, e que o camelo forma uma unidade, e que [tudo] deve ser reunido. O camelo “é” finalmente um camelo. Ou não? Mas o que é este “é” (LUHMANN, 2004, p. 104-105)?

A fim de fundamentar sua explanação acerca do significado do camelo, Luhmann se vale dos postulados teóricos do antropólogo e matemático Edmund Leach (1982, p. 8), o qual explana a importância de uma figura matemática triangular para o entendimento das ciências sociais:

Eis uma teoria muito simples amplamente empregada em vários ramos da matemática. Ela pode ser resumida pela noção de que a relação entre os três símbolos “+”, “-” e “0” podem ser melhor visualizadas em um triângulo. [...] “+” e “-” formam um par binário, são “iguais e opostos” a respeito de tudo, mas também inseparáveis, eis que nenhum pode ser entendido sem o conhecimento acerca do outro. Mas “0” não está apenas “no meio”, “nas entranhas”; é apenas uma categoria diferente. E ainda, se alguém pudesse se mover ao longo de um caminho contínuo imaginário contendo, como pontos, todos os números entre “+1” e “-1”, passaria

necessariamente mediante um ponto marcado como sendo “0”, que não seria nem “+” nem “-”, mas ambos concomitantemente.⁹

Esta figura triangular seria utilizada por Luhmann de modo a explicar que “toda oposição pressupõe que aquilo que se estabelece de forma contraposta, se neutraliza caso parta de um *continuum* ou de uma relação estrita de ora um/ ora outro” (LUHMANN, 2004, p. 105-106), em que não se ordenam mais elementos por estarem mais próximos ou mais distantes, mas sim, como unidade – sendo que esta seria a única maneira de uma contraposição poder ser visualizada como unidade, pelo terceiro excluído (*n casu*, “0”). A consideração do ponto de vista do terceiro excluído permite perceber que o sistema autorreferencial é paradoxal – podendo, até mesmo, ignorar o ponto em que se encontra o terceiro excluído, apoiando-se sobre formas de desparadoxalização sem refletir acerca do seu caráter.

Conforme Gotthard Günther (2004, p. 3-4), a lógica aristotélica seria monocontextual, eis que apenas o “ser” e o “não ser” seriam possíveis: ou algo é conforme determinada lógica, ou não o é, de forma que uma terceira opção não seria possível. Esta racionalidade – em que pese ser “confinada” a apenas uma contextualidade – tem sido deveras importante para a história do pensamento humano, mas se torna insuficiente quando se está diante de um cenário hipercomplexo. Várias lógicas, de vários códigos diferenciados, seriam possíveis em tal ordem de coisas, formando-se, assim, várias contextualidades, cada uma com seu respectivo par ordenado “conforme/em desconformidade” – mas que observam uns aos outros, fazendo-se, assim, ligados de certa forma: obtém-se, assim, uma estrutura multinivelada de lógicas de extrema complexidade. “Uma contextualidade é um domínio lógico de uma estrutura estritamente valorada em dois valores, e sua abrangência é determinada pelo uso do TND [Lógica “Tertium Non Datur”, sem terceiro elemento possível]”. [...] Quando se considera, todavia, que o Universo deve ser considerado como uma “intersecção de um número ilimitado de contextualidades duplamente valoradas” (GÜNTHER, 2004, p. 6), está-se diante de uma pluralidade de contextualidades – ou seja, de uma situação de *policontextualidade*.

⁹ Tradução nossa. Texto original: “It is a very simple theory which is widely employed in many branches of mathematics. It can be summarized by saying that the relationship between the three symbols ‘+’, ‘-’ e ‘0’ pode ser melhor visualizado como um triângulo [...]. ‘+/-’ form a binary pair, they are ‘equal and opposite’ in every respect but also inseparable, since neither can be understood without cognizance of the other. But ‘0’ is not only ‘in the middle’, ‘betwixt and between’; it is of a diferente kind. And yet, if one moved along an imaginary continuous path containing, as points, all the numbers between ‘+1’ and ‘-1’, one would necessarily pass through a point marked ‘0’, which is neither ‘+’ nor ‘-’ but both at once”.

Esta lógica é adotada por Luhmann quando da sua definição de sociedade moderna. “[...] A sociedade moderna [...] é um sistema policontextural que permite um número infindável de descrições sobre sua complexidade” (LUHMANN, 2007, p. 21-22), não se podendo esperar, da teoria da sociedade, uma descrição monocontextural. Diante deste cenário teórico, tem-se que haverá várias possibilidades de auto-observações: um sistema apenas observa a si próprio, sendo que, quando o faz em relação a outro sistema, na verdade, observará aquilo que, em *si próprio*, há de observado acerca do outro. Um sistema, assim, observa a si mesmo e ao outro, simultaneamente (LUHMANN, 2007, p. 62 a 64).

Nicolescu vale-se da lógica de Stéphane Lupasco (1987, p. 20 e ss), que subverte a lógica tradicional (segundo a qual não haveria uma possibilidade de um terceiro termo entre dois polos contraditórios) – de modo bastante análogo àquele de que se vale Luhmann para explicar a inclusão do terceiro excluído.

A compreensão do axioma do terceiro incluído – *existe um terceiro termo T que é concomitantemente A e não-A* – fica totalmente clara quando é introduzida a noção de ‘níveis de Realidade’, [segundo a qual] os três termos da nova lógica – A, não-A e T – e seus dinamismos associados, [são representados] por um triângulo no qual um dos ângulos situa-se em um nível de Realidade e os outros dois em outro nível de Realidade. Se permanecermos em um único nível de Realidade, toda manifestação aparece como uma luta entre dois elementos contraditórios [...]. O terceiro dinamismo, o do estado T, exerce-se em outro nível de Realidade, onde aquilo que aparece como desunido [...] está de fato unido, e aquilo que parece contraditório é percebido como não-contraditório (NICOLESCU, 2005, p. 38-39).

É possível descrever, ainda, coerências de observação entre dois níveis de Realidade a partir de um processo de interação procedimentalizado da seguinte forma (mas que pode ser conduzido até o infinito):

1. um par de contraditórios (A, não-A) situados num certo nível de realidade é unificado por um estado T situado num nível de Realidade imediatamente vizinho;
2. por sua vez, este estado T está ligado a um par de contraditórios (A', não-A'), situado em seu próprio nível;
3. o par de contraditórios (A', não-A') está, por sua vez, unido por um estado T' situado num nível diferente de Realidade, imediatamente vizinho daquele onde se encontra o ternário (A', não-A', T) (NICOLESCU, 2005, p. 58-59).

Uma nova teoria do conhecimento poderia ser desenvolvida a partir desse novo tipo de compreensão, sendo eliminadas contradições em outros níveis de Realidade; mas tal teoria seria temporária, eis que uma pressão conjunta da teoria e da experiência levaria à descoberta de novos pares contraditórios (que estariam localizados em um novo nível de Realidade), ocasionando a substituição teórica – substituição esta que ocasionaria uma *evolução do*

conhecimento, justamente pelo fato de que a impossibilidade de encontrar uma não-contradição absoluta (NICOLESCU, 2005, p. 60).

É perceptível a semelhança de linhas de pensamento entre o que recém se observou a partir de Nicolescu e o conceito de *observação de segunda ordem* de Luhmann. Este conceito expressa uma focalização sobre as distinções usadas por um observador – em outras palavras, é uma observação realizada sobre a observação de um observador (baseada em pares lógicos contraditórios); é uma observação considerada de segunda ordem – mas que é, concomitantemente, uma observação de primeira ordem (LUHMANN, 2010, p. 168). Este tipo de observação ocasiona um ganho em relação à redução de complexidade do mundo, eis que pode esta ser deixada de lado em prol da observação daquilo que o observador não pode observar (denominado *ponto cego* do observador) (LUHMANN, 2010, p. 170). Sendo relacionada a um observador (uma teoria, uma racionalidade lógica específica, um sistema social ou psíquico, etc.), esta observação é sempre contingente (eis que sempre poderá chegar a outros resultados, caso seja focada em outro sistema observador).

É importante perceber, ainda, que esta lógica de níveis de realidade, de observação de segunda ordem e de contingência está relacionada à lógica do código de um sistema. Cada sistema possuirá um código específico (seu par de contraditórios lógicos “A/não-A”), sendo a ele ligada a realidade de cada um (“verdadeiro/falso”, em relação à ciência; “pagamento realizado/ pagamento não realizado” para a economia; “conforme o Direito/ não conforme ao Direito”, para o Direito, etc.). Mas o resultado de cada observação de segunda ordem será contingenciado pela mudança de nível (não num sentido hierárquico, mas apenas diferencial) observado – sendo cada nível observável a partir da lógica de outro nível.

Em outros termos, nota-se que a complexidade poderá ser observada de acordo com a própria complexidade, desde que se realize operações observacionais adequadas, com fulcro na redução de complexidade. A própria contingência de cada sistema ocasionará a evolução, e evolução significa, também, observar o modo segundo o qual cada sistema absorve a contingência em si (ou seja, lida com a própria mudança) (CLAM, 2006, p. 19-66). Nota-se, portanto, a necessidade de se pensar a contingência (e o modo pelo qual o sistema social a absorve, evoluindo ou não) de forma sistêmica.

As contribuições teóricas da analogia realizada entre teoria dos sistemas e transdisciplinaridade, para o Direito, no que tange ao risco nanotecnológico, são de bastante relevância. A teoria dos sistemas autopoieticos permite que se delineie a tecnologia não apenas como um conjunto de aparatos técnicos altamente avançados: pode-se reconceber as tecnologias como sistemas comunicativos, acerca dos quais a sociedade (em seus mais

variados sistemas) irá comunicar. Esta reconcepção, que perpassa pela identificação da diferença entre sistemas e entorno, permite que se observem as possibilidades comunicativas entre tecnologia e Direito, bem como entre ciência e Direito, a fim de que este evolua e lide melhor com uma realidade altamente avançada no que concerne às tecnologias (e suas possibilidades de proporcionar risco).

Esta observação é extremamente necessária: o sistema do Direito já tem desenvolvido, em seu programa, estratégias para tomar decisões acerca do risco do ainda desconhecido – mormente, o chamado Princípio da Precaução. Mas apesar da extrema importância e relevância que a este princípio têm sido atribuídas pelo sistema do Direito, ir para além do raciocínio principiológico do sistema se faz importante no âmbito teórico, já que representam apenas uma maneira de operacionalizar a capacidade de decisão – e não de um fundamento externo, oriundo de uma racionalidade para além do sistema.

Maneiras transdisciplinares de observar, então, se fazem importantes. A superação do raciocínio “em *clusters*” disciplinares, segundo o qual o Direito se fecharia apenas em si próprio, sem poder aprender com as provocações partidas do entorno, assim, se faz possível a partir da teoria dos sistemas autopoieticos, eis que se baseia em uma lógica proporcionadora de compreensão da complexidade para além da antiga lógica mediante a qual visões lineares e simplistas da sociedade são efetuadas. A mudança social (complexificação) do entorno do sistema do Direito (em ciência altamente avançada e altas tecnologias), ao irritar o jurídico, deve ser absorvida de modo que as operações do sistema tenham sentido relevante para o social.

A compreensão de tão grandes inovações pela ciência (e pela tecnologia), oriundas de uma conversação entre âmbitos representantes de uma ampla gama de ramos diferenciados, deve ser observada, pelo sistema do Direito, de forma análoga. Continuar a observar o ambiente (onde se encontram a política, a economia, a ciência, etc.) mediante um olhar que tenha na linearidade sua tônica, poderia significar um anacronismo condenador do sistema do Direito a um sistema sem eficiência para decidir acerca de problemas complexos. Não se pode negar que o sistema se diferencia funcionalmente para reduzir a complexidade do entorno; contudo, faz-se necessária a adaptação reflexiva da redução de complexidade ao próprio *incremento* de complexidade pelo qual outros sistemas componentes do ambiente social.

5. Considerações Finais

Ao final de todo o exposto, serão realizadas algumas considerações de ordem teórica. Primeiramente, analisa-se que o desenvolvimento nanotecnocientífico possui, ao lado de um grande potencial de libertação – eis que explora dimensões infinitamente ínfimas, nas quais as características dos elementos e compostos se apresenta de modo diverso daqueles níveis particulares maiores –, um grande risco – eis que, em tais níveis nanoparticulares, até mesmo aquilo que já se conhece sobre a física e a química das partículas se torna ultrapassado, pois o novo se revela mesmo naquilo que se tinha como velho conhecido.

Diante desse novo quadro, a Ciência tem de mudar de paradigmas para atingir o conhecimento. Não mais adstringir-se a modelos disciplinares de conhecimento, em que cada ramo é uma *ordem cognitiva* estanque, de diálogo difícil ou impossível para com as demais. Aliás, o próprio desenvolvimento nanotecnocientífico, a exemplo de vários outros avanços significativos e/ou revolucionários da Ciência, está relacionado a uma visão *interdisciplinar*, dialogal, entre vários ramos do conhecimento.

Diante deste quadro, pode-se analisar o *estatalismo* e o *legalismo* jurídicos como sendo análogos à visão linear da Ciência moderna, paradigma este já superado. Considerar a possibilidade de previsão dogmática anterior de eventos futuros tão imprevisíveis quanto o risco nanotecnológico (o qual repete-se, ultrapassa possibilidades seguras de previsão) constitui uma estratégia normativa desconforme. O tempo burocrático necessário para as normatizações legislativas, judiciais e administrativas é conhecidamente longo, sendo que, ao longo de uma discussão de qualquer deste tipo, as próprias técnicas de exploração do nível nano podem avançar muito – aumentando, igualmente, o risco ofertado por tais tecnologias.

Não se está aqui a descartar as possibilidades legislativas, judiciais e administrativas de normatização do risco nanotecnológico – aliás, tal modelo seria bastante explorável. Contudo, dada a lentidão notória de tais procedimentos, está-se aqui a sugerir um modelo *teórico* de normatização que parta da consideração daquilo que outras ordens jurídicas mundiais (estatais, não estatais e internacionais, principalmente) já estejam propondo acerca da matéria – e, considerando-se uma ordem jurídica como um *todo* a ser respeitado, dialogue para com as demais, a fim de se encontrar aquilo que possa ser aplicado como fundamento para decisão acerca da matéria em outras ordens e que não seja conflitante.

Tal forma de consideração teórica partiria das ideias de policontextualidade, observação de segunda ordem e comunicação, tão conformes à ideia de transdisciplinaridade. Seria necessária, de início, uma superação da absolutização (sem relegação à inutilidade) de

postulados jurídicos lineares tão antiquadamente modernos quanto o legalismo e o estatualismo, em prol de uma postura muito mais adequada à grande complexidade da sociedade mundial atual.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, Oswaldo. Nanotecnologia, nanociência e nanomateriais: quando a distância entre presente e futuro não é apenas questão de tempo. *Revista Parcerias Estratégicas*, Brasília, n. 18, p. 23-40, 2004.

BERTALANFFY, Ludwig Von. *General System Theory: foundation, development, applications*. New York: George Braziller, 1968.

BRITTO, J. Fernando B. Projeto básico de salas limpas. *Revista da SBCC*, São José dos Campos, n. 54, p. 46-61, setembro/outubro 2011.

BRODY, David Eliot. BRODY, Arnold R. *As sete maiores descobertas científicas da história e seus autores*. Tradução de Laura Teixeira Motta. São Paulo: Companhia das Letras, 1999.

CLAM, Jean. O conceito de contingência social e sua construção teórica. In: CLAM, Jean. *Questões fundamentais de uma teoria da sociedade: contingência, paradoxo, só-efetuação*. Coleção Díke. Tradução de Nélio Schneider. São Leopoldo/RS: Editora Unisinos, 2006.

CORSI, Giancarlo. ESPOSITO, Elena. BARALDI, Claudio. *Glosario sobre la teoría social de Niklas Luhmann*. Tradução de Miguel Romero Perez, Carlos Vállalobos (sob direção de Javier Torres Nafarrate). México: Universidade Iberoamericana; Guadalajara: Iteso; Barcelona: Anthropos, 1996.

DONALDSON, Ken; BORM, Paul. *Particle toxicology*. Boca Raton: CRC Press, 2007.

FEYNMAN, Richard. Há mais espaço lá embaixo. Tradução de Roberto Belisário e Elizabeth Gigliotti de Sousa. *Revista Parcerias Estratégicas*, Brasília, n. 18, p. 137-155, 2004.

FIORINO, Daniel J. Voluntary initiatives, regulation, and nanotechnologies oversight: charting a path. Project for Emerging Nanotechnologies, n. 19, nov. 2010. Disponível em: <<http://www.nanotechproject.org/process/assets/files/8347/pen-19.pdf>>. Acesso em 31 out 2012.

GÜNTHER, Gotthard. Life as Poly-Contextuality. *Vorkender*, [S. l.], fev. 2004. Disponível em: <http://www.vordenker.de/ggphilosophy/gg_life_as_polycontextuality.pdf>. Acesso em: 19 set. 2013.

LEACH, Edmund. *Social Anthropology*. Glasgow: Fontana Paperbacks, 1982.

LUHMANN, Niklas. *Sistemas sociales: lineamientos para una teoría general*. Barcelona: Anthropos, 1998.

_____. *Sociologia do Direito I*. Tradução de Gustavo Bayer. Rio de Janeiro: Edições Tempo Brasileiro, 1983.

_____. A restituição do Décimo Segundo Camelo: do sentido de uma análise sociológica do Direito. In: ARNAUD, André-Jean; LOPES JR., Dalmir. *Niklas Luhmann: do sistema social à sociologia jurídica*. Traduções de Dalmir Lopes Jr., Daniele Andréa da Silva Manão e Flávio Elias Riche. Rio de Janeiro: Editora Lumen Juris, 2004.

_____. *Introdução à teoria dos sistemas*. Tradução de Ana Cristina Arantes Nasser. 2. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2010.

_____. *La ciencia de la sociedad*. Traducción de Silvia Pappé, Brunhilde Erker, Luis Felipe Segura; sob direção de Javier Torres Nafarrate. México: Universidad Iberoamericana; ITESO; Anthropos, 1996.

_____. *La sociedad de la sociedad*. Tradução de Javier Torres Nafarrate. México: Herder, 2007.

LUPASCO, Stéphane. *Le principe d'antagonisme et la logique de l'énergie*. Prolégomènes à une science de la contradiction. Paris: Rocher, 1987.

MAYNARD, Andrew. Nanotechnology and occupational health, [S. l.], 2005. Disponível em: <http://epa.gov/ncer/nano/lectures/maynard_06_13_05_presentation.pdf>. Acesso em 30 out 2012. Palestra publicada no site da EPA, no hyperlink Nanotechnology: Lectures.

MELO, Celso Pinto. PIMENTA, Marcos. Nanociência e Nanotecnologia. *Revista Parcerias Estratégicas*, Brasília, n. 18, p. 9-21, 2004.

NANOTECHNOLOGY Consumer Products Inventory. [S. l, S. d.]. Disponível em <<http://www.nanotechproject.org/inventories/consumer/>>. Acesso em 31 out 2012. Matéria divulgada no site Project on Emerging Nanotechnologies, no hiperlink Inventories.

_____. Analysis. [S. l, S. d.]. Disponível em <http://www.nanotechproject.org/inventories/consumer/analysis_draft/>. Acesso em 31 out 2012. Matéria divulgada no site Project on Emerging Nanotechnologies, no hiperlink Inventories: Analysis.

NEL, Andre; XIA, Tian; MADLER, Lutz; LI, Ning. Toxic potential of materials at the nanolevel. *Science*, Washington DC, v. 311, n. 5761, 03 fev. 2006.

NEVES, Marcelo. *Transconstitucionalismo*. São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 2009.

NICOLESCU, Basarab. A prática da Transdisciplinaridade. In: NICOLESCU, Basarab. *Educação e transdisciplinaridade*. Tradução de Judite Vero, Maria F. de Mello e Américo Sommerman. Brasília: UNESCO, 2000.

_____. *O manifesto da transdisciplinaridade*. Tradução de Lucia Pereira de Souza. São Paulo: TRIOM, 2005.

OBERDORSTER, Gunter; OBERDORSTER, Eva; OBERDORSTER, Jan; Nanotechnology: An Emerging discipline evolving from studies of ultrafine particles, *Environmental Health Perspectives*, Washington DC, v. 113, n. 7, p. 823-839, jul. 2005.

PARSONS, Talcott. *The Social System*. Nova York: The Free Press of Glenscoe, 1951.

PONTES DE MIRANDA, Francisco Cavalcanti. *Tratado de Direito Privado*. Tomo I. Rio de Janeiro: Borsoi, 1954.

RATNER, Mark.; RATNER, Daniel. *Nanotechnology*. New Jersey: Prentice Hall; Upper Saddle River, 2003.

ROCHA, Leonel Severo. Uma nova forma para a observação do direito globalizado: policontextualidade jurídica e estado ambiental. *Constituição, Sistemas Sociais e Hermenêutica*: programa de pós-graduação em Direito da UNISINOS: mestrado e doutorado. Porto Alegre; São Leopoldo, p. 135-165, 2009.

SILVA, Guilherme Frederico Bernardo Lenz. Nanotecnologia: avaliação e análise dos possíveis impactos à saúde ocupacional e segurança do trabalhador no manuseio, síntese e incorporação de nanomateriais em compósitos refratários de matriz cerâmica. 2008, 73 f. Trabalho de Conclusão do Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2008. Disponível em: <<http://www.unisinos.br/biblioteca/images/stories/downloads/guia-biblioteca-2012-v2.pdf>>. Acesso em 19 out 2012.

THE ROYAL SOCIETY; THE ROYAL ACADEMY OF ENGINEERING. *Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncertainties*. Londres, jul. 2004. Disponível em: <<http://www.nanotec.org.uk/report/Nano%20report%202004%20fin.pdf>>. Acesso em 30 out 2012.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Nanotechnology white paper*, Washington DC, fev. 2007. Disponível em: <<http://epa.gov/ncer/nano/publications/whitepaper12022005.pdf>>. Acesso em 30 out 2012.