

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo  
Programa de Pós-Graduação em Comunicação e Semiótica

Renata Lemos

De Ars Sublime Infinitis Minimo: sobre o sublime  
nanotecnológico

DOCTORADO EM COMUNICAÇÃO E SEMIÓTICA

SÃO PAULO  
2012

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo  
Programa de Pós-Graduação em Comunicação e Semiótica

Renata Lemos

# De Ars Sublime Infinitis Minimo: sobre o sublime nanotecnológico

DOUTORADO EM COMUNICAÇÃO E SEMIÓTICA

Tese apresentada à Banca Examinadora da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Comunicação e Semiótica, sob a orientação da Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Lucia Santaella Braga.

SÃO PAULO  
2012

BANCA EXAMINADORA

---

---

---

---

---

## RESUMO

Este trabalho aborda os desdobramentos contemporâneos da estética da comunicação de Mario Costa no contexto tecnocientífico da nanoconvergência (o processo de integração pervasiva entre interfaces digitais, biológicas, computacionais e cognitivas). A nanoconvergência é um acontecimento histórico, similar ao advento do ciberespaço, que apresenta potencial equivalente de disrupção. Assim como a estética da comunicação de Mario Costa apresenta um sublime tecnológico mediado através de imagens técnicas, propomos nesta tese o surgimento de uma estética da nanocomunicação, a qual, por sua vez, propõe um sublime nanotecnológico mediado através da individuação tecnológica. Enquanto o sublime tecnológico de Mario Costa se baseia inteiramente no sublime kantiano, o sublime nanotecnológico se inspira no sublime transmanente de Schopenhauer. Se o sublime tecnológico de Mario Costa está ligado à virtualidade e reproduzibilidade digital das imagens técnicas, temos que o sublime nanotecnológico se refere, ao invés, à materialidade e autorreproduzibilidade do seu princípio de individuação. O princípio de individuação nanotecnológico atua como meio transdutivo entre a unidade da matéria e a multiplicidade de seus elementos e compostos materiais, como nos apresentam Bainbridge, Stiegler e Simondon. O sublime nanotecnológico é explorado através de três etapas de pesquisa: científica – levantamento e apresentação das fronteiras tecnocientíficas relacionadas à nanotecnologia; filosófica – análise da especificidade do sublime que a estética peculiar aos avanços científicos nos evoca; e artística – pesquisa e análise das imagens nanotecnológicas e produção colaborativa de vídeo-arte baseada no conceito do nanosublime. As nanoimagens nos revelam um imaginário nanotecnológico no qual referências à alquimia e ao ideário medieval estão presentes, tanto no discurso científico quanto nas poéticas da nanoarte. O sublime nanotecnológico pertence à dimensão semiótica em que o visível e o invisível não estão em oposição e nem caracterizam uma dualidade, pois a materialidade da realidade física, manipulável através das modulações quânticas da nanotecnologia, mostra-se perfeitamente coesa com a imaterialidade característica à leveza dos códigos informacionais da nanoconvergência.

**Palavras-chave:** Nanotecnologia. Nanoconvergência. Estética da comunicação. Nanocomunicação. Princípio de Individuação Tecnológica. Sublime Tecnológico.

## ABSTRACT

This thesis discusses the contemporary developments of Mario Costa's aesthetics of communication in the context of nanoconvergence (the pervasive process of integration between digital, biological, computational and cognitive interfaces). Nanoconvergence is a historical event similar to the advent of cyberspace, which carries an equivalent potential for disruption. Just as Mario Costa's aesthetics of communication present a technological sublime which is mediated via technical images, we propose in this thesis the emergence of an aesthetics of nanocommunication, which proposes a nanotechnological sublime which is mediated through technological individuation. While Mario Costa's technological sublime relies entirely on the Kantian sublime, the nanotechnological sublime is inspired by the transmanent sublime of Schopenhauer. Mario Costa's technological sublime is connected to the virtual and to the digital reproducibility of imaging techniques. However, the nanotechnological sublime refers instead to the materiality and self-reproducibility of its principle of individuation. The nanotechnological principle of individuation acts as a transductive medium between unity of matter and the multiplicity of its material elements and compounds, as stated by Bainbridge, Stiegler and Simondon. The nanotechnological sublime is explored through three stages of research: scientific - research and presentation of the technoscientific achievements of nanotechnology; philosophical - analysis of the specificity of the sublime aesthetics peculiar to these advances in science, and artistic - research and analysis of nanoimages and the collaborative production of video art based on the concept of the nanosublime. Contemporary nanoimages reveal a nanotechnological imaginarium where references to alchemy and medieval ideology are present both in scientific discourse and the poetics of nanoart. The nanotechnological sublime belongs to the semiotic realm in which the visible and invisible are not in opposition, for the materiality of physical reality, established through quantum modulations nanotechnologically manipulated, is perfectly united with the immaterial lightness of the informational codes that enable nanoconvergence.

**Keywords:** Nanotechnology. Nanoconvergence. Aesthetics of Communication. Nanocommunication. Technological Principle of Individuation. Technological Sublime.

## ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Percurso de Fluxo Informacional em Computação Clássica .....	38
Figura 2: Percurso de Fluxo Informacional em Computação Quântica .....	38
Figura 3: Imagens Quânticas .....	49
Figura 4: Cocoon .....	128
Figura 5: SeaCoral .....	128

Figura 6: Fotomicrografia referente a sistemas de TiO <sub>2</sub> .....	129
Figura 7: World's Smallest Thinker.....	131
Figura 8: Nanobama.....	132
Figura 9: Nanomandala .....	134
Figura 10: Tecendo o Tempo ou Sendo Tecida pelo Espaço .....	135
Figura 11: Swim to the Nanobot. David Mack.....	136
Figura 12: Nanomedicine Bot.....	137
Figura 13: Molecular mounter.....	137
Figura 14: Conveyor Belt for the Nanoage.....	138
Figura 15: Produtos disponíveis no Nano Supermarket.....	140
Figura 16: Instalação ambulante Nano Supermarket.....	140
Figura 17: Nanoweapon: bulb duplicates.....	141
Figura 18: Nanoweapon: stiffened veins .....	142
Figura 19: The Cloud Project: Explanation .....	143
Figura 20: The Cloud Project: Van .....	143
Figura 21: The Cloud Project: Performance. ....	144
Figura 22: Nanotubos de diversos tamanhos .....	145
Figura 23: Nanopipes developed in the MIT .....	145
Figura 24: Nanotubos em estruturas de diamante.....	146
Figura 25: DNA Letters: estruturas de DNA automontadas .....	146
Figura 26: Ouroboros .....	154
Figura 27: Autorretrato.....	157

## SUMÁRIO

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES.....	5
PREFÁCIO.....	8

INTRODUÇÃO.....	12
1 TECNOLOGIAS SEM FRONTEIRAS: ENTRE O BIO, O NANO E O QUÂNTICO.....	24
1.1 Da Nanotecnologia à Tecnologia Nanoquântica.....	25
1.2 Redes Ubíquas: A Internet das Coisas.....	29
1.3 Nanocircuitos.....	31
1.4 Nanoeletrônica.....	36
1.5 Informação e Computação Quântica.....	37
1.6 Computação Molecular (Computação DNA).....	40
1.7 Biotecnologia: nanotecnologias orgânicas.....	41
1.8 Nanorrobótica.....	44
1.9 Nanocomunicação.....	45
1.10 Conclusão.....	50
2 O UNIVERSAL NANOTECNOLÓGICO.....	52
2.1 Unidade da Matéria.....	53
2.2 O Argumento Idion.....	56
2.3 Prima Materia.....	59
2.4 Quaestio de Universalibus.....	61
2.5 Doutor Sutil: Ecceidade e Natureza Comum.....	66
2.6 O Universal Nanotecnológico.....	71
2.7 Conclusão.....	79
3 O SUBLIME NANOTECNOLÓGICO.....	81
3.1 Infinito & Vontade.....	82
3.2 Para Além do Sublime Tecnológico de Mario Costa.....	91
3.3 Individuação & Imanência.....	97
3.4 Transimanência & Semiótica.....	106
3.5 Conclusão.....	111
4 ESTÉTICAS NANOTECNOLÓGICAS.....	114
4.1 A Estética da Nanocomunicação.....	115
4.2 O Imaginário Nanotecnológico.....	118

4.3 Nanoimagética.....	124
4.4 Conclusão.....	147
5 DE ARS SUBLIME INFINITIS VIDEO.....	150
5.1 Nanoetnografia de uma colaboração.....	151
5.2 Sobre Juliana Mundim.....	157
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	159
REFERÊNCIAS.....	169

# PREFÁCIO



Era um belo dia de verão, em 2006, quando uma coincidência me fez conhecer o Dr. Basarab Nicolescu, que junto com Edgar Morin divide o garboso título de *pai da transdisciplinaridade*. Eu estava assistindo a uma palestra dele no I Festival Mundial da Paz na UFSC, em Florianópolis, e quis o acaso que eu substituísse a sua tradutora simultânea naquela palestra. O resultado foi um encontro que marcou profundamente minha vida intelectual. Dr. Basarab Nicolescu se tornou um amigo e mentor, e a transdisciplinaridade abriu todo um admirável mundo novo diante dos meus olhos, aguçando a minha curiosidade e despertando o meu espírito investigativo. Esta tese começou a nascer naquele dia, a partir desse encontro.

Na época, eu era aluna de mestrado do Programa de Engenharia e Gestão do Conhecimento (EGC), na UFSC, sob orientação do Dr. Vinícius Medina Kern. A convivência entre orientanda e orientador já era interdisciplinar por natureza: ele um engenheiro; eu uma humanista. A transdisciplinaridade alargou ainda mais os horizontes da nossa pesquisa, que seguia em frente buscando acompanhar a velocidade com que a tecnologia ia avançando diante dos nossos olhos. Minha dissertação de mestrado teve como tema a unidade do conhecimento, a consiliência – que acontecia como um processo de integração sistêmica mediado pela tecnologia.

Da unidade do conhecimento para a unidade da matéria foi um pulo: a semiótica peirceana, corporificada na pessoa da minha ilustre orientadora de doutorado, Dra. Lucia Santaella, não só permitia o olhar transdisciplinar entre ciência, comunicação, tecnologia e arte, como também me fornecia algo de valor incalculável na academia: aquilo que Virginia Woolf chamou de *a room of one's own...*

Sob a supervisão cuidadosa de Lucia Santaella, eu saboreava o privilégio de ver garantido meu próprio espaço de questionamento, com a liberdade de explorar meus caminhos peculiares (tortuosos) de pesquisa, mas sem jamais me perder em seus labirintos, graças à presença constante e firme da orientação precisa e sábia que Lucia nunca deixou de me fornecer.

Os dois primeiros anos deste doutorado foram dedicados quase que inteiramente a tentar discernir qual era exatamente o estado da arte tecnocientífico relativo à nanoconvergência. Em 2009, depois de trocar muitos emails e ideias, fui convidada pelo Dr. Stefan Helmreich, do MIT (Massachusetts Institute of Nanotechnology) para participar de um seminário sobre antropologia digital e científica. A partir das interações que tive no MIT, nesse ano, minha pesquisa começou a se direcionar para a questão da neurotecnologia, e a antropologia abriu novas janelas de entendimento sobre as relações neurocognitivas que caracterizavam os processos de integração semiótica no contexto do pós-humanismo.

Simultaneamente, no Brasil, nossos estudos no grupo de pesquisa sobre *Peirce e As Fronteiras da Ciência* (formado por mim, Lucia Santaella e vários outros alunos do Programa de Pós-graduação em Comunicação e Semiótica da PUC São Paulo) incluíam debates sobre conceitos como os de astrobiologia, vida artificial, etc. Em pesquisa relacionada a esse grupo, me deparei com a definição radicalmente diferente de vida artificial dada pelo Dr. Wolfgang Schirmacher, da European Graduate School (EGS): a vida artificial para ele não está nos computadores, como em um jogo de simulação. A vida biológica é *artificial*, e o movimento da tecnologia é também uma forma de vida.

O homem é *homo generator* (SCHIRMACHER, 1994); não apenas de tecnologias, mas da própria vida e de si mesmo – entendidos como tecnologias naturais. Se a vida é artificial, a tecnologia é natural. Esses conceitos me intrigaram profundamente. Uma troca de correspondências se seguiu e, ainda em 2010, eu seguia, como bolsista pela CAPES, para um estágio de pesquisa-sanduíche na EGS, Suíça, sob a orientação conjunta de Lucia Santaella e Wolfgang Schirmacher. Os dois últimos anos deste doutorado foram um exercício de intercâmbio intelectual entre as influências que recebi na PUC São Paulo e as referências trazidas da EGS, em Saas Fee.

A experiência na Suíça rendeu muitos frutos: tive aulas com Giorgio Agamben, Alain Badiou e Brian Massumi – todos os três presenças importantes nesta tese, principalmente no que se refere ao estudo do princípio de individuação, apresentado em sala de aula por Giorgio Agamben no contexto da escolástica de Duns Scotus, e apresentado por Brian Massumi em

referência à individuação tecnológica de Gilbert Simondon. A exposição que tive na EGS às diferentes perspectivas sobre o princípio de individuação foi fundamental para que eu pudesse chegar à questão do sublime nanotecnológico. Enquanto estudava sobre a individuação nas aulas com Brian Massumi e Giorgio Agamben, estudava simultaneamente sobre o sublime na filosofia de Schopenhauer, em seminário lecionado por Wolfgang Schirmacher. Foi na Suíça que a semente do conceito de sublime nanotecnológico foi plantada; porém, foi apenas no Brasil que ela veio a florescer.

Foram tantas as novas ideias exploradas em Saas Fee, que um certo desnorteamento em relação aos rumos anteriores da pesquisa aconteceu naturalmente. Foi a partir da intervenção direta de Lucia Santaella que eu pude sair da confusão teórica em que me encontrava, na volta para o Brasil, e clarear a mente para repensar meu projeto de pesquisa, incluindo as influências recebidas na EGS. A ideia de explorar o conceito do sublime nanotecnológico finalmente surgiu e, desde então, Lucia e eu iniciamos uma série de discussões teóricas relacionadas a cada um dos capítulos desta tese, e já sabemos que essas questões não se esgotam aqui.

Mesmo com todas as limitações e deficiências inevitáveis em um processo de aprendizagem acadêmica, é sempre um bom sinal quando uma pesquisa termina produzindo outras questões, ainda mais candentes, do que aquelas que a originaram. Esse é certamente o caso desta tese.

Renata Lemos

Brasília, 05 de dezembro de 2011.

# INTRODUÇÃO



## **Sobre a arte sublime do infinitamente pequeno**

[...] assim como a dimensão extrema da grandeza é sublime, assim também a dimensão extrema da pequenez é sublime: quando consideramos a infinita divisibilidade da matéria [...] a imaginação se perde assim como o sentido; tornamo-nos fascinados e confusos perante as maravilhas do minúsculo; e não conseguimos mais discernir por seus efeitos o extremo da pequenez da vastidão em si mesma (BURKE, 1909-14: Note 1. Part IV. sect. 9).

O contemporâneo é, cada vez mais, o cenário de uma luta de amor e ódio entre a sensibilidade humana e o progresso tecnológico, entre Eros e Thanatos, que se abraçam e se digladiam simultaneamente em uma ecologia comunicacional que se torna cada vez mais pluralista (SANTAELLA, 2010). Não nos parece haver melhor conceito para ilustrar este momento – em que o êxtase de Eros se mistura diariamente ao horror de Thanatos ao considerarmos a presença avassaladora e cotidiana da tecnologia em nossas vidas – do que o conceito filosófico do sublime.

A tecnociência tem sido uma fonte constante de fascinação e de medo na história da humanidade. Tantos avanços científicos nos trouxeram a vida, como nas muitas curas biotecnológicas de doenças antes incuráveis; e tantos nos trouxeram a morte, como nas muitas devastações causadas pelas armas tecnológicas e pelas catástrofes ambientais. Entre o fascínio que a tecnociência exerce em nosso imaginário como poder curativo e transformador, e o horror que esta nos provoca como potência simultaneamente devastadora e inumana, há o sublime tecnocientífico.

Ciborguismos cognitivos, transgenias, circuitos de monitoramento invisíveis, etc. – ao mesmo tempo em que as possibilidades da tecnociência nos deslumbram, também nos apavoram. É nesse limiar estético entre a experiência prazerosa do belo e a experiência terrificante do assombro inerente à contemplação da pequenez nanotecnológica, que experimentamos uma nova modalidade estética do sublime. O panorama estético gerado

pela visualização e experimentação artística na dimensão quântica (BOYER et al., 2008) e nanotecnológica (KLIMECK et al., 2007) evoca, pela sua pequenez quase infinita, o estado de percepção vivenciado sempre que nos deparamos com tudo o que é infinitamente grande ou pequeno, assustadoramente belo, terrificantemente majestoso: a sublimidade.

É importante deixar claro que o sentido da palavra sublimidade nesta tese não é o seu significado coloquial, que geralmente é associado ao da palavra 'perfeição'. A palavra sublime vem do latim *sublimis*, que se refere àquilo que se 'eleva e se sustenta no ar'. A sublimidade nos interessa neste trabalho em seu sentido filosófico, mais profundo, que considera o sublime como uma categoria estética particular, que existe para além do prazer estético com o belo e nos chega através da grandeza de uma força e/ou de um incomensurável, sejam estes naturais, artísticos, matemáticos ou tecnológicos. É a grandeza da força transformadora da pequenez incomensurável da nanoconvergência (BAINBRIDGE, 2007) que estabelece novas bases para a experiência estética de um sublime nanotecnológico.

## **Contexto**

Contextualizando a especificidade histórica do sublime que se delinea a partir do avanço nanotecnológico, observamos que desde o ciberespaço até os recentes avanços da computação quântica, temos presenciado um movimento progressivo de descortinamento de escalas materiais, antes invisíveis, que se tornam visíveis através da tecnologia. De um contexto de virtualidades digitais programadas em uma esfera que costumava ser considerada como estando à parte da materialidade – o ciberespaço, passamos a um novo ecossistema comunicacional, no qual a informação e a comunicação desempenham funções arquitetônicas no desenho e construção de novos espaços materiais e interativos.

As camadas tecnológicas da ciência estão se tornando cada vez mais híbridas e complexas. Exemplos recentes destes processos avançados de convergência tecnológica podem ser encontrados no imbricamento entre o estado da arte da pesquisa genética e o estado da arte da computação, que dá origem à computação DNA (ADLEMAN, 1994); entre a biologia e a nanotecnologia, que dá origem à biotecnologia; entre a nanotecnologia e neurociência, que dá origem à neurotecnologia (LYNCH, 2006), etc. A lista poderia seguir indefinidamente.

O pleno desenvolvimento das mídias quânticas (BOYER et al., 2008) e nanomídias (KLIMECK et al., 2007) promete revolucionar as tecnologias de comunicação, acelerar o processamento quântico de informações e impulsionar a evolução do novo campo da *nanocomunicação*. Todas essas conquistas fazem com que a nanocomunicação esteja sendo apontada como sendo um novo paradigma comunicacional (HARA, 2006:233). A ubiquidade é a principal característica deste novo ecossistema comunicacional: a união das tecnologias de comunicação wireless com a nanocomunicação potencialmente dará origem a sistemas informacionais verdadeiramente ubíquos.

As mídias contemporâneas estão em pleno processo de evolução: temos o surgimento de mídias ambientes (AARTS, 2004; MAYBURY, 1993), nanomídias (KLIMECK et al., 2007) e mídias quânticas (BOYER et al., 2008). Nas nanomídias, as características comunicacionais de moléculas físicas e biológicas são utilizadas para o desenvolvimento de novas plataformas e aplicações comunicacionais híbridas; enquanto que nas mídias quânticas, objetos físicos inorgânicos adquirem capacidades comunicacionais e passam a interagir entre si próprios e com seres humanos.

Adicione-se a essa convergência midiático-nanotecnológica a pervasividade característica às mídias locativas, com seus *gadgets* cada vez mais complexos imersos em sistemas de realidade aumentada – RA; a internet das coisas, a inteligência ambiente e tecnologias líquidas (SANTAELLA, 2007b) como a computação, comunicação e informação quânticas (DEUTSCH, 2007; GISIN & THEW, 2007; AMALL, 2003); as mídias quânticas (BOYER et al., 2008); a comunicação molecular (SUDA, 2005); e a computação DNA (ADLEMAN, 1994).

A medida em aumento da complexidade da convergência tecnológica é a mesma em surgimento de novas estéticas tecnológicas ligadas à vivência científica da nanotecnologia. Dentre todas as tecnociências que informam – e formam – esta nova espécie de tecnoestética contemporânea, temos a nanotecnologia como sendo aquela que interfere de forma mais radical e direta nas relações entre matéria e pensamento, visível e invisível (LEMOS & SANTAELLA, 2008). A materialidade nanotecnológica está se tornando plataforma de reconfiguração e de transformação do espaço e da cultura, com implicações surpreendentes até mesmo para a ontologia filosófica contemporânea, como no materialismo especulativo de Meillassoux (2008).

### **Sublimidade Transdisciplinar**

Temos no trabalho seminal de Mario Costa (1995) sobre o sublime tecnológico nosso ponto de partida para o estudo do que chamamos, nesta tese, de *sublime nanotecnológico*. As intervenções nanotecnológicas no coração da matéria nos trazem um novo panorama espacial, que captura nosso senso estético não apenas pela sua beleza microscópica, mas, principalmente, por suas profundas implicações filosóficas. Esmiuçar essas implicações e explorar sua imagética e sua estética, às quais chamamos de estética da *nanocomunicação* (SUDA, 2005), é o objetivo desta pesquisa.

As conquistas contemporâneas da tecnociência, que em muitos casos já consegue ultrapassar os limites da imaginação e da ficção científica (a realidade do cientificamente possível começa a parecer maior do que a realidade do meramente imaginável), nos fazem vislumbrar o sublime nanotecnológico. Segundo Ascott (2005), “[...] a dimensão nano media a relação entre a pura matéria e a pura consciência e sua significação como uma interface entre dois níveis de realidade não deve ser subestimada”. É, portanto, com atenção e cuidado que nos dedicamos a explorar, nesta tese, a interface nanotecnológica entre matéria e forma, visível e invisível.

Adotamos neste trabalho a perspectiva epistemológica da transdisciplinaridade, mais especificamente do Manifesto da Transdisciplinaridade de Basarab Nicolescu (2002). Diferentemente de outras abordagens relativas à fusão entre vários campos do saber, estando voltada inteiramente para as relações entre diversos níveis de realidade, a abordagem proposta por Nicolescu entende a transdisciplinaridade como sendo o campo que abraça a ideia da *unidade* do conhecimento. De acordo com essa abordagem, a transdisciplinaridade diz respeito ao estudo de um saber que, ao mesmo tempo em que pertence simultaneamente a todas as áreas, existe, todavia, para além de qualquer disciplina ou conjunto específico de disciplinas.

Consideramos que o estudo da experiência do sublime que acontece através de mediações nanotecnológicas é uma área epistemológica que ultrapassa qualquer fronteira disciplinar. Adotamos a mesma posição da artista Victoria Vesna, que considera seu trabalho sobre nanoarte como proveniente não de uma prática meramente interdisciplinar, mas, sim, de um esforço transdisciplinar: "enquanto olharmos para as coisas, pessoas e disciplinas como estando separadas, estaremos pensando em termos de 'inter-'. Quando começarmos a pensar em termos de 'trans-', estaremos realmente pensando para além das disciplinas – Victoria Vesna" (apud HAYLES, 2004:87).

Segundo Nicolescu (2011:02), a "transdisciplinaridade não conhece fronteiras". Da mesma forma, consideramos que a abdução peirciana (SANTAELLA, 2004), como um método investigativo, também não conhece limites. Ao transitar livremente entre a ciência e a tecnologia (levantamento bibliográfico sobre a nanoconvergência), a filosofia (a análise das muitas categorias filosóficas do sublime) e a estética nanotecnológica (a pesquisa e produção imagética), temos nesta tese um exercício de práticas transdisciplinares.

## Superficialidade & Profundidade

Ao situarmos a experiência de um sublime nanotecnológico entre as dobraduras (bio)tecnológicas da natureza, adotamos uma postura de questionamento perante certos elementos da abordagem original de Mario Costa (1995) sobre o sublime tecnológico. Ao afirmar que “a sublimidade pode ser objeto de uma produção controlada e de um consumo socializado e repetível” (COSTA, 1995:49), Mario Costa evidencia um entendimento do sublime que é quase um 'elogio à superficialidade' das imagens técnicas:

a futura sociedade produtora das imagens que encobrem o abismo será sociedade deliberada, artificial: obra de arte. Nada haverá nela de “orgânico”, de “natural”, de “espontâneo”, de tudo o que deva a sua origem ao acaso, porque será sociedade engajada contra o acaso e em prol do deliberado improvável. Em consequência, essa sociedade negará a profundidade e elogiará a superficialidade (FLUSSER, 2008:98).

Enquanto o sublime tecnológico de Mario Costa se coaduna com a 'superficialidade' digital das imagens sintéticas, o sublime nanotecnológico explorado nesta tese está, ao contrário, situado na profundidade da ontologia material que determina seu princípio de individuação. O primeiro é caracterizado pela fluidez digital das imagens técnicas; o segundo está alojado na materialidade programável da individuação nanotecnológica. O primeiro se configura através do fluxo virtual e superficial das redes computacionais digitais; o segundo se posiciona na universalidade presente na propriedade física e profunda que torna possível a nanoconvergência: *a unidade da matéria* (BAINBRIDGE, 2007). A unidade da matéria é o princípio operacional de toda manipulação nanotecnológica, o qual permite a integração entre matéria orgânica e inorgânica, e existe no espaço comum a todos os tipos de estrutura molecular.

A sublimidade nanotecnológica tem como base a matéria – contudo os processos pertencentes à nanoescala transcendem a matéria enquanto objeto finito. A partir da universalidade, da unidade e da materialidade, características ao princípio de

manipulação molecular nanotecnológica, chegamos à multiplicidade (potencialmente infinita) do seu princípio de individuação estético. A universalidade inerente à unidade da matéria, enquanto causa concreta da possibilidade de manipulação ilimitada das suas estruturas moleculares pela nanotecnologia – que assim gera multiplicidade e diversidade potencialmente infinita – determina a categoria do *universal nanotecnológico*.

É somente a partir da compreensão sobre a categoria filosófica do universal, especialmente em sua relação com a matéria, que podemos definir o sublime nanotecnológico da forma proposta nesta tese. Portanto, dedicamos todo o segundo capítulo deste trabalho ao universal nanotecnológico, resgatando as origens clássicas dos problemas dos universais, questão que marcou a filosofia escolástica e que perdura até os nossos dias. Na origem do problema dos universais, encontramos o debate sobre o significado do conceito de *prima materia* em Aristóteles. O paralelo entre a ideia filosófica de matéria primeira, em Aristóteles, e a ideia tecnocientífica de unidade da matéria, na nanoconvergência, se torna então evidente.

Na escolástica medieval, encontramos argumentos profundamente desenvolvidos sobre a relação entre matéria e forma. No contexto tecnocientífico da nanociência, no qual a relação entre matéria e forma (qual seja, seu princípio de individuação) ocupa o centro de seus processos de convergência, estes argumentos se revelam extremamente relevantes e atuais. Na filosofia de Duns Scotus, encontramos referências fundamentais sobre o princípio de individuação, ao qual ele chama *haecceitas*, ou *ecceidade*. A *ecceidade* nanotecnológica só é possível a partir de um universal nanotecnológico. Estas relações entre universalidade e *ecceidade* nanotecnológica é que irão estruturar o conceito de sublime nanotecnológico.

Outras abordagens mais recentes sobre o princípio de individuação informam nossa visão sobre o sublime nanotecnológico, podendo ser encontradas na obra magna de Schopenhauer, *O Mundo como Vontade e Representação*, que o entende como sendo o próprio espaço-tempo; e na obra *Sobre o Modo de Existência dos Objetos Técnicos*, de Simondon (1958), que trabalha a individuação tecnológica a partir de um enfoque

psicológico e social. Todas as abordagens citadas iluminam nosso entendimento sobre o sublime nanotecnológico, e são exploradas no decorrer desta tese.

Ainda contrapondo a definição de Mario Costa sobre o sublime tecnológico ao sublime nanotecnológico, encontramos a crítica feita por Schopenhauer a Kant em relação ao princípio da razão suficiente. Verificamos que, enquanto o sublime tecnológico em Mario Costa é intrinsecamente *kantiano*, o sublime nanotecnológico apresentado nesta tese é essencialmente *schopenhauereano*, muito embora encontre ressonâncias também na filosofia de Deleuze e de Badiou. Outrossim, as relações entre o realismo especulativo de Quentin Meillassoux (2008) e a filosofia-científica de David Deutsch (2011) formam também um pano de fundo contemporâneo que nos permite contextualizar o panorama teórico emergente no qual o sublime nanotecnológico se articula. Essas relações de complementaridade entre epistemologias, em princípio, contraditórias, são detalhadas no terceiro capítulo, que se dedica a definir o conceito de sublime nanotecnológico.

### **Imagens & Enigmas**

Seja qual for a forma em que o sublime se apresente, esta será sempre parte de uma experiência estética. O sublime é uma categoria estética que, ao acontecer através da mediação da nanotecnologia, representa uma nova etapa na evolução das estéticas tecnológicas, sendo que “estéticas precedentes não desaparecem quando surgem novas tecnologias. Ao contrário, elas vão se somando, complementando-se, interconectando-se” (SANTAELLA, 2008:40).

A estética nanotecnológica, apesar de não estar restrita ao campo da arte, pertence também a este, através das apropriações e interações entre diferentes práticas e comunidades. Afinal, entre filosofia, arte e ciência, encontramos “fluxos/refluxos, tensões/distensões, aproximações/ distanciamentos, somas/exclusões [...] entre os pensamentos científico e artístico” (PLAZA, 2003:45). Unindo as dimensões do pensamento e do fazer humano, temos estéticas de fluxos tecnológicos (ARANTES, 2005) que atuam como junções entre as esferas da arte e da ciência. Como nos lembra

Santaella (2007), “estéticas tecnológicas não se localizam necessariamente em objetos ou processos considerados artísticos”, mas se espalham por todas as interfaces digitais, sejam elas pessoais, organizacionais, publicitárias, técnicas ou científicas.

Uma grande quantidade de autores já esmiuçou as origens históricas e as práticas contemporâneas das estéticas tecnológicas digitais, tanto no âmbito nacional (GIANETTI, 2006; SANTAELLA, 2007; ARANTES, 2005; DOMINGUES, 2004; FATORELLI & BRUNO, 2006; et al.) quanto no internacional (XU, 1989; MANOVICH, 2001; RUTSKY, 1999; BOLTER & GRUSIN, 1999; COSTA, 1990; et al.) Muito embora a contribuição teórica desses trabalhos nos seja imprescindível, nosso objetivo, nesta tese, ultrapassa o escopo das análises da estética tecnológica predominantemente digital. A estética nanotecnológica tem características próprias que a diferenciam das estéticas digitais, muito embora uma e outra por diversas vezes se intercalem e se misturem. Esses intercalamentos estão presentes principalmente na nanoimagética, que descreveremos no final desta tese.

Já não é mais possível pensar o universo das imagens tecnológicas sem considerar os meios digitais. Bruce Sterling (2011) afirma que estamos vivendo na era do pós-digital, o período imediatamente posterior à revolução dos bits, durante a qual as mídias digitais eram consideradas como 'novas' mídias. Isso mudou: o digital é hoje um suporte tradicional, *de facto*, de todas as mídias. O fato de algo ser ou não pertencente ao mundo digital se tornou, nas palavras de Sterling, "irrelevante". Em relação à circulação e produção digital de grande parte das imagens nanotecnológicas, a presença de componentes digitais nessas imagens é uma premissa básica e corriqueira. As imagens nanotecnológicas são, invariavelmente, simultaneamente digitais.

Partimos de duas perspectivas ao estudarmos as estéticas nanotecnológicas nesta tese: a primeira se refere à epistemologia dentro da qual encontramos a profundidade necessária ao sentido do termo *estética* em relação ao nanotecnológico; a segunda se refere às imagens nanotecnológicas espalhadas pelo mundo digital, que nos fornecem referências visuais que emergem na superfície da cultura contemporânea. Dedicamos, assim, o capítulo quatro à contextualização da estética nanotecnológica na teoria

estética schopenhauereana, que a entende como a ciência da *decifração do enigma do mundo* (SCHOPENHAUER, VRa<sup>1</sup>, v. I), e à categorização da imagética nanotecnológica. A estética, para Schopenhauer, é o que nos faz transcender a nós mesmos, e assim *decifrar o enigma do mundo*. A estética nanotecnológica pertence ao incomensurável que existe em nós mesmos e no mundo ao nosso redor. É em uma estética simultaneamente material e transcendental que se apresenta o sublime nanotecnológico.

Abordamos a questão do sublime nanotecnológico através de três eixos distintos e integrados de pesquisa que perfazem o endoesqueleto desta tese: um eixo científico – levantamento das fronteiras dos avanços científicos relacionados à nanotecnologia; um eixo filosófico – análise filosófica da especificidade do sentimento de sublime que a estética peculiar a esses avanços científicos nos desperta; e, finalmente, um eixo de produção de artemídia – produção colaborativa de videoarte baseada no conceito do sublime nanotecnológico. A primeira etapa nos demandou o rigor científico do levantamento e avaliação de dados; a segunda nos desvelou as implicações epistemológicas e filosóficas destes dados; e a terceira nos permitiu fazer destes processos de pesquisa uma oportunidade de colaboração artística que integra o pensar ao produzir e ao criar.

No capítulo um, lançamos o olhar sobre as evoluções e os desdobramentos científicos que estão alterando os panoramas e os limites do mundo conhecido do possível, descortinando o sentimento do sublime a partir da nanotecnologia. A complexidade das novas possibilidades tecnológicas engendradas pela nanoconvergência nos exige uma apresentação preliminar sobre as mesmas, para que possamos, assim, evidenciar a maneira pela qual uma compreensão particular sobre um sublime nanotecnológico se torna cabível.

---

<sup>1</sup> Daqui por diante todas as citações de Schopenhauer que seguirem o modelo (VRa: página) se referem à tradução de E. F. J. Payne, *The World as Will and Representation*. New York: Dover, 1966; enquanto que todas as citações que seguirem o modelo (VRb: página) se referem à tradução de Jair Barboza, *O mundo como vontade e como representação*. São Paulo: EdUnesp, 2005. Todas as traduções presentes nesta tese são feitas pela autora.

Os capítulos dois e três se dedicam à evolução filosófica do entendimento sobre as particularidades do conceito do sublime em suas muitas categorias, dando atenção especial aos componentes específicos de um universal nanotecnológico. Ao aplicar as categorias filosóficas do sublime à análise das conquistas da ciência contemporânea avançada, observamos a transição de uma estética da comunicação (COSTA, 1999) para uma estética da nanocomunicação (SUDA, 2005), explorada no capítulo quatro.

Finalmente, a abordagem filosófica do sublime à luz da nanoconvergência tecnológica nos serviu de subsídio para a experimentação artística, que resultou em um trabalho colaborativo de videoarte, relatada no capítulo cinco.

# 1

## **TECNOLOGIAS SEM FRONTEIRAS: ENTRE O BIO, O NANO E O QUÂNTICO**



## 1.1 DA NANOTECNOLOGIA À TECNOLOGIA NANOQUÂNTICA

A nanotecnologia é a ciência da manipulação de estruturas atômicas ou moleculares ao nível nano, ou seja, ao nível em que é possível manipular partículas tão pequenas que podem ser medidas por nanômetros ( $1 \times 10^{-9}$  m). O prefixo nano vem de *nanos* em grego, que quer dizer anão. Um nanômetro equivale a um milímetro dividido em um milhão, ou a 1/80000 do diâmetro de um fio de cabelo humano. É a menor medida das partículas manipuláveis (BORISENKO & OSSICINI, 2005).

Tudo começou com o físico Richard Feynman, em 1961, quando proferiu a palestra *There's Plenty of Room at the Bottom*, nos Estados Unidos. Nessa palestra, Feynman propunha “o desenvolvimento de nanomáquinas capazes de construir outras nanomáquinas e produtos controlando átomo por átomo (um processo denominado manufatura molecular)” (DREXLER, 2004:21). Segundo Feynman, é possível a nanoengenharia de sistemas vivos através de nanomáquinas capazes de montar qualquer substância ou elemento químico ou físico a partir de átomos elementares.

Essa ideia se tornou uma realidade quando, na década de 80, foram inventados os primeiros Scanners de Tunelamento Microscópico – STMs – por Gerd Binnig e Heinrich Rohrer (1986). Os STMs utilizam princípios de mecânica quântica para captar informações sobre a superfície de átomos e moléculas. Estes scanners permitiram que fosse feita a visualização e digitalização de imagens de superfícies atômicas. A visualização digital das superfícies de átomos levou à descoberta das hoje célebres buckyballs e nanotubos (ou buckytubes), estruturas geodésicas de átomos de carbono, que receberam este nome em homenagem a Buckminster Fuller. Outra descoberta importante para o desenvolvimento da nanotecnologia foi a dos pontos quânticos. Os pontos quânticos são agregados de nanocristais (nanomateriais  $<$  ou  $=$  a 100nm) que apresentam propriedades de semicondutores elétricos (FAHLMAN, 2007), e que os tornam promissores para as tecnologias de energia, por exemplo.

Os STMs e a visualização digital científica fizeram com que a ideia de Feynman pudesse se tornar realidade algumas décadas depois. Seguindo as pegadas de Feynman, Eric

Drexler se firmou como a figura contemporânea mais proeminente na área da nanotecnologia. Seus dois livros seminais, *Motores da Criação* (1986) e *Nanosistemas* (1992), pavimentaram o caminho para a popularização do termo nanotecnologia e estabeleceram as bases do debate científico nas décadas subsequentes. A grande controvérsia surgida a partir dos livros de Drexler, ambos dedicados à área da nanorrobótica, é em relação à capacidade de autorreplicação dos *nanobots*.

A possibilidade de criação de nanossistemas autorreplicáveis é uma das teses defendidas por Feynman e por Drexler. Da mesma forma que nanomáquinas podem construir qualquer tipo de estrutura molecular a partir da manipulação átomo por átomo, elas também poderiam construir réplicas perfeitas de si mesmas. Essa é uma consequência direta da manufatura molecular. Alguns dos mais importantes pensadores sobre o futuro da nanotecnologia<sup>2</sup> são unânimes ao afirmar que o potencial da nanoconvergência é o de possibilitar a manipulação de todo tipo de matéria de forma a criar artificialmente qualquer configuração atômica ou propriedade física específica. Se existe carbono, a nanotecnologia pode transformá-lo em diamante; se existem oxigênio e hidrogênio, a nanotecnologia pode transformá-los em água, e assim por diante<sup>3</sup>.

Obviamente, controlar uma tecnologia tão poderosa é absolutamente essencial, devido aos riscos médicos e ecológicos que são inerentes à manipulação atômica. Smalley (2001) compara os nanobots autorreplicáveis a uma nova forma de 'vida' que provavelmente sairia do controle e poderia infestar e contaminar todos os tipos de matéria (a célebre gosma cinza, ou *grey goo*<sup>4</sup>). Esse tipo de preocupação tem marcado o debate sobre as implicações da nanotecnologia.

A partir desse breve esboço sobre as origens e possibilidades da nanotecnologia, podemos perceber mais claramente os primeiros contornos do conceito de

---

<sup>2</sup> Como por exemplo Eric Drexler, J. Storrs Hall, Ralph Merkle and Rob Freitas, entre outros.

<sup>3</sup> A similaridade que as proposições dos defensores da autorreplicação nanotecnológica (reconfiguração atômica) possui com a ideia medieval de alquimia (transmutação) fica cada vez mais evidente à medida que observamos as implicações estéticas do imaginário nanotecnológico, que exploraremos no capítulo 4.

<sup>4</sup> <[http://en.wikipedia.org/wiki/Grey\\_goo](http://en.wikipedia.org/wiki/Grey_goo)>

nanoconvergência, criado por William Sims Bainbridge, e que se refere à convergência entre tecnologias NBIC (nano, bio, info e cogno):

A convergência NBIC (nanoconvergência) será baseada na unidade da matéria no nível nano e na integração tecnológica nesta escala. Todos os componentes materiais fundamentais para todas as ciências se originam na nanoescala [...] Assim sendo, a nanotecnologia irá ter um papel essencial no progresso dos quatro campos (nano, bio, info, cogno) e na sua unificação (BAINBRIDGE, 2007:1-2).

Muito embora o cientista W. S. Bainbridge não elabore uma definição detalhada sobre o conceito de *unidade da matéria em escala nano*, podemos deduzir que este conceito se refere ao nível universal ou uno que perpassa e constitui cada múltipla particularidade de configuração material. Embutida na *unidade da matéria em escala nano* está a universalidade quântica da matéria. O nível quântico é uma das principais bases operacionais da nanotecnologia e é responsável pela grande adaptabilidade dos nanossistemas. Tecnologias específicas à interface nanoquântica estão sendo chamadas de *tecnologias nanoquânticas*<sup>5</sup>. Vários centros de pesquisa sobre tecnologias nanoquânticas estão sendo estabelecidos ao redor do mundo, como, por exemplo, o *Quantum Nano Centre*<sup>6</sup>, na Universidade de Waterloo; a escola internacional de *Quantum Nano Computing*<sup>7</sup>, no instituto QANSAS, na Índia; e o *Quantum and Nanotechnology Group*<sup>8</sup> (QuNat), na Universidade de Oxford.

É justamente a interface entre o nano e o quântico que permite o surgimento da nanoconvergência. Através da universalidade característica ao nível quântico, pertencente a todos os tipos de matéria, é que a nanotecnologia pode criar e recriar novas particularidades materiais. A relação privilegiada entre universal e particular se evidencia como sendo inerente ao fenômeno da nanoconvergência. Muito embora a articulação entre universalidades e particularidades seja extremamente pronunciada na nanoconvergência, os cientistas que a propõem não chegam a tocar nestas categorias. A

---

<sup>5</sup> Ver: Quantum, Nano, Micro and Information Technologies, em <<http://www.ttp.net/978-0-87849-218-3.html>>

<sup>6</sup> <<http://www.nano.uwaterloo.ca/research/facilities-equipment/qnc/>>

<sup>7</sup> <<http://www.dei.ac.in/ConferenceWeb/qansas2011/QNComputing.html>>

<sup>8</sup> <<http://www.qunat.org/>>

nanoconvergência é um fenômeno eminentemente inter e transdisciplinar, contudo, o seu debate ainda continua sendo caracterizado por um enfoque disciplinar.

É por isso que iremos, nos capítulos subsequentes desta tese, elaborar um outro tipo de abordagem à nanoconvergência. Vamos explorar, além de suas aplicações científicas e tecnológicas, também os elementos e implicações estéticas e filosóficas desse processo de nanoconvergência, que é, por sua própria natureza, comunicacional. Todas as suas instâncias, sejam elas práticas ou estéticas, acontecem através de mediações. O conjunto destas mediações, no contexto da nanoconvergência, está sendo chamado de nanocomunicação: a comunicação mediada através da troca de sinais entre moléculas (HARA, 2006).

A nanocomunicação tem o mesmo potencial da comunicação digital no que se refere a alterar os rumos das mídias contemporâneas. A total implementação das novas possibilidades de nanocomunicação seria equivalente ou ainda mais revolucionária do que o avanço das redes digitais. Aliás, sem as mídias digitais a nanocomunicação simplesmente não teria sido possível. Existe uma relação direta entre o desenvolvimento da tecnologia digital e o da nanotecnologia. A nanotecnologia opera em uma escala intermediária na qual as leis da física clássica se misturam às leis da física quântica (HOLISTER, 2002). Isso faz com que a previsibilidade do comportamento das partículas seja complexa, apenas podendo ser obtida através de simulações computacionais. A relação entre o digital e o nanotecnológico não é apenas instrumental, como se poderia supor, mas é também conceitual. Reynolds (2002) compara a nanotecnologia plenamente desenvolvida às tecnologias digitais de processamento de texto: da mesma forma que um processador de texto permite a manifestação de qualquer tipo de estrutura textual, assim também a nanotecnologia permite, em princípio, a manifestação de qualquer tipo de estrutura material no nível físico.

As moléculas se tornam um novo tipo de alfabeto material, que permitiria, teoricamente, a total reconfiguração da estrutura física de qualquer tipo de matéria através da manipulação (programação) nanotecnológica. A relação instrumental entre corpo e código deixa de ser uma metáfora e passa a ser um dado científico, o que equipara a

nanotecnologia com as tecnologias de comunicação. Nasce o campo da nanocomunicação: baseando-se na comunicação molecular, a nanocomunicação é definida como sendo a comunicação que codifica e envia informação através de moléculas (SUDA, 2005), podendo ser integrada com redes de comunicação digital. Com a evolução das redes ubíquas de inteligência ambiente (GREENFIELD, 2006) ocorrendo paralelamente à evolução da nanotecnologia, a convergência entre níveis de comunicação digitais e nanotecnológicos começa a se desenvolver.

## 1.2 REDES UBÍQUAS: A INTERNET DAS COISAS

A mobilidade das redes de comunicação e do acesso à internet é a principal característica do início do Séc. 21. A tecnologia wireless e os dispositivos móveis de comunicação, cada vez mais potentes e integrados, tornaram-se lugar comum. Os celulares são onipresentes em praticamente todas as regiões do planeta. O dinamismo e a velocidade da comunicação aumentaram significativamente com a mobilidade do acesso às redes.

Graças às novas tecnologias microeletrônicas, outro tipo de mobilidade está a caminho: a internet das coisas, ou as redes de computação ubíqua, inteligência ambiente e pervasiva. As novas redes de comunicação ubíqua interligarão não apenas pessoas a pessoas, como também pessoas a objetos, e objetos a objetos. A internet das coisas será “[...] completamente pervasiva, inteligente e interativa. A comunicação em tempo real existirá não apenas entre pessoas, mas também entre coisas, a qualquer hora e em qualquer lugar” (ITU, 2005:13).

A tecnologia instrumental da internet das coisas, no estágio atual de sua evolução, é encontrada nas etiquetas RFID (Radio Frequency Identification Tags). Esta tecnologia, similar ao código de barras, permite sua aplicação e/ou implante em objetos de todos os tipos e tamanhos, inclusive nos corpos de pessoas e animais. Através da tecnologia RFID, estes chips podem transmitir e receber informações através do acesso wireless à

internet. Outra funcionalidade desse tipo de tecnologia é que ela pode ser usada como sensor, captando, processando e transmitindo informações sobre o ambiente físico no qual se encontra. Por exemplo, através de implantes RFID em pombos, informações sobre a poluição do ar, onde estes voam, é enviada a cientistas, via internet; médicos podem monitorar o estado de saúde de pacientes à distância; governos podem identificar o trânsito de pessoas através de pedágios e alfândegas; lojas podem controlar remotamente a entrada e saída de mercadorias; etc. (ITU, 2005).

Basicamente, há a expansão da inteligência artificial para qualquer objeto em potencial, daí o nome inteligência pervasiva, ambiente ou ubíqua. Casas podem ter sistemas inteligentes que regulem o funcionamento de seus aparelhos eletrônicos, sistemas elétricos, alarmes, climatização, janelas e portas, etc. Veículos podem ter equipamentos de direção inteligente e controle automático de rotas através da análise de informações sobre a situação do trânsito em tempo real. Roupas podem adaptar-se ao clima ou ajustar-se ao tamanho certo automaticamente através de sensores. Qualquer objeto pode ter funcionalidades ampliadas quando a conectividade móvel à internet é aliada à inteligência artificial (BUCKLEY, 2006).

Por exemplo, é o usuário quem inicia a interação com a máquina nos sistemas tradicionais de computação. A interação homem/máquina, característica à era dos computadores pessoais, exige a ação individual intencional da parte do usuário para se desenvolver. Nas redes ubíquas, essa ação intencional não é necessária para desencadear interações entre seres e objetos. A mera percepção do usuário pelos sensores da máquina pode desencadear sequências de interação. Outra diferença significativa em relação aos computadores pessoais é que, no contexto das redes ubíquas, qualquer objeto pode ter funções de um teclado, mouse, ou tela. Os modos e protocolos interacionais entre usuário e máquina mudam radicalmente, podendo ser aplicados a qualquer objeto.

O desenvolvimento e pesquisa de novos modelos de interfaces interativas é uma área em ebulição, principalmente nas empresas de telecomunicação. Empresas de telefonia móvel estão investindo pesadamente em laboratórios de pesquisa sobre novas

interfaces. Novos modelos de celulares são criados e disponibilizados no mercado com funcionalidades cada vez mais similares às de um computador móvel, contudo com interfaces diferentes.

Na área da inteligência ambiente, em que o objetivo é integrar dispositivos inteligentes a objetos comuns, como móveis e utilitários, Greenfield (2006) cita dois exemplos de interfaces tangíveis: uma mesa inteligente em Nova Iorque, na qual informações podem ser obtidas através de seu tampo ao se mover pequenas esferas sobre ele; e o Projeto DataTiles, de Jun Rekimoto, no qual o usuário, ao mover peças inteligentes pelo espaço, acessa a diversos portais de informação. Vários outros projetos de design de interatividade ubíqua estão em fase de desenvolvimento nos laboratórios das grandes multinacionais da tecnologia da informação, nos quais o uso da voz e do movimento ocupa um lugar privilegiado na pesquisa sobre interfaces ubíquas.

A viabilidade e robustez dessas novas interfaces variam dependendo do modo como enxergamos as possibilidades das redes ubíquas. Com a popularização da tecnologia RFID, podemos afirmar que, em princípio, redes ubíquas já estão sendo formadas através das redes digitais comuns de acesso à internet. Contudo, se entendemos as redes ubíquas como sendo relativas ao processamento de informações em todos os níveis dos sistemas materiais, então começamos a adentrar o território da nanotecnologia.

### 1.3 NANOCIRCUITOS

A nanotecnologia só se desenvolveu graças às tecnologias digitais que tornaram possíveis a visualização e simulação computacional do comportamento atômico das partículas ao nível nano. A partir da visualização e simulação computacional, a nanociência pôde estudar as diversas propriedades e características apresentadas pela matéria em nanoescala. A diferença entre nanotecnologia e nanociência é que a primeira testa e desenvolve aplicações práticas para as descobertas da segunda. A ênfase na nanotecnologia se explica pelo ineditismo das possibilidades e aplicações nanotecnológicas, baseado nas propriedades físicas em nanoescala.

As propriedades materiais que um determinado tipo de substância apresenta em seu nível físico macroscópico são bem diferentes da que ele apresenta em seu nível nano. As aplicações nanotecnológicas são capazes de interferir nas propriedades materiais de forma absolutamente nova e inédita, revolucionando, por conseguinte, suas aplicações industriais e comerciais (COA, 2004). Os componentes físicos fundamentais da matéria se encontram no nível nano. Manipulando-os, é possível criar novos compostos materiais, modificar propriedades de elementos, criar moléculas novas que não são encontradas na natureza, etc. Ao fazer isso, a nanotecnologia gera novos produtos, incrementa as fontes naturais de energia, aumenta a durabilidade e resistência dos materiais, potencializa o efeito de medicamentos e remédios, faz com que através da inteligência artificial sensores químicos possam ser criados. (NNI, 2008:01).

A natureza desenvolve suas formas a partir do nível nano. Tudo o que nos rodeia, inclusive nós mesmos, surge a partir da engenharia natural dos sistemas físicos materiais. A nanotecnologia tenta decifrar os códigos naturais do mundo e da biologia para replicar ou modificar funções e propriedades materiais. A maioria das aplicações nanotecnológicas ocorre através do estudo das propriedades de fenômenos naturais para recriá-las em processos artificiais. Alguns exemplos são as réplicas de nanoestruturas encontradas nas flores de lótus, que são usadas para a fabricação de tecidos impermeáveis; a pesquisa sobre os nanocristais, responsáveis pela resistência das teias de aranha, para o uso em materiais resistentes; a nanoengenharia de proteínas e moléculas reguladoras de processos biológicos; etc. (NNI, 2008:05).

Nas últimas décadas, os métodos de manipulação e engenharia de nano partículas vêm sendo aperfeiçoados pelos cientistas, sendo que centenas de produtos com nano ingredientes já estão sendo comercializados. Os principais usos, presentemente, têm sido farmacêuticos (filtros solares, soluções químicas e medicamentos) e industriais (baterias, filtros, resinas, etc.). A NNI (National Nanotechnology Initiative), órgão que congrega 26 departamentos e agências governamentais dos Estados Unidos, e que é responsável pela avaliação, implantação e monitoramento de todos os projetos que

envolvam nanotecnologia em solo americano, listou em relatório recente algumas aplicações nanotecnológicas, já realizadas, testadas e aprovadas, como por exemplo:

---

**Nanoentrega de compostos químicos:** através da bioengenharia de dendrímeros, que são nanoestruturas que podem ser usadas para o tratamento do câncer e outras doenças. Dendrímeros carregados de substâncias determinadas podem detectar células doentes, diagnosticar estados biológicos, entregar medicamentos e revelar informações sobre a localização de uma doença ou dos resultados de uma terapia.

---

**Nanofilmes:** diferentes materiais em nano escala podem ser usados em filmes delgados para torná-los impermeáveis, auto-limpantes, inquebráveis, etc. Nanofilmes estão sendo usados em óculos de sol, telas de computador, lentes fotográficas, etc.

---

**Nanotubos de Carbono (NTCs):** Nanotubos de carbono estão sendo usados em equipamentos esportivos e peças automotivas devido à sua capacidade de conferir maior força mecânica a materiais mais leves do que aos convencionais. As propriedades de condução elétrica dos NTCs também os tornam indicados para o uso em dispositivos eletrônicos e digitais. Não apenas o carbono pode ser usado para a construção de nanotubos, como também à de uma infinidade de outros materiais.

---

**Nanotransistores:** Transistores são dispositivos eletrônicos nos quais um pequeno volume de eletricidade é usado como portão para controlar o fluxo de volumes maiores de eletricidade. Quanto mais transistores houver em um computador, maior será sua velocidade. O tamanho dos transistores vem diminuindo, enquanto aumenta a velocidade dos computadores. A tendência é a de que nanotransistores cada vez menores aumentarão cada vez mais a velocidade dos computadores.

---

**Plásticos de Energia Solar:** Plásticos leves, flexíveis e delgados contendo nanopartículas estão sendo produzidos para aplicação em sistemas de energia solar. Esta aplicação de plásticos na energia solar parece ter o potencial de substituir as tecnologias existentes de produção de energia solar. As nanopartículas absorvem a luz do sol e, em alguns casos, até mesmo a luz do ambiente, fazendo com que essa luz seja transformada em eletricidade.

---

**Nanofiltragem da Água:** Presentemente, os pesquisadores estão desenvolvendo membranas de nanotubos para dessalinização da água e nano sensores para identificar elementos de contaminação na água.

---

Aplicações Atuais da Nanotecnologia (Adaptado de NNI, 2008:07).

Ao considerarmos a rapidez com que estas aplicações se tornaram parte das linhas de produção industriais, podemos ter uma ideia da dimensão das mudanças que ainda estão por vir. Assim como encontramos na natureza milhares de propriedades advindas de configurações atômicas em nanoescala, também iremos encontrar milhares de novos usos e aplicações para essas propriedades a partir da nanotecnologia. É importante lembrar que a nanotecnologia não se limita a uma única área ou campo científico; esta se aplica e tem implicações em todas as áreas e todos os níveis da natureza.

Quando falamos em nanotecnologia, estamos falando de uma ciência e tecnologia absolutamente universal e transdisciplinar. Essa talvez seja sua característica mais importante. É justamente pelo caráter universal da nanotecnologia que ela se transforma em ponte que une todas as outras ciências e tecnologias, e é somente ao fazer isto, que o potencial revolucionário dessa tecnologia se torna uma realidade.

Uma ideia da ampla dimensão desse potencial revolucionário nos é dada por Mihail Roco (2006), que divide a evolução da nanotecnologia em quatro etapas:

Etapa 1 - Passado: Desenvolvimento de protótipos industriais e início da comercialização de produtos alterados nanotecnologicamente e/ou contendo nanomateriais (de 2000 até 2005);
Etapa 2 - Presente: Desenvolvimento de nanoestruturas ativas que autorregulam seu tamanho, forma e propriedades, por exemplo, nanobots de uso biológico e nanotransístores (de 2005 até o presente);
Etapa 3 - Futuro Próximo: Aumento da precisão na manipulação atômica, que permitirá até mesmo a construção automatizada de circuitos e artefatos tri-dimensionais a partir de nano componentes. A medicina poderia usar esta tecnologia para gerar novos órgãos artificiais compatíveis com humanos (de 2010 a 2015);

Etapa 4 – Futuro a Médio Prazo:

O campo incluirá redes heterogêneas de nanosistemas moleculares e computacionais. Novas interfaces ligando redes cognitivas diretamente a sistemas eletrônicos poderão alterar dramaticamente as telecomunicações (de 2015 a 2020).

Etapas da Evolução da Nanotecnologia (Adaptado de ROCO, 2006:01).

O próximo grande desafio da nanotecnologia é desenvolver a Tecnologia de Precisão Atômica – TPA, e os Nanosistemas Produtivos de Precisão Atômica - NPPA (BMI & FNI, 2007:v). Os obstáculos presentes à realização de todo o escopo de possibilidades da nanotecnologia estão relacionados à falta de precisão na manipulação atômica. Aumentar o nível de precisão nanotecnológica permitirá a expansão das suas capacidades e aplicações industriais, através da Manufatura de Precisão Atômica – MPA (BMI & FNI, 2007:v).

A natureza é a fonte da TPA e dos NPPAs, que servem como modelo para os métodos de MPA que estão sendo desenvolvidos. É na natureza que a ciência tem buscado os exemplos de síntese orgânica e inorgânica de estruturas materiais. A modelagem e o design, a partir dos exemplos da natureza, são elementos fundamentais para os desenvolvimentos industriais futuros da nanotecnologia. Contudo, a perfeição encontrada nos sistemas naturais não é a mesma encontrada nos sistemas artificiais. A MPA ainda é incipiente e sua aplicação indiscriminada pode acarretar danos para a natureza. Como todas estas novas tecnologias são muito recentes, ainda não se sabe exatamente quais danos seriam estes, ou como será possível evitá-los. Da mesma forma que outros tipos de tecnologia, como a nuclear, por exemplo, existem benefícios e malefícios potenciais.

Ainda existem muitas questões em aberto em relação ao futuro da nanotecnologia. Em meio a tantas possibilidades incertas, existe a certeza de que o completo desenvolvimento desse tipo de manufatura industrial de precisão atômica equivalerá para nossa sociedade, em termos históricos, ao que a Revolução Industrial significou

para a sociedade pré-moderna. A indústria atual sabe do potencial revolucionário dessas tecnologias, e tem investido pesadamente em sua pesquisa e desenvolvimento.

#### 1.4 NANOELETRÔNICA

A tecnologia da informação é geralmente dividida em três áreas dentro da perspectiva da nanoconvergência: a eletrônica, a magnética e a ótica (AMALL, 2002: 25). Embora existam aplicações nanotecnológicas em todas as três áreas, nota-se que a mais significativa é a área eletrônica, que responde por uma grande parcela da economia mundial contemporânea. A tecnologia da informação revolucionou o mundo através das redes digitais, se tornou a base do desenvolvimento da nanotecnologia, e continua a evoluir aceleradamente dentro do processo de nanoconvergência. Muito embora os circuitos digitais em redes sejam instrumentais para esse processo, não é esse o principal tipo de tecnologia que levará ao futuro da nanoconvergência. É a nanoeletrônica que traz as possibilidades que estão pavimentando o caminho para o desenvolvimento de níveis cada vez mais profundos de convergência tecnológica.

A nanoeletrônica é a área que lida com circuitos eletrônicos com chips menores ou de até 65 nanômetros. Nessa escala, as propriedades físicas dos circuitos começam a se mesclar com as propriedades quânticas da matéria. Atualmente, os circuitos eletrônicos digitais estão baseados na tecnologia de CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor), responsável pela velocidade dos chips nos circuitos integrados.

O principal desafio da nanoeletrônica é desenvolver nanoartefatos que possam vir a substituir e ultrapassar as capacidades dos CMOS. A manufatura desses artefatos se daria através da nanomanipulação de circuitos computacionais de informação (engenharia nanoeletrônica de artefatos), que se localiza na interface entre física clássica e física quântica, e na qual as características não lineares do comportamento das partículas são evidenciadas:

O rápido progresso nas tecnologias de nanomanufatura levou à emergência de novas classes de nanoartefatos e estruturas [...] estes nanoartefatos possuem novas capacidades e funcionalidades onde a natureza quântica das suas cargas elétricas tem um papel importante na determinação da sua performance. (KLIMECK et al., 2007: 2079)

É no nível quântico, ou na interface entre o domínio físico macro e o quântico, que estão os principais desafios da nanoeletrônica. As áreas da PQI (Processamento Quântico de Informações) e da computação molecular (AMALL, 2003), a computação quântica e a CIQ (Ciência da Informação Quântica) (DEUTSCH, 2007; ORG, 2008), juntamente com a comunicação quântica (GISIN & THEW, 2007), são exemplos de áreas emergentes ao redor da nanoeletrônica. Todas essas novas áreas surgem com o objetivo de expandir o alcance e a velocidade da computação tradicional, através de novos métodos, técnicas, materiais nanotecnológicos e tecnologias quânticas.

## 1.5 INFORMAÇÃO E COMPUTAÇÃO QUÂNTICA

Ao mesclarmos a computação clássica, a física quântica e a teoria da informação, temos o nascimento de uma nova área, a qual vem sendo chamada de Ciência da Informação Quântica, ou Ciência da Computação Quântica, pela comunidade científica internacional<sup>9</sup>. O avanço da ciência da informação e da computação permitiu um aprofundamento do conhecimento científico sobre o reconhecimento de padrões e fluxos informacionais. Esse conhecimento está agora sendo aplicado ao nível quântico da matéria.

A unidade fundamental da informação digital é o dígito, ou bit. Todo bit deve ser, necessariamente, ou 0 ou 1. Essa unidade é estável e apresenta um comportamento linear e previsível. Já na informação quântica, a unidade fundamental da informação é o qubit. Um qubit pode ser 0, 1 e também pode ser 0 e 1 ao mesmo tempo (superposição quântica). Essa capacidade se dá devido ao entrelaçamento quântico, que possibilita a transmissão de um qubit através de canais físicos de comunicação. Podemos perceber

---

<sup>9</sup> <<http://www.quantiki.org>>

visualmente a diferença entre o percurso da informação em bits clássicos e o percurso quântico da informação em qubits:

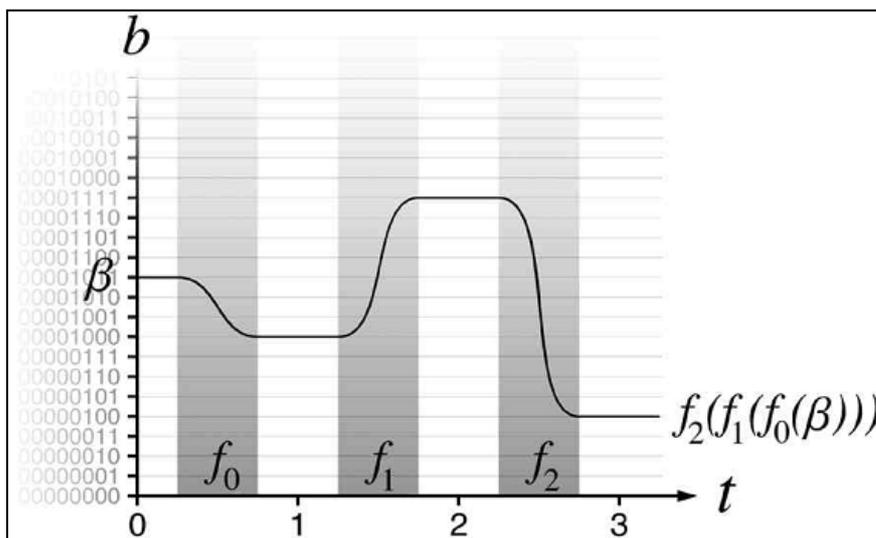


Figura 1: Percurso de Fluxo Informacional em Computação Clássica  
Fonte: DEUTSCH, 2007:05.

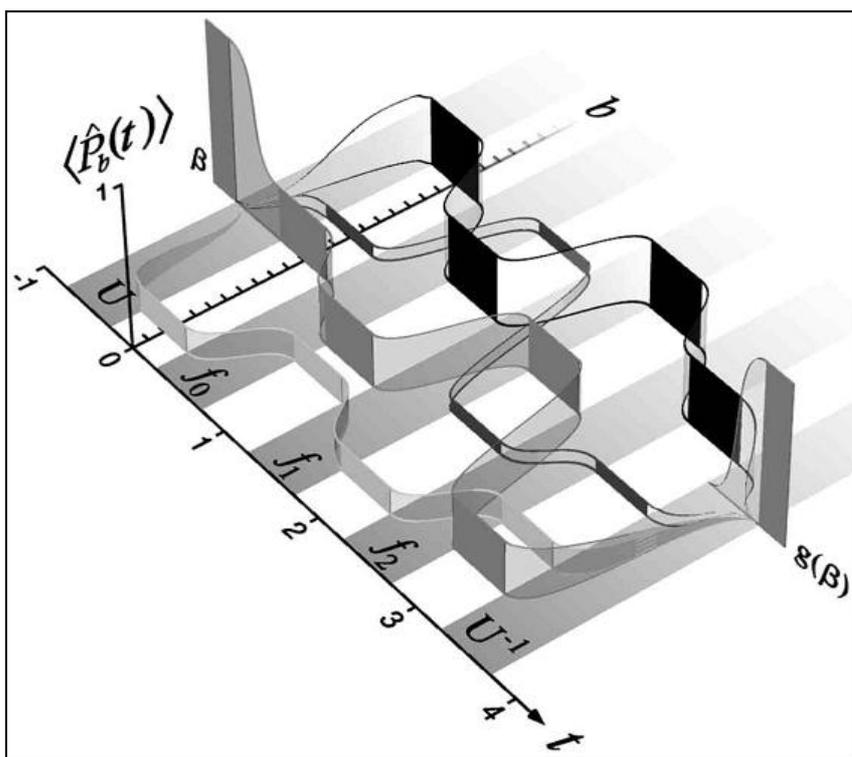


Figura 2: Percurso de Fluxo Informacional em Computação Quântica  
Fonte: DEUTSCH, 2007:17.

O que nos interessa nestas figuras, muito mais do que quais são os valores expressados por suas respectivas equações, é a representação completamente diversa desses dois

tipos distintos de fluxos informacionais. Os fluxos informacionais em computação quântica seguem percursos muito diferentes dos fluxos informacionais em computação clássica. Isso se dá porque “[...] a informação quântica [...] não possui análogo na teoria da informação tradicional. Para processar informações em um computador quântico, a natureza quântica dos sistemas tem que ser preservada”. (ORG, 2008).

Essa diferença nos padrões informacionais faz com que a CIQ desafie as teorias da informação e comunicação tradicionais, dado que não se adapta a nenhuma delas. Essa área tem suas questões teóricas próprias, e seu desenvolvimento se dá paralelamente ao desenvolvimento de novas abordagens comunicacionais e computacionais:

A ciência da informação quântica surge como resposta a uma variedade de desafios científicos convergentes. Um objetivo é testar os fundamentos da teoria da computação. Que limites são impostos à computação pelas leis fundamentais da física, e como pode-se expandir o poder computacional ao explorar-se a estrutura destas leis? Outro objetivo é expandir a teoria da comunicação. Quais são os limites físicos últimos à performance de um canal de comunicação, e como os fenômenos quânticos se adaptariam a novos protocolos comunicacionais? (NSF, 1999).

Enquanto as redes de comunicação digital se baseiam na teoria da informação de Claude Shannon, as redes de comunicação quântica se baseiam na teoria da complexidade, estando baseadas principalmente em cálculos de probabilidade. Portanto, as regras da teoria da informação shannoniana não se aplicam à computação quântica. Há vantagens e desvantagens. Em algumas aplicações, as redes quânticas são mais eficientes que as clássicas, e em outras, o contrário. Ainda não se conseguiu uma equivalência entre os dois tipos de redes, porém, constata-se que a união dos dois tipos aumenta a sua eficácia.

Um exemplo bem sucedido de aplicação híbrida de sistemas computacionais digitais e quânticos foi o feito científico notável da transmissão de um qubit de um átomo para um fóton (informação material transmutando-se em informação luminosa), através da interface quântica entre matéria e luz. Essa conquista científica foi realizada por Matsukevich & Kuzmich (2004), no Georgia Institute of Technology, Estados Unidos. A

transferência informacional de um estado quântico da matéria para a luz se tornou possível pela propriedade do entrelaçamento quântico. O resultado dessa experiência serve hoje como base para o desenvolvimento de novas aplicações quânticas comunicacionais, no campo emergente da comunicação quântica.

Na computação quântica, o processamento de informações é feito através do uso de fenômenos e da utilização de propriedades da mecânica quântica (PLANCK, 1993), como a superposição e o entrelaçamento quânticos. Até agora, apenas operações computacionais relativamente simples foram efetuadas usando-se a computação quântica. A principal limitação relativa a essa tecnologia é a pouca capacidade de isolar o processador do computador quântico de seu meio-ambiente, para que este não interfira na computação. Justamente por se basear nas características modulatórias das partículas ao nível quântico, torna-se difícil isolá-las completamente. Interferências externas ao sistema causam a decoerência quântica do mesmo. No estado de decoerência quântica, há o colapso aparente das funções de onda, fazendo com que os elementos em superposição não possam interferir um com o outro, impedindo, assim, a computação quântica (ZUREK, 2003).

A contribuição mais interessante dessa área até agora não é de ordem prática, mas, sim, teórica. A partir das pesquisas em computação quântica, começa a surgir entre os físicos a ideia de que a natureza mais profunda da realidade material seja informacional e computacional (DEUTSCH, 2007; LLOYD, 2006a, 2006b, 2008). As leis da física quântica, as quais regem o nível quântico de todas as estruturas materiais, aproximam-se cada vez mais das dinâmicas da ciência da informação; ou seja, a transmissão de informação na comunicação quântica é literalmente transporte de partículas no espaço-tempo. Segundo este enfoque, a matéria ao nível quântico é informacional.

## 1.6 COMPUTAÇÃO MOLECULAR (COMPUTAÇÃO DNA)

A computação molecular, ou computação DNA, se baseia no uso de moléculas de DNA como processadores computacionais de informação. A computação DNA é diferente da

biotecnologia de DNA, que se localiza em outra área da nanoconvergência. Na primeira, há o uso de moléculas de DNA como elementos de engenharia biológica computacional; na segunda, há a manipulação genética de organismos visando alterar suas propriedades e características.

A primeira se refere ao uso instrumental de componentes biológicos para fins computacionais, enquanto a outra se refere ao reposicionamento de informações e códigos genéticos. A área conhecida como computação molecular iniciou-se em 1994, a partir do artigo seminal de Adleman (1994), no qual ele descreve como o processamento computacional de informações pode ser efetuado por moléculas de DNA. A conclusão apontada por Adleman nesse artigo é a de que:

[...] é concebível que a computação molecular possa competir com a computação eletrônica em um futuro próximo [...]. É possível imaginar a emergência de um computador geral que consista em nada além de única macromolécula conjugada a um ribossomo composto de enzimas que o ativem. (ADLEMAN, 1994: 14-15).

Em 2002, essa possibilidade tornou-se realidade com a nanomanufatura de um computador molecular feito de enzimas e de moléculas de DNA, que é capaz de efetuar operações computacionais cerca de 100.000 vezes mais velozes do que um computador tradicional. Um time de cientistas do Weizmann Institute of Science, em Israel, conseguiu imitar os nanocomputadores biológicos da natureza ao construírem um nanoartefato no qual moléculas de DNA atuam como software, e enzimas, como hardware. Em 2004, esse nanoartefato foi aperfeiçoado pela equipe de cientistas israelenses e trouxe uma inovação importante: um módulo de aplicação capaz de reconhecer células cancerosas e liberar componentes químicos de sua medicação (BENENSON et al., 2004). Esta aplicação se localiza no limiar entre computação DNA e nanorrobótica.

## 1.7 BIOTECNOLOGIA: NANOTECNOLOGIAS ORGÂNICAS

A biotecnologia é a área científica que atualmente tem aplicado a nanotecnologia a processos biológicos e genéticos. Tradicionalmente, a biotecnologia sempre esteve ligada à bioengenharia, que por sua vez se originou na área da agricultura e da engenharia de alimentos. A partir da década de 70, a biotecnologia começa a se expandir, adentrando áreas industriais como, por exemplo, a de produção de combustíveis (etanol). A Convenção sobre Biodiversidade das Nações Unidas, em 1992, definiu a biotecnologia como sendo toda a tecnologia que usa organismos vivos ou seus derivados biológicos para alterar ou elaborar processos e produtos (UN, 1992). Na época, a questão central à biotecnologia era a manipulação genética e o mapeamento genético humano. O ápice do desenvolvimento da biotecnologia genética acontece em 2003, com a finalização do Projeto Genoma e o sequenciamento completo do genoma humano. Por sua vez, a genética aplicada à agricultura e à indústria, através da biotecnologia, dá origem aos transgênicos.

As consequências desses avanços vêm repercutindo grandemente na sociedade. A possibilidade de manipulação genética faz com que muitos questionamentos éticos surjam. Em relação à prevenção e diagnóstico de doenças, existe consenso ético. Contudo, em relação aos usos que podem ser dados à manipulação genética, muito pouco ou nenhum consenso existe. Presentemente, existem questões sobre o controle e propriedade dos direitos sobre informações genéticas, sobre novas formas de discriminação social baseada em configurações genéticas, sobre que efeitos a interferência nos genes da espécie humana pode ter em sua evolução, etc. Todas essas questões são filosóficas e profundas. Até que ponto é ético determinar geneticamente as características raciais ou sexuais de um indivíduo, por exemplo?

As questões são profundas, mas representam apenas a ponta de um grande iceberg. Por enquanto, falamos apenas das questões éticas que se referem à manipulação de genes em espécies isoladas. Até aqui, o debate nos soa de certo modo familiar. As questões éticas realmente radicais só aparecem quando começa a ocorrer a hibridização genética entre plantas, animais e humanos. Aqui o terreno começa a ficar mais assustador.

A engenharia genética é a capacidade de manipular geneticamente organismos biológicos com vistas a um resultado ou aplicação. A transgenia acontece quando genes de organismos biológicos de espécies diferentes são cruzados visando obter a transferência de propriedades existentes em um para o outro, ou para obter novas propriedades inexistentes até então. O gene específico é isolado e transplantado para o organismo receptor, modificando, assim, sua estrutura genética original. Glenn (2004) cita alguns exemplos de combinação transgênica que nos dão uma ideia do tipo de desafio ético trazido pela biotecnologia:

Um exemplo de combinação transgênica entre planta-animal-ser humano é o implante de DNA de ratos e de fragmentos de tumores humanos no DNA do tabaco. O tabaco resultante desta manipulação contém uma vacina [...] incorporando proteína humana a bananas, batatas e tomates, os pesquisadores estão criando protótipos de vacinas comestíveis [...]. Cabras geneticamente modificadas com genes de aranhas produzem leite com proteínas de teia de aranha. O gene da aranha é inserido no óvulo da cabra antes da fertilização. A fibra artificialmente criada da proteína deste leite pode ser usada para vários fins industriais. (GLENN, 2004:01).

As transgenias planta-planta, animal-planta e animal-animal têm usos, em sua grande maioria, industriais. Já a transgenia animal-ser humano é centrada em aplicações médicas e farmacêuticas, como, por exemplo, a produção de drogas terapêuticas por animais geneticamente modificados (GWAZDAUSKAS, 1992) e os xenotransplantes, transplantes de tecidos animais em seres humanos (MICHLER, 1996). As interfaces entre organismos humanos e não-humanos tornam-se permeáveis através da biotecnologia. Isto faz com que ainda outra questão ética, bastante delicada, desponte no horizonte da convergência biológica. Essa questão é a dos implantes de genes humanos em animais. A biotecnologia torna perfeitamente possível transplantar genes humanos para animais, e desta forma criar seres híbridos (NEWMAN, 1998).

A mais avançada área da biotecnologia é sem sombra de dúvida a engenharia genética. A manipulação do DNA tem servido como modelo para as outras áreas da nanotecnologia, por conter um grau maior de precisão de manipulação atômica. É importante frisar que a divisão da biotecnologia em áreas não é baseada em tipos diferentes de tecnologia,

como se poderia supor, mas, sim, em tipos diferentes de aplicações de uma mesma nanotecnologia aplicada à biologia e à genética. Não são os métodos e meios que determinam as áreas, mas, sim, em que esses métodos serão utilizados. É a capacidade de manipulação em nano escala que determina fundamentalmente todas as possibilidades biotecnológicas de aplicação.

## 1.8 NANORROBÓTICA

A nanorrobótica, ou robótica molecular, tem duas áreas principais. A primeira é voltada para a simulação computacional de robôs de nano escala (DREXLER; 1986, 1992). A segunda é voltada para a manipulação de nano estruturas por artefatos, com o uso de SPMs (Scanning Probe Microscopes), ou Sondas de Varredura Microscópica (WIESENDANGER, 1994).

Os SPMs têm sido considerados nanorrobôs, pois possuem características e funcionalidades robóticas, como por exemplo, a seleção e transporte de átomos, a capacidade de locomoção autônoma e de percepção através de sensores. Essas funcionalidades permitem a nanoengenharia de estruturas materiais tridimensionais, possível através da nanolitografia. A nanolitografia diz respeito ao “desenho” de padrões moleculares com a manipulação de nanopartículas feita por SPMs, sendo que esta manipulação pode ou não ser mecânica, como também química, ou fotônica.

A nanorrobótica caracteriza-se, principalmente, por interfaces nanotecnológicas comunicacionais entre elementos biológicos e não-biológicos. Essa é uma área de processos de comunicação híbridos por excelência: “A engenharia de nanorrobôs envolve sensores, ativadores, controle, energia, comunicação e interfaces entre escalas espaciais orgânicas e inorgânicas, assim como bióticas e abióticas” (REQUICHA, KOEL & THOMPSON, 2003:02). A nanorrobótica pode atuar em sistemas materiais radicalmente diferentes como raios de luz, gases, e líquidos. Na robótica tradicional, os processos de manufatura são mecânicos e/ou eletrônicos, enquanto que na nanorrobótica esses processos são químicos e quânticos.

## 1.9 NANOCOMUNICAÇÃO

A comunicação é um elemento fundamental para o avanço da nanoconvergência; há atualmente uma grande variedade de pesquisas dedicadas ao desenvolvimento da nova área da nanocomunicação. A nanocomunicação se baseia na comunicação molecular (SUDA, 2005). A pesquisa sobre a comunicação molecular iniciou-se com a observação de sistemas de comunicação biológicos nos quais sinais e mensagens são transmitidos através de moléculas.

O mapeamento dos processos comunicacionais biológicos oferece subsídios para o desenvolvimento de novos sistemas nanocomunicacionais nos quais a comunicação molecular ocorre também na interface entre célula e nanomáquina (MOORE, 2007). Essa interface é complexa, pois envolve ambientes materiais diversos. As moléculas são capazes de trafegar livremente por esses ambientes, transformando-se em *dispositivos móveis de nanocomunicação*.

A natureza informacional e comunicacional da nanoconvergência é um fato reconhecido pela ciência (MOORE, 2007; SUDA, 2005). Inúmeros pesquisadores das mais diversas áreas teóricas consideram a nanoconvergência como sendo um processo de natureza eminentemente comunicacional, sendo a nanocomunicação apontada como o “novo paradigma comunicacional do Séc. 21” (HARA, 2006:233).

A nanoconvergência é o resultado da formação e expansão de redes nanocomunicacionais (BALASUBRAMANIAM et al., 2007; BUSH & LI, 2006; WALSH et al., 2007a, 2007b) e redes de comunicação quântica (GISIN & THEW, 2007:165). As redes nanocomunicacionais baseiam-se na emissão e recepção de mensagens entre sistemas híbridos (orgânico/inorgânico; cognitivo/robótico; biológico/digital), enquanto as redes de comunicação quântica baseiam-se na codificação e decodificação de informações através de sistemas físicos no nível quântico (Oxbridge QIP Research Groups, 2008).

Existe ainda muita incerteza em relação às consequências desse processo acelerado de convergência tecnológica. Apenas uma certeza existe: a mudança aproxima-se, e ela é radical. Esta mudança acontece a partir da comunicação ubíqua entre organismos biológicos, artefatos e objetos físicos, moléculas, átomos e bits (ISHII & ULLMER, 1997). De forma similar, a computação ubíqua e a inteligência ambiente (EC / EPoSS, 2008; GREENFIELD, 2006; WALDNERD, 2008), ao expandirem o alcance das redes digitais inteligentes de comunicação para objetos físicos e organismos biológicos, através de tecnologias de informação móveis (RFID), fortalecem esse novo paradigma comunicacional, baseado na ubiquidade, universalidade e hibridismo das redes de comunicação.

Tanto na nanocomunicação, na comunicação quântica e nas redes digitais ubíquas temos a expansão do campo da comunicação para o campo físico dos objetos, organismos e de todos os sistemas materiais. A possibilidade de uma internet das coisas e da formação de redes ubíquas de inteligência ambiente, através de objetos físicos, acontece simultaneamente à formação de redes de nanocomunicação entre sistemas físicos em nano escala, e de redes de comunicação quântica formadas pela transmissão de sinais através de partículas. A diferença é a escala. Tanto a nanocomunicação quanto as redes ubíquas, digitais ou quânticas, formam novos sistemas comunicacionais híbridos entre objetos, partículas e organismos, inteligentes ou não.

As mídias estão também em pleno processo de hibridismo e evolução: temos o surgimento de mídias ambientes (AARTS, 2004; MAYBURY, 1993), nanomídias (KLIMECK et al., 2007) e mídias quânticas (BOYER et al., 2008). Em todas essas mídias, novos veículos de comunicação são configurados a partir de propriedades e/ou intervenções tecnológicas ao nível físico da matéria. Em alguns casos, essas mídias irão transmitir e traduzir mensagens e códigos através de meios híbridos (nano-digitais; nano-quânticos; digito-quânticos); e em outros casos irão levar mensagens ou codificar informações através das propriedades físicas e/ou moleculares dos organismos, artefatos ou objetos. Ainda existe uma terceira possibilidade, recente e inédita, na qual a interferência tecnológica em um processo físico ao nível quântico origina uma mídia

capaz de produzir imagens que possuem as características do nível quântico em sua própria expressão (KLIMECK et al., 2007).

Nas nanomídias, as características comunicacionais de moléculas físicas e biológicas são utilizadas para o desenvolvimento de novas plataformas e aplicações comunicacionais híbridas; enquanto que nas mídias ubíquas, objetos físicos inorgânicos adquirem capacidades comunicacionais e passam a interagir entre si próprios e com seres humanos. Adicione-se a esse hibridismo midiático a universalidade característica à comunicação quântica, e um novo paradigma de comunicação salta aos olhos com impressionante nitidez. As principais características desse novo paradigma de comunicação são a universalidade, ubiquidade e continuidade. O estado da arte da tecnologia nos informa que a nanocomunicação será ubíqua e contínua.

Enquanto que nas redes de comunicação digital o ambiente de recepção e transmissão de informações é eletrônico, nas redes de nanocomunicação o ambiente é químico. A comunicação digital propaga-se pelo ar, enquanto que a nanocomunicação entre sistemas híbridos, orgânico-inorgânicos, propaga-se através de líquidos. Essas diferenças conferem propriedades específicas aos processos de comunicação molecular:

Algumas propriedades chave da comunicação molecular incluem o uso de moléculas como veículos e de reações bioquímicas causadas pelas moléculas de informação recebidas pelo receptor. Ao contrário dos sistemas de comunicação existentes que utilizam sinais óticos e eletrônicos como veículos, a comunicação molecular utiliza sinais químicos como veículos. Também ao contrário dos canais tradicionais de comunicação, nos quais a informação codificada como voz, texto ou vídeo é interpretada pelo receptor, na comunicação molecular as moléculas de informação causam reações no receptor e recriam um fenômeno ou status determinado pelo emissor. (HYIAMA et al., 2005:01).

Juntamente à comunicação molecular, outra área importante da nanocomunicação se refere ao design de interfaces nanotecnológicas de transmissão e recepção de informação e à configuração de redes nanocomunicacionais, através de nanotubos (BUSH & LI, 2006). A transmissão de dados através de redes de nanotubos possibilita a comunicação entre sistemas biológicos e computacionais. A total integração

comunicacional entre célula biológica e chip computacional ainda não ocorreu devido, principalmente, ao obstáculo relativo à escala física diferente dos sistemas.

Esse obstáculo está prestes a ser ultrapassado. Walsh et al. (2007a, 2007b) defendem a possibilidade de protocolos comuns de transmissão de dados que integram em uma mesma rede nanocomunicacional componentes microeletrônicos a células. Essa rede nanocomunicacional seria formada por biochips (dispositivos biológicos de captação e transmissão de dados). Biochips capazes de detectar e interagir com bactérias já foram produzidos no Canadá por Lu, Denomme & Martel (2007).

Esses dispositivos serão capazes de efetuar qualquer computação determinada por seu protocolo, baseando-se no uso dos sistemas de leitura de sinais particulares aos mecanismos biológicos de cada célula. Com o aprofundamento do conhecimento sobre esses mecanismos de percepção das células, será possível desenvolver biossensores com as mesmas capacidades que as das células. O próximo passo será o estabelecimento de redes de nanocomunicação através do mapeamento e distribuição integrada dos fluxos informacionais em um mesmo circuito biocomputacional (BALASUBRAMANIAM et al., 2007).

Uma camada ainda mais profunda da nanocomunicação é a comunicação quântica, que se refere à transmissão e recepção de informações no nível quântico. Nesse nível, as propriedades tradicionais da informação não se aplicam, porque meio e mensagem se confundem fisicamente, estando inextricavelmente interligados devido às características não lineares dos sistemas quânticos (entrelaçamento). As leis da mecânica quântica aplicadas aos processos de comunicação fazem com que as regras da transmissão de informações e processos comunicacionais sofram alterações profundas:

A Comunicação Quântica, assim como a Informação Quântica em geral, mudou a maneira que costumávamos pensar sobre a física quântica [...] também ocorreu uma mudança fundamental na maneira como entendemos a informação codificada em sistemas quânticos. (GISIN & THEW, 2007:165).

De acordo com as definições usadas pelo grupo de pesquisa sobre Informação Quântica Oxbridge (pesquisa em conjunto entre as universidades de Oxford e Cambridge), liderados pelos físicos quânticos David Deutsch e Artur Ekert, entre outros, podemos entender a Comunicação Quântica como sendo:

[...] a medida da nossa capacidade de codificar e decodificar informação em sistemas físicos, neste caso, aqueles sistemas físicos que obedecem leis da mecânica quântica [...] a comunicação da informação quântica descreve nossa habilidade em preservar um estado quântico desconhecido com alta fidelidade (Oxbridge QIP Research Groups, 2008).

O campo da comunicação quântica não se compõe simplesmente de canais físicos de transmissão e recepção de informação fotônica. Outra subárea emergente são as mídias quânticas, aplicações tecnológicas da comunicação quântica voltadas para a visualização e criação de imagens. Um exemplo significativo são as imagens quânticas, pares de padrões visuais entrelaçados devido ao fenômeno do entrelaçamento quântico (BOYER et al., 2008). Através das propriedades não lineares da ótica, foi possível captar a seguinte imagem de pontos luminosos entrelaçados:

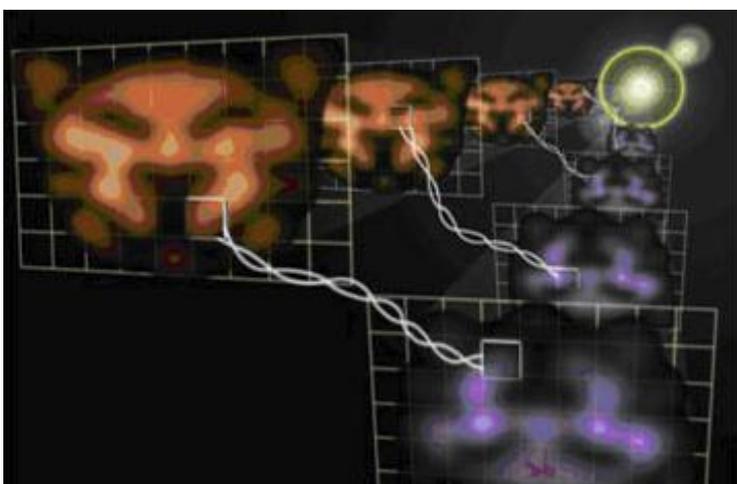


Figura 3: Imagens Quânticas (BOYER et al., 2008).

Não é apenas o uso de propriedades não lineares na transmissão de imagens que caracteriza o campo das nanomídias. Essas novas mídias também estão se desenvolvendo paralelamente à modelagem, simulação e visualização computacional de nano processos. A invisibilidade relativa da nanotecnologia e da ciência da informação

quântica faz com que haja a necessidade de produção de novos artefatos midiáticos que consigam dar suporte à sua comunicação.

Nessa direção, há esforços na pesquisa científica que visam à criação de protótipos midiáticos com ênfase na simulação e visualização computacional. Um exemplo é o software de simulação e visualização NEMO-3D, desenvolvido por cientistas americanos em 2007, o qual tem como funções a representação gráfica tridimensional de átomos, a simulação computacional das variações de energia e campo magnético atômico, o cálculo das flutuações magnéticas de partículas, etc. (KLIMECK et al., 2007). O pleno desenvolvimento das mídias quânticas e nanomídias promete revolucionar as tecnologias de comunicação e acelerar o processamento quântico de informações, estabelecendo as bases do campo da nanocomunicação.

#### 1.10 CONCLUSÃO

O breve panorama relatado neste capítulo, que compila diversos exemplos e instâncias de convergência tecnocientífica, nos desvela apenas a ponta do iceberg das inumeráveis possibilidades tecnológicas que surgem a partir da progressiva fusão entre o estado da arte da biologia, computação quântica, nanotecnologia, tecnologias da informação, inteligência artificial, etc. Embora inicialmente o foco desta pesquisa estivesse voltado para uma reflexão pontual sobre os avanços tecnocientíficos da contemporaneidade, seu escopo se ampliou para levar em consideração a pertinência filosófica de seus processos de convergência, de acordo com uma perspectiva transdisciplinar. Não é o objetivo desta tese fornecer um guia preciso das inovações científicas da nossa época, mas, sim, ressaltar conquistas científicas que trazem uma ruptura com antigos modelos epistemológicos, com o potencial de alterar completamente as fronteiras tradicionais entre os campos do conhecimento, especialmente no que se refere à teoria da comunicação.

A mais evidente questão filosófica que nos salta aos olhos, quando contemplamos o amplo panorama da nanoconvergência, é o retorno contemporâneo da questão dos

universais (comumente chamada de *problema dos universais*, ou *de querela dos universais*), que dominou o pensamento medieval (REESE, 1980; RUNES et al. 1960). O problema dos universais reaparece no contexto da *unidade da matéria* (BAINBRIDGE, 2007), aqui demonstrado pela relação entre os aspectos universais da natureza (que permitem e instrumentalizam a convergência) e suas particularidades (de cada nível da realidade e/ou campo do conhecimento). Também podemos perceber como a nanotecnologia vem atuando como um instrumento que opera a partir do que é comum a todos os níveis da matéria (universal), para atuar em cada nível (particular) de realidade, partindo do núcleo quântico comum a todos os tipos de matéria e efetuando modificações singulares no nível particular a cada propriedade física específica.

# 2

## O UNIVERSAL NANOTECNOLÓGICO



"É em virtude do Uno [unidade] que  
todas as coisas são coisas"  
Plotino

## 2.1 UNIDADE DA MATÉRIA

A presença de um nível quântico que obedece a leis específicas da física existe como um dado universal em todo e qualquer tipo de matéria. Em seu nível quântico, toda e qualquer molécula se comporta da mesma forma e é composta dos mesmos elementos que qualquer outra molécula, seja ela de carbono, de hidrogênio, de oxigênio, etc. Existe, portanto, um nível físico com propriedades materiais universais que serve como plataforma para a individuação que irá determinar as muitas particularidades existentes entre os diversos tipos de matéria. Exatamente por operar nesse limiar entre o universal (quântico) e o particular (atômico) é que a nanotecnologia permite a convergência entre quaisquer tipos de matéria, instrumentalizada pela tecnociência através do que, como vimos no capítulo anterior, está sendo chamado de *unidade da matéria*.

A unidade da matéria é definida, em termos gerais, como sendo a propriedade presente em todos os tipos de matéria, a partir da qual se torna possível a existência de um nível universal de unidade material que é a base operacional de todos os processos de convergência nanotecnológica. Existe a possibilidade de interpretarmos a unidade da matéria como tendo existência concreta, como no caso de localizarmos espacialmente esse nível na escala quântica da matéria, como na mecânica de ondas de Louis de Broglie.

Há também um entendimento da unidade da matéria que é dado em função da aplicação universal de 'princípios fundamentais': "a unidade da matéria em nanoescala significa que a estrutura dos materiais orgânicos e inorgânicos é determinada pelos mesmos princípios fundamentais" (LÓPEZ, 2006: 342). Encontramos ainda um terceiro viés de análise desse conceito: a natureza semiótica dada pela continuidade observada no compartilhamento universal de um nível, geral e contínuo, que é comum a todos os tipos de matéria; segundo nos afirmam a filosofia e a estética – de Platão a Peirce (NÖTH, 1995; SANTAELLA, 1994).

Seja qual for a interpretação do conceito tecnocientífico de unidade da matéria, em todas elas se torna obrigatória a compreensão de suas propriedades gerais e universais. Ao

atuar entre o universal e o particular, o uno e o múltiplo, a nanotecnologia gera, senão novas interfaces, então novas perspectivas de análise sobre a relação entre o particular e o universal – novas possibilidades de entendimento sobre a interação entre o uno e o múltiplo. Esse trajeto que vai do universal ao particular, unindo o micro ao macro, o orgânico ao inorgânico, o artificial ao natural, está permitindo níveis de integração material jamais vistos anteriormente, como por exemplo: nas redes nanocomunicacionais de Bush & Li, (2006); na computação molecular de Adleman (1994); na comunicação molecular de Hyiama et al. (2005); nos circuitos biocomputacionais de Balasubramaniam et al. (2007); nas nanomídias de Klimeck et al. (2007), etc. Essas relações podem ser observadas, por exemplo, na convergência tecnocientífica que une o micro ao macro: na transmissão de fótons pelo espaço sideral (VILLORESI et al., 2008); na transdução de imagens quânticas (BOYER et al.; 2008); no teletransporte de partículas no nível quântico (MATSUKEVICH & KUSMICH, 2004), etc.

Ainda outra instância na qual a dimensão das particularidades específicas da matéria penetra a dimensão do universal material no nível quântico, confundindo-se com ele, é na computação quântica e na área da Informação e Comunicação Quânticas de David Deutsch e Artur Ekert (OXBRIDGE QIP Research Groups, 2008). Em todas essas áreas temos camadas de particularidades, permeadas e manipuladas por universais quânticos e/ou nanotecnológicos, os quais dão origem à unidade da matéria, segundo nos demonstra a nanoconvergência. Fica evidente que compreender as relações entre os níveis particulares e universais da matéria no contexto da nanoconvergência requer a análise dessas mesmas categorias.

A discussão filosófica sobre o entendimento da relação entre o universal e o particular é uma das mais interessantes da história do pensamento humano. Os limites e processos que determinam o que de particular existe no universal e o que de universal existe no particular, são como camadas de um profundo mistério que perdura até os nossos dias. A nanoconvergência está colocando em evidência a relação entre a dimensão universal do nível quântico da matéria e a dimensão singular que configura a multiplicidade das suas propriedades físicas, que são manipuladas livremente a partir da dimensão nanotecnológica que atua como ponte entre o quântico e o atômico. Ao estudarmos as

implicações da nanoconvergência, fica claro que esse acontecimento tecnocientífico traz à tona questões antiquíssimas que têm ocupado profundamente a filosofia em todas as suas muitas linhas e épocas.

A mera menção do conceito de unidade da matéria como sendo a raiz da nanoconvergência evoca a questão filosófica dos universais: se considerarmos o universal como sendo aquilo que está em um e em todos ao mesmo tempo, temos que o que estabelece a unidade da matéria é precisamente esse algo que está em um e em todos os níveis materiais simultaneamente. É a partir de um universal nanoconvergente que o múltiplo nanotecnológico pode se engendrar através dessa unidade material. Neste ponto nos deparamos com as ramificações filosóficas da nanoconvergência, este evento tecnocientífico no qual as fronteiras entre os diversos tipos de matéria desaparecem através de um nível de unidade material que existe em todos os tipos de matéria simultaneamente e é, portanto, universal. É este nível, no qual encontramos um *universal nanotecnológico*, que permite a integração e manipulação de todas as estruturas materiais, sejam orgânicas ou inorgânicas, animadas ou inanimadas.

Mais ainda, este nível de unidade e universalidade nanotecnológica vai além dos hibridismos: ele permite a intervenção original que gera novas possibilidades de criação, como nos ensina Drexler (1986), com seus *Motores da Criação*. Já não se trata apenas de recombinar realidades distintas em espécies mutantes e ciborgues, como nos propõe o pós-humanismo, em uma interpretação talvez um pouco equivocada da nanoconvergência. No contexto tecnocientífico da nanoconvergência, tendo em mente suas características e atributos, resgatamos a ideia de universalidade material.

Contudo, a possibilidade de um universal de natureza material tem sido refutada amplamente através dos tempos. Tanto a filosofia antiga quanto a moderna sempre congregaram uma grande maioria de argumentos contrários à existência de um universal de natureza material. O que pensar sobre a possibilidade de um universal inerente à matéria, quando a nanoconvergência nos presenteia, no século 21, com o conceito de unidade da matéria? Antes de qualquer resposta a essa questão, é preciso mergulhar em sua origem filosófica: a definição do próprio conceito de universal, que

ainda é uma questão em aberto e que originou e ainda origina discussões intermináveis no campo da filosofia.

As muitas polêmicas sobre o sentido do universal se iniciam com as críticas de Aristóteles à metafísica de Platão, que serão a tônica do debate filosófico medieval durante o período da escolástica, o chamado problema dos universais. Nesse período as discussões filosóficas sobre o universal se tornaram mais sofisticadas e sutis, e desde então houve muito pouco avanço, na modernidade e na contemporaneidade, no que se refere a essa questão. Faremos, neste capítulo, um breve passeio que pretende delinear a trajetória de evolução do conceito de universal através dos tempos, culminando na formulação do conceito de universal nanotecnológico.

## 2.2 O ARGUMENTO IDION

Muito embora o problema dos universais tenha tomado corpo durante a Idade Média, sua origem remonta à controvérsia sobre a natureza das Formas entre Platão e Aristóteles, que tem como ponto central o argumento *idion* de Aristóteles (GILL, 2003), segundo o qual aquilo que é universal não pode existir como substância. Não seria possível abordar neste capítulo todas as dimensões deste verdadeiro duelo entre titãs da filosofia ocidental, dada a complexidade de seus conceitos. Entretanto, faz-se necessário traçar um esboço que indique a origem primeva do problema dos universais, a qual se encontra na crítica feita por Aristóteles à Teoria das Formas de Platão.

Resumidamente, as Formas platônicas são objetos abstratos que possuem existência real e perfeita, e que correspondem às particularidades e relações encontradas nos objetos concretos, posto que estes são meramente suas cópias imperfeitas. As Formas podem estar presentes em vários objetos concretos simultaneamente, o que seria uma instância de universalidade. Dentro do realismo platônico, então, o particular participa do universal. São somente as Formas que possuem existência real e originária, e não os objetos concretos e particulares que delas dependem: “o particular é apenas uma manifestação da Forma, e segundo a epistemologia platônica, para conhecer, é

necessário ter acesso aos universais eternos e imutáveis” (DUCLÓS, 2008). Isso faz com que o universal para Platão seja um predicado do real (SRIRAMAM, 2004), podendo, em princípio, ser um constituinte de uma substância material.

Aristóteles irá rejeitar a possibilidade de um universal como substância primeira com existência material, por considerar que algo material jamais poderia ser "um em muitos e um de muitos". Não se pode subestimar a importância do desvio feito por Aristóteles no argumento de Platão. Essa crítica representou o marco divisório entre o realismo e o nominalismo nos séculos que se seguiram. Pela sua relevância epistemológica e pelas suas consequências no decorrer da história do pensamento humano (podemos dizer que foi este o ponto mais remoto de partida para a Idade da Razão), a divergência entre Aristóteles e Platão, no que se refere aos universais, merece ser bem detalhada. Mary Louise Gill (2003) apresenta os principais pressupostos da crítica aristotélica a Platão:

Metafísica Z.13, o capítulo em que Aristóteles argumenta que nenhum universal é uma substância, apresenta várias objeções que atingem não só o alvo oficial do capítulo – o universal –, mas também a forma substancial, quer a forma seja universal, quer seja particular. Primeiramente, Aristóteles apresenta um breve argumento contra o universal, que parece ter como base o critério da subjacência discutido em Z.3. [...] "aquilo que não é predicado de um subjacente é dito ser substância, mas o universal sempre é predicado de algum subjacente" (1038b15-16) [...] Segundo, Aristóteles apresenta um breve argumento contra os platônicos. [...] A primeira objeção de Aristóteles contra os universais em Z.13 é [...] o argumento idion, a substância de cada coisa é própria àquela coisa e não pertence a nenhuma outra (1038b10). O universal não satisfaz o requisito idion, porque ele é comum a mais de uma coisa (1038b11-12) (GILL, 2003: 177-178).

Se a crítica de Aristóteles a Platão se baseia justamente na impossibilidade de uma substância material universal, temos que a Teoria das Formas de Platão se refere não a aspectos semânticos da representação da realidade, mas sim a aspectos substancialmente constitutivos da realidade física. Esse é um ponto muito importante, que não deve ser negligenciado, pois que demarca os limites entre o significado materialista da metafísica de Platão e a rejeição desse materialismo pelos proponentes do Platonismo (também chamado de Realismo Platônico):

O Platonismo é o entendimento que considera a existência de objetos abstratos, sendo que um objeto abstrato não existe no espaço nem no tempo, sendo desta forma completamente não-físico e não-mental. Neste sentido, o Platonismo é um entendimento contemporâneo. Ele se refere ao pensamento de Platão de maneiras importantes, mas não é completamente claro que o próprio Platão corroborasse esse entendimento (BALAGUER, 2009:01).

O uso da palavra Ideia, em referência à Teoria das Formas de Platão, deu origem a uma miríade de interpretações duvidosas sobre o seu sentido, que é insistentemente confundido com o significado literal dessa palavra, levando à conclusão de que a metafísica platônica se baseia apenas na realidade de conceitos abstratos e sem existência material. A matemática e os números, de acordo com o Realismo Platônico, tem existência concreta, mas que é paradoxalmente não material. Ainda segundo Balaguer (2009), o Platonismo marcou a filosofia moderna e foi abraçado por Bertrand Russell e W. V. O. Quine, muito embora esta seja apenas uma das interpretações possíveis do pensamento de Platão.

A realidade de universais matemáticos e abstratos, como proposta pelos platonistas, não parece contradizer o argumento *idion*, muito menos o argumento *um sobre muitos* de Aristóteles:

Porque Aristóteles acredita que cada universal é naturalmente predicado de mais que uma coisa, ele às vezes diz que cada universal é 'um em muitos': cada um é predicado de, comum a, muitos particulares. Aristóteles também dizia às vezes ao contrário dos particulares, os universais podem estar simultaneamente em mais de um lugar ao mesmo tempo (Met. 1040b25-6). Ao dizer isso, ele não quer confirmar a posição de Platão [...] de que o todo de um dado universal está simultaneamente em todas as suas instâncias (FINE, 1993:23-24).

A totalidade de um dado universal está em todas as suas instâncias simultaneamente, não como uma propriedade ou atributo, mas como elemento constitutivo da sua substância primeira: essa é a posição platônica rejeitada por Aristóteles, e não a proposição equivalente que considera a possibilidade de um universal que é apenas propriedade comum. A crítica de Aristóteles a Platão, sobre a qual se ergue o edifício do pensamento escolástico medieval, não se baseia em aspectos abstratos e semânticos

relativos à Teoria das Formas, mas sim a aspectos de sua materialidade. Veremos, a seguir, que o próprio entendimento de Aristóteles sobre a matéria também não está isento de contradições e de paradoxos.

### 2.3 PRIMA MATERIA

O entendimento de matéria em Aristóteles é bastante diverso do que convencionamos chamar de matéria em nossos dias. Enquanto que a ciência contemporânea trata a matéria como algo de existência inteiramente física, para a filosofia antiga a matéria não está limitada aos corpos materiais, mas existe como aquilo de que se constituem tanto os corpos quanto os conceitos (NORMORE, 2007). O próprio elemento Terra, o mais material de todos os elementos, era para Aristóteles "uma substância mais refinada e sublime, liberta das misturas e impurezas que caracterizam a terra vulgar" (BUTTERFIELD, 1992:129).

Na concepção aristotélica de matéria encontramos camadas e níveis de justaposição com base nas diferentes configurações de elementos que dão origem às formas. O bronze é a "matéria da estátua" que dá suporte a sua forma, mas o bronze em si é matéria constituída de sua forma particular nos seus níveis inferiores (elementares)<sup>10</sup>. Todo corpo sensível é *matéria segunda* feita através de *matéria segunda*: a *matéria segunda* é a matéria que compõe corpos sensíveis (a estátua), sendo em si mesma formada por elementos sensíveis em suas camadas inferiores, indo até onde é possível identificar estes elementos em partes cada vez menores dos *corpos simples* (o bronze e sua constituição atômica, por exemplo). A principal característica da *matéria segunda* é que esta é passível à geração e à corrupção<sup>11</sup>. Se a ideia de *matéria segunda* corresponde à ideia moderna de matéria, então o que difere a noção aristotélica da matéria entendida em nossos dias é o seu conceito de *matéria primeira*:

---

<sup>10</sup> A física moderna entenderia, por exemplo, que a constituição atômica do bronze enquanto metal é um desses níveis inferiores.

<sup>11</sup> Aristóteles: *De Generatione et Corruptione*

Há ainda na filosofia de Aristóteles um outro tipo de matéria, que não está vinculada aos corpos sensíveis. Se os elementos são os corpos sensíveis mais simples, a sua matéria não poderá ser outro corpo, da mesma maneira que a terra e a água poderiam ser matéria da madeira e esta da cama. É neste sentido que se coloca o problema da matéria no seu nível mais básico e fundamental, o da matéria dos próprios elementos que se acham na origem da composição de todos os corpos compostos em níveis superiores de complexidade. Esta matéria, assim considerada, não possui existência física independente dos elementos de que é matéria, ou seja, não existe do modo como a madeira pode existir antes de ser matéria da cama. Por isso afirma Aristóteles que este substrato que consideramos logicamente como matéria dos corpos simples, sendo em potência corpo sensível, não é em si mesmo, enquanto matéria considerada sob o ponto de vista da sua existência física, corpo sensível. A este tipo de matéria chamou matéria primeira (CHORÃO, 2009:15-16).

A tendência natural, ao travarmos contato com a ideia de *matéria primeira*, enquanto instância incorpórea da composição dos entes materiais, é fazer uma analogia entre esse conceito e a ideia de um universal de natureza material, que seria comum a todos os objetos materiais. À luz da física quântica contemporânea, também há o impulso inicial de deduzir a equivalência entre o conceito de *matéria primeira* e o nível quântico da matéria. Muito embora essas sejam inferências tentadoras, não parecem condizer com a *matéria primeira* de Aristóteles.

Aristóteles rejeita o universal *a priori*, que existe anteriormente à ideia de universal. O universal para Aristóteles existe apenas *a posteriori* no mundo dos sentidos. Afinal, foi a partir de Aristóteles que o nominalismo escolástico criou a categoria de *universalia post rem*. A *matéria primeira* de Aristóteles não é, como poderíamos imaginar, um universal de natureza material. Pelo contrário, a única característica universal da matéria para Aristóteles parece ser que toda matéria só pode ser considerada matéria quando em relação com outra coisa:

Tal como os termos “elemento” e “causa”, o termo “matéria” não designa uma coisa. Não há coisa alguma cuja essência consistisse apenas em ser matéria, ou seja, não há coisa alguma que, ao ser matéria, não seja também outra coisa, especificada por propriedades essenciais que não dependem da propriedade de ser matéria. Ser matéria consiste em uma função, que será exercida por algum item em relação a outro. [...] definir a matéria como uma função consiste em conceber o conceito de matéria como um correlativo [...] o caráter correlativo do conceito de matéria [...]

acarreta uma maleabilidade na referência do termo “matéria” [...]. Algo é matéria apenas em relação a outra coisa (ANGIONI, 2007:54-55).

Essa definição de matéria como uma função ou uma correlação irá servir de base para o entendimento posterior sobre as substâncias, que passam a ser definidas a partir de suas relações qualitativas. No entanto, a possibilidade de interpretação da matéria primeira como substância material nunca deixou de existir, o que configuraria um universal *a priori*, e essa aparente contradição entre o argumento *idion* e a *prima materia* de Aristóteles pode ser chamada de "Paradoxo da Prima Materia" (GRAHAM, 1987).

Temos que a tecnociência contemporânea nos traz evidências de que o argumento *idion* de Aristóteles (segundo o qual a existência de uma substância universal seria impossível, dado que uma substância não pode ser própria a nada além dela mesma) pode cair por terra quando observamos provas científicas de que algo que é elemento constitutivo de uma substância material pode ser elemento constitutivo de todas as outras substâncias simultaneamente. A possibilidade de reconciliação entre a filosofia aristotélica e um realismo material ressurgiu: a *matéria primeira* de Aristóteles poderia, no contexto da ciência contemporânea, ser finalmente compreendida como um universal de ordem material?

#### 2.4 QUAESTIO DE UNIVERSALIBUS

Platão inicia o debate sobre os universais, Aristóteles nele se engaja trazendo suas críticas, e desse diálogo outros se sucedem, através das análises de Porfírio e Plotino, ainda na Antiguidade. É somente em Plotino que as abordagens platônica e aristotélica sobre essa questão são, parcialmente, reconciliadas. Plotino considera que: se, para Aristóteles, o conhecedor é como o que é conhecido, então, as Formas platônicas, enquanto objetos do conhecimento, são da mesma substância que o intelecto que os acessa – sendo assim, a inteligência existe tanto no universal quanto no particular<sup>12</sup>.

---

<sup>12</sup> Esta reconciliação entre platonismo e aristotelismo foi denominada, no século 19, de neoplatonismo.

Plotino desenvolveu uma metafísica específica baseada no que chamava de Uno. O Uno não era um Deus Absoluto, mas sim algo equivalente ao Bem Supremo, de Platão. Para Plotino, o Bem Supremo se manifesta como o Uno. Na ideia de Uno como Bem Supremo está implícita a ideia do universal como unidade absoluta que se expressa como uma sapiência que "se resolve em uma multiplicidade a partir da unidade":

[...] o artífice de novo remonta a uma sapiência natural, segundo a qual foi gerado, não mais uma sapiência composta de teoremas, mas toda uma só coisa; não aquela sapiência composta de muitos [elementos] em uma unidade, mas, ao contrário, uma sapiência que se resolve em uma multiplicidade a partir da unidade. Se alguém então colocar esta sapiência como primeira, é suficiente; de fato, não é mais proveniente de outro nem [está] em outro (PLOTINO, *Enéada* 5, 8; traduzido por SOARES, 2003).

O Uno de Plotino está além da categoria ontológica do Ser. O Uno permeia e "emana" o Ser, porém esse "emanar" não deve ser confundido com um processo de originação linear e temporal, sendo, ao contrário, atemporal e imanente. Johannes Scotus Eriugena dará novos contornos ao neoplatonismo de Plotino, durante o chamado *renascimento carolíngio* do século IX, que foi caracterizado pela tentativa de integrar a filosofia grega aos princípios do cristianismo. Assim como Plotino, J. S. Eriugena considera o Uno como sendo o "não-Ser que transcende o Ser". Até aqui se confirma o neoplatonismo de Eriugena, que, contudo, irá se distinguir ao criar sua própria cosmologia, baseada na ideia de Natureza, definida como sendo *universitas in rerum*, ou a totalidade de todas as coisas. É por ter conseguido conciliar a onipresença e a transcendência do Uno que Hegel considera J. S. Eriugena como sendo o "pai do idealismo alemão" (MORAN, 2008).

Ainda que o problema dos universais continuasse como uma constante durante as variadas mudanças paradigmáticas no campo da filosofia, em nenhum momento histórico essa temática ocupou lugar tão privilegiado como na Idade Média. Segundo nos recorda Amâncio Coxito (1994: 293), "[...] na história da filosofia houve períodos em que as disputas sobre os universais foram preponderantes, destacando-se sobremaneira a

---

época medieval, que produziu sobre o tema uma imensa literatura". Começando na era clássica e indo até os nossos dias, foi apenas durante a escolástica medieval, que deu novo alento à questão dos universais, que esse problema atingiu o ápice do seu desenvolvimento (MAURER, 1982).

A ideia que geralmente se faz do medievo como sendo a Idade das Trevas é equivocada no que se refere à importância do legado filosófico deixado pelo pensamento escolástico, característico a esse período. De acordo com Paolo Rossi (2001:14), "hoje sabemos que o mito da Idade Média, como época de barbárie, era, justamente, um mito, construído pela cultura dos humanistas e pelos pais fundadores da modernidade". Os sistemas de pensamento existentes nesse período eram sofisticados a ponto de incluírem modelos semióticos de 'interpretação do mundo natural':

Na cultura da Idade Média até a Renascença, havia modelos semióticos não só para a interpretação daqueles signos humanos, animais ou naturais [...] mas também modelos ainda mais ambiciosos, criados para servir de chave semiótica para a interpretação do mundo natural. Os mais importantes destes modelos pansemióticos de mundo são o modelo dos quatro sentidos exegéticos na Idade Média e o modelo das assinaturas das coisas, na Renascença (NÖTH, 1995:37).

A formulação de uma 'chave pansemiótica' de interpretação do mundo requer a presença do conceito de universal. Em nenhum outro período histórico o problema dos universais ocupou tão totalmente o centro das atenções acadêmicas quanto durante o medievo, quando ocorreu uma expansão sem precedentes da tipologia e das categorias do universal, sempre através de comentários às obras clássicas de Platão, Aristóteles, Plotino e Porfírio. O problema dos universais na era medieval começou a adquirir novos contornos a partir da *Isagoge* de Porfírio, obra que analisa as categorias aristotélicas do *gênero, espécie, diferença, propriedades e acidentes* (WARREN [trad.], 1975). Apesar de ter sido o precursor do debate sobre os universais, Porfírio não se propôs a realizar uma investigação direta sobre os mesmos; tendo, logo no primeiro parágrafo da *Isagoge*, afirmado que:

Não falarei sobre o gênero e as espécies, sobre se estes persistem (na natureza das coisas) ou somente como concepções; ou sobre se

subsistentes, eles são corpóreos ou incorpóreos, e se eles são separados, ou parte dos sensíveis, e subsistem nestes, por que um tratado dessa natureza é profundo e requer outra investigação extensa.

Foi apenas a partir dos comentários posteriores de Boécio, na sua tradução da *Isagoge*, que essas relações começaram a ser esmiuçadas, tornando-se conhecidas amplamente durante o medievo. Foi através dos textos de Boécio que o pensamento medieval teve acesso à filosofia clássica, logo abraçada por Abelardo e Gilberto de Poitiers. Segundo Boécio, o requisito para que algo possa ser considerado universal é o de que esse ente deve ser comum a vários particulares: a) integralmente, e não em parte; b) simultaneamente, e não em uma sucessão temporal; e c) deve ser a substância constitutiva desses particulares (KLIMA, 2002).

O ponto de partida para a questão dos universais é a negação da possibilidade de existência de algo que satisfaça a esses requisitos, seguida pela "reconciliação" de ordem aristotélica entre a possibilidade de um universal concebido para além da ideia de particular, mas que, contudo, pode existir em função daquilo que é comum a vários particulares. Estabelecendo os parâmetros da disputa da *querela dos universais*, temos o universal que está nas coisas – *universalia in re*; o universal que vem antes das coisas – *universalia ante rem*; e o universal que vem depois das coisas – *universalia post rem*<sup>13</sup>. O universal que está nas coisas – *in re* – equivale à substância primeira da qual todos os elementos materiais são compostos; enquanto que o universal que chega *depois das coisas* é aquele que existe em função da percepção e da abstração que dá origem ao conceito em si mesmo.

A partir de Boécio, a questão dos universais começou a ser discutida no contexto da unidade da essência divina versus a multiplicidade de suas criaturas particulares (e das ideias particulares de suas criaturas). O problema continuou a ser articulado nesses termos em Santo Agostinho, Tomás de Aquino, Duns Scotus, entre outros, os quais dedicaram extensas partes de suas obras a desvendar a relação entre a unidade e a universalidade da essência divina e a multiplicidade de particulares que compõem a

---

<sup>13</sup> Giles of Rome, In *Primum Librum Sententiarum*, 1SN, d. 19, pars 2, q. 1. *Utrum in divinis sit totum universale?*

realidade. A questão passa a ser sobre a existência ou não-existência de materialidade na essência divina. Para os realistas radicais, como Guilherme de Champeaux, a essência divina universal perpassa a matéria, e não apenas a alma ou o pensamento; já para os nominalistas, como Abelardo, a essência divina transcende completamente a matéria.

A cisão fundamental entre a perspectiva realista e a nominalista se deu quando Abelardo publicou drásticas críticas ao realismo de essência material de Guilherme de Champeaux (GUILFOY, 2005). Como Guilherme de Champeaux deixou poucos textos originais, é, sobretudo, através das críticas de Abelardo que seu pensamento pôde alcançar os nossos dias. Para Champeaux, o gênero e as espécies tem natureza material. Existe uma natureza material compartilhada que originaria os *acidentes*<sup>14</sup> responsáveis pela individuação das diferenças entre gênero e espécie. O realismo de essência material de Champeaux é o realismo mais radical desse período histórico, seguido pela teoria da indiferença:

As teses realistas são classificadas e discutidas sistematicamente por Abelardo na primeira parte de sua *Logica ingredientibus*. [...] Sua primeira variedade, o realismo dito de "essência material", professa a identidade essencial de uma "matéria" ou substância única (gênero ou espécie) para todos os indivíduos singulares exclusivamente distinguidos uns dos outros por diversas formas acidentais [...] a segunda forma de realismo, dita "teoria da indiferença" [postula que] o universal tem uma existência real que não consiste na identidade de uma mesma essência material, mas na não-diferença (*indifferentia*) de realidades distintas (LIBERA, 1999).

A teoria realista da indiferença é resultado da revisão do realismo de essência material feita por Guilherme de Champeaux em resposta às críticas feitas por Abelardo. Simplesmente não era aceitável para a lógica medieval (da qual Abelardo era um dos maiores expoentes) que a matéria pudesse ter um nível que pertenceria a um e a muitos simultaneamente. Abelardo prezava o argumento *idion* de Aristóteles e considerava que, uma vez que aquilo que é material não podia ocupar vários espaços simultaneamente, o raciocínio resultante era o de que um universal de natureza material seria logicamente

---

<sup>14</sup> De acordo com as categorias de Aristóteles (substância, a principal categoria, e os nove tipos de acidente: qualidade, quantidade, relação, lugar, posição, tempo, posse, ação e hábito), nas quais Champeaux e a grande maioria dos escolásticos se baseava.

impossível. O único universal logicamente possível seria aquele baseado em abstrações (nominalismo).

## 2.5 DOUTOR SUTIL: ECCEIDADE E NATUREZA COMUM

O contraste existente entre o realismo radical de Champeaux (baseado em Platão) e o nominalismo puro de Abelardo (baseado em Aristóteles) é dissipado pelo hilemorfismo<sup>15</sup> particular a Duns Scotus, chamado de *Doctor Subtilis*, pela sofisticação e sutileza de seu pensamento. Essa reconciliação entre aspectos realistas e nominalistas efetuada por Scotus nos permite analisar o conceito científico de unidade da matéria a partir de categorias filosóficas que se adaptam à complexidade desse conceito. Algumas das principais categorias usadas por Duns Scotus são a **unidade, a individuação e a representação numérica e matemática**, categorias essas que se prestam perfeitamente ao estudo da unidade da matéria, o atributo da nanoconvergência que permite a individuação artificial de objetos através da manipulação informacional de códigos matemáticos de programação computacional.

Iremos, portanto, dedicar atenção especial ao pensamento de Scotus, pois dentro do contexto transdisciplinar da nanoconvergência, há ramificações visíveis entre o realismo escolástico de Duns Scotus e o realismo científico de Hilary Putnam (1975, 2005) e David M. Armstrong (1978), os quais – assim como nós – consideram a ciência como fonte desejável e legítima de conhecimento filosófico. É este o critério que aplicamos, tendo em vista as muitas abordagens possíveis ao pensamento de Scotus, ao definir qual a interpretação que estamos dando ao seu hilemorfismo. Adotamos a perspectiva de D. M. Armstrong (1978), a qual considera o realismo de Scotus como a melhor concepção do problema dos universais:

ainda que a universalidade e a particularidade sejam aspectos inseparáveis de toda a existência, eles não são nem reduzíveis um ao

---

<sup>15</sup> Doutrina aristotélico-escolástica, segundo a qual os corpos resultam de dois princípios distintos e complementares: a matéria, princípio indeterminado de que as coisas são feitas, e a forma, da qual a essência particular de cada ser é o princípio determinante.

outro e nem estão apenas relacionados. Ainda que distintos, sua união é mais próxima do que uma relação. Scotus discorria sobre uma mera distinção formal entre a *ecceidade*<sup>16</sup> e a natureza dos particulares. Esta situação é notória e profundamente intrigante, mas, conforme sugerimos aqui, a visão escotista é a mais satisfatória que pode ser encontrada (ARMSTRONG, 1978:3).

Duns Scotus desafia o hilemorfismo de Aristóteles, que criou as bases desse conceito a partir das relações entre matéria (hylo) e forma (morphé), e acreditava que era uma dinâmica de causalidade entre matéria e forma que determinava a constituição dos elementos e corpos materiais (NORMORE, 2007). É em Duns Scotus que iremos encontrar a reconciliação lógica entre os aspectos *relacionais e constitutivos* entre o real de natureza material e o real de natureza conceitual ou matemática. Como em toda e qualquer discussão no âmbito do pensamento escolástico, as interpretações do hilemorfismo de Scotus são muitas e variam enormemente entre si, entrando em conflito com outras linhas da escolástica, como por exemplo, o nominalismo de Guilherme de Ockham: "o formalismo escotista está em oposição direta ao nominalismo [...] Ockham era ele próprio um amargo oponente de Scotus" (MINGES, 1913). As diferenças entre Scotus e Ockham são parecidas com as de Platão e Aristóteles, pois, como veremos a seguir (nas três principais distinções entre o hilemorfismo de Scotus e o de Aristóteles), Scotus efetua um retorno a Platão; enquanto Ockham rejeita este retorno e defende um aristotelianismo ortodoxo.

Há três teses de Scotus<sup>17</sup> que notoriamente assumem posições supostamente contrárias ao hilemorfismo de Aristóteles (KING, 2003). A primeira, encontrada em *Quaestiones in Metaphysicam* 7, q. 5; Lectura 2, d. 12, q. un., considera que a *prima materia* de Aristóteles é um substrato incorpóreo que atua como instância primeira da materialidade. Como vimos anteriormente no item 3.3 deste capítulo, o qual versa sobre a *prima materia*, o debate sobre se esse era o entendimento original de Aristóteles ou não, perdura ainda no contemporâneo. Segundo Chorão (2009) e Fine (1993), a *prima materia* teria para Aristóteles o mesmo sentido que tem para Duns Scotus. Contudo, como as interpretações nominalistas desse conceito dominaram o discurso filosófico

---

<sup>16</sup> O princípio de individuação

<sup>17</sup> Nos textos originais de Scotus, usaremos a tradução de CEZAR, 1996; e nos textos originais de Aristóteles, usaremos a tradução de REALE e PERINE, 2002.

moderno, essa tese de Duns Scotus é tradicionalmente considerada como sendo contrária a Aristóteles.

A segunda tese escotista, notadamente oposta a Aristóteles, é a que rejeita cabalmente o hilemorfismo universal, encontrada em *Lectura 2*, d. 12, q. un., n. 55. A posição aristotélica atribui o hilemorfismo a toda e qualquer substância existente (todas, sem exceção, são uma combinação entre forma e matéria). O hilemorfismo de Duns Scotus, todavia, permite a existência de matéria que não possui forma (*prima materia*) e de formas que não possuem matéria (*entes imateriais*), pois que, diferentemente de Aristóteles, ele não considera matéria e forma como elementos inseparáveis, mas sim que um pode existir independentemente do outro. Outra nuance importante dessa diferença está na relação entre potencialidade e atualidade: para Aristóteles<sup>18</sup>, a matéria existe *potencialmente*; a forma, *atualmente*. Duns Scotus irá dizer em sua *Lectura 2* que a potencialidade e a atualidade podem pertencer tanto à matéria quanto à forma: para ele a *prima materia* possui atualidade, e a forma de entes imateriais não é destituída de potencialidade (WILLIAMS, 2004).

A terceira tese escotista que diverge de Aristóteles se refere à multiplicidade das formas substanciais. A forma substancial é o aspecto que determina as peculiaridades características a cada tipo de matéria: a matéria depende da forma. Mas de acordo com Scotus, em seu *Ordinatio 4*, d. 11, q. 3, n. 54, a mesma matéria pode responder a múltiplas formas substanciais, existindo assim um certo grau de independência entre forma e matéria. Enquanto que em Aristóteles matéria e forma são inseparáveis e o contato entre universal e particular se dá apenas através de relações predicativas e mutuamente excludentes, temos em Duns Scotus a posição contrária: é possível separar matéria e forma, e a relação entre universal e particular é inclusiva, substancial e íntima. A diferença entre universal (conceito) e particular (individual ou singular) é mera *distinção formal*, para Duns Scotus.

---

<sup>18</sup> Metafísica, 1050a5.

Temos aqui a oposição essencial entre Aristóteles e Duns Scotus relativa ao problema dos universais: o primeiro rejeita a possibilidade de um universal que existe como substância primeira – "De que, portanto o universal será substância? Ou de todas ou de nenhuma. Mas não é possível que seja de todas" (*Metaphysica VII*, c. 13, 1038b, 10-15); enquanto que para o segundo a substância primeira é *natureza comum* que permeia inseparavelmente tanto o universal quanto o particular, como vemos em seu *Ordinatio 2*, d. 3, q. 1, n. 42: "a comunidade cabe à natureza fora da alma, e semelhantemente a singularidade – e a comunidade cabe por si à natureza, mas a singularidade cabe à natureza por algo que a restringe na coisa".

Antes de seguir em nossa análise, é preciso esclarecer um ponto importante: a natureza comum permeia o universal e o particular, mas não é reduzível nem ao universal, nem ao particular. A natureza comum de Duns Scotus não é equivalente ao universal, mas está *além* dele<sup>19</sup>. Duns Scotus considera que a universalidade requer que algo que esteja numericamente presente em um esteja também presente, na mesma proporção numérica, em muitos - e, sendo assim, seja uma impossibilidade como "constituente metafísico das coisas" (KING, 2002:08).

Ao lidar com a questão aristotélica do 'um sobre muitos', Scotus adota a seguinte estratégia: ele segue Avicena, ao afirmar que a universalidade é irrelevante no que se refere à natureza comum, pois que aquilo que, para ser um universal metafísico, necessitaria ser um em muitos, não pertence à categoria dos números. O universal exige a finitude ou completude numérica para ser imaginado, mas a *natureza não contraída*<sup>20</sup>, que emana a natureza comum, é infinita, e, portanto, não conhece 'um' nem 'muitos'. Daí se segue a rejeição do uso da categoria de universal, por Duns Scotus, em sua metafísica:

este é o sentido da distinção que Scotus faz entre comunidade e universalidade: a natureza em si mesma é comum mas não universal, e a instanciação caracteriza a relação entre os universais e os particulares, e não entre as naturezas e os indivíduos que as possuem (KING, 1992:08).

---

<sup>19</sup> Há interpretações que consideram a natureza comum como um tipo de 'universal incompleto', contudo nesta tese iremos trabalhar apenas com a interpretação dada por Peter King, 2002.

<sup>20</sup> A natureza contraída é equivalente à natureza individual; a natureza não contraída é equivalente à natureza comum

O universal é entendido por Duns Scotus como sendo pertencente à natureza conceitual de tudo que existe, enquanto que o particular é entendido a partir da singularidade inerente *àquilo que o torna* particular enquanto parte de uma mesma natureza comum: o seu princípio de individuação, a *haecceitas*. A *ecceidade* (*haecceitas*) é o elo substancial entre a natureza comum e a singularidade, e, na perspectiva de Scotus, acontece a partir da *atualidade de uma dada potencialidade*:

a individualidade e a comunidade se aplicam ao mesmo sujeito<sup>21</sup>, mas apenas em virtude daquele sujeito ser a atualidade de uma dada potencialidade - a comunidade se dá em função da potencialidade, e a individualidade em função da atualidade (KING, 1992:02).

Evidentemente, ao contrário de Aristóteles, a dicotomia entre uno e múltiplo não é a questão central do pensamento de Scotus, mas sim a análise dos diferentes *graus de unidade* (*Ordinatio 1*, di. 2, p. 2, q. 1-4, n. 403) que perfazem a diferenciação individual de cada sujeito ou objeto. A maior ou menor unidade real ou numérica é que determina a individuação. Os conceitos de unidade *real* e *numérica* são partes importantes da estrutura da metafísica de Duns Scotus. A unidade real é aquela que independe da apreensão do intelecto, sendo externa à mente, podendo ser identificada com a unidade menor existente na comunidade. Já a unidade numérica é a unidade maior que pertence ao ente individual ou singular, sendo aquele grau de *unidade suficiente* para que algo seja aquilo que é em si mesmo, em outras palavras: o mínimo denominador comum entre os elementos constituintes de um sujeito ou objeto que, quando unidos nesse denominador comum, podem ser considerados como a sua (do sujeito ou do objeto) individuação específica.

Duns Scotus elabora uma complexa hierarquia de graus de unidade em sua *Ordinatio 1*, que vai da unidade do agregado (conjunto de objetos) até a unidade simples (verdadeira identidade); passando pela unidade de ordem (estrutura comum), a unidade por acidente (forma comum) e a unidade por si mesma (essência comum). Entre o comum e

---

<sup>21</sup> O uso da palavra sujeito é intercambiável com o uso da palavra objeto nessa citação, pois o princípio de individuação é o mesmo tanto para sujeitos quanto para objetos

o singular existe a mediação da individuação que acontece através de diversos graus de unidade.

Descrever os pormenores dessas gradações complexas entre unidade real e numérica foge ao escopo desta tese. O que nos interessa sobremaneira no pensamento de Duns Scotus é a sua abordagem única à questão dos universais, que traz os graus de unidade como principal elemento de diferenciação formal entre particular e universal. A possível equivalência entre a lógica dos processos de convergência nanotecnológica, a partir da unidade da matéria, e a lógica das considerações de Scotus sobre o princípio de individuação, a partir da unidade simples, mediado pela representação numérica e matemática, dá contorno ao conceito de universal nanotecnológico.

## 2.6 O UNIVERSAL NANOTECNOLÓGICO

De acordo com a interpretação de Peter King, quando Duns Scotus rejeita a possibilidade do universal enquanto natureza comum ou não contraída, ele o faz com base na inaplicabilidade da oposição entre unidade e multiplicidade a este conceito:

a natureza não contraída é naturalmente anterior à unidade ou multiplicidade e conseqüentemente ao universal e ao particular. Assim, a natureza não contraída – a natureza de si própria, no dizer de Scotus – não é nem uma nem múltipla, nem universal e nem particular (KING, 2002:06).

Para Duns Scotus, o que caracteriza o universal é que este, ao contrário da natureza comum, requer a tensão entre unidade e multiplicidade, unidade essa que é tanto real quanto numérica. A unidade da matéria na nanoconvergência é uma instância exemplificadora dessa tensão existente entre unidade e multiplicidade material, que nos permite considerar um universal de ordem material e nanotecnológica. Para estabelecer os fundamentos contemporâneos desse conceito, levando em consideração as definições modernas sobre o universal, é necessário voltar ao terreno da nomenclatura, desta vez partindo de abordagens mais recentes.

Bertrand Russell (1912), no seu artigo *On the Relations of Universals and Particulars*, afirma que para propor qualquer definição sobre o universal e o particular é preciso primeiro clarificar quais são os fatos e questões que estão envolvidos nessas definições, devido à complexidade da temática e de, sobre essas, haverem múltiplas perspectivas filosóficas. É preciso detalhar as relações lógicas que determinam essas perspectivas. Segundo o ponto de vista nominalista, essas relações estão predominantemente relacionadas à percepção e ao pensamento, enquanto que, para os realistas, essas relações se dão em função de considerações relativas às categorias físicas do espaço e do tempo.

Outro ponto que exige atenção são as classes de tipos de entes, por exemplo: os entes que existem apenas em um determinado lugar em um dado momento, os entes que não existem em nenhum lugar em nenhum momento, e os entes que existem em todos os lugares ao mesmo tempo (RUSSELL, 1912:3). A forma de ocupação do espaço em uma dada configuração temporal por um ente determina, na vertente realista, sua predicação como universal e/ou particular. Já para os idealistas, une-se percepção e pensamento ao espaço-tempo físico: existe também o espaço-tempo cognitivo e visual, que irá determinar sua perspectiva peculiar sobre as relações entre particular e universal.

Como vemos, a forma como se coloca a questão do universal vs. o particular tem dado origem a definições bastante variadas desde a tenra infância da filosofia. Ainda assim, até os dias de hoje não existe consenso firmado sobre qual seria a definição mais precisa sobre a verdadeira natureza dos universais. Quanto mais nos aprofundamos na investigação sobre este tema, com mais clareza percebemos que para acessá-lo em toda a sua complexidade é preciso abraçar amplas reflexões lógicas que nos levam a territórios sempre indefinidos e sutis, e em grande parte contraditórios.

Ao contrário de Russell, John Dewey, no seu artigo *What are Universals?* (DEWEY,1936) interpreta o sentido do universal como tendo dependência em relação à mente; pois afirma que a compreensão do universal se dá apenas através da percepção e da conceitualização pragmática e lógica. Instâncias como essa, onde as muitas definições

sobre os universais parecem entrar em contradição consigo mesmas, são abundantes na literatura sobre esse tema, tanto na literatura clássica quanto na moderna. À guisa de diferenciação entre o sentido do universal na filosofia clássica e na moderna, podemos observar na modernidade algo comum às muitas e variadas interpretações filosóficas modernas: em todas elas o universal é um atributo ou um predicado dos entes e de suas relações, sendo que o mesmo também se aplica à ideia de particular. Ainda em Bertrand Russell encontramos uma definição dos universais que exemplifica esta divisão entre classes de entes:

Temos então uma divisão entre duas classes de entes: (1) particulares, que entram em complexos apenas como sujeitos e predicados ou como termos de relações, e se eles pertencem ao mundo do qual temos experiência, existem no tempo e não podem ocupar mais de um espaço além do qual estes ocupam em um dado momento; (2) universais, que podem ser predicados ou relações em complexos, não existem no tempo, e não tem relação com um lugar que eles também não tenham simultaneamente com outro lugar (RUSSELL, 1912:24).

O que distingue o universal, de acordo com Russell, é justamente a maneira como essa definição permite conciliar a posição realista, que entende os universais em função de suas relações com entes materiais, com a posição nominalista exemplificada por Dewey (1936), que entende os universais em função de suas relações com o pensamento e a linguagem. Essa definição caracteriza o idealismo filosófico que dominou a modernidade integrando o mundo da matéria ao mundo do pensamento; unindo o espaço-tempo físico ao espaço-tempo sensório, apresentando ambos como dimensões abertas tanto ao universal quanto ao particular<sup>22</sup>. Temos, na definição proposta por Bertrand Russell, um exemplo preciso da interpretação caracteristicamente moderna (kantiana) do conceito de universal.

Essa mudança moderna de direção na definição do conceito de universal - que deixa de lado o oposicionismo clássico entre um universal pertencente ao mundo físico e outro que só pode pertencer ao mundo do pensamento, e segue rumo à ideia de um universal idealista que existe a partir das relações entre estes dois mundos - acontece em um contexto que está sendo chamado, por Quentin Meillassoux (2008) e por outros

---

<sup>22</sup> Aqui, Russell parte de um raciocínio que é similar ao idealismo objetivo de Peirce.

proponentes do realismo especulativo<sup>23</sup>, de *correlacionista*. Chegamos finalmente ao contemporâneo, em que a perspectiva idealista que marca a modernidade é criticada duramente pelos proponentes do realismo especulativo (BRYANT, SRNICEK & HARMAN, 2011).

O correlacionismo, segundo o realismo especulativo, é a visão de mundo pós-kantiana, que tem sua origem no questionamento moderno de um dos pressupostos da metafísica clássica, a distinção entre as qualidades primárias e as qualidades secundárias. Muito embora os "gregos da antiguidade não possuíssem termos correspondentes a 'qualidade primária' ou 'qualidade secundária'" (LEE, 2011:15), a base dessa questão se encontra na distinção que Galileu fez entre 'primário' e 'secundário' – "como parte de um argumento que rejeitava a maneira Aristotélico-escolástica de entendimento da matéria" (LEE, 2011:16). Portanto, a origem da distinção entre qualidades primárias e secundárias, iniciada por Galileu e explorada por Descartes e Locke, se dá no questionamento da metafísica característica à escolástica medieval, centrada no problema dos universais. Quando o contexto em que se dá a apreensão de um universal é científico, como o é no caso de um universal nanotecnológico, mais pertinente se torna o retorno contemporâneo à distinção entre qualidades primárias (substanciais) e secundárias (sensíveis).

Quando, em 2008, Quentin Meillassoux publica seu livro seminal, *Depois da Finitude* – um dos marcos teóricos mais importantes do realismo especulativo – começando seu argumento com base na distinção entre qualidades primárias e secundárias, temos um retorno transversal ao problema dos universais, especificamente no que se refere à natureza da matéria. Ao 'rejeitar a rejeição' moderna à distinção entre qualidades primárias e secundárias, e ao 'criticar a crítica' ao entendimento escolástico sobre a matéria, Meillassoux abraça tanto essa distinção quanto esse entendimento. O entendimento escolástico realista do conceito de matéria primeira em Aristóteles é também o realismo original de Platão, o qual admite a existência de um universal

---

<sup>23</sup> O realismo especulativo é um movimento filosófico que retorna ao realismo metafísico clássico em uma crítica contemporânea ao correlacionismo (filosofia pós-Kant). ver: BRYANT, L. R., SRNICEK, N., & HARMAN, G. *The speculative turn: Continental materialism and realism*. Melbourne: re.press, 2011.

*material*. Já a distinção entre qualidades primárias e secundárias pode ser entendida de duas maneiras:

(1) é uma maneira de demarcar a distinção metafísica entre as propriedades essenciais da matéria e dos corpos. Assim, essa distinção tem o potencial de ser um elemento básico de qualquer ontologia materialista, e dessa forma espera-se que qualquer teoria da matéria tenha adotado um posicionamento específico perante esta questão, (2) em outro sentido, essa distinção é uma maneira de demarcar aquelas qualidades sensíveis que parecem ser particularmente subjetivas [cores, sabores] (LEE, 2011:17).

Meillassoux propõe exatamente esse primeiro tipo de ontologia material que se ocupa das propriedades essenciais e não-essenciais da matéria. O que Meillassoux chama de correlacionismo, nada mais é do que o idealismo moderno que se opõe a qualquer distinção entre qualidades primárias e secundárias, opondo-se também a qualquer tipo de ontologia material, e que é baseado, principalmente, em Kant. As qualidades primárias exigem a realidade da Coisa-em-si, que existe independentemente da nossa percepção dessa Coisa; porém, segundo Kant, não pode haver conhecimento da Coisa-em-si que não se torne Coisa-em-nós: "Nós não conseguimos representar o 'em-si' sem que ele se torne 'em-nós'" (MEILLASSOUX, 2008:3-4). Este questionamento, que põe ênfase no fim da dualidade entre sujeito e objeto, exige a primazia do correlato entre Ser (sujeito) e Pensamento (objeto), e pensar esse correlato se tornou a principal ocupação da filosofia pós-Kant: "até Kant, um dos principais problemas da filosofia era pensar a substância, mas desde Kant, este problema consiste em pensar a correlação" (MEILLASSOUX, 2008:06).

Ao criticar o correlacionismo pós-kantiano, Meillassoux está, ainda que indiretamente, retornando ao escolasticismo pré-kantiano. A defesa da possibilidade de conhecer o Absoluto, entendido como essência ou unidade divina, é a premissa básica do pensamento escolástico. Meillassoux defende a cognoscibilidade do Absoluto, porém esse Absoluto não é divino como na escolástica. O retorno à busca pelo Absoluto no contemporâneo se dá através da ciência e da matemática:

muito ao contrário de nos encorajar a renunciar ao tipo de filosofia que alega ser capaz de descobrir a verdade absoluta através de seus próprios recursos, e muito ao contrário de nos comandar – como gostariam as variadas formas de positivismo – a renunciar à busca pelo absoluto, é a ciência em si mesma que nos instiga a descobrir a origem de sua própria absolutez (MEILLASSOUX, 2008:28).

A busca pela verdade absoluta – fim último e maior de toda ciência – é a busca pela verdade universal, e a linguagem científica de uma verdade universal é sempre matemática. A nanoconvergência possui, como eixo central, justamente a unidade material que permite a interferência direta em processos anteriormente invisíveis de individuação, através da matemática e de seus códigos naturais e computacionais. Há um paralelo entre a interpretação escotista da relação entre matéria e forma e as possibilidades contemporâneas da realidade científica da nanoconvergência, o qual nos fornece um plano de visão que *integra o estado da arte da tecnociência ao coração da escolástica medieval*: o tema do universal retorna ao palco das questões centrais do conhecimento humano, desta vez através da tecnociência.

Toda ciência parte de hipóteses que, quando verificadas por experimentos particulares, dão origem a postulados universais que, partindo da particularidade dos resultados de testes específicos, poderão ser verificados e replicados no nível universal do conhecimento científico. Esse universal científico, que garante que um postulado se aplique a toda e qualquer instância do original a que se refere, só é possível graças à matemática (KLIMA, 2002). A universalidade da aplicabilidade dos postulados científicos é uma premissa básica da ciência.

Uma das principais características da nanocomunicação e da nanoconvergência é transitar justamente entre espaços nos quais a linguagem universal da matemática permite a reconfiguração radical da matéria. Poderíamos até mesmo dizer que a linha que separa o particular – enquanto individuação em suas diversas instâncias – do universal – enquanto linguagem matemática – se torna tão tênue que chega a desaparecer. Sendo que adotamos a tecnociência como nosso ponto de partida na investigação proposta nesta tese, partimos de uma abordagem contemporânea. O universal nanotecnológico, que salta aos nossos olhos quando contemplamos o

panorama da nanoconvergência, tem atributos de natureza material, real e objetiva. Desta forma, adotamos nesta tese a perspectiva realista contemporânea, que se utiliza da matemática para formular a seguinte definição: universal "é o ente multiplamente exemplificável que é um constituinte numericamente idêntico em cada uma de suas instâncias" (MORELAND, 2001:98)<sup>24</sup>.

A nanotecnologia nos traz espaços nos quais a linguagem matemática computacional se torna a chave que permite a transformação universal de qualquer tipo de matéria através de sua construção e/ou desconstrução. Essa propriedade – a manipulação ilimitada da matéria, incluindo a sua autorreplicação – é chamada de *universalidade construtiva*. A universalidade construtiva foi uma criação de John von Neumann:

Von Neumann introduziu a universalidade construtiva nos autômatos celulares para estudar a implementabilidade de máquinas autorreprodutíveis e para estender o conceito de universalidade computacional de A. Turing. Uma máquina computacional é tida como computacionalmente universal se ela é capaz de simular qualquer outra máquina computacional; o construtor universal de von Neumann é uma máquina capaz de gerar qualquer outra máquina [...] A universalidade computacional e a universalidade construtiva são propriedades relacionadas conceitualmente, mas uma máquina não precisa possuir um computador universal para ser um construtor universal (PESAVENTO, 1995:337).

O conceito de construtor universal é parte intrínseca do conceito de universal nanotecnológico. A possibilidade de autorreplicação, engendrada pela universalidade construtiva, foi precursora do conceito de montador universal (nanomontador) em Erick Drexler (1986). O montador universal é um dispositivo nanotecnológico que permite que qualquer elemento químico seja construído átomo a átomo, através da manipulação mecanossintética de suas moléculas:

As nanofábricas não contêm enzimas, células vivas, ou nanorrobôs replicáveis. Ao invés, elas usam computadores para o controle digitalmente preciso [...] Os dispositivos menores posicionam partes

---

<sup>24</sup> "a multiply exemplifiable entity that is a numerically identical constituent in each of its instances"

moleculares para montar estruturas através da mecanossíntese – a química em sua fase maquínica (DREXLER, 2003:41).

Uma definição ainda mais recente do conceito de construtor universal é a de David Deutsch (2011:87), que o define como sendo "um construtor que pode sujeitar qualquer matéria prima a qualquer tipo de transformação física possível, através da informação certa". Ele compara esse tipo de transformação física ilimitada à transmutação alquímica:

[...] sabemos o que faz as estrelas brilharem: [...] elas são energizadas pela energia nuclear gerada pela transmutação – a conversão de um elemento químico em outro [...] Alguns tipos de transmutação acontecem espontaneamente na Terra, como na decomposição de elementos radioativos. Isso foi demonstrado em 1901 [...] mas o conceito de transmutação é antigo. Os alquimistas sonharam durante séculos em transformar 'metais de base', como o ferro ou o chumbo, em ouro [...] e eles não conseguiram. Mas os cientistas no século vinte conseguiram. E as estrelas também conseguem, quando explodem em supernovas. Os metais de base podem ser transmutados em ouro pelas estrelas, e também por seres inteligentes que entendem os processos que energizam as estrelas, mas por nada além no universo (DEUTSCH, 2011:10).

Os cientistas se tornam, no dizer de Deutsch, *alquimistas contemporâneos bem sucedidos*. Mais uma vez, o debate contemporâneo sobre a universalidade material (que, como vemos, acontece tanto na filosofia, com Meillassoux (2008) e seu *Depois da Finitude*; quanto na física quântica, com Deutsch (2011) e seu *O Começo da Infinitude*) faz referências explícitas à cultura medieval, quando a ideia da transmutação alquímica dominava o imaginário da época. O interesse pelo absoluto e pela unidade material que permitiria a transmutação física ilimitada era tão pronunciado durante o medievo quanto o é no agora, em que ressurge não mais trazido pelas mãos mágicas do misticismo e da fé, mas sim pelas mãos cirúrgicas da tecnociência.

Vemos então surgir um imaginário nanotecnológico ao redor da ideia de construtor universal molecular, que ecoa o imaginário medieval que teve como pano de fundo o pensamento escolástico sobre o problema dos universais e os estudos alquímicos, que foram os precursores da química moderna. Assim como na alquimia medieval o

construtor universal é absoluto através da unidade da *matéria primeira*, temos na nanotecnologia o absoluto mecanossintético do construtor universal que atua através da unidade da matéria de Bainbridge (2007). É através da química (desta vez da 'química em sua fase maquinaica' como coloca Erick Drexler) que a nanotecnologia opera os poderes - outrora alquímicos, agora maquinaicos - da transmutação.

É dessa forma maquinaica-alquímica que a ciência começa a atuar no nível quântico da matéria, redesenhando estruturas moleculares a seu bel-prazer. Simultaneamente, temos o avanço da ciência cognitiva, que remodela os caminhos da percepção humana, expandindo-os e entremeando-os de pulsões maquinaicas que levam a palavra ciborgue a adquirir novos e múltiplos sentidos, ou talvez, quem sabe, a perder totalmente seu sentido original. Da unidade e na universalidade encontrada no princípio determinante do código matemático (molecular, digital, biológico ou quântico) é que nascem todas as multiplicidades e singularidades que determinam tudo aquilo que é, por natureza, particular.

O realismo especulativo, em sua ontologia materialista que retorna à busca pelo absoluto, traz subsídios teóricos muito importantes para a formulação contemporânea do conceito de universal nanotecnológico, juntamente com o conceito de construtor universal de David Deutsch, ambos referenciais teóricos centrados na ciência e na matemática como instrumentos de apreensão de uma unidade material que é infinita. É inserido nesse contexto cultural e epistemológico que definimos o universal nanotecnológico como um princípio absoluto de ordem material que opera através da unidade da linguagem matemática onipresente em todos os tipos de matéria, de acordo com a configuração específica a seu código de individuação, natural ou artificial.

## 2.7 CONCLUSÃO

Neste capítulo, acompanhamos a evolução do entendimento sobre o conceito filosófico de universal, desde sua origem na crítica feita por Aristóteles a Platão em seu argumento idion, passando pelas diversas interpretações dessa crítica durante o período da

escolástica medieval, e chegando até a modernidade e a contemporaneidade, nas quais este conceito passa a ser analisado no contexto da ciência. Observamos a gradual distorção da questão dos universais através das variadas épocas e das linhas filosóficas, começando pela crítica aristotélica a Platão, que se referia a aspectos materiais da metafísica platônica, e que foi sendo transformada em uma questão meramente abstrata e conceitual, com a hegemonia epistemológica do nominalismo durante o Renascimento, e do idealismo durante a modernidade.

É somente no contemporâneo que o problema dos universais retorna à sua origem primordial: o questionamento da metafísica platônica em relação à possibilidade de um universal de natureza material. Contudo, o debate sobre o universal no contemporâneo está além do simples retorno ao realismo escolástico em suas muitas versões. A ciência e a tecnologia nos trazem novos *insights* sobre esse conceito, e assumem uma importância tão pronunciada que não podem mais ser ignoradas pela filosofia. Temos no realismo especulativo de Quentin Meillassoux um exemplo sintomático da renovação contemporânea da filosofia, que busca expandir seus horizontes para além da lógica e da filosofia analítica, abraçando, uma vez mais, a metafísica – desta vez, de mãos dadas com a ciência. Simultaneamente, a ciência redescobre suas implicações filosóficas e, impulsionada pela complexidade da física quântica, também começa a se permitir questionamentos metafísicos, como na cosmologia contemporânea de David Deutsch.

Entender o particular e sua relação com o universal na fusão da natureza com a tecnologia, da forma efetuada pela nanoconvergência, é um vetor possível de entendimento sobre o absoluto matemático que permeia tanto a filosofia de Meillassoux quanto a física de Deutsch. Em um absoluto matemático, no qual as percepções de infinitos de grandeza cósmica e pequenez quântica se encontram, mediadas pela tecnologia e pela inteligência humanas, nos deparamos, inevitavelmente, com o sentimento do sublime.

# 3

## O SUBLIME NANOTECNOLÓGICO



### 3.1 INFINITO & VONTADE

Na contemplação das infinitas possibilidades de manipulação material inerentes a um universal nanotecnológico é que se delinea a experiência nanotecnológica do sublime. A presença de um princípio universal material com existência objetiva – a unidade da matéria – determina todos os processos da nanoconvergência, e se encontra imbuída da subjetividade característica à percepção de um absoluto matemático que lhe é inerente. Aqui, há a contemplação de um infinito que se torna conhecido através das possibilidades nanotecnológicas de transmutação material. Esse estado contemplativo traz consigo a experiência estética de um *sublime nanotecnológico*: o êxtase que experimentamos ao nos vermos suspensos entre o deleite com as infindas novas conquistas da nanoconvergência e o temor às suas potenciais e terríveis ameaças e danos, detalhados no primeiro capítulo. Contudo, antes de amearhar as especificidades de um sublime nanotecnológico, é preciso descrever e determinar o contexto teórico no qual este se insere.

A análise filosófica do sublime, originalmente, sempre esteve ligada a duas esferas em particular: o sublime encontrado na natureza e o sublime expressado na arte. Longinus, filósofo grego da antiguidade clássica que escreveu o primeiro tratado filosófico fundamental sobre o sublime, dedica sua obra quase que inteiramente ao sublime expressado na arte e no estilo de escrita. O sublime está aí indissociavelmente ligado ao pensamento e à genialidade humanas, ainda que a natureza pudesse ser sua fonte de inspiração: “é apropriado, em todas as ocasiões, ter na arte uma aliada da natureza. Através dos recursos combinados entre as duas podemos aspirar à perfeição”. (LONGINUS, XXXVI sect. 4<sup>25</sup>). Lembremos que, para os gregos da antiguidade, arte queria dizer *téchne*: habilidade, técnica.

Ao contrário de Longinus, Kant privilegia, em sua análise, a dimensão do sublime natural. O sublime encontrado na natureza é, para Kant, o verdadeiro sublime, porque, enquanto no domínio da arte impera a forma, no domínio do sublime impera o que está além de todas as formas. De acordo com a perspectiva kantiana, a arte se refere muito

---

<sup>25</sup> in RICHTER, 1998.

mais ao belo do que necessariamente ao sublime – o que é sublime nos assombra, terrifica, angustia. A arte também pode evocar o sublime, mas apenas em certa medida, desde que esta nos permita contemplar a "natureza através de uma analogia com a arte", ao nos revelar que "a natureza autossustentada nos revela uma técnica da natureza" (KANT, CJ:72). Portanto, a ideia de sublime – tanto antiga quanto moderna – traz consigo referências tanto ao mundo físico e natural quanto ao mundo social da técnica e arte humanas.

Como vimos no capítulo anterior, o debate filosófico contemporâneo, encampado sob a alcunha de realismo especulativo, não somente integra arte, tecnologia e natureza como também representa um retorno transversal ao realismo de Platão em sua busca pela verdade absoluta, que agora é almejada pela ciência. O pensamento escolástico também é lembrado e resgatado nesse ambiente de discussão, tendo em vista a riqueza da contribuição epistemológica das suas diversas interpretações sobre o problema dos universais. A vanguarda da filosofia, contemporânea ao evento tecnocientífico da nanoconvergência, está voltada para a ontologia material, buscando subsídios no realismo escolástico no que se refere à cognoscibilidade de um absoluto de ordem material.

A Analítica do Sublime de Kant, contida no Livro II de sua Crítica ao Juízo, é o marco teórico mais relevante para o estudo do sublime durante a modernidade. Enquanto a beleza provém de um deleite estético baseado na percepção de formas agradáveis, o sublime transcende a experiência sensível da forma, sendo que:

para contemplar o belo na natureza é preciso encontrar um solo externo a nós mesmos, enquanto que em relação ao sublime este solo existe em nós mesmos e na atitude mental que introduz a sublimidade à representação da natureza (KANT, CJ:73).

É justamente a diferença entre a experiência do belo e a do sublime que justifica a categorização do sublime kantiano em dinâmico e matemático; pois, se no julgamento estético do belo começamos pela análise da qualidade da forma, no sublime, esse julgamento se dá através da quantidade, que estendendo-se do zero à multiplicidade

infinita pode ou não pertencer ao domínio da forma. O sublime kantiano está intimamente ligado à grandeza incomensurável que só pode ser encontrada para além da forma, necessariamente através do juízo e das ideias humanas.

Ademais, enquanto que na natureza podemos mensurar a grandeza relativa a cada um de seus fenômenos comparando-os uns com os outros, temos que o sublime dinâmico ou matemático de Kant existe apenas como "uma grandeza comparável unicamente a si mesma" (KANT, CJ:76). Essa grandeza infinita, que desperta o sentimento do sublime, não está contida em uma grandeza absoluta em extensão, seja macro ou microscópica. Essa grandeza é conducente ao sublime, na medida em que enseja o estímulo à imaginação humana, que, ao contemplar o absolutamente grande ou o infinitamente pequeno, vivencia uma faculdade do juízo que desperta o sentimento do sublime, pois - não é a natureza, artista em formas e obra das formas; mas a grandeza, a forma, a quantidade em estado puro, uma presença que excede o que o pensamento imaginante pode apreender (LYOTARD, 1993:53).

O infinito presente na razão é, para Kant, aquilo que nos torna, como humanos, superiores à natureza. A violência do sublime dinâmico pode esmagar o corpo do homem através de seus cataclismas naturais, porém nada pode contra o incomensurável que reside na faculdade da imaginação: "a irresistibilidade da potência da natureza [...] nos revela uma faculdade que é capaz de nos perceber como sendo independentes da natureza, e que descobre a nossa proeminência em relação à natureza" (KANT, CJ:86). Temos aqui claramente expressa na filosofia kantiana a marca mais profunda da modernidade: a busca da conquista e domínio humanos sobre a natureza, através da potência da razão humana. A esfera da natureza e a esfera do homem são separadas inexoravelmente uma da outra por esse raciocínio, entrando em uma relação hierárquica que coloca o interesse humano como a potência superior sobre a face da Terra.

Em um contexto social e histórico em que a 'proeminência da razão humana' é severamente questionada perante as assustadoras consequências do estado atual de degradação da natureza, que em consequência da exploração desregrada pelo homem

chega até mesmo a ameaçar as condições de sobrevivência da própria raça humana, supor que a faculdade mental do juízo tenha qualquer tipo de "proeminência em relação à natureza" é resvalar em direção ao anacronismo.

Não apenas isso, mas, como vimos no primeiro capítulo desta tese, as recentes conquistas da tecnociência nos fazem repensar os limites do humano; erodindo as fronteiras que separavam natureza e cultura. Sendo que esta 'proeminência do juízo humano' é um dos pilares que sustentam as categorias kantianas do sublime, e considerando que o contexto tecnocientífico, cultural e pós-humano da nanoconvergência desafia claramente o antropocentrismo que caracteriza a abordagem kantiana do sublime, temos que um sublime nanotecnológico somente pode ser compreendido para além de Kant, em um enfoque integrativo que entenda natureza e cultura como elementos interdependentes que estão em uma relação de complementaridade, e não de hierarquia.

Como vimos no capítulo anterior, o debate filosófico contemporâneo, encampado sob a alcunha de realismo especulativo, não somente integra arte, tecnologia e natureza como também representa um retorno transversal ao realismo de Platão em sua busca pela verdade absoluta, que agora é almejada pela ciência. O pensamento escolástico também é lembrado e resgatado nesse ambiente de discussão, tendo em vista a riqueza da contribuição epistemológica das suas diversas interpretações sobre o problema dos universais. A vanguarda da filosofia contemporânea ao evento tecnocientífico da nanoconvergência está voltada para a ontologia material, buscando subsídios no realismo escolástico no que se refere à cognoscibilidade de um absoluto de ordem material.

A ideia de infinito ressurge, desta vez como constituinte ontológico de um realismo especulativo que abraça novamente a metafísica. É no contexto epistemológico, característico à vanguarda filosófica e científica contemporânea à nanoconvergência, que um universal nanotecnológico desponta – trazendo consigo a experiência estética de um sublime que lhe é particular. Assim como o absoluto matemático de Meillassoux, este

sublime nanotecnológico é pós-kantiano ao mesmo tempo em que resgata a metafísica de Platão. Expliquemos, portanto, como isso se dá.

Muito embora uma ampla gama de filósofos tenha se debruçado sobre a questão do sublime, como, por exemplo, John Dennis, Burke, Schiller, Hegel, etc., é no sublime matemático de Kant e na crítica feita a ele por Schopenhauer que está a base epistemológica que nos interessa no contexto de um sublime nanotecnológico. Assim como a crítica de Aristóteles a Platão demarca o início do problema dos universais, e conseqüentemente o debate sobre a natureza metafísica da matéria, é a crítica de Schopenhauer a Kant que marca o retorno da possibilidade de conhecimento da *coisa-em-si*, que é, segundo Schopenhauer, "o passo mais importante e característico de minha filosofia: a transição entre o fenômeno e a coisa-em-si, da qual Kant desistiu por considerá-la impossível" (SCHOPENHAUER, VRa<sup>26</sup>:191).

A crítica de Aristóteles a Platão, sobre a possibilidade de existência de uma substância material universal, é reversa à crítica de Schopenhauer a Kant sobre a impossibilidade de conhecimento da coisa-em-si, conceito kantiano que se refere, tradicionalmente, à ideia de númeno. A primeira se fundamenta na impossibilidade de uma mesma substância material pertencer a 'um e muitos' simultaneamente; a segunda se refere à impossibilidade de se validar logicamente, através da experiência, a existência independente de um ente real, e constatar a realidade objetiva de sua essência. Na primeira, nega-se a possibilidade de existência de uma essência material absoluta (o argumento idion de Aristóteles); na segunda, nega-se a possibilidade de validação objetiva dessa essência (a coisa-em-si de Kant). Ambos apontam para aquilo que é, segundo sua lógica específica, impossível.

A relação de discípulo e mestre existente entre Aristóteles e Platão é a mesma que existe entre Schopenhauer e Kant. Mas, enquanto o argumento de Aristóteles em sua crítica a

---

<sup>26</sup> Daqui por diante todas as citações de Schopenhauer que seguirem o modelo (VRa: página) se referem à tradução de E. F. J. Payne, *The World as Will and Representation*. New York: Dover, 1966; enquanto que todas as citações que seguirem o modelo (VRb: página) se referem à tradução de Jair Barboza, *O mundo como vontade e como representação*. São Paulo: EdUnesp, 2005.

Platão se baseava na *impossibilidade*, o argumento de Schopenhauer em sua crítica a Kant se baseia justamente no retorno da *possibilidade*. É possível conhecer a coisa-em-si porque somos parte intrínseca a ela:

nós não somos meramente o sujeito cognoscente, mas nós somos em nós mesmos aquelas realidades ou entes que precisamos conhecer, nós somos a coisa-em-si. Consequentemente, um caminho interior se abre diante de nós que leva àquela verdadeira natureza íntima das coisas dentro da qual não podemos penetrar pelo lado de fora. É, por assim dizer, uma passagem subterrânea, uma aliança secreta, que, como se por traição, nos coloca a todos de uma vez do lado de dentro de uma fortaleza que não poderia ser conquistada pelo lado de fora. É precisamente assim que a coisa-em-si pode ser conhecida pela consciência apenas de forma totalmente direta, ou seja, apenas quando ela mesma toma conhecimento de si mesma (SCHOPENHAUER, VRa, Vol.II:195).

Kant apontava para a impossibilidade do conhecimento da coisa-em-si enquanto realidade última e absoluta de todas as coisas, porque considerava que aquilo que ultrapassa a capacidade da razão está fora do alcance do entendimento humano. Schopenhauer vem refutar essa impossibilidade com seu capítulo intitulado *Sobre a Possibilidade de Conhecimento da Coisa-em-Si* (VRa, Vol.II, Cap. XVIII), no qual diferencia o *ser* do *pensar*, argumentando que a confusão entre estas duas categorias se baseia nas intrincadas filigranas da percepção, que entrelaçam sujeito e objeto. Ele argumenta que, dada à natureza da percepção, toda apreensão de um objeto deve ser necessariamente subjetiva, pois "todo saber é essencialmente o ato de criar representações"; porém: "não se pode assumir que estes corpos inanimados existam simples e somente na minha representação, mas devido ao fato de que eles têm propriedades inquestionáveis, e, por virtude destas, atividade, eu devo conceder a eles um *ser-em-si*" (VRa, Vol.II:194). O subjetivo é a única via de acesso possível ao objetivo, que, por sua vez, apresenta qualidades ativas independentes: existe subjetividade na percepção do objeto, assim como existe objetividade no que nos é dado através das propriedades ativas da percepção. A coisa-em-si é real, mas nossa via de acesso a ela se dá pela sua representação, que é ideal.

Schopenhauer propõe que o conhecimento de si mesma, pela coisa-em-si, que é sujeito e objeto de si própria, acontece mediado pela intuição, que tem significados diversos para ele e Kant. Em Kant, a experiência do espaço-tempo acontece como algo que 'nos é dado' *a priori* através da intuição. Em Schopenhauer, contudo, a intuição é apenas veículo para o *a priori* do espaço-tempo: este existe objetivamente, de forma independente da intuição:

Para Kant, como para Schopenhauer, o espaço e o tempo não são princípios extraídos da experiência sensível, como queria o empirismo, mas formas *a priori* do conhecimento [...] Na crítica kantiana, entretanto, elas apresentam-se como formas da sensibilidade: faculdade em que aquilo que nos é dado, o conteúdo do conhecimento [...] a coisa-em-si, ganha as marcas da temporalidade e da espacialidade. Esta será, em Kant, a faculdade da intuição [...] Aqui o discípulo distancia-se do mestre e toma outro rumo: para Schopenhauer, pela mera sensibilidade não se obtém nenhuma intuição, ela apenas oferece a matéria que servirá para a aquisição das representações intuitivas (tarefa do entendimento), nas quais se encontram as formas *a priori* do espaço e do tempo, que serão regidas pelo princípio de causalidade (SALVIANO, 2009:01).

Tudo que está contido materialmente no espaço-tempo obedece objetivamente ao princípio de causalidade. Contudo, a coisa-em-si está além da simples causalidade:

se o ser de um objeto consiste apenas em sua ação, isso significa que este consiste meramente nas mudanças impostas a ele por outros; conseqüentemente, por si mesmo e em si mesmo este não seria nada. Isto é verdadeiro apenas em relação à matéria (VRa, Vol.II:193).

O ser da matéria, a coisa-em-si existente na matéria, seria um *nada*; entretanto esse nada tem, em Schopenhauer, características bastantes específicas. O conceito de *nada* em Schopenhauer é semelhante em profundidade filosófica ao conceito de vacuidade no budismo. Schopenhauer define o nada como sendo:

aquela falta de propósito ou de objeto último, que iremos [...] atribuir ao esforço da vontade em todos os seus fenômenos. Portanto, o espaço infinito e o tempo infinito devem ser as formas mais universais e essenciais do fenômeno coletivo da vontade (VRa, Vol.I:149).

Temos, então, que o infinito absoluto do espaço e do tempo são os componentes ontológicos 'mais universais e essenciais' da matéria, que sendo o *nada* representado

pela ausência de um 'objeto último' é ao mesmo tempo parte integrante do *tudo* imerso na magnitude do 'fenômeno coletivo da vontade', de Schopenhauer. Retorna, assim, conduzida triunfantemente nos braços da vontade, a possibilidade de um universal material, que é absoluto e real. Subitamente, Schopenhauer nos leva de volta ao mundo das Ideias de Platão.

A possibilidade de um absoluto real contido em um universal material é rejeitada por Aristóteles, assim como a possibilidade de conhecimento de um absoluto real contido na coisa-em-si é rejeitada por Kant. Análoga à reconciliação efetuada entre Platão e Aristóteles pelo hilemorfismo de Duns Scotus, explorada no capítulo anterior, é a reconciliação efetuada entre Platão e Kant feita por Schopenhauer em sua 'vontade enquanto coisa-em-si':

Schopenhauer reconcilia estas 'doutrinas paradoxais', a teoria das Ideias de Platão e a coisa-em-si de Kant, ao afirmar que ambos os filósofos reconheciam que o mundo revelado pelos sentidos é meramente um mundo de aparências e não a realidade verdadeira. As Ideias de Platão e as coisas-em-si de Kant são análogas de acordo com Schopenhauer, e sua filosofia demonstra a relação verdadeira entre as Ideias platônicas e a coisa-em-si. A filosofia de Schopenhauer elucida a diferença significativa entre as duas ao demonstrar que as Ideias platônicas são níveis adequados de objetificação da Vontade enquanto coisa-em-si (CARTWRIGHT, 2005:131).

Duns Scotus, em sua interpretação do princípio de individuação, o define não apenas como uma propriedade meramente material, mas como a expressão da *haecceitas* – aquilo que torna a *universalidade* da essência última da coisa-em-si algo *particular* e presente na existência. Ele considera a "individuação como sendo uma adição à natureza ou à forma comum [...] uma adição não de outra forma ou essência ou propriedade, mas de uma *ultima realitas*, de uma 'maximidade' da forma em si mesma". (AGAMBEN, 2007:17). Ao unir materialmente o universal e o particular através da *haecceitas*, Duns Scotus reconcilia Aristóteles a Platão.

Schopenhauer também irá reconciliar o universal (a realidade última da coisa-em-si) ao particular (a pluralidade de suas manifestações) e desta forma reconciliar Platão a Kant, quando define que "o tempo e o espaço são o *principium individuationis*, que foi alvo de

tantas sutilezas e disputas entre os escolásticos" (VRa, Vol.I, 113). Porém, universal e particular não irão se encontrar através da *ecceidade*; mas será a *vontade* que fará a ponte entre a unidade e a pluralidade, através de sua *objetivação*:

Sabemos que a pluralidade em geral é condicionada pelo tempo e espaço, e que apenas nestes é concebível, e dessa forma os chamamos de *principium individuationis* [...] se a coisa-em-si, como acredito ter esclarecido e provado suficientemente, é a vontade, então, considerada como tal e isolada de seus fenômenos, ela se encontra além do espaço e do tempo, e dessa forma desconhece a pluralidade, e conseqüentemente é una. Ainda, como já foi dito, ela não é una como um indivíduo ou conceito o é, mas como algo ao qual a condição da possibilidade de pluralidade, isto é, o princípio de individuação, é estrangeira. Assim sendo, a pluralidade de coisas no espaço e no tempo que quando juntas são a objetivação da vontade, não são a vontade, que, apesar da pluralidade, continua sendo indivisível (VRa, Vol. I, 128).

Bem ao contrário de Duns Scotus, que coloca a origem do princípio de individuação na *ecceidade*, que, mesmo determinando a forma da matéria, não tem natureza material, em Schopenhauer o princípio de individuação é equivalente ao espaço-tempo, sendo, dessa forma, inerentemente material. Contudo, esse princípio irá *operar* a partir da vontade, que não é material, através de sua objetivação, que a torna material. Similarmente, as Ideias de Platão estão além do espaço-tempo, situadas na dimensão da vontade de Schopenhauer; mas, mesmo assim, em sua metafísica determinam o mundo físico e o mundo sensível, que é a origem de todo o conhecimento para Kant. A vontade em Schopenhauer integra a teoria das Ideias de Platão ao princípio da razão suficiente de Kant, mas ao mesmo tempo *vai além* de Kant quando afirma e legitima a possibilidade de conhecimento da coisa-em-si.

Eis que chegamos, finalmente, ao ponto em que a própria possibilidade de conhecimento da coisa-em-si se torna, por si mesma, *sublime*. A vontade, enquanto coisa-em-si, *está* no mundo material, contudo não é o mundo material. Ela é absoluta e infinita enquanto transcendência, mas *está* presente em nós e em tudo o que nos rodeia dentro do espaço-tempo. Contemplar a infinitude metafísica da vontade (Schopenhauer) refletida na infinitude matemática do espaço-tempo (Kant) é um exercício estético que nos conduz ao sentimento do sublime. Aqui Schopenhauer nos levará, mais uma vez, para além de

Kant no que se refere ao entendimento da sublimidade. Consequentemente, o sublime de Kant está para a razão suficiente assim como o sublime de Schopenhauer está para a arte contemplativa:

[...] se em Kant o que vale são as sensações produzidas no indivíduo, ou seja, no sujeito com base na contemplação estética, se para Kant o que importa são os juízos de gosto, um juízo ao qual este atribui validade universal, para Schopenhauer o que importa não é mais a sensação do sujeito em relação a um objeto considerado belo ou sublime, mas sim, a capacidade de se livrar da identidade e se fundir num só sentimento, onde não mais existe separação entre sujeito e objeto, onde só existe a sensação da beleza e da sublimidade, produzidas pela contemplação estética num total abandono do eu (ALMEIDA, 2009:245).

É assim, em um contexto nanoconvergente, em que a razão já não parece ser mais tão suficiente assim, que o sublime nanotecnológico nos chega através da contemplação de um incomensurável matemático, expressado por um princípio de individuação peculiar, no qual o universal e o particular são mediados pela nanocomunicação em seus fluxos e códigos informacionais, que redesenham materialmente os contornos de sujeito-objetos e objeto-sujeitos.

### 3.2 PARA ALÉM DO SUBLIME TECNOLÓGICO DE MARIO COSTA

Em seu ensaio *The Technological Sublime*, Jos de Mul (2011) nos presenteia com uma introdução concisa e direta sobre a evolução histórica do entendimento do sublime, que irá culminar no sublime tecnológico. Primeiramente, temos em Longinus o sublime como *technè*. Passamos a Kant, para quem o sublime natural é privilegiado como experiência estética: no sublime matemático kantiano, ligado à infinitude, essa estética se baseia na admiração humana pelo incomensurável; já em seu sublime dinâmico, ligado à experiência da magnitude das forças naturais, essa estética se baseia na terribilidade dos fenômenos da natureza. O sublime kantiano não pode existir separado da contemplação estética baseada no juízo humano. Contudo, em Schiller, o sublime é 'liberado' de suas limitações estéticas: "o trabalho de Schiller transforma o sublime de uma categoria estética ambígua em uma, não menos ambígua, categoria de vida". (De

MUL, 2011). O sublime já não é mais algo externo ao humano, mas sim inerente à condição humana, sendo que essa perspectiva está alinhada com o sublime védico de Schopenhauer.

Temos, então, que o conceito de sublime se desenvolve a partir da ideia de um sublime vinculado à arte e à técnica, evolui para um sublime pertencente ao mundo natural, segue ainda para um sublime inerente à própria vida humana, e, a partir da Revolução Industrial, passa a ser, progressivamente, relacionado à tecnologia. Se o sublime natural de Kant e o sublime humanista de Schiller se caracterizavam pela admiração e temeridade que o homem sentia em relação a uma potência que lhe ultrapassa em todos os sentidos – a natureza ou divindade como sua fonte de vida e também de morte; no sublime tecnológico essa admiração se dá em relação à potência de suas próprias criações humanas. Com a Revolução Industrial, o homem começa a dominar a natureza através de suas tecnologias:

O poder da natureza divina se transfere para o poder da tecnologia humana. Em um certo sentido, o sublime agora retorna ao que era na obra de Longinus: um tipo de técnica - *technè* - humana. Entretanto, em nossos dias esta técnica não se refere à categoria das tecnologias alfa, como a retórica, mas ao invés nos encontramos à beira da era das tecnologias beta do sublime. O homem moderno se torna cada vez menos disposto a se deixar dominar pela natureza; ao contrário, ele toma vigorosamente o comando tecnológico da natureza (De MUL, 2011).

A partir das muitas inovações tecnológicas trazidas pela industrialização, grande parte das situações naturais, que sempre despertaram o sentimento do sublime, começa a não mais possuir o aspecto do terrível. Distâncias que não podiam ser vencidas sem o risco da morte, a velocidades antes inimagináveis, começam a poder ser conquistadas através dos automóveis e barcos a vapor; condições naturais, que impunham obstáculos insuperáveis à vida humana, começam a ser modificadas para que permitam o assentamento urbano, como as represas e as modificações no curso dos rios; doenças antes incuráveis passam a ser debeladas pelos avanços da medicina. Tudo isso irá modificar o entendimento do sublime:

Sendo que os seres humanos criaram os fantásticos barcos a vapor, estradas de ferro, pontes e reservatórios de água, o objeto sublime em si mesmo era uma manifestação da razão. Sendo que o poder esmagador disponível ali não era natural, mas sim humano, o 'diálogo' não era mais entre o homem e a natureza, mas entre o homem e suas criações. A fascinação induzida pela visão de um imenso ou dinâmico objeto tecnológico se tornou uma celebração do poder da razão humana (NYE, 1994:60).

Deixando a modernidade e seguindo rumo ao contemporâneo, nos perguntamos sobre o quê exatamente torna o conceito de sublime nanotecnológico um conceito diferente das proposições anteriores sobre o sublime tecnológico e por que essas proposições não se aplicam a este último. A resposta a essa pergunta pode ser formulada a partir da contraposição entre a principal teoria comunicacional, que se dedica inteiramente ao estudo do sublime tecnológico – a estética da comunicação de Mario Costa (1985, 1990, 1995, 1999) –, e as novas teorias que surgem a partir da nanocomunicação e da nanocultura. Antes que possamos apontar essas diferenças, começemos pela análise do entendimento original de Mario Costa sobre o sublime tecnológico.

A definição de sublime tecnológico adotada por Mario Costa começa e termina em Kant: “[...] o sublime tecnológico [...] mais do que o sublime natural, evoca o respeito por nossa própria destinação e a ideia da superioridade da razão” (COSTA, 1995:52). Para Mario Costa, o advento do sublime tecnológico assinala o declínio do sublime natural, que já não é mais tão terrificante e admirável pois passará a ser completamente dominado pela subjugação da natureza pelo homem através da tecnologia. Dessa forma, a experiência humana do sublime natural é reduzida quando comparada à sublimidade tecnológica que domestica e até mesmo ultrapassa a natureza:

[...] a sublimidade não é mais vinculada a um objeto ou a um evento natural, mas nasce de uma situação criada pela tecnologia, por um evento ou uma atividade tecnológica [...] a sublimidade pode ser objeto de uma produção controlada e de um consumo socializado e repetível (COSTA, 1995:49).

Por estar completamente alinhado à interpretação kantiana do sublime, que o entende unicamente como uma experiência mediada pela faculdade do juízo humano, é que Mario Costa propõe uma definição de sublime tecnológico que é, por vezes, paradoxal. Se

o sublime tecnológico pode ser 'consumido socialmente repetidas vezes', pois que é produzido artificialmente, como pode ao mesmo tempo manifestar a "capacidade do pensar que evidencia uma faculdade da mente que transcende qualquer medida de sentido"? (KANT, CJ:76).

Se a mente humana é a origem e o fim de tudo aquilo que é sublime, contendo em si mesma a totalidade dessa experiência, é porque nela reside uma faculdade que transcende a própria mente. Entretanto, se a experiência do sublime se dá através de uma faculdade que transcende 'qualquer medida de sentido', como pode a mente ser seu único esteio e originação? Eis o paradoxo do sublime segundo o princípio da razão suficiente de Kant, criticado por Schopenhauer. Vem daí a contradição peculiar trazida pelo sublime tecnológico segundo Mario Costa: se sujeito e natureza se enfraquecem simultaneamente através da tecnologia, diluídos no mar de imagens sintéticas que produzem sublimidades por si próprias, de que forma o sublime tecnológico pode ser vivenciado para além do sujeito e da natureza? Qual é o *locus* específico onde se dá a experiência do sublime tecnológico? Há questões não resolvidas, que desafiam o dualismo cartesiano tão querido ao racionalismo moderno no qual essas interpretações se inserem.

O sublime tecnológico de Mario Costa rejeita o sublime natural e também rejeita o sublime artístico, habitando espaços e tempos que só se tornam acessíveis através do que ele chama de *neotecnologias da comunicação*, que são redes de conexões tecnológicas produtoras de sublimidades provenientes de imagens sintéticas. Por estar inserido nessas redes de conexões, o sublime tecnológico só poderia ser acessado através de três vias: 1ª) a noção de fraqueza do sujeito e sua dissolução no emaranhado de conexões tecnológicas; 2ª) a domesticação tecnológica do *absolutamente grande* da natureza; e 3ª) o domínio da terribilidade da tecnologia (COSTA, 1995).

As imagens sintéticas são, para Mario Costa, a mídia *par excellence* da experiência racional e estética do sublime. Contudo, ao mesmo tempo em que Costa afirma que "[...] o sublime, de fato, a bem dizer, de modo nenhum pode ser inerente à arte" (COSTA, 1995:19), também afirma que é somente a partir da técnica que "o *sublime* cessa de

pertencer somente à natureza, e principia a pertencer também à *arte*” (1995:23). Temos então que o sublime não pode ser inerente à arte, mas através da técnica passa a pertencer também à arte. Aqui é evidenciada a separação entre natureza e arte, dimensões opostas que, de acordo com Costa, apenas a técnica pode reunir. Outro aspecto peculiar à ideia de sublime tecnológico proposta por Mario Costa é a da 'expropriação do humano' pela tecnologia, que geraria um novo tipo de terrificante:

A tecnologia, com o perigo supremo da expropriação do humano, criou um novo 'terrificante' [...] próximo ao 'terrificante natural', é necessário considerar o terrificante tecnológico, e que às formas de sublimidade derivadas da natureza é necessário acrescentar o novo acontecimento da sublimidade tecnológica (COSTA, 1995:48).

A tecnologia é entendida por Costa como sendo algo à parte de tudo aquilo que pertence ao que é essencialmente humano, quase como uma 'força' autônoma e assombrosa à qual o homem, de alguma forma misteriosa, apenas deu vazão. De acordo com a cartilha ludista, dentro da qual tudo que é tecnológico e artificial é maligno, e tudo que é natural e orgânico é benigno, a oposição entre natureza e tecnologia não só é um fato, como também é um fato desejável. Contudo, prevenir contra o perigo de uma expropriação do humano não faz de Mario Costa um ludista. Pelo contrário, é justamente por enxergar a beleza e a grandeza das possibilidades tecnológicas inseridas no terrificante tecnológico que Costa identifica nelas o sublime. Ainda assim, este sublime tecnológico, traduzido através de imagens sintéticas, não pertence à dimensão subjetiva do humano. Como vemos, existem nesse conceito vários vetores de contradição.

Analisemos primeiramente a contradição relacionada à esfera de atuação dos artistas da comunicação, que permitiria a domesticação e a socialização da sublimidade (COSTA, 1999). Um dos pilares do trabalho de Mario Costa é “afirmar que a idade da arte e da expressão está, teórica e tecnicamente, completa, enquanto o que se abre é a nova época antropológica e estética do sublime tecnológico” (COSTA, 1995:37). Porém, se a domesticação e a socialização da sublimidade se dão principalmente através da atuação dos artistas da comunicação, sendo que a arte tem nesse aspecto um papel fundamental ao instrumentalizar a 'socialização da sublimidade', não seria possível afirmar que a 'idade da arte está completa'.

Mario Costa afirma que o sublime tecnológico acontece através da arte, ao mesmo tempo em que prescinde completamente desta: a idade da arte acabou, pois o sublime tecnológico reduziu a arte a mero instrumento de domesticação e socialização. Segundo Mario Costa:

a) o sublime tecnológico não tem nenhuma relação com qualquer princípio de personalidade, de criatividade, de expressividade [...] b) com o sublime tecnológico, não se trata de fazer exprimir um artista qualquer, trata-se, ao contrário, de figurar impessoalmente a ideia da potência humana [...] todo uso meramente “artístico” das novas tecnologias mantém-nas em um regime de funcionamento inferior àquele possível (COSTA, 1995:56).

Ao dizer que o sublime tecnológico já não é mais fruto nem da criatividade nem da expressividade artísticas, mas sim da 'imagem impessoal que transmite a ideia da potência humana', Costa entra em oposição a suas afirmações anteriores que dizem, justamente, que duas das três vias de acesso ao sublime tecnológico são, respectivamente: 1ª) a noção de fraqueza do sujeito; e 3ª) a terribilidade da tecnologia (COSTA, 1995). Como conciliar o sublime tecnológico, enquanto 'imagem da potência humana', quando este é acessível apenas através da 'fraqueza do sujeito' diante da 'terribilidade da tecnologia' que ameaça a 'expropriação do humano'?

O fato é que o sublime, seja ele matemático, natural, ou tecnológico, é muitas vezes paradoxal. Ele deve ser simultaneamente feio e belo; assustador e encantador; repulsivo e convidativo. Por isso, as contradições que porventura existam, nas poucas e corajosas tentativas de analisar esse conceito tão complexo e profundo, encontram, certamente, vários atenuantes. Desde Kant até Schopenhauer, passando por Mario Costa e seguindo até chegar nesta singela tentativa de aqui, neste texto de tese, identificar uma nova faceta do sublime, há uma constante: entrar no incomensurável território do sublime é se perder em suas intrincadas miríades, para a cada tentativa emergir delas em pontos aparentemente diversos de sua topologia.

O aspecto mais discrepante do entendimento do sublime tecnológico de Mario Costa em relação ao sublime nanotecnológico, proposto nesta tese, é que a oposição entre natureza e tecnologia e a supremacia da razão humana são as bases nas quais esse conceito se sustenta; enquanto que em um sublime nanotecnológico a razão humana não possui soberania, e não existe oposição entre natureza e tecnologia. Muito embora o entendimento do sublime tecnológico de Mario Costa traga uma contribuição fundamental à discussão sobre o sublime no contexto da tecnologia, já não responde pertinentemente às implicações das tecnologias do presente, que integram a natureza à tecnologia de forma cada vez mais íntima e pervasiva.

### 3.3 INDIVIDUAÇÃO & IMANÊNCIA

Desde as décadas de 1980 e 1990, quando Mario Costa elaborava o conceito de sublime tecnológico, o panorama tecnocientífico modificou-se profundamente. Como podemos perceber pelos muitos avanços científicos e tecnológicos da primeira década do século 21, listados e descritos no primeiro capítulo, as implicações da tecnologia no contemporâneo começam a adquirir sentidos e atribuições bastante diferentes. Após uma modernidade caracterizada pela dicotomia e separação entre natural e artificial e por uma atitude de dominação do homem em relação à natureza, os avanços recentes da física quântica e o fenômeno de convergência entre inteligência artificial e sistemas orgânicos apontam para uma contemporaneidade radicalmente ciborgue: pós-humanismos unem-se a trans-humanismos na nanocultura (HAYLES, 2004).

Nesse admirável mundo novo que se apresenta através das conquistas da nanotecnologia, é preciso ir além das ramificações culturais de tudo aquilo que é, puramente, digital. Já não é mais suficiente analisar imagens sintéticas, como fez Mario Costa, imagens essas que trazem em si a superficialidade tão elogiada por Flusser. Ao contrário da superficialidade das imagens técnicas, que caracterizou fortemente as primeiras décadas da cultura digital, nos dirigimos agora para um novo território. Se o terreno das imagens técnicas onde se situa o digital é, por natureza, superficial, o território das imagens nanotecnológicas é, ao contrário, profundo.

As águas da convergência nanotecnológica são profundas e traiçoeiras, e isso talvez explique o porquê de ainda não terem atingido as praias do *mainstream* cultural. Quando pensamos em um sublime nanotecnológico, lidamos com muito mais do que com meras imagens técnicas. Como vimos nas primeiras páginas deste capítulo, ao formular o conceito de sublime nanotecnológico lidamos com delicadas questões ontológicas, metafísicas e éticas, que certamente ultrapassam os limites da tecnologia digital, à qual o sublime tecnológico de Mario Costa, preponderantemente, se refere.

Muito embora a contribuição de Mario Costa sobre o sublime tecnológico nos seja um excelente ponto de partida e importante referência, não é na análise explicitamente kantiana de Costa que iremos encontrar os subsídios necessários à formulação de um sublime nanotecnológico. É em Schopenhauer que encontramos um entendimento do sublime que está melhor alinhado com a ontologia material que caracteriza o sublime que emerge a partir da nanotecnologia. Enquanto o sublime tecnológico de Mario Costa está ligado à *virtualidade da multiplicidade reprodutível das imagens técnicas*, o sublime nanotecnológico é inerente à *materialidade da multiplicidade autorreplacável da individuação*, que – "assim como uma imagem, é multiplicada através das facetas de um vidro" –:

[...] a matéria existe apenas na luta entre forças conflitantes. Se abstrairmos toda a diferença química existente na matéria, ou se pensarmos tão atrás na cadeia de suas causas e efeitos até que nenhuma diferença química exista ainda, então chegamos à mera matéria [...] a vida desta [matéria], i. e., a objetivação da vontade, é agora formada apenas pela força da atração e repulsão [...] é o papel da física e da química procurar por estas forças e se familiarizar com suas leis. Cada uma dessas forças se manifesta a nós em milhões de fenômenos similares e regulares, sem mostrar nenhum traço de caráter individual, mas meramente multiplicados através do tempo e espaço, i. e., através do *principium individuationis*, assim como uma imagem é multiplicada através das facetas de um vidro (VRa, Vol.I, 149).

As imagens nanotecnológicas são mensagens que nos chegam do âmago de nós mesmos, retratos que trazem notícias do mundo distante da essência ontológica da realidade. Lá no ponto onde a não-forma invisível do mundo quântico se transforma em forma visível

da matéria é que se dá a transmissão do recado nanotecnológico sobre uma outra faceta do sublime. Esse sublime que se apresenta na união entre o sublime matemático e o sublime natural de Kant é o sublime védico de Schopenhauer: o mundo é representação. O infinito da representação que se multiplica através da individuação nanotecnológica entre múltiplos níveis de realidade nos traz o êxtase terrificante de um sublime nanotecnológico que se espalha na finitude de seus objetos.

É no sublime védico de Schopenhauer, que entende o infinito não apenas como uma propriedade da razão humana, mas sim como uma parte constitutiva de nós mesmos e do mundo em que vivemos, que o sublime nanotecnológico encontra ressonância. O visível (a realidade material) e o invisível (o mundo transcendental das Ideias) não estão em oposição e nem caracterizam uma dualidade – para Schopenhauer, esses mundos se unem através da representação. Da mesma forma, a materialidade da realidade física, manipulável através das modulações quânticas da nanotecnologia, mostra-se perfeitamente compatível com a imaterialidade característica à leveza dos códigos informacionais que irão programá-la no contexto da nanoconvergência.

Há no conceito de sublime nanotecnológico aspectos objetivos e subjetivos. Objetivamente, podemos observar os fatos tecnocientíficos do estado da arte nanotecnológico, ao qual dedicamos o primeiro capítulo desta tese. Dentre esses dados observáveis pela comunidade científica internacional contemporânea estão a unidade da matéria, a possibilidade de transmutação nanotecnológica ilimitada através de um construtor universal, a pluralidade de novas formas materiais, as extensões e mutações nanotecnológicas do humano, a nanocomunicação e a informação quântica, etc. Como aspectos subjetivos, que compõem a reação estética a esses processos nanoconvergentes, há a experiência simultânea de sua beleza e monstruosidade, a apreensão sensível de um infinito tecnológico e informacional, a reconfiguração neurotecnológica da *umwelt*<sup>27</sup> (UEXKÜLL, 1920) humana, etc.

---

<sup>27</sup> O ambiente sensorio específico à cada espécie biológica, que faz a mediação cognitiva entre o mundo externo objetivo e a percepção subjetiva

Começemos analisando seus aspectos objetivos. Como vimos, o conceito de unidade da matéria sempre existiu na filosofia, desde Platão até nossos dias; e se levarmos em consideração a filosofia oriental, essa ideia tem existido desde muito antes, como por exemplo na filosofia védica e budista. A matéria, tanto para a metafísica védica (ZAEHNER, 1966) quanto para a budista (RINPOCHE, 1992) é ilusória, aparente, e deve sua existência a um princípio de causalidade<sup>28</sup> que é em si a causa primeira e eficiente de tudo que há no universo físico. De acordo com a filosofia védica e budista, a unidade absoluta entre todas as coisas é a verdade última e universal, que está escondida atrás do véu ilusório da dualidade do mundo dos fenômenos materiais: Maya. Platão, em sua alegoria da caverna, propõe algo similar à metafísica oriental, quando considera que a realidade última e verdadeira está além dos limites do mundo sensível, estando no mundo das Ideias, que é perene e universal.

O mundo sensível da dualidade e da particularidade, incluindo a matéria, é mera fantasmagoria; sombras em uma caverna. Essa ilusão dual existente no mundo dos fenômenos está, contudo, enraizada na unidade absoluta que a origina através de um princípio de causalidade que determina suas individuações: o movimento pendular que acontece entre matéria e forma, através do qual a mudança da forma determina o devir da matéria e a transformação da matéria determina o devir da forma. Sendo que é justamente a contemplação desse movimento pendular da individuação que, em um contexto nanotecnológico, nos impulsiona na direção de seu sublime, é preciso aprofundar nossa compreensão sobre a individuação tecnológica.

A questão da individuação, que ocorre a partir da unidade da matéria, em suas relações com a universalidade e o hilemorfismo, tem acompanhado a evolução da metafísica, tanto clássica quanto oriental. Explorando sua interação com a particularidade e multiplicidade dos fenômenos materiais, descrevemos no capítulo dois a *haecceitas* de Duns Scotus; e neste capítulo o princípio de individuação de Schopenhauer, equivalente ao movimento dinâmico do espaço-tempo enquanto objetivação da vontade. Da filosofia clássica, com o hilemorfismo de Aristóteles, passamos à medieval, com a *ecceidade* de

---

<sup>28</sup> *Skhamba* (ZAEHNER, 1966:vii)

Scotus; para, em seguida, abordarmos a perspectiva moderna a partir da individuação espaço-temporal de Schopenhauer. Através de todas essas epistemologias, observamos uma *continuidade* epistemológica relativa ao entendimento sobre a possibilidade de um universal material. Essa universalidade é imanente à multiplicidade das manifestações materiais, que encontram sua gênese no princípio de individuação (em suas muitas interpretações). A universalidade da individuação persistirá ainda na filosofia pós-moderna, com Deleuze (fortemente influenciado por Duns Scotus), e tem se renovado no contemporâneo através do realismo especulativo.

Deleuze desenvolveu sua própria versão do princípio de individuação, inspirado em Simondon. A diferença e a repetição são, em Deleuze, os constituintes ontológicos primordiais de qualquer tipo de individuação, seja ela material, psíquica, ou conceitual. O movimento relacional entre matéria e forma, característico de todo processo individuativo físico, acontece em Deleuze como uma oscilação permanente e contínua de produção de diferenças entre a *atualidade* e a *virtualidade*. Em sua resenha de 1966 sobre o livro *A Individuação e sua Gênese Psico-biológica*, de Simondon, Deleuze faz as primeiras correlações entre a individuação simondoniana e a diferença:

A condição preliminar da individuação, de acordo com Simondon, é a existência de um sistema metaestável [...] Um sistema metaestável, essencialmente, exige a existência de disparidades entre no mínimo duas ordens de magnitude, de duas escalas díspares de realidade, entre as quais não há, ainda, nenhuma comunicação interativa. Assim, ele implica em uma diferença fundamental, como em um estado de assimetria (DELEUZE, 2001 [1966]:44).

Toda a ontologia e epistemologia deleuziana está baseada no imbricamento entre diferentes níveis de realidade que se interpenetram e modificam mutuamente em um perpétuo devir. É por isso que Deleuze identifica tantos pontos em comum com Simondon. A individuação é um *rapport* entre um e outro nível de realidade que une física, tecnologia, biologia, psicologia, etc., através de sistemas metaestáveis que se dobram e desdobram continuamente. A individuação em Simondon é *transdutiva*:

Nós definiremos o indivíduo como uma realidade transdutiva. O que nós queremos dizer com essa palavra é que um indivíduo não é nem um

ente substancial como um elemento nem uma relação pura, mas que ele é a realidade de uma relação metaestável. Não existe indivíduo verdadeiro que não esteja em um sistema onde se produz um estado metaestável (SIMONDON, 1989:79)

Porém, essa transdução que leva à *multiplicidade infinita do devir contínuo da individuação* não contém apenas diferença e particularidade. Ela acontece embutida na universalidade de um *plano de imanência*, que é transversal a todos os eventos de contingência e distribuição. A unidade da matéria é substituída pela univocidade da consistência, e pode ser identificada em Deleuze como estando inserida em um:

puro plano de imanência, de univocidade, de composição, em que tudo é dado, em que dançam elementos e materiais [...]. Plano de consistência povoado por uma matéria anônima, parcelas infinitas de uma matéria impalpável que entram em conexões variáveis (DELEUZE, 1997:40-41).

Contidos no mesmo 'plano de imanência' estão tanto a matéria quanto o pensamento, tanto a biologia quanto a máquina, tanto a igualdade quanto a diferença. Já não existe ordem vertical de hierarquia entre uma e outra dessas dimensões, mas todas coexistem em um mesmo horizonte transdutivo. A nanotecnologia, enquanto motor artificial de transduções específicas, materiais e informacionais, biológicas e computacionais, é um espaço privilegiado de observação dos processos tecnológicos de individuação. Ao operar na fronteira entre o imaterial, que é dado pela modulação, e o material, que é dado pela partícula (entre a forma enquanto onda e a matéria enquanto partícula), as tecnologias nanoquânticas inauguram um tipo específico de hilemorfismo: o nanoquântico.

Na nanoconvergência, matéria é informação e, por ser informação, se torna sujeita ao mesmo tipo de programação informacional que encontramos na inteligência maquínica dos sistemas digitais, que é, inerentemente, transdutiva. O hilemorfismo nanoquântico transita entre a forma codificada em nanosoftwares e a matéria nanotecnologicamente reprogramável. Nesse espaço temos um tipo particular de individuação, que aqui nos é dada através de uma *transdução nanotecnológica*. Essas transduções nanotecnológicas são chamadas de *nanomutações*, por Bernard Stiegler:

Pensar nanomutações, desde que estas designem um processo que leva à convergência entre as tecnologias da matéria, da informação e dos seres vivos [...] é o que traz à frente a técnica e a tecnologia como 1) fatores estruturais de mutações históricas, proto-históricas e pré-históricas em geral (sendo que estas formam sistemas que são também processos de individuação técnica interagindo com processos de individuação psíquica e coletiva [...] e 2) como a base de excelentes questões "nanomutantes" trazidas por aquelas tecnologias às quais chamamos, sem saber muito bem o que queremos dizer com este termo, nanotecnologias - e este "não saber muito bem" é uma das questões que determina todas as outras. Pensar este devir, e aquilo que parece impensável dentro dele, tanto como a fraqueza e o problema do pensamento, exige a leitura de Simondon (STIEGLER, 2011).

Pensar a transdução nanotecnológica e suas nanomutações é pensar sua *ontogênese*, categoria fundamental ao princípio de individuação em Simondon. A ontogênese do objeto tecnológico está em seu "caráter de consistência e de convergência [...]. A gênese do objeto tecnológico faz parte do seu *ser* [...] o objeto tecnológico é unidade de devir". (SIMONDON, 1958:20). Não por acaso, a continuidade transdutiva característica a um hilemorfismo nanoquântico é *convergente*. Entretanto, não é apenas na convergência, enquanto processo constitutivo da transdução nanotecnológica, que encontramos pontos de contato entre a *práxis* da nanoconvergência e a teoria da individuação tecnológica de Simondon. O quântico, enquanto nível físico de realidade, é, na epistemologia de Simondon, um plano de imanência: não existe transdução que não seja, por sua própria natureza, quântica. Como explica Brian Massumi:

a integridade dinâmica do evento quântico (o tudo ou nada de sua ocorrência) se interpõe entre duas diferenças, cuja descontinuidade é marcada por uma mudança de nível que vem acompanhada por uma mudança qualitativa nas propriedades definidoras de um sistema (a transformação, por exemplo, de um elemento químico em outro). Para Simondon, toda transição, toda mudança, todo devir é quântico (MASSUMI, 2009:41).

A importância desta constatação em relação a um sublime nanotecnológico não pode ser subestimada. Ao abraçar o quântico como imanência que permeia todos os níveis de realidade, sejam eles mentais ou emocionais, naturais ou tecnológicos, objetivos ou subjetivos, Simondon aponta para a convergência entre aquilo que pertence ao metafísico e aquilo que pertence ao físico. A consciência se torna a ponte entre o

imane e o transcendente: "se supomos que a individualidade dos estados de consciência [...] é do tipo quântico, se torna possível descobrir uma mediação entre a unidade absoluta e a pluralidade infinita". (SIMONDON, 1989:97). É ao perceber a profundidade existente nessa mediação entre a imanência de uma pluralidade infinita e a transcendência de uma unidade absoluta que vivenciamos o sentimento de um sublime nanotecnológico.

A abordagem filosófica tradicional da unidade da matéria parte da transcendência – característica ao mundo platônico das Ideias; em direção à imanência – que se manifesta como pluralidade de formas materiais. Mas, no contexto tecnocientífico da nanoconvergência, é a partir da unidade *imane* ao nível nanoquântico da matéria que a multiplicidade das formas se torna programável, nos mostrando um sublime nanotecnológico que, no contingente absoluto de suas possibilidades, poderia também ser entendido como *transcendental*.

Caracterizar o sublime nanotecnológico como a experiência de uma *imanência material que é ao mesmo tempo transcendental* se torna pertinente ao integrarmos a individuação tecnológica de Simondon à perspectiva contemporânea do realismo especulativo em sua ontologia da imanência (BRYANT, 2008). A ontologia da imanência tem seu principal fundamento no empirismo transcendental de Deleuze, que considera a essência como sendo "real, independente da subjetividade, e cuja inteligibilidade tem uma universalidade própria tão crucial quanto a que existe nas formas de Platão". (BRYANT, 2008:13). Um dos argumentos mais importantes da ontologia da imanência, em sua revisão da metafísica deleuziana, é afirmar que a transcendência está presente tanto no realismo de Platão quanto no realismo empírico de Kant:

Um dos principais erros na interpretação de Deleuze é afirmar que, por este ter proclamado que nós deveríamos superar Platão, isto significaria uma forma de anti-platonismo – uma rejeição do transcendentalismo de Platão. O mesmo se aplica à imagem de Deleuze como 'anti-kantiano'. Contrária à interpretação tradicional, Bryant argumenta que Deleuze não é contra o transcendentalismo em nenhum destes filósofos; ao invés, o problema que ele vê nestes dois filósofos é que eles não são transcendentais o suficiente (DUNHAM, 2010).

O transcendental em Platão é acessado por meio de uma analogia com o humano, enquanto que o transcendental em Kant é acessado a partir do humano. Ambos são antropocêntricos em sua metafísica ao privilegiar o homem em sua relação com o mundo. É por isso que se torna possível dizer que a metafísica de Deleuze não é antitranscendental, mas sim antiantropocêntrica. Essa revisão especulativa da metafísica deleuziana retoma a apropriação que Deleuze fez do conceito de *univocidade do ser* em Duns Scotus, segundo a qual "a noção de ser é diferente daquela de um ser finito ou infinito, do qual é baseado, e assim unívoco a ambos". (SCOTUS apud KING, 2003, p. 18). A univocidade, que permeia tanto a finitude quanto a infinitude, tanto o universal quanto o particular, vai além de qualquer referência ao humano. Essa univocidade está baseada no *ser*, em Duns Scotus, e na *diferença e repetição*, em Deleuze:

Não é o ser que se partilha segundo as exigências da representação; são todas as coisas que se repartem nele na univocidade da simples presença (Uno-Todo) [...] o ser igual está imediatamente presente em todas as coisas, sem intermediário nem mediação, se bem que as coisas se mantenham desigualmente neste ser igual. Mas todas estão numa proximidade absoluta ali onde a hybris as situa e, grande ou pequena, inferior ou superior, nenhuma delas participa mais ou menos do ser ou o recebe por analogia. Portanto, a univocidade do ser significa também a igualdade do ser. O Ser unívoco é, ao mesmo tempo, distribuição e anarquia coroada (DELEUZE, 2006:68-69).

É importante salientar que a visão que o realismo especulativo apresenta sobre a metafísica deleuziana está longe de representar um consenso estabelecido. As interpretações tradicionais consideram que Deleuze "não é um realista em relação às essências, ou a qualquer ente transcendental" e que "a ontologia processual de Deleuze quebra o essencialismo que caracterizou o realismo ingênuo". (DeLANDA, 2004:05). Ainda,

acredita-se que [Deleuze] [...] combata as idealidades transcendentais em nome da imanência criativa da vida: em resumo, que ele adiciona sua contribuição à ruína da metafísica, à "superação do Platonismo" (BADIOU, 2000:09).

No contexto nanoquântico de um sublime nanotecnológico, que se dá em um território material-informacional onde unidade e multiplicidade, universalidade e particularidade,

modulações e partículas coabitam, em imanência, um mesmo espaço-tempo; a interpretação de Levi Bryant (2008) sobre a metafísica de Deleuze se torna factível. Quando Deleuze, em sua univocidade da diferença, "propõe a continuidade entre o sensível e o inteligível de tal forma que o sensível é o inteligível e o inteligível é o sensível" e "faz erodir a oposição entre o finito e o infinito", (BRYANT, 2008:41), temos um posicionamento filosófico que se encaixa perfeitamente com as novas possibilidades trazidas pela nanoconvergência. A convergência entre nanotecnologia, neurotecnologia, biotecnologia e tecnologia da informação concretiza a '*continuidade entre o sensível e o inteligível*' e a possibilidade de transmutação nanotecnológica ilimitada propiciada por um construtor universal, que é nanotecnológico para Drexler e quântico para Deutsch, '*faz erodir a oposição entre o finito e o infinito*'.

### 3.4 TRANSMANÊNCIA & SEMIÓTICA

É interessante notar, no decorrer da nossa investigação sobre o sublime nanotecnológico, a maneira como as categorias filosóficas mais fundamentais para este trabalho (o universal, o sublime e a imanência) parecem ser discutidas, repetidamente, ao redor da crítica feita a um argumento de um grande pensador por um de seus discípulos. Na crítica de Aristóteles a Platão, encontramos o conceito de universal que nos é pertinente. Na crítica de Schopenhauer a Kant, encontramos a visão sobre o sublime que nos é apropriada. Ainda outra vez, é na crítica de Badiou a Deleuze, e em seguida na crítica de Meillassoux a Badiou, que está a imanência recheada de transcendência que caracteriza o sublime nanotecnológico. Também aqui, através da sequência fractal de dialéticas expressas no desenvolvimento do conceito de sublime nanotecnológico, podemos perceber múltiplas dobraduras, que se dobram e desdobram, em um contínuo devir.

Expliquemos como isso se dá em relação à imanência, começando pela crítica de Badiou a Deleuze. Badiou considera o plano de imanência de Deleuze exageradamente transcendental, pois sua posição é a de que não existe univocidade. Deleuze, por sua vez,

considera a imanência interpretada por Badiou como não sendo suficientemente imanente, por estar condicionada à multiplicidade meramente matemática. Não obstante suas diferenças, ambos estão alinhados com a metafísica de Platão:

enquanto meu objetivo é fundar um Platonismo da multiplicidade, o de Deleuze é de criar um Platonismo da virtualidade. Deleuze mantém a soberania unívoca do Uno de Platão, mas sacrifica a determinação da Ideia como sendo sempre atual. Para ele, a Ideia é a totalidade virtual, o Uno é o reservatório infinito de produções dissimilares. Ao contrário, eu mantenho que as formas do múltiplo são, assim como as Ideias, sempre atuais e que o virtual não existe; eu sacrifico, contudo, o Uno. O resultado é que o solo virtual de Deleuze continua sendo, para mim, uma transcendência, enquanto que para Deleuze, é minha lógica do múltiplo que, não estando originalmente ligada ao ato do Uno, não consegue prender firmemente o pensamento dentro da imanência (BADIOU, 2000:45).

Badiou rejeita o absoluto enquanto propriedade da imanência; Deleuze considera o absoluto como sendo a univocidade da diferença. Será Meillassoux que, ao criticar Badiou por 'sacrificar o Uno', irá além tanto de Badiou quanto de Deleuze, ao propor que "a oposição entre a 'metafísica da substância' e a 'metafísica do devir'" perde o sentido dentro de um *hipercaos*<sup>29</sup> absoluto: uma dimensão inteiramente livre das contingências próprias tanto ao *ser* quanto ao *substrato* (MEILLASSOUX, 2008b:10). Se Badiou utiliza a matemática como vetor de multiplicidade na imanência, Meillassoux irá se utilizar da matemática como vetor de *possibilidade de transcendência*, e assim 'avançar além da armadilha da imanência':

Supondo que nós só tenhamos acesso a nós mesmos, supondo que o imanente é nossa consciência, linguagem, signos, história, cultura e assim por diante, surge a questão sobre como pode ser possível avançar além da armadilha da imanência em direção à transcendência do real (BRYANT, 2010:02).

No contexto especulativo do hipercaos, no qual se insere um universal nanotecnológico, imanência e transcendência se unem em *transimanência*. Jean-Luc Nancy foi o primeiro a mencionar a unidade entre transcendência e imanência em seu conceito de

---

<sup>29</sup> O conceito de hipercaos se refere ao "absoluto do pensamento" que é "eterno em si-mesmo" e transcende os fluxos, a probabilidade e as leis naturais (MEILLASSOUX, 2008a:62, 63, 79)

transimanência. A transimanência proposta por Nancy, todavia, diz respeito unicamente ao sentido:

O sentido pertence à estrutura do mundo, a um lugar ao qual seria necessário encontrar nome melhor do que chamá-lo de 'transcendência' ou 'imanência' – em sua *transimanência*, ou mais simples e fortemente, sua existência e exposição (NANCY, 1997:55).

A transimanência, segundo Nancy, tem na obra de arte sua maior expressão, que representa a 'pluralidade singular' de um ser-no-mundo que somente pode ser compreendido como 'ser-conjuntamente'. Essa pluralidade é singular, não como a manifestação múltipla de uma substância comum, mas, como um 'modo de ser conjunto' que condiciona a experiência de um 'quasi-transcendental'.

Embora existam ressonâncias entre a transimanência semântica proposta por Nancy e a transimanência hipercaótica que caracteriza o sublime nanotecnológico, estas são bastante diversas. A transimanência presente em um universal nanotecnológico diz respeito não só ao sentido (que lhe constitui), mas também à matéria que dá suporte à apreensão desse sentido, e ainda à *ausência de sentido* que caracteriza o 'signo vazio' matemático em sua absolutez. Essa ambivalência entre sentido e não-sentido também pertence ao nanosublime, que, ao revelar a transcendência da coisa-em-si presente no signo nanotecnológico, lhe dá corpo através da imanência materializável em nanomanipulação. Sentido e matéria se unem ali em um mesmo *plano de transimanência*, mediados pela informação:

A informação penetra a interface entre coisas e pensamentos como um terceiro valor, que está entre o pólo da reflexão e o pólo da coisa, entre o espírito e a matéria. As máquinas inteligentes [...] finalmente também nos compelem a reconhecer de forma ampla o fato palpável de que, obviamente, espírito ou reflexão ou pensamento está imbuído na matéria e nela permanece, pronto para ser re-encontrado (SLOTTERDIJK, 2000).

Esse "espírito ou reflexão ou pensamento", que é imanente à matéria, é a *effete mind* de Peirce: "matéria é *effete mind*, hábitos inveterados que se tornam leis físicas". (PEIRCE, CP 6.25). A materialidade inerente à semiótica peirceana é um tema que tem sido

explorado amplamente, tanto nos estudos sobre a relação entre a física quântica e a continuidade peirceana (BEIL & KETNER, 2006; FERNANDÉZ, 1989; HARTSHORNE, 1973) quanto em áreas recentes como a biossemiótica (KULL, 2005; SANTAELLA, 1999), a cibersemiótica (BRIER, 2010; NÖTH, 2002) e a ecossemiótica (NÖTH, 1998), todas estas ancoradas na filosofia peirceana. Em todas essas abordagens, a objetividade dos processos de significação (sejam eles computacionais, biológicos, ecológicos, mentais ou meramente físicos) diz respeito tanto ao significado em si mesmo quanto à estrutura material que lhe dá suporte.

Outra faceta relevante da semiótica peirceana para nosso estudo sobre o sublime nanotecnológico pode ser encontrada nas implicações da reconfiguração neurotecnológica da *umwelt* humana, a partir de intervenções nanotecnológicas nos mecanismos cognitivos cerebrais:

Através da engenharia e programação de nanorobôs providos de inteligência artificial, os cientistas estão introduzindo agentes inteligentes dentro de qualquer tipo de estrutura molecular e material. Quando estes nanoagentes inteligentes adentram as redes neurais cerebrais, eles se tornam integrados à experiência consciente deste cérebro. Esta é a nova área da neurotecnologia [...]. Dispositivos nanotecnológicos estão sendo criados que interferem diretamente com o processamento de imagens cerebral (LEMOS & SANTAELLA, 2008:05)

A nanotecnologia atua aqui, através da neurotecnologia, como elemento de transformação e reconfiguração dos mecanismos biológicos da percepção humana, não apenas inaugurando novas formas de subjetividade ao modificar estados conscientes, mas, principalmente, ao mediar a continuidade triádica entre signo, percepção e significado. A continuidade semiótica proposta pela metafísica peirceana é, em certo grau, equivalente à transimanência nanotecnológica, que é semiótica tanto em seus processos de individuação quanto em sua materialidade. Contudo, essa ultrapassa tanto o semioticismo quanto o materialismo quando confirma a ontologia imanente do realismo especulativo, que defende a equivalência ontológica entre signo e substância material:

Eu defendo a posição de uma ontologia horizontal onde todos os entes, sejam eles entes do pensamento como os signos e as ficções, ou entes físicos como os quarks e os buracos negros, sejam colocados em um mesmo nível de pertencimento ontológico [...] Ao invés de investigar a questão de como uma coisa pode representar outra, nós investigamos a maneira pela qual agrupamentos são formados entre entes diferentes. Assim não caímos mais no reducionismo fácil do materialismo eliminativo em meio à comunidade do realismo especulativo. Ao contrário, mantemos nosso direito de preservar também nossa neurologia e biologia e semiótica, pois que um signo é um objeto ou um ente tão real quanto um neurônio ou um quark. Aqui nossa ontologia se torna verdadeiramente imanente (BRYANT, 2010:03).

Explorar a transimanência em relação ao sublime nanotecnológico é explorar a materialidade da dimensão informacional e semiótica da nanoconvergência, e simultaneamente mapear seus agenciamentos concretos e estruturais. A universalidade do signo nanotecnológico, enquanto agente concreto de individuação, acontece a partir da "absolutização da unidade que existe no fundamento do discurso matemático em si mesmo: a unidade do signo, especialmente a unidade do signo desprovido de sentido". (MEILLASSOUX, 2008c:04). Aqui, partimos da imanência encontrada na universalidade do signo – e que permite sua repetição, mutação e multiplicação – em direção à transcendência presente na 'unidade do signo desprovido de sentido'. E como pensar essa transcendência que não diz respeito ao pensamento? É este o desafio que nos coloca Meillassoux:

a questão que coloco é a seguinte: como podemos pensar os signos desprovidos de sentido? E a resposta que trago a esta questão consiste em mostrar que a condição de pensabilidade de um signo desprovido de sentido é o acesso (matematizável ou não), à contingência eterna de todas as coisas. Em resumo, eu tento derivar do princípio de fatualidade nossa capacidade de produzir signos desprovidos de sentido, e mostrar que o discurso matemático se dá em uma esfera de pensamento muito próxima ao absoluto da contingência (MEILLASSOUX, 2008c:20).

Hoffmeyer (1996:03) faz a mesma pergunta em relação ao universo material em seu livro *Signs of Meaning in the Universe*: "como pode a significação surgir de algo desprovido de significação?" – ao se referir ao vazio que existiria anteriormente ao Big Bang. São perguntas ainda abertas, à espera de uma resposta. A questão da ancestralidade física colocada pela ontologia material de Meillassoux também é colocada

pela bioantropologia semiótica de Hoffmeyer, que a aborda não através da matemática, mas através da *lógica*: "encarar o vazio absoluto é uma *manobra lógica* que os seres humanos nasceram equipados para fazer com perfeição". (HOFFMEYER, 1996:04). Matemática e semiótica se encontram no sublime nanotecnológico através da polaridade criativa entre o signo *vazio* de um universal nanotecnológico, localizado na etapa anterior à materialização e à forma (seu princípio de individuação), e do signo *pleno* de significação, cuja contingência determina a multiplicidade de seus objetos, materiais ou semióticos.

De acordo com Meillassoux (2008a, 2008c), a esfera absoluta da contingência tem suas raízes na unidade do signo. Este último, não obstante, está prenhe de multiplicidade infinita. Pertence a esta tensão entre unidade e multiplicidade (material e semiótica) a experiência estética de um sublime nanotecnológico: a universalidade, própria a um sublime nanotecnológico, é simultaneamente *material* – encontrada na unidade da matéria – e *semiótica* – encontrada na unidade do signo. Configuram um cenário tecnocientífico que, ao ser contemplado, nos traz a experiência estética de um sublime nanotecnológico: a universalidade material, presente na possibilidade de um *construtor universal nanoquântico* (DREXLER, 2003; DEUTSCH, 2011) – a nanomáquina com potencial ilimitado de transmutação molecular –; conjuntamente com a universalidade semiótica, presente na *nanocomunicação* (HARA, 2006; SUDA, 2005) – a translinguagem matemática universal que integra a inteligência viva à artificial, o orgânico ao inorgânico e a matéria ao pensamento.

### 3.5 CONCLUSÃO

Neste capítulo desenvolvemos o conceito de sublime nanotecnológico a partir da formulação anterior do conceito de universal nanotecnológico. Este último se dá a partir da unidade da matéria e da possibilidade de um universal material de ordem nanoquântica. Para contextualizar o surgimento de um universal nanotecnológico, efetuamos um breve levantamento sobre a evolução da categoria do universal, questão

extremamente polêmica desde a antiguidade até os nossos dias. Identificamos a menção a um universal material em uma análise da *prima materia* em Aristóteles, e seguimos identificando o coração do problema dos universais durante a escolástica: a crítica de Aristóteles a Platão, feita através de seu argumento *idion*.

Resgatamos, então, através da revisão contemporânea sobre o conceito de *prima materia*, a possibilidade de existência de um princípio universal de ordem material. Abordamos em seguida o princípio de individuação de Duns Scotus como elemento que permitiria a reconciliação entre Aristóteles e Platão: através do hilemorfismo de Duns Scotus, forma e matéria se apresentam como dimensões reais e imanentes, pertencentes a uma mesma natureza comum. Constatamos que um universal nanotecnológico atua em consonância com o hilemorfismo escolástico escotista, quando observamos que códigos matemáticos que operam a partir de tecnologias nanoquânticas agem como um princípio de individuação nanotecnológico que determina tanto a forma quanto a estrutura física da matéria.

Para determinar a especificidade de um universal nanotecnológico, foi preciso posicionar nosso entendimento sobre o universal enquanto categoria, através da revisão de sua problemática filosófica. Da mesma forma, para dar corpo ao conceito de sublime nanotecnológico, foi também necessário contextualizar a epistemologia à qual pertence nosso entendimento da categoria do sublime. Foi na metafísica de Schopenhauer que encontramos a perspectiva mais apropriada para o estudo de um sublime nanotecnológico. Ao criticar o princípio de razão suficiente de Kant, Schopenhauer reconcilia a transcendência do realismo de Platão ao empirismo transcendental kantiano (de forma bastante similar a Duns Scotus em relação a Platão e Aristóteles), através da *possibilidade de conhecimento da coisa-em-si*. O sublime em Schopenhauer é o êxtase da experiência – empírica e ao mesmo tempo transcendental – da *vontade* que age em nós mesmos e no mundo como *representação*.

A metafísica de Schopenhauer (fortemente marcada pela influência dos Vedas e do budismo) nos traz um sublime védico que é transcendental e imanente à matéria. Pensamento e matéria são equivalentes enquanto elementos da objetivação da vontade

no mundo como representação, e também enquanto elementos semióticos da *effete mind* peirceana. Desse ponto, seguimos para a perspectiva contemporânea da união entre transcendência e imanência articulada, através do conceito de *transimanência*. Abordamos como o realismo especulativo, que em sua ontologia da imanência concede o mesmo estatuto ontológico tanto a signos quanto a objetos materiais, resgata a metafísica própria à semiótica peirceana ao apontar o vazio da unidade do signo como prova da existência de um absoluto que é *contínuo* à multiplicidade infinita da contingência, segundo coloca Meillassoux.

Observamos neste capítulo como o sublime matemático, dinâmico e natural de Kant está unido na imanência transcendental, que é própria ao sublime de Schopenhauer. O acesso a este sublime se encontra no absoluto da *coisa-em-si* que nos é dado quando já não há mais separação possível entre a *coisa-em-nós* e a *coisa-em-si* que existe no mundo. O sublime nanotecnológico é um sublime *transdutivo* entre o conhecimento do infinito existente em nós mesmos e do infinito existente no mundo; é um sublime *transimane*nte entre o absoluto de sua unidade e a multiplicidade de sua contingência.

Esta *transdutividade* característica ao sublime nanotecnológico, enquanto experiência estética proveniente da contemplação de um *plano de transimanência*, é semiótica em sua própria natureza. Assim como o plano de imanência deleuziano é composto por níveis de realidade que se articulam em multiplicidade através de rizomas, o plano de transimanência semiótica, próprio à nanoconvergência, existe na unidade subjacente à *continuidade pura* entre o material e o imaterial, o biológico e o não-biológico, o universal e o particular. Bio, ciber e ecossemiótica (tão relevantes no contexto da nanoconvergência) estão em consonância com um mesmo princípio de individuação: o informacional. O sublime que experimentamos diante da contemplação da continuidade semiótica, inerente à individuação nanotecnológica, é transcendental e imanente à informacionalidade que caracteriza o nível nanoquântico da matéria.

## 4

**ESTÉTICAS NANOTECNOLÓGICAS**

#### 4.1 A ESTÉTICA DA NANOCOMUNICAÇÃO

Sendo que o sublime nanotecnológico é transimanente, estando alinhado com a metafísica de Schopenhauer, é natural que o entendimento sobre a estética no qual este se insere seja também o de Schopenhauer. A estética é, em Schopenhauer, um modo de conhecimento do mundo tão importante quanto a ciência, pois que se refere não ao mundo efêmero dos fenômenos, mas sim à apreensão daquilo que é eterno, existindo para além de qualquer tipo de relação circunstancial, em uma menção direta ao mundo das Ideias<sup>30</sup> de Platão:

no método estético de consideração encontramos dois elementos constituintes inseparáveis, quais sejam: o conhecimento do objeto não como coisa individualizada, mas como Ideia platônica, em outras palavras, como forma persistente dessa espécie de coisas; e a autoconsciência do conhecedor, não como indivíduo, mas como puro sujeito do conhecimento (VRa, Vol.I, 195).

Enquanto a ciência corre interminavelmente atrás de uma verdade última que jamais pode ser alcançada, pois que é "sempre jogada mais adiante com cada resultado que alcança, nunca conseguindo encontrar um fim último ou satisfação completa [...], a arte, ao contrário, se encontra junto a seu fim sempre e em todos os lugares". (VRa, Vol.I, 186). A exegese da estética de Schopenhauer deve, então, acontecer no contexto específico ao mundo como vontade e representação (uma perspectiva similar à metafísica budista, como vimos no capítulo três).

A vontade em Schopenhauer pode ser comparada ao impulso dinâmico que movimenta incessantemente a natureza, enquanto que a representação pode ser entendida como todo e qualquer processo de individuação ou de degradação, seja ele material, orgânico, intelectual, cultural, etc. Estes dois elementos – vontade como impulso dinâmico; e representação como processo contínuo de individuação/decadência – estão em íntima relação um com o outro e conjuntamente formam a base da ontologia schopenhauereana.

---

<sup>30</sup> Toda vez que Schopenhauer utiliza a palavra Ideia com letra maiúscula ele está se referindo à Ideia platônica.

A maravilha e o horror contidos na visão de mundo de Schopenhauer, que considera a tudo e a todos como partes de um contínuo movimento de individuação, decadência e transformação, conduzem a uma metafísica do sublime. Schopenhauer irá identificar na negação da vontade, enquanto pulsão universal, uma via de acesso a esse sublime transimanente. De acordo com sua abordagem, a estética se refere à 'representação independente ao princípio de razão suficiente', o qual condiciona tanto a lógica quanto a ética. A estética proposta por Schopenhauer independe da razão e extrapola os limites do sujeito cognoscente, buscando sua transcendência. O êxtase estético ocorre através da negação da vontade e da negação do eu, quando 'a roda do tempo para e as relações desaparecem':

permanece apenas o essencial das coisas [...] o poder crítico da estética schopenhauereana à soberania do logos científico, pois o que Schopenhauer aponta é que há outro modo de conhecer o mundo, que não segue necessariamente a razão, mas a intuição estética e que, em termos metafísicos, satisfaz mais a quem conhece pois é um modo que opera um corte vertical na cadeia horizontal dos objetos condicionados, tornando-se uma “decifração do enigma do mundo” (BARBOZA, 2006:41).

O que isto quer dizer é que a estética representa uma saída que leva à liberdade em relação aos limites e à impermanência do mundo como vontade e representação; a estética é uma chave que nos leva em direção à transimanência que integra aquilo que é perene e universal àquilo que é transitório e particular, e assim 'decifra o enigma do mundo':

o tempo, o espaço e a causalidade são o arranjo intelectual através do qual o ser único de cada espécie que existe realmente se manifesta a nós em uma pluralidade de seres homogêneos, que estão sempre sendo originados e exterminados em uma sucessão sem fim. A apreensão das coisas em acordo e em função a este arranjo é **imanente**; por outro lado, aquilo que é consciente do verdadeiro estado das coisas é **transcendental** (VRa, vol. I, 173).

A estética schopenhauereana é transimanente na medida em que expressa a unidade *transcendente* da Ideia através da sua tradução conceitual materializada na *imanência* do

objeto de arte, seja esta 'arte' simbólica, natural ou tecnológica. Schopenhauer distingue os conceitos das Ideias da seguinte forma: enquanto que os conceitos são como 'receptáculos mortos' que nosso julgamento analítico cria de maneira sintética, as Ideias são como 'organismos vivos', cheios de 'força gerativa' (VRa, Vol. I, 235).

A representação que é *independente* ao princípio de razão suficiente (a arte, a estética) é orgânica; a representação conceitual e analítica é sintética. Essa organicidade, cumpre lembrar, se refere à geração da *representação* que, em Schopenhauer, é o *próprio mundo* – em todas as suas dimensões: materiais, naturais, humanas, tecnológicas, etc. A organicidade transmanente presente na arte – seja ela natural ou tecnológica – é o elemento fundamental à estética de Schopenhauer, que está enraizada na Ideia Platônica. A estética decifra o enigma presente na relação contínua entre vontade e representação. A arte diz respeito ao "tipo de conhecimento que considera o que continua a existir fora de e independentemente a todas as relações, e que não está sujeito a nenhuma mudança [...], ou seja, às Ideias". (VRa, Vol. I, 185).

A pura percepção das Ideias (que ocorre através da contemplação de qualquer tipo de representação que seja independente ao princípio de razão suficiente) é que leva ao sentimento do sublime. A contemplação pura das Ideias e de sua grandeza incomensurável pode 'reduzir a nada' o humano. Contudo, se o indivíduo se liberta da vontade e salta no precipício da pura percepção, ele é "elevado acima de si mesmo, de sua pessoa, de seu querer e de todo o querer [...], ele é então preenchido com o sentimento do sublime; e o objeto que causa um tal estado é também chamado de sublime" (VRa, Vol. I, 201 - 202).

Assim também a nanocomunicação (ao contemplarmos seu potencial supostamente incomensurável de manipulação e reconfiguração das estruturas moleculares e quânticas da matéria) pode 'reduzir a nada' o humano; e assim inaugurar um sublime pertencente a uma *estética da nanocomunicação*. Contudo, se nos libertamos das amarras conceituais do pensamento sintético que restringe a categoria do humano a um determinado conjunto de características psicobiológicas, poderemos chegar a um estado orgânico de percepção pura onde o humano seja 'elevado acima de si mesmo' e 'então

preenchido com o sentimento do sublime', decifrando, dessa forma, o enigma do mundo pós-nanotecnológico.

#### 4.2 O IMAGINÁRIO NANOTECNOLÓGICO

Tratar da estética da nanocomunicação é tratar de sua percepção simbólica e imagética. Assim como as variadas interpretações relacionadas à estética da comunicação se norteiam pela qualidade de suas imagens técnicas, também a estética da nanocomunicação se relaciona com a problemática específica à sua imagética. A princípio, poderíamos imaginar que as imagens nanotecnológicas são produzidas de forma similar às imagens geradas por outros tipos de tecnologias, que na modernidade se caracterizaram principalmente pela sua reprodutibilidade e possibilidade de programação e manipulação. Contudo, esse não é o caso.

Pensar as imagens nanotecnológicas nos exige um exercício mais profundo de análise, que pela sua transdisciplinaridade necessariamente deve estar alinhada com um entendimento tanto científico quanto filosófico do fenômeno da nanoconvergência. Portanto, é apenas após havermos analisado as especificidades científicas da nanoconvergência no primeiro capítulo, e relatado suas diversas implicações filosóficas nos capítulos dois e três, que iremos finalmente abordar as peculiaridades da estética particular a um sublime nanotecnológico.

Primeiramente, dentro da estética nanotecnológica não há a subordinação da tecnologia ao humano. Por estar imbricada à teoria de individuação tecnológica de Simondon (apresentada no capítulo anterior), a estética nanotecnológica se articula junto a processos de ontogênese híbrida entre o maquínico e o natural. A *transdução* entre diferentes processos de individuação é a principal característica estética dos processos nanoconvergentes.

O imaginário nanotecnológico é *transdutivo*, não apenas entre os processos de individuação de suas espécies de agentes, mas, principalmente, entre as camadas que

tradicionalmente tem separado o humano do tecnológico. Agentes orgânicos e nanotecnológicos estão posicionados em uma mesma linha horizontal de equivalência hierárquica que desconhece qualquer superioridade do humano em relação à tecnologia criada pelo mesmo. O estatuto ontológico dos agentes nanotecnológicos é revisado pela epistemologia de Simondon, que faz parte de uma 'filosofia engajada' que derruba as barreiras entre o humano e o tecnológico:

A intenção final de Simondon é que a humanidade entenda enfim a importância do progresso tecnológico e o integre como uma dimensão essencial da cultura. Por reconhecer a dignidade das máquinas, sua filosofia é uma filosofia engajada. Há que se levar a sério o apelo feito em defesa da emancipação das máquinas que caracteriza a obra 'Sobre o Modo de Existência dos Objetos Tecnológicos': "tomar consciência dos objetos tecnológicos é tarefa do pensamento filosófico, que cumpre nessa obra um dever análogo àquele que a filosofia desempenhou na abolição da escravidão e na afirmação do valor da pessoa humana" (MAESTRUTTI, 2009:63).

Em segundo lugar, o imaginário nanotecnológico se baseia, em grande parte, na especificidade dos mecanismos de produção imagética de suas representações visuais. As metáforas usadas para descrever o que acontece no nível nano estão, em sua enorme maioria, atreladas a um falso entendimento sobre a correspondência entre os processos da microscopia tradicional e os da nanoimagética. Como a evolução e aperfeiçoamento da microscopia permitiu a visualização cada vez mais precisa e elaborada de níveis progressivamente menores da matéria, geralmente se imagina que é também um avanço da microscopia que permite a visualização direta do nível nanoquântico da matéria; ou seja, que esses processos de visualização – nanoquântico e molecular – sejam, de certa forma, equivalentes.

Entretanto, ao contrário do que uma interpretação superficial da visualização nanotecnológica poderia supor, a imagética nanotecnológica e nanoquântica se dá em função de processos de visualização, que são de todo diferentes dos mecanismos da microscopia tradicional. A visualização microscópica de moléculas parte do pressuposto de que a ampliação de imagens captadas em tamanhos infinitesimais gera uma representação precisa da realidade existente naquela escala de tamanho. Contudo, é

impossível simplesmente 'captar' imagens no nível nanoquântico, pois a realidade do nível quântico não é visível – não se pode fotografar uma partícula que se torna onda e uma onda que se torna partícula, continuamente. O quântico é a parcela invisível da nanotecnologia, que apenas se pode 'visualizar' através de representações gráficas criadas por intervenção humana, seja ela artística ou científica:

O que se torna particularmente complicado quando pensamos [nas imagens nanotecnológicas] nos mesmos termos dos 'novos mundos visíveis' [desvendados pela microscopia], que são similares ao mundo macroscópico, é que estamos sugerindo uma relação de analogia entre estes mundos. Na verdade, esta analogia simples entre escalas diferentes [...] se torna problemática no caso da nanoescala, porque átomos e moléculas se comportam diferentemente no nível macro e no nível nano. A analogia entre mundo macro e mundo nano obscurece as mudanças que acompanham estas diferenças de escala [...] a analogia com 'os novos mundos visíveis através de microscópios' obscurecem as características únicas da nanoescala e sugerem uma comparação fácil, ainda que errônea, com o mundo macro. Esta analogia com a microscopia tradicional também esconde a participação humana na criação destas imagens (HANSON, 2005:05).

A dimensão nanoquântica da matéria não pertence ao domínio dos 'novos mundos visíveis' desvendados pela microscopia, mas sim a um novo domínio, o dos mundos *invisíveis* desvendados pela nanotecnologia. O que a nanociência nos revela é que os processos visíveis de individuação molecular se originam de instâncias invisíveis de individuação *pré*-molecular. A profusão de imagens nanotecnológicas que se espalha através do mundo digital não corresponde à representação visual precisa do 'mundo' nano, mas sim à visualização de formas moleculares microscópicas manipuladas *através* da nanociência e de seus mecanismos de reconfiguração material nanoquânticos, os quais *não são visíveis* à microscopia. Como visualizar o que é invisível? Como um 'cego que lê em braile', segundo a importante avaliação de Vincent Bontems, que justifica a extensão da citação que se segue:

se pudéssemos comparar a intuição do real que nos fornecem [as nanociências e nanotecnologias] com uma experiência na nossa escala, poderíamos compará-la com a experiência de um cego que lê em braile: é ao tatear com a ajuda de pontas ultrafinas que temos acesso a tais escalas. A estética das imagens das nanociências e tecnologias associa, portanto, qualidades sensíveis inessenciais aos significantes inteligíveis que nos são dados. Se as imagens produzidas pelos instrumentos

fenômeno-tecnológicos enchem de êxtase os cientistas, isso é tanto mais verdadeiro em relação a um público desprevenido que é suscetível de as confundir com uma representação de coisas ordinárias ou com uma obra artística. As imagens nanotecnológicas produzidas pelas revistas de divulgação científica nos apresentam uma interpretação que oculta a complexidade de sua produção; certas imagens nos são apresentadas como obras de arte [...] elas circulam, finalmente, através das telas sem travar nenhum contato com o conteúdo cognitivo dentro do qual elas se produziram dentro do campo científico. Elas mudaram de status: elas não são mais traços inteligíveis de uma operação tecnocientífica mas sim signos sensíveis de um equívoco de sentido atribuído pelas emoções de qualquer um. Portanto são as próprias imagens, que se transformam nas palavras que descrevem os dispositivos elaborados à escala nano, que orientam este imaginário. O 'nanomundo' é descrito com o auxílio de analogias mecânicas, o infinitamente pequeno se encontra superpovoado de 'nanorrobôs', de 'nanomáquinas', de 'nanotubos' [...] (BONTEMS, 2009:60-61).

As metáforas e analogias utilizadas na descrição tecnocientífica das conquistas da nanociência estão, em sua grande maioria, relacionadas a processos tradicionais de engenharia, comunicação e processamento de informações, como podemos verificar pela terminologia usada pelos cientistas no primeiro capítulo desta tese, que trata das conquistas científicas relacionadas à nanoconvergência. Há uma postura equivocada e generalizada que apresenta o nível nano como se este fosse um "outro mundo" ou um "novo mundo", disseminando a falsa ideia de que o nível nanoquântico se refere a um *espaço* separado e independente das outras escalas materiais. O nível nano não é um "novo mundo", e nem existe em qualquer novo espaço, mas é apenas o nível no qual o *princípio de individuação*, inerente à todos os tipos de matéria, se articula dando origem tanto aos mundos materiais que já existem, quanto a novas possibilidades de manifestação material.

Devido a esse equívoco, o discurso característico ao *mainstream* científico e cultural apresenta a escala nanoquântica em analogia aos outros níveis da realidade material, sendo que a verdadeira extensão e o real escopo da manipulação humana das imagens que representam a realidade da nanoescala não são mencionados na grande maioria das publicações científicas. Muito pouco tem sido dito sobre as nuances que caracterizam o processo científico de visualização nanotecnológica, contribuindo para que a aura de mistério que circunda a nanoescala continue espessa.

O imaginário nanotecnológico é marcado por essa névoa representacional que obscurece o verdadeiro sentido dos processos que perfazem a nanoconvergência. Talvez isso se explique pela densidade e profundidade de suas implicações filosóficas, as quais exploramos nos capítulos dois e três. Tendo em seu âmago uma das questões mais polêmicas da história da filosofia – a querela dos universais – a manipulação ilimitada da matéria como possibilidade nanotecnológica traz o questionamento do estatuto ontológico da matéria em si mesma. Estas implicações são profundas, e geralmente escapam ao radar superficial do *mainstream* científico, artístico e cultural.

É por isso que, ao abordarmos o imaginário nanotecnológico, observamos que este se encontra ligado ainda a velhas visões de mundo (tanto modernas quanto pós-modernas), e a perspectivas supostamente "futuristas" (mas que não passam de reedições de velhas vanguardas) – como na ênfase observada em suas relações com a ficção científica, que detalharemos a seguir. O fato é que o muito velho e o muito novo se misturam inextricavelmente na cultura da nanoconvergência: seus processos e conseqüências nos evocam a alquimia e o pensamento medieval, a metafísica milenar védica e budista; enquanto que suas novas possibilidades nos impulsionam em direção aos limites de nossa imaginação sobre o futuro.

Mesmo em meio a essa densa cortina de fumaça, há um fato inegável que emerge da observação das conexões nanotecnológicas entre arte e ciência: no que diz respeito a sua imagética, arte se confunde com ciência e ciência se confunde com arte. A ciência se confunde com a arte quando a manipulação de imagens nanotecnológicas se torna um exercício de sensibilidade estética que passa a ser necessário como função do cientista, que deve exercer essa sensibilidade na confecção de suas representações visuais (HOFFMANN, 2007:22). A arte se confunde com a ciência quando a atribuição de sentido e de conhecimento científicos é feita através da escolha artística de harmonias entre formas e cores em sua representação. Esse imbricamento entre arte e ciência é parte inerente ao imaginário nanotecnológico.

Ainda outra característica importante do imaginário nanotecnológico é a nebulosidade das fronteiras entre ficção e possibilidade científica real. Da mesma forma que arte e ciência se confundem no imaginário nanotecnológico, assim também a ficção se mistura à realidade no seu discurso científico. O argumento científico de Drexler (1986) sobre a possibilidade nanotecnológica de um construtor universal é baseado em cálculos matemáticos que ainda não se concretizaram, dando espaço para muitas críticas dentro da comunidade científica sobre se este cenário de engenharia nanotecnológica seria ou não fictício. Kluzek (2007:285) afirma, por exemplo, que o termo nano vem sofrendo 'abusos' em seu uso pela comunidade científica, que não o tem usado com o rigor necessário, sendo que "a nanotecnologia, considerada em sua definição mais ampla e difundida, deve ainda ser tratada como ficção, e não como ciência".

Ultrapassando o discurso puramente científico e integrando-o ao discurso literário da ficção científica, enquanto gênero, encontramos quem defenda que ficção e ciência estão muito mais próximos do que se poderia supor, sendo que "[...] [a] especulação da ficção científica sobre o presente tecnológico – típica dos esforços retóricos de legitimação da nanociência [...] é mais do que apenas um *hype*<sup>31</sup>" (MILBURN, 2005:02), pois:

à medida em que a convergência entre o nano biológico e o nano não-biológico se torna mais comum, a ideia de nanomáquinas autorreplicáveis parece cada vez menos com uma fantasia futurista. Para nanocientistas como Robert Freitas e Ralph Merkle, esses sonhos e máquinas dos sonhos se tornaram quase indistinguíveis da realidade". (MILBURN, 2005:05).

A sinergia entre ficção e ciência no imaginário nanotecnológico é identificada também por López (2006), que aponta para o fator inspiracional que a ficção exerce na prática da ciência, que através da apresentação do *novum* (novas possibilidades tecnológicas, a princípio, cientificamente realizáveis no presente) pode até mesmo estimular a criação de novas linhas de pesquisa científica. A imaginação presente na ficção científica é uma fonte de novos direcionamentos para a exploração científica; e a ciência, a seu turno, fornece aos autores de ficção científica novas possibilidades de criação a partir de cada um de seus avanços. Entretanto, nem todas as análises provenientes da relação entre

---

<sup>31</sup> Moda passageira

ficção e ciência são otimistas. Há também o pessimismo inerente ao imaginário distópico, em relação às consequências catastróficas da nanoconvergência nos cenários vislumbrados pela ficção:

a narrativa ficcional nanotecnológica, ou nanoficção, frequentemente se apropria [da] cena primal na qual a coerência do corpo humano é irrevocavelmente fragmentada, como um meio de vivificar o impacto tangível e assustadoramente inumano que a nanociência começa a ter em nossas vidas (MILBURN, 2005:10).

Através da tensão existente entre a utopia do *novum* e a distopia 'assustadoramente inumana' da nanoconvergência, é que se desenvolve o cenário *cultural* da sublimidade nanotecnológica, alojado em um imaginário ao mesmo tempo fascinante e amedrontador. Em seu livro *Nanoculture*, Hayles (2004) compila diversos artigos que demonstram a diversidade cultural do imaginário nanotecnológico. O livro nos conduz em um interessante passeio por entre as muitas vertentes culturais de acesso ao imaginário nanotecnológico, entre elas a da etnografia sobre a relação entre artistas, cientistas e curadores; as narrativas literárias da nanoficção; a produção social da nanotecnologia; as poéticas convergentes entre nano e quantum etc.

Muito embora esse livro nos forneça uma referência fundamental para o estudo das manifestações culturais relacionadas à nanotecnologia, sua abordagem é superficial no que se refere à estética nanotecnológica. O entendimento estético do sublime nanotecnológico adotado nesta tese é diverso, não estando ancorado nas tensões puramente culturais de seu imaginário, mas sim em seu significado ontológico e representacional. Para perceber como a estética nanotecnológica aqui proposta tem se desenvolvido no contemporâneo, cumpre agora analisar suas manifestações visuais.

#### 4.3 NANOIMAGÉTICA

Se há diversos aspectos relativos ao conceito de sublime tecnológico em Mario Costa que não se aplicam ao objeto desta tese, ainda assim há nele um aspecto que permanece válido e relevante para nosso estudo sobre o sublime nanotecnológico: a potência

estética das imagens tecnológicas. Mesmo que as bases do sublime nanotecnológico estejam enraizadas em territórios mais profundos do que os puramente visuais, é inegável que as imagens próprias aos processos nanotecnológicos e ao seu imaginário são parte fundamental da sua estética. Portanto, após haveremos percorrido o árduo caminho que perscruta as bases científicas e as implicações filosóficas da nanoconvergência, chegamos agora na dimensão de sua imagética.

Ao discutir as imagens no contexto das estéticas tecnológicas, Lucia Santaella explica a razão pela qual o uso do termo *estéticas tecnológicas* é mais apropriado à sua análise do que a expressão *artes tecnológicas*:

Prefiro a expressão "estéticas tecnológicas" em lugar de "artes tecnológicas" porque não pretendo neste momento discutir questões que se enquadram mais propriamente dentro do campo das artes, a saber: o conceito de arte e suas variações históricas, os complexos circuitos e inserções da arte nas dimensões da cultura e da sociedade. Estou agora interessada em apresentar e discutir, isto sim, as condições propiciadas pelos aparelhos, dispositivos e suportes tecnológicos que, desde a invenção da fotografia até os hibridismos permitidos pelo ciberespaço e pelas invenções tecno-científicas contemporâneas, de modo cada vez mais vertiginoso, vêm ampliando e transformando as bases materiais e os potenciais dos modos de produção estéticos (SANTAELLA, 2007a:01).

Seguindo essa mesma abordagem, e partindo das mesmas premissas, temos que o interesse maior desta tese é discutir exatamente as 'transformações das bases materiais e os potenciais dos modos de produção estéticos' que a nanoconvergência efetua, especialmente através da análise de sua representação imagética, seja ela artística ou científica. As imagens produzidas em função da nanotecnologia, inspiradas por suas possibilidades ou que especulam sobre estas, nos fornecem um panorama nanoestético no qual podemos acessar seu imaginário através de suas representações visuais.

Ao nos debruçarmos sobre a grande quantidade de imagens nanotecnológicas produzidas na última década, verificamos que estas podem ser de cinco tipos, sendo que estes não são mutuamente excludentes: 1. *pictorial* – baseado na manipulação digital de imagens captadas no nível nano; 2. *molecular* – produzido através de intervenções

moleculares feitas diretamente no nível nano; 3. *conceitual* – baseado na livre exploração simbólica de suas implicações estéticas, culturais, científicas, sociais, etc; 4. *especulativo* – baseado na especulação ou ficção sobre as possibilidades da nanotecnologia, geralmente usando a modelagem em 3-D para o design e prototipagem de nanoartefatos; e 5. *informativo* – baseada na apresentação de dados nanotecnológicos para fins de visualização científica (instrumental).

Anna Barros (2010:1045) identifica três tipos de produção de nanoarte, que são similares às nossas primeiras três categorias, aqui denominadas como nanoimagem pictorial, molecular e conceitual, como sendo: "1- Utilização de imagens geradas em microscópios de laboratórios de pesquisa [...] 2- Obras geradas na manipulação de moléculas individuais pelo STM [...] 3- Obras que utilizam a metáfora para traduzir as condições perceptivas próprias a um ambiente nano". Adicionamos a essa divisão categórica a imagética nanotecnológica *especulativa*, que responde pelas imagens relacionadas à ficção nanocientífica, e a *informativa*, que se refere à visualização de dados nanotecnológicos. Cada uma dessas estéticas visuais tem suas características específicas, como demonstraremos neste capítulo.

Confirmando a percepção de Bontems (2009) e Hanson (2005), que identificaram na imagética nanotecnológica um imaginário visual baseado na representação topográfica em nanoescala (em uma analogia com a microscopia tradicional), constatamos que a maior parte dos trabalhos artísticos de nanoarte tem como referência e/ou suporte material as imagens produzidas pelo Microscópio de Tunelamento por Varredura (STM):

A conscientização da existência do mundo nano, invisível aos nossos olhos, advém do Microscópio de Tunelamento por Varredura (STM), em 1981, que introduz um novo paradigma na microscopia eletrônica, por sondagem. As imagens, geradas por ele, são em terceira dimensão e descrevem a topografia da molécula, e não sua imagem visual como representação. Não têm cor, ficam na escala do branco e preto, porque não são obtidas pela luz e, sim, por um feixe de elétrons que atua para formar a imagem. A absorção sensorial do mundo inclui o sentido do tato como função primordial da percepção. Se o microscópio acromático levou à percepção de formas novas que inspiraram os artistas, a escala

revelada pelo STM demanda uma arte de experimentação de novos modelos comportamentais (BARROS, 2008:1575-1576).

É *tateando* as moléculas com o auxílio de instrumentos de precisão atômica que obtemos as imagens nanotecnológicas; sendo que toda e qualquer imagem nanotecnológica é produto de *mediação e construção* visual. São imagens construídas, às quais camadas de significados são atribuídas por meio de cores e de gradações. Essas representações pictoriais que nos chegam através do tateamento topográfico da nanoescala apresentam tamanha delicadeza e beleza que estão sendo consideradas quase como *ready mades*, no sentido de que a intenção inicial ao produzi-las é, em geral, puramente científica, na geração de imagens de caráter utilitário e funcional. Contudo, o resultado estético alcançado por essas investigações da nanociência nos desperta, muitas vezes, o sentimento do sublime.

Na primeira categoria de nanoimagem, à qual chamamos *pictorial*, encontramos iniciativas de cunho científico e artístico que buscam divulgar a grande beleza encontrada nessas pequenas imagens, para que sejam conhecidas para além das fronteiras dos laboratórios. Exemplos são o Festival Internacional de Nanoarte de Stuttgart<sup>32</sup> e as exposições online anuais de nanoimagens organizadas por Chris Orfescu em sua galeria virtual Nanoart21<sup>33</sup>, cuja curadoria de imagens é, em sua maior parte, baseada na seleção de trabalhos de manipulação digital de imagens produzidas a partir da nanoescala. Nanoimagens produzidas por alguns pesquisadores brasileiros ligados à Universidade de São Carlos (UFSCar)<sup>34</sup> foram selecionadas para essas exposições, como as de Daniela Caceta e Rorivaldo Camargo, que reproduzimos abaixo, e que estão disponíveis no site Nanoart21:

---

<sup>32</sup> <http://nanoartfestival-stuttgart.blogspot.com/>

<sup>33</sup> <http://nanoart21.org/>

<sup>34</sup> <http://www.saocarlos.sp.gov.br/index.php/noticias/2010/157021-nanoarte.html>

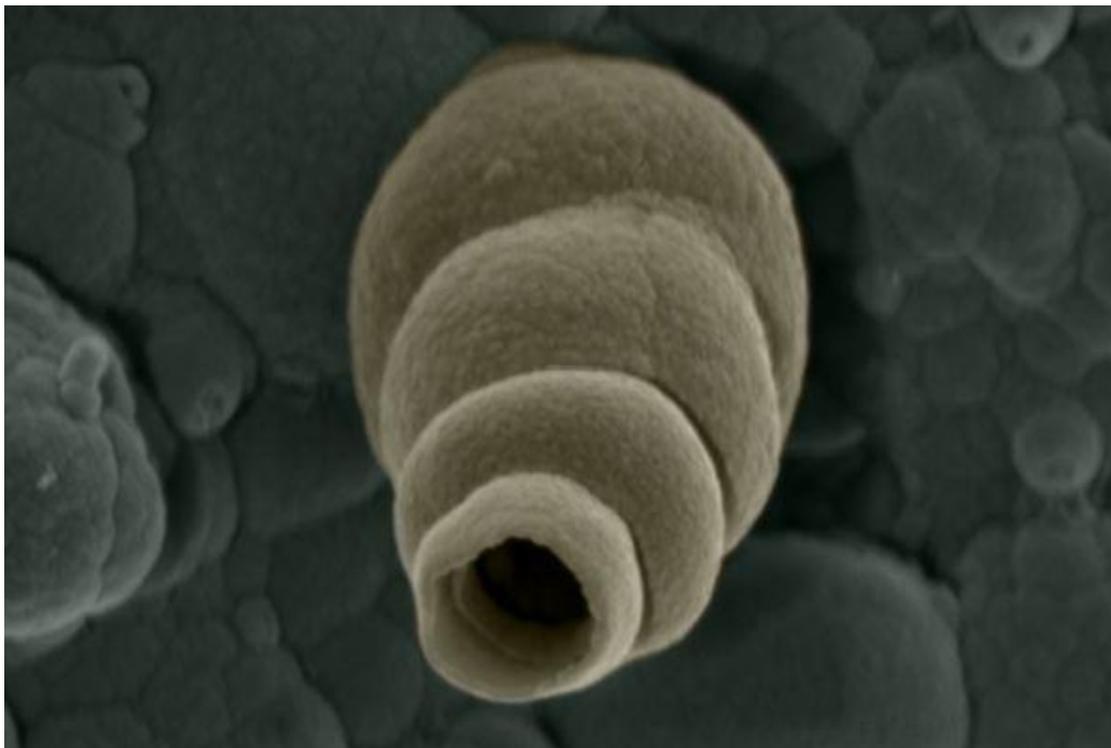


Figura 4: Cocoon. Daniela Caceta, 2011.

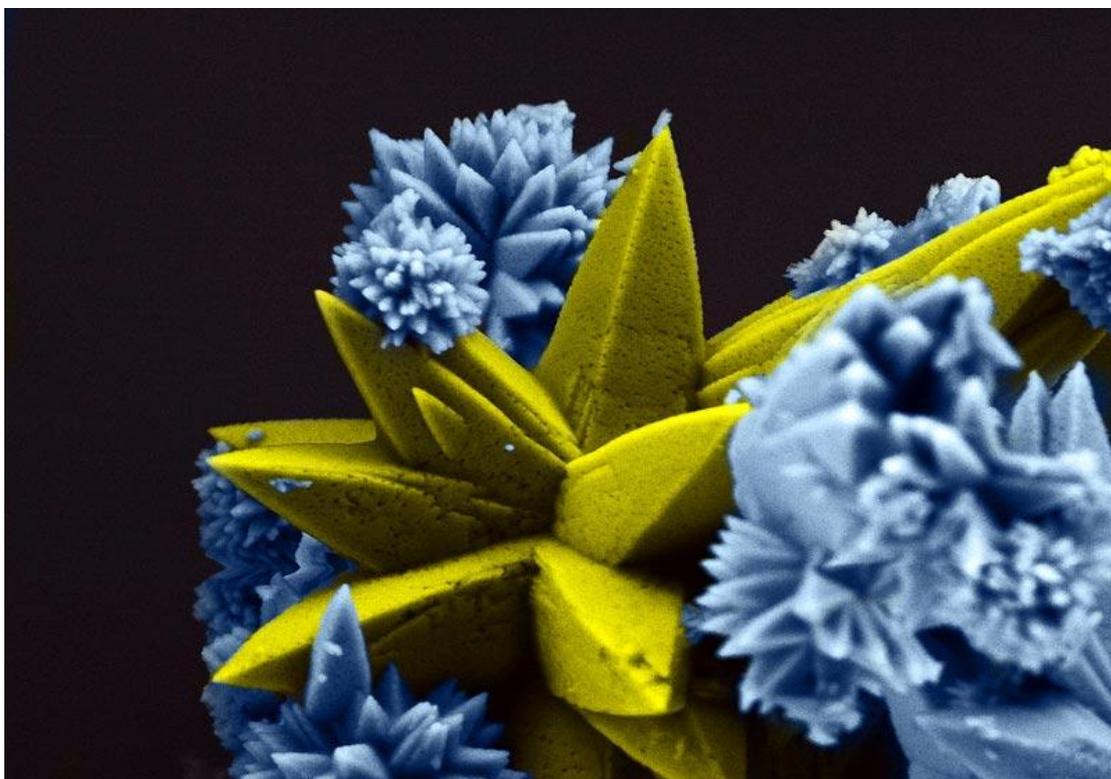


Figura 5: SeaCoral. Rorivaldo Camargo, 2010.

Outro exemplo do tipo *pictorial* são as seleções de nanoimagens encontradas na galeria online do CMDMC<sup>35</sup> (Centro Multidisciplinar para o Desenvolvimento de Materiais Cerâmicos), que tem produzido nanoimagens com apoio institucional de agências de pesquisa nacionais, como esta, por exemplo:

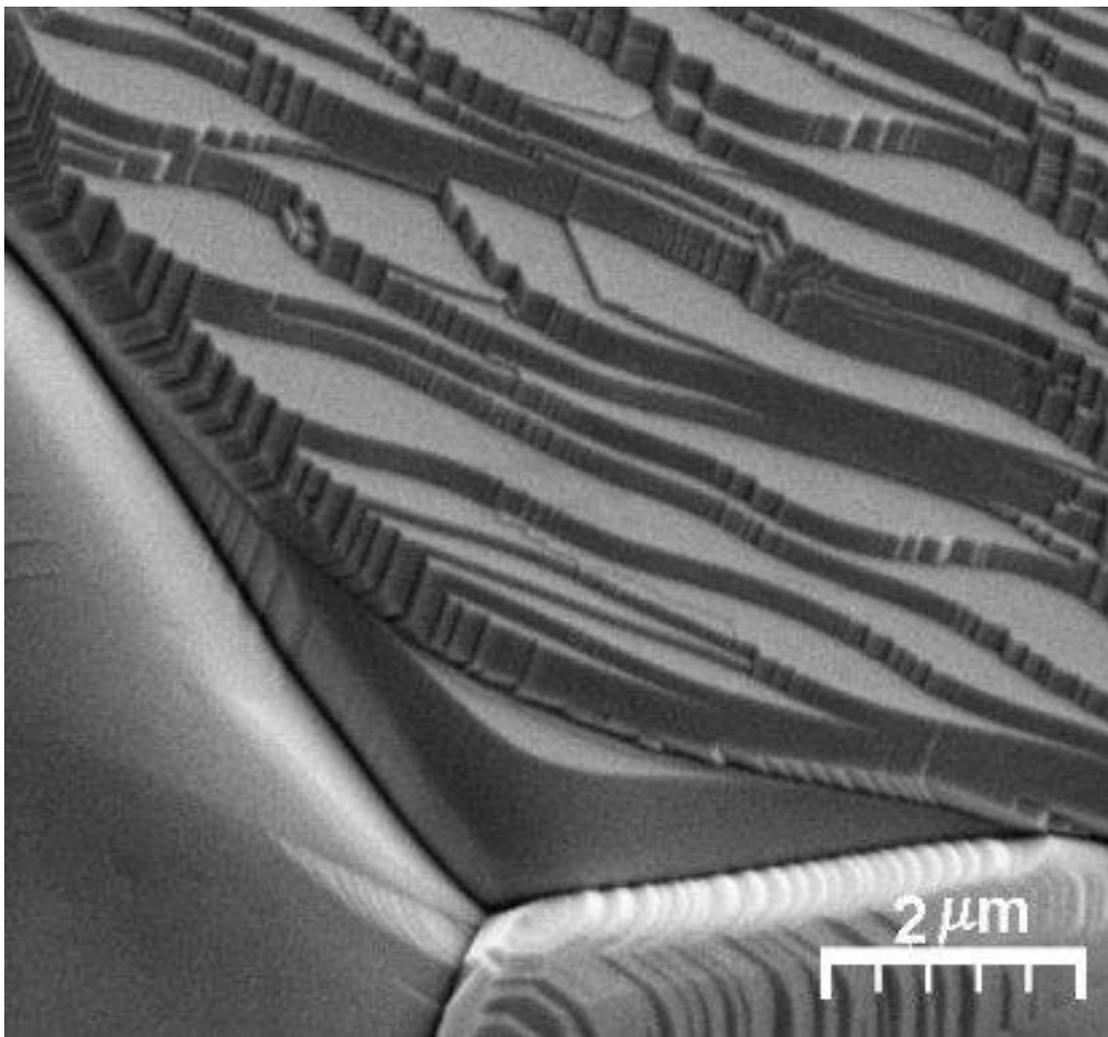


Figura 6: Fotomicrografia referente a sistemas de TiO<sub>2</sub>

As nanoimagens de tipo *pictorial* são, em sua maioria, provenientes de laboratórios científicos, sendo que os seus autores são, geralmente, nanocientistas que estão abraçando, como parte intrínseca às suas funções, o exercício da sensibilidade estética na manipulação artística e na curadoria de imagens nanotecnológicas. As iniciativas que aqui apresentamos como exemplos dessa categoria de produção estética

---

<sup>35</sup> <<http://www.cmdmc.com.br/galeria/>>

nanotecnológica são ambas pertencentes a círculos institucionais originalmente científicos, mas que começam a se abrir para experiências inter e transdisciplinares junto ao campo da arte. Isto acontece como uma reação natural ao êxtase estético compartilhado pelos cientistas ao produzirem imagens de tamanha beleza, muitas vezes de maneira completamente acidental. A mesma beleza natural capturada por pintores e fotógrafos ao elegerem um determinado pedaço do cenário da natureza circundante – e o reproduzirem fielmente ou não em suas telas – é também encontrada nos nanopanoramas que os cientistas 'tateiam' com o auxílio de seus microscópios de tunelamento.

Os nanocientistas, que hoje monopolizam o acesso a esses panoramas devido ao alto custo e complexidade operacional de seus instrumentos de microscopia, se veem então como os novos *gatekeepers*<sup>36</sup> da imagética nanotecnológica de tipo pictorial. Há, então, um novo elemento na prática científica da nanociência: a necessidade de que os nanocientistas desenvolvam também as *competências artísticas* relativas ao design visual necessário para a produção e finalização dessas nanoimagens, invariavelmente construídas pelo homem e seus instrumentos de visualização tecnológica. Nas nanoimagens de tipo *pictorial*, a arte parece surgir espontaneamente nas nanopaisagens desbravadas pela ciência.

A prática híbrida entre investigação científica e exploração artística existente na produção estética de nanoimagens gera outras vertentes de produção estética, algumas mais diretamente ligadas à cultura. Na segunda categoria de nanoimagem, à qual chamamos *molecular*, as nanoimagens tem cunho *escultural*, sendo provenientes de intervenções diretas no nível molecular. Observamos que a motivação básica existente por trás das iniciativas de produção de nanoimagens moleculares é predominantemente artística, sendo que a nanociência tem um papel que se restringe ao *suporte* material e instrumental da produção da imagem. Essas imagens se referem a intervenções artísticas que estão sendo chamadas de nanoesculturas, como, por exemplo, no

---

<sup>36</sup> Responsáveis pelo acesso a uma determinada tecnologia

experimento de cientistas coreanos que esculpiram uma réplica nanotecnológica do Pensador de Rodin (CHOI, 2007):

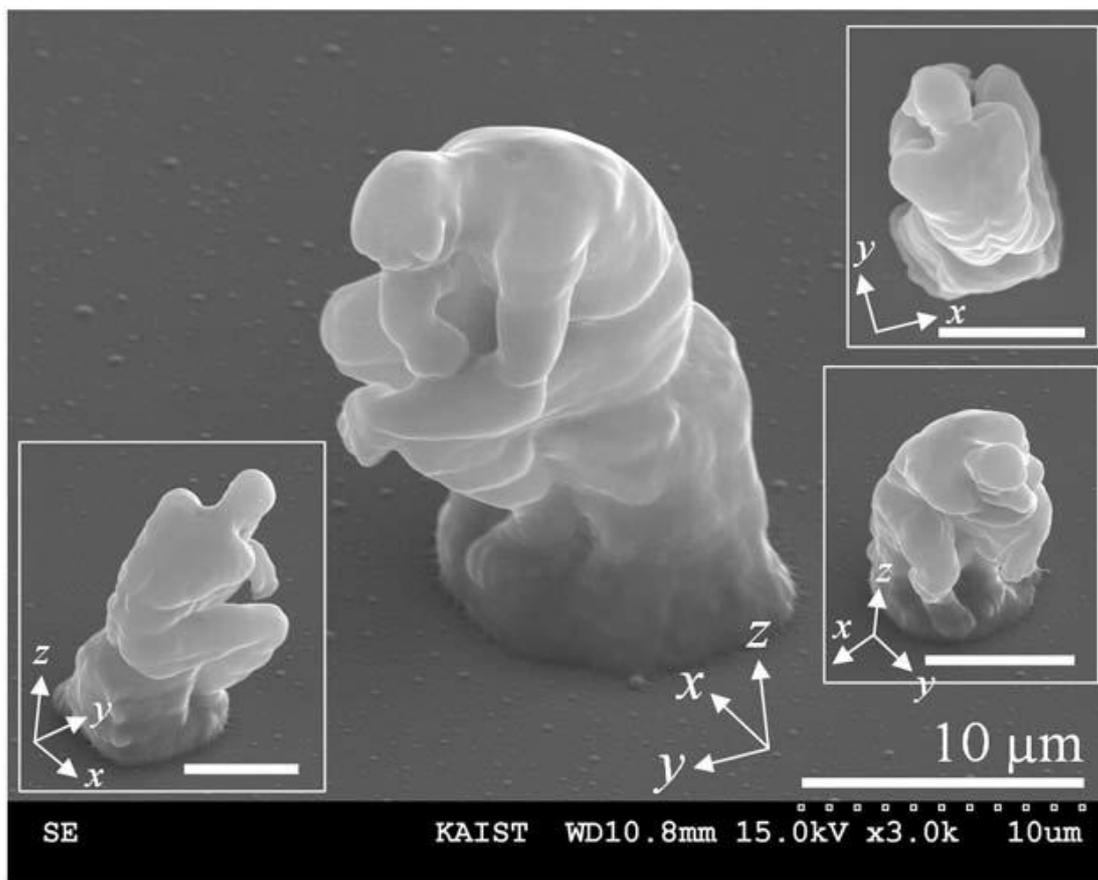


Figura 7: World's Smallest Thinker. (CHOI, 2007)

O exemplo mais famoso de nanoescultura é certamente o *nanobama* do artista John Hart e sua equipe, que desde sua criação, em 2008, se tornou um *meme viral* na internet - uma simples busca pela palavra *nanobama* no Google resulta em 31.000 resultados. As estruturas *nanobama* são feitas de nanotubos de carbono (CNTs) e fotografadas através de fotolitografia. As imagens, assim como a descrição do projeto e do processo pelo qual elas foram feitas, estão disponíveis no site do projeto Nanobliss<sup>37</sup>:

<sup>37</sup> Imagem disponível em: <<http://www.nanobliss.com/>>

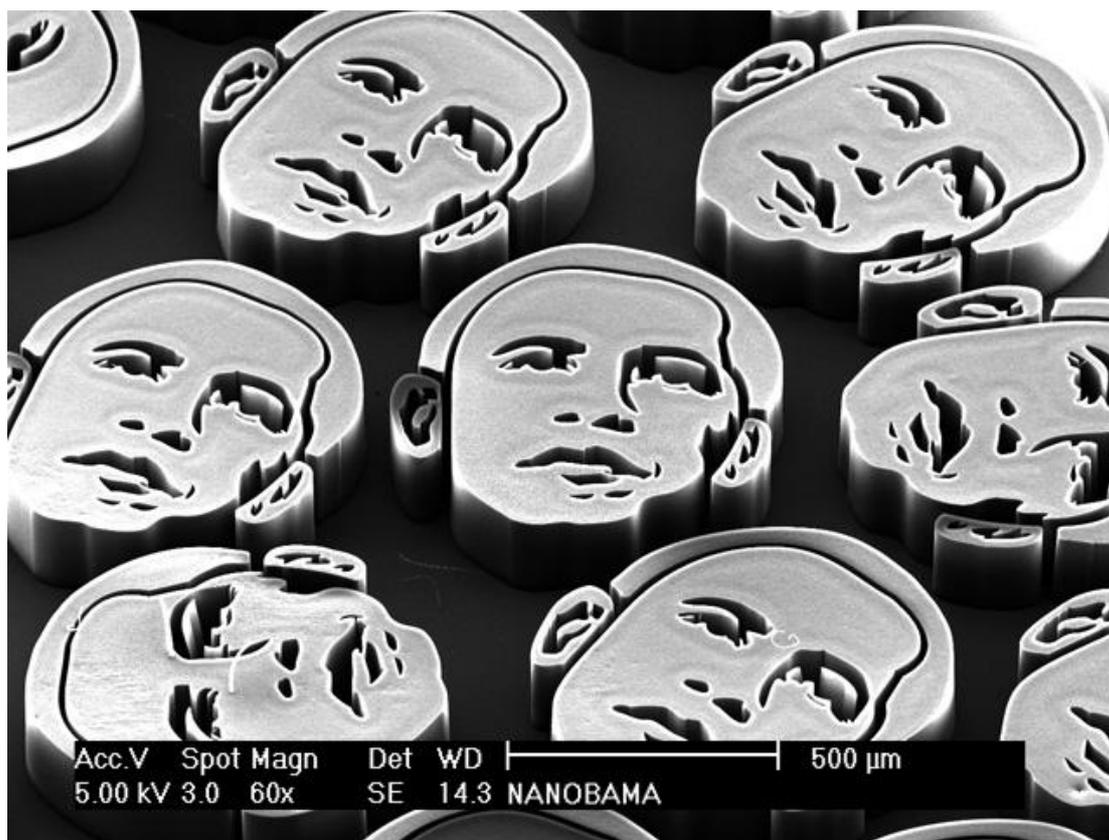


Figura 8: Nanobama.

As nanoimagens de tipo *molecular* lidam com a representação da *materialidade* nanotecnológica e inauguram, talvez, a era da *nanorreprodutibilidade*, em que (similarmente à reprodutibilidade fotográfica e digital) o suporte químico das nanomídias (KLIMECK et al., 2007) permite sua reprodução material em nanoescala. As nanoesculturas moleculares são também nanomídias através das quais mensagens simbólicas e culturais podem transitar livremente entre a dimensão técnica e material da nanoescala e a dimensão social e líquida dos fluxos digitais (SANTAELLA, 2007b).

A escolha de ícones da cultura popular como signos de reprodução imagética através de nanoesculturas não é fortuita. Ela nos traz toda uma gama de referências culturais e também de possíveis inferências sobre o sentido desses engravamentos simbólicos no coração da matéria. Aqui ocorre o caminho inverso ao percorrido pelas nanoimagens de tipo *pictorial*. Nestas últimas, é a estética característica ao mundo natural em suas nanopaisagens que invade o domínio da cultura popular e digital. De forma reversa, nas

de tipo *molecular* é o domínio simbólico da cultura popular que invade o ambiente científico das nanopaisagens.

Apesar da presença de elementos conceituais na produção de nanoimagens do tipo por nós chamado de *molecular*, não é objetivo da exploração visual das nanoesculturas aprofundar esses conceitos, mas apenas disseminar a imagem literal de ícones gravados ou esculpidos em nanoescala. Por outro lado, as experimentações imagéticas que trabalham com conceitos e questionamentos relativos às consequências e implicações da nanotecnologia nos fornecem nanoimagens às quais, pela sua maior carga semântica e metafórica, chamamos de *conceituais*.

Imagens nanotecnológicas de tipo *conceitual* são geralmente composições entre nanoimagens pictoriais e imagens digitais que têm como objetivo explícito a abordagem de questões ou temáticas pertencentes ao imaginário nanotecnológico, podendo ser encontradas em variadas intervenções e instalações, geralmente dentro do circuito de arte contemporânea em seus museus e galerias. Essas imagens são complexas e se relacionam visualmente com outros elementos que não apenas os nanotecnológicos. Um exemplo são as imagens geradas nas instalações de arte da artista Victoria Vesna, que misturam elementos performáticos e interativos às nanoimagens, criando ambientes de imersão sensorial inspirados nas interpretações sobre as consequências da nanociência, como na imagem<sup>38</sup> abaixo:

---

<sup>38</sup> Disponível no site da artista:0 <<http://victoriavesna.com/>>



Figura 9: Nanomandala. Victoria Vesna, 2008.

No Brasil, exemplos de imagens nanotecnológicas de tipo conceitual são as produzidas através das intervenções da artista Anna Barros, como, por exemplo, na instalação *Tecendo o Tempo ou Sendo Tecida pelo Espaço*<sup>39</sup>, de 2011:

---

<sup>39</sup> Disponível em: <<http://annabarros08.wordpress.com/other-works-2/200-million-years-petrified-tree/>>



Figura 10: Tecendo o Tempo ou Sendo Tecida pelo Espaço. Anna Barros, 2011.

Escolhemos como exemplos de produção estética de nanoimagens conceituais o trabalho *Nanomandala*, da artista Victoria Vesna, e o trabalho *Tecendo o Tempo ou Sendo Tecida pelo Espaço*, de Anna Barros, porque ambos abordam as questões metafísicas da relação entre o material e o imaterial em função da passagem do tempo e das alterações que esta acarreta no espaço físico. A nanomandala de Vesna aponta para a impermanência inerente a todos os tipos de matéria, em uma referência direta à metafísica budista; enquanto que as 'tessituras do tempo que tecem o espaço do sujeito', na obra de Anna Barros, também se referem, ainda que indiretamente, à mesma cosmologia.

No capítulo três, abordamos a metafísica de Schopenhauer e seus paralelos com a filosofia oriental, observando que esses paralelos estão de acordo com o que nos revelam as recentes conquistas da nanociência. As relações conceituais entre os avanços nanocientíficos contemporâneos e a metafísica clássica, medieval e moderna foram trabalhadas nesta tese a partir de método teórico-investigativo; sendo que o mesmo tipo

de relação conceitual foi trabalhado pelas artistas Victoria Vesna e Anna Barros, através do método artístico da criação e manipulação de imagens em ambientes sensórios.

Se a experimentação simbólica é o objetivo das nanoimagens de tipo *conceitual*, a especulação com fins de visualização de possibilidades futuras é a principal característica das nanoimagens de tipo *especulativo*. Imagens nanotecnológicas de tipo *especulativo* são as que buscam representar protótipos de possíveis nanoartefatos, tanto para fins verdadeiramente científicos quanto para fins meramente ilustrativos de narrativas de ficção científica, ou como elementos de intervenções de arte contemporânea. Os exemplos mais conhecidos são as imagens digitais de nanorobôs, nanotubos de ficção e montadores moleculares, que, apesar de já estarem em fase de pesquisa em diversos laboratórios internacionais, ainda são fonte fértil de exercícios de design especulativo de artefatos ficcionais, como nas figuras:



Figura 11: Swim to the Nanobot. David Mack. (MARKS, 2010)

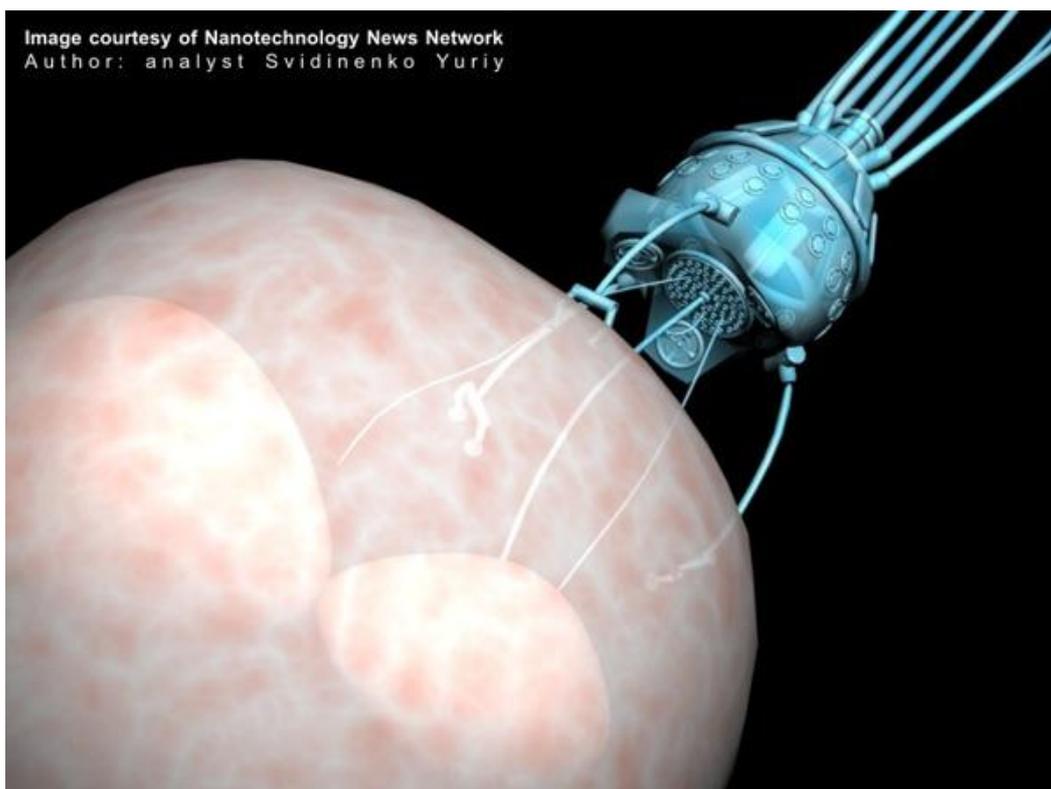


Figura 12: Nanomedicine Bot40. Svidinenko Yuriy, 2008.

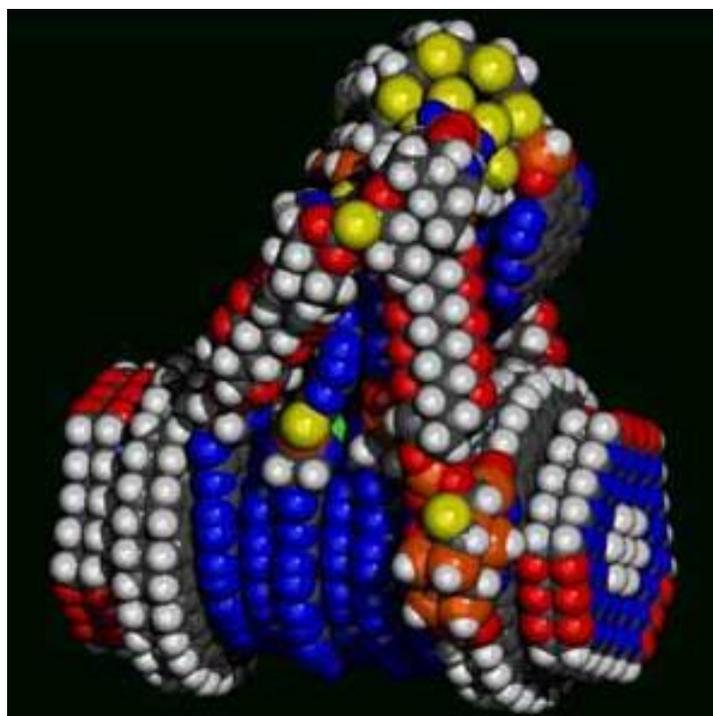


Figura 13: Molecular mounter. Nasa, 2007.

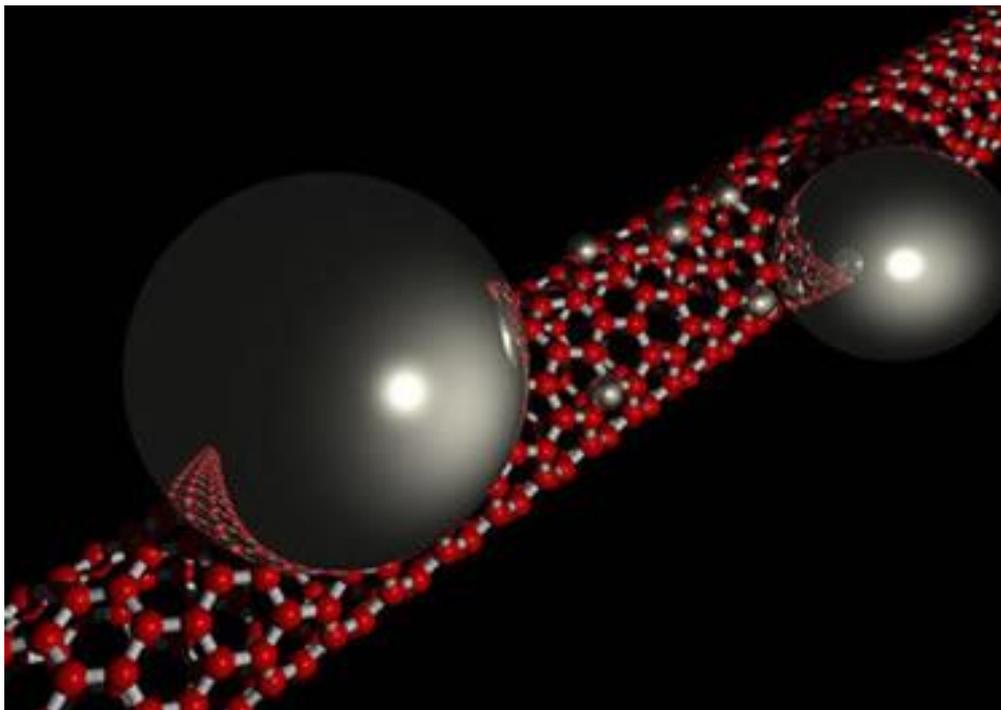


Figura 14: Conveyor Belt for the Nanoage40. Berkeley Lab, 2004.

Embora as quatro imagens acima estejam ligadas a possibilidades nanocientíficas bastante plausíveis aos nanocientistas, não são imagens de artefatos reais, servindo apenas como visualizações *quasi*-científicas, pois que são baseadas em cálculos e simulações científicas. As fronteiras visuais entre nanociência e nanoficção se misturam no terreno das imagens especulativas. A interpretação sobre se esse tipo de imagem corresponde a possibilidades nanocientíficas reais ou a meros exercícios de imaginação científica varia, dependendo do contexto em que essa imagem se insere.

Ao usarmos o termo *design especulativo*, muitas vezes empregado em equivalência ao termo *design de ficção*<sup>41</sup>, é preciso definir sua especificidade nanotecnológica. O tipo de imagem nanotecnológica ao qual estamos denominando *especulativo* – por estar baseado no exercício de técnicas de design especulativo – não é necessariamente alinhado com o design *crítico*. Há uma linha recente de pesquisa no campo do design voltada ao questionamento crítico sobre as novas possibilidades da tecnociência, em especial as da biotecnologia e da biocibernética:

---

<sup>40</sup> Disponível em: <<http://www.lbl.gov/Science-Articles/Archive/MSD-conveyor-belt-for-nanoage.html>>

<sup>41</sup> Ver: <[http://en.wikipedia.org/wiki/Design\\_Fiction](http://en.wikipedia.org/wiki/Design_Fiction)>

O Design Crítico usa as propostas do design especulativo para questionar, provocar o debate, aumentar a consciência social [sobre a tecnociência] e explorar alternativas. O seu oposto é o design afirmativo, que serve como um reforço ao status quo. O design crítico rejeita a ideia de que o design só pode existir em relação à agenda industrial e promove a exploração de outros tipos de contribuição do design para a sociedade (BEAVER et al., 2009:64).

De acordo com a definição acima, poderíamos considerar grande parte das imagens produzidas com o objetivo de prototipar nanoartefatos ficcionais como sendo exercícios de design *afirmativo* e não especulativo, devido ao fato de muitas delas estarem a serviço da nanoindústria. Contudo, o design de ficção nanotecnológica – ou de especulação nanotecnológica – pode ser encontrado tanto fora quanto dentro, e tanto contra quanto a favor, dos interesses da nanoindústria. O design especulativo, no contexto das imagens nanotecnológicas, pode ser tanto do tipo afirmativo – alinhado com o *status quo*; quanto crítico – engajado com a exploração de novas alternativas. É preciso deixar clara esta diferença, pois o termo design especulativo costuma ser imediatamente associado ao design crítico.

Outra associação possível entre a nanotecnologia e o design especulativo são as intervenções de arte contemporânea nas quais são desenvolvidos supostos produtos nanotecnológicos, como na instalação ambulante produzida por Koert van Meensvort (2011):

O Supermercado NANO apresenta produtos nanotecnológicos [fictícios] desenvolvidos por designers, tecnólogos e artistas de seis países diferentes. Eles foram selecionados por um júri de experts em nanotecnologia e design. Nossos produtos são inovadores e úteis ao mesmo tempo em que são estranhos e perturbadores. Eles funcionam como cenários de potenciais nanofuturos, e nos ajudam a decidir qual tipo de nanofuturo nós realmente queremos (MEENSVORT, 2011).



Figura 15: Produtos disponíveis no Nano Supermarket, 2011. Next Nature.net



Figura 16: Instalação ambulante Nano Supermarket, 2011. Next Nature.net

Outros exemplos de design especulativo relacionado à nanotecnologia na arte contemporânea são o trabalho *Nanoweapons* (2007), da artista Alice Wang, e o Projeto Nuvem (*The Cloud Project*), da dupla Zoe Papadopoulou e Cathrine Kramer (2010), do Royal College of Art, de Londres. O trabalho de Alice Wang se baseia em uma narrativa de ficção científica na qual a nanotecnologia é usada para desenvolver armas mortais embutidas em objetos de uso diário, como secadores de cabelo, lâmpadas, etc. A artista faz então o design especulativo destes objetos variados e os apresenta na instalação *Nanoweapons* (2007):



Figura 17: *Nanoweapon: bulb duplicates*. Alice Wang, 2007.



Figura 18: Nanoweapon: stiffened veins. Alice Wang, 2007.

Já a intervenção urbana de arte nanotecnológica desenvolvida no Projeto Nuvem, de Papadopoulou & Kramer (2010), utiliza a nanotecnologia para criar uma performance na qual, através de jatos de vapor biotecnológico que se transformam em sorvete ao entrar em contato com a atmosfera, questões ambientais relativas ao uso de nanomateriais na comida e no meio ambiente são abordadas de forma inusitada e divertida:

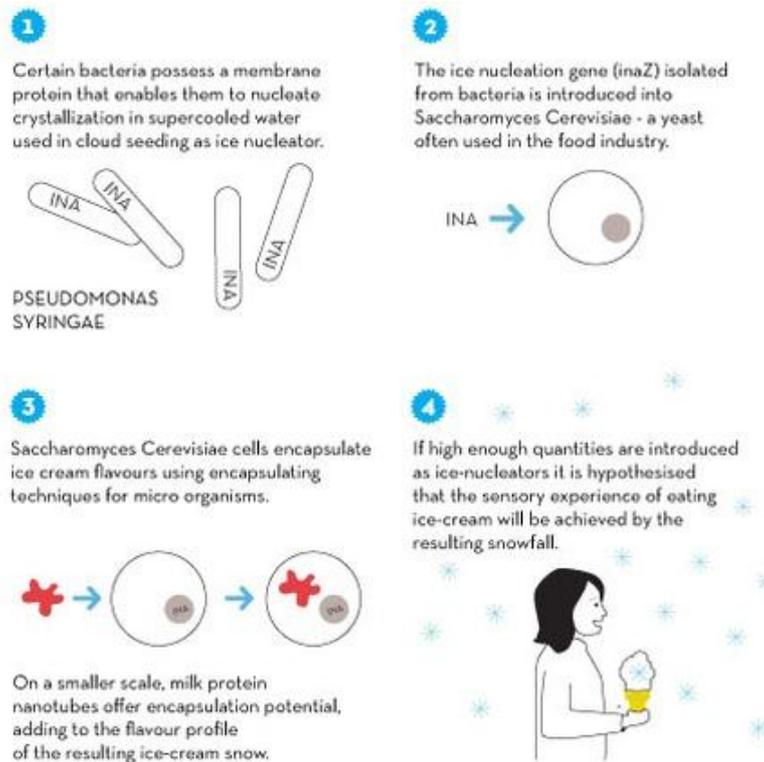


Figura 19: The Cloud Project: Explanation. Papadopoulous & Kramer, 2010.



Figura 20: The Cloud Project: Van. Papadopoulous & Kramer, 2010.



Figura 21: The Cloud Project: Performance. Papadopoulous & Kramer, 2010.

Em todas essas instâncias, vemos como o design em suas muitas vertentes (gráfica, digital, crítica ou de ficção) pode assumir diversas formas de expressão visual ao relacionar-se com as questões e possibilidades da nanociência, gerando imagens nanotecnológicas de tipo especulativo na acepção mais pura do termo. Estas imagens trabalham com possibilidades nanotecnológicas imaginadas, e não se ocupam com a descrição visual de nanoprocessos já existentes.

A diferença entre as imagens especulativas e as imagens de tipo *informativo* é que estas se referem, ao contrário, ao esforço de tradução e representação visual de elementos e processos que já existem na prática nanocientífica. As imagens nanotecnológicas de tipo informativo têm fins de divulgação ou ilustração científica, geralmente educacional. Exemplos são as representações em 3-D dos nanotubos, juntamente com o mapeamento de estruturas autoreplicantes de DNA:

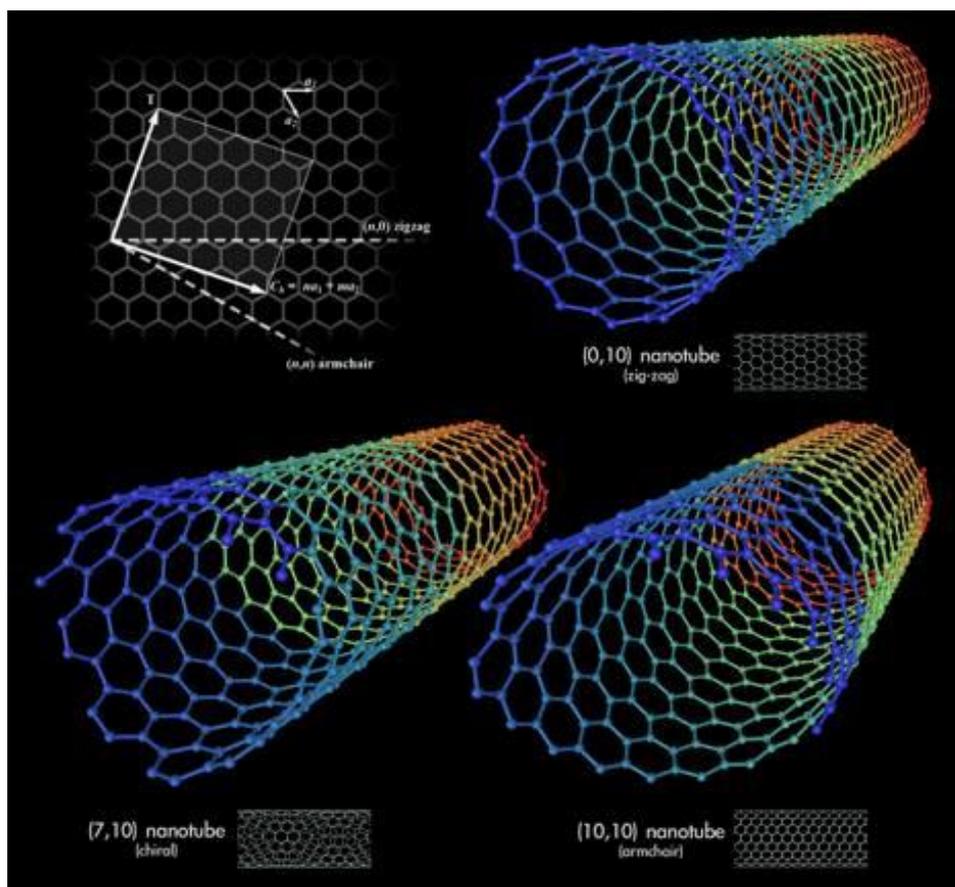


Figura 22: Nanotubos de diversos tamanhos (JACQUOT, 2008)

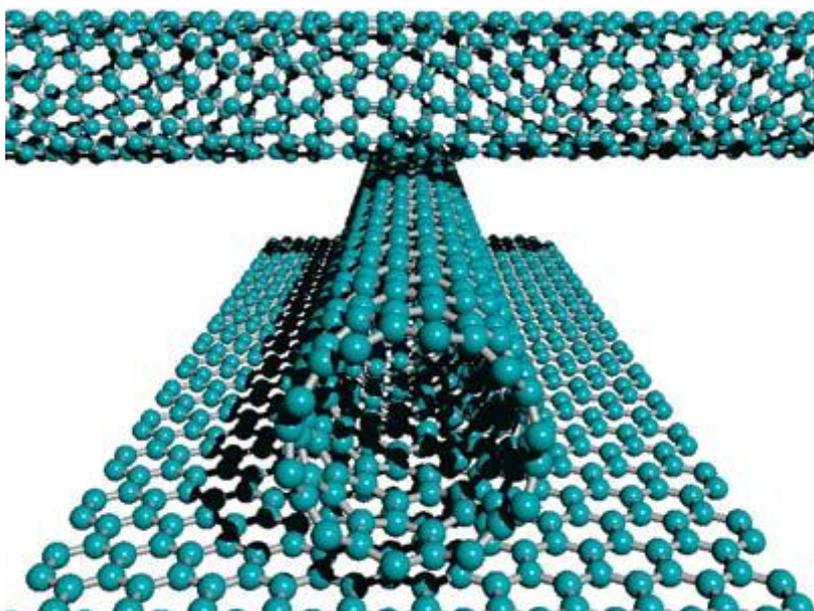


Figura 23: Nanopipes developed in the MIT (Massachusetts Institute of Technology). (TRAFTON, 2008).

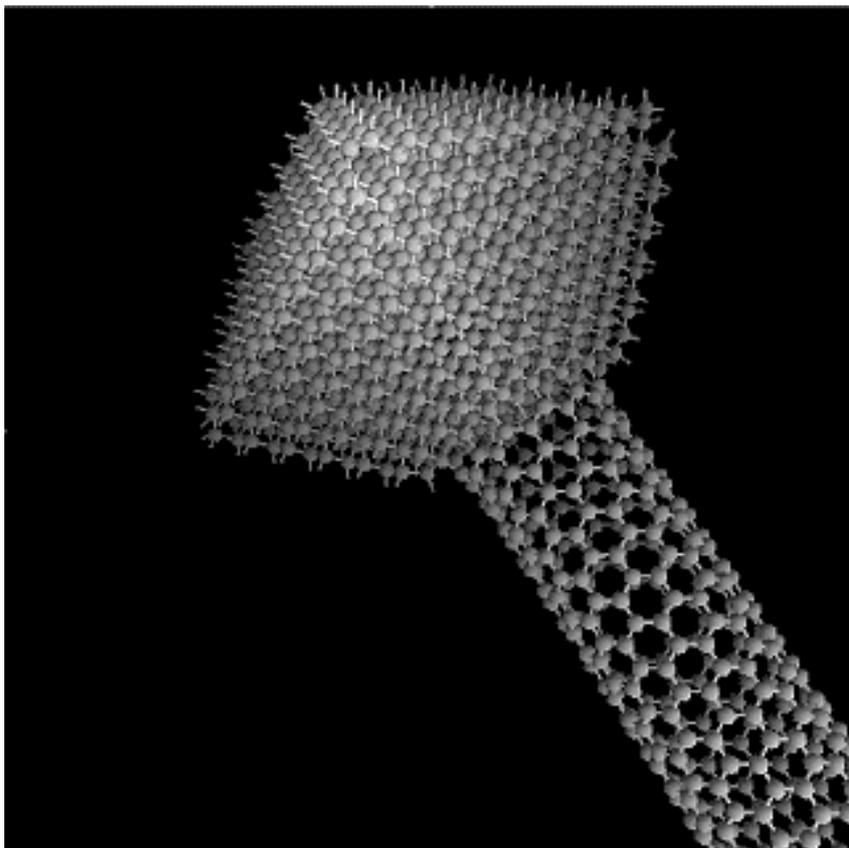


Figura 24: Nanotubos em estruturas de diamante. (SHENDEROVA et al., 2003)

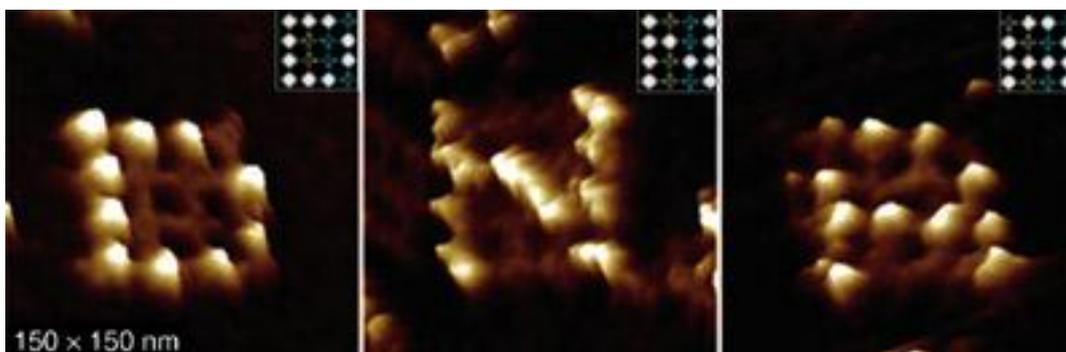


Figura 25: DNA Letters: estruturas de DNA automontadas (DREXLER, 2008)

A semelhança visual entre as nanoestruturas moleculares orgânicas (DNA) e não-orgânicas (nanotubos) é digna de nota. Esse tipo de imagem nanotecnológica, à qual chamamos informativa, nos educa sobre a repetição geométrica de padrões matemáticos em nanoescala. O reconhecimento desses padrões leva à formulação de aplicações

híbridas entre nanoestruturas biológicas e não-biológicas, sendo um dos mecanismos chave para a nanoconvergência.

#### 4.4 CONCLUSÃO

Começamos este capítulo relacionando a estética nanotecnológica com a metafísica de Schopenhauer, que considera o campo da estética como um meio de 'decifrar o enigma do mundo', tanto em sua imanência quanto em sua transcendência. A estética é um componente ontológico importante da visão de mundo de Schopenhauer, sendo que a relação entre sensibilidade estética e conhecimento ontológico se dá através da *representação*, que é independente ao princípio de razão suficiente. O tipo de conhecimento que considera tanto a forma e suas relações quanto aquilo que 'continua a existir fora de e independentemente a todas as relações, e que não está sujeito a nenhuma mudança' (VRa, Vol. I, 185) é *estético*.

A experiência de um sublime nanotecnológico se situa no limiar entre forma e não-forma; permanência e impermanência: o ponto onde se encontra o princípio de individuação nanotecnológica. Unir finitude a infinitude se torna possível quando consideramos as possibilidades ilimitadas de manipulação material inerentes à nanociência. Os processos de individuação nanotecnológica estão no limiar entre o material e o imaterial, entre o visível e o invisível, camadas que se confundem uma com a outra em dobraduras infinitas.

O imaginário nanotecnológico se estabelece a partir da tensão entre finitude e infinitude, entre o conhecido e o desconhecido; tensão essa que se expressa através de inúmeras projeções culturais. A maneira através da qual os processos nanoconvergentes são compreendidos e assimilados pela cultura varia enormemente. Identificamos como cada segmento cultural e social tende a projetar no imaginário nanotecnológico seus próprios hábitos e preferências estéticas.

Cientistas representam a nanoconvergência através de metáforas de engenharia e de design de materiais com fins utilitários. Artistas percebem as conquistas da nanotecnologia como a chegada de uma nova dimensão, como a porta de acesso a um novo "mundo", cheio de promessas fascinantes e perigosas. Escritores de ficção científica atuam em uma via de mão dupla, na qual inspiram o avanço da ciência ao mesmo tempo em que são informados e orientados por esta última. Cada um desses nichos culturais se torna um vetor de produção e disseminação de imagens nanotecnológicas, criadas de acordo com seu imaginário particular.

As imagens nanotecnológicas exercem um papel fundamental no avanço científico e cultural contemporâneo, seja como referências visuais que permitem a prototipagem científica de processos e artefatos ou como veículos de um novo tipo de estética nanotecnológica. Assim como as fronteiras entre design nanotecnológico e ficção nanocientífica não estão bem definidas dentro desse imaginário, a estética nanotecnológica também ocupa territórios nebulosos onde a extrema beleza natural de suas micropaisagens se confunde com a manipulação digital de nanocenários artificialmente criados, sem que muitas vezes essa distinção possa ser feita de maneira clara.

Categorizamos as imagens nanotecnológicas em cinco tipos: pictorial, molecular, conceitual, especulativo e informativo. Cada uma dessas categorias representa um determinado tipo de produção imagética, cada qual vinculada a nichos culturais diferentes, sendo que as categorias não são mutuamente excludentes; podem coexistir. Em todas essas categorias, predomina a visão de mundo característica ao campo epistemológico dentro do qual a imagem foi produzida, muitas vezes com ramificações inter ou transdisciplinares. As diferentes categorias de imagens nanotecnológicas demonstram a diversidade das estéticas visuais presentes na cultura relativa à nanociência.

Contudo, na pesquisa sobre as estéticas nanotecnológicas não nos foi possível identificar nanoimagéticas que trabalhassem visualmente o conceito de sublime nanotecnológico proposto nesta tese, e que traduzissem visualmente suas poéticas. Surgiu a necessidade

de experimentar possíveis representações imagéticas dos elementos conceituais que compõem o sublime nanotecnológico, como por exemplo: a relação entre o universal e o particular, a individuação e a exceção nanotecnológica, suas analogias com o pensamento escolástico e a alquimia medieval, etc.

Essa experimentação se deu através de uma colaboração conceitual com a vídeo-artista Juliana Mundim, a qual resultou em um trabalho de vídeo-arte que pretende expressar a poética nanotecnológica proposta nesta tese, e que está anexo no formato de um DVD.

# 5

## DE ARS SUBLIME INFINITIS VIDEO



## 5.1 NANOETNOGRAFIA DE UMA COLABORAÇÃO

Ao chegarmos neste último capítulo (o menor em tamanho e maior em coragem de todos os capítulos desta tese), finalmente abordamos o terceiro eixo de exploração proposto por este trabalho: a produção colaborativa de uma obra de videoarte inspirada pelo conceito do sublime nanotecnológico. O método usado para descrever o processo de produção desse vídeo é o etnográfico: neste capítulo relatarei, em primeira pessoa, o contexto e as diversas etapas da colaboração artística entre mim e a artista Juliana Mundim, situando nossa experiência dentro da estética conectiva (GABLIK, 1992) e da estética relacional (BOURRIAUD, 2008).

A arte colaborativa é uma modalidade de criação conjunta que busca transcender as fronteiras da subjetividade individual em busca de uma intersubjetividade compartilhada entre a dupla ou time de autores. Ao contrário da arte individual, que privilegia a expressão da identidade pessoal do artista através de sua obra, a arte colaborativa privilegia a sobreposição entre diferentes perspectivas individuais. A atitude colaborativa exige a formação de um consenso entre os participantes, para que o que é comum se sobreponha às diferenças de cada um.

Quanto mais diferença existir entre as capacidades, talentos e posições dos criadores, maior a originalidade de seu produto final: é o que nos afirma a estética conectiva de Suzi Gablik (1992). Segundo a autora, a arte contemporânea é sobretudo a esfera de uma interatividade social, profundamente intersubjetiva. Há que se romper com o mito do isolamento criativo, estereotipado na 'genialidade' artística, para que "a arte possa ser a corporificação de uma união pessoal" (GREEN, 2001: 120). A estética conectiva, materializada através da arte colaborativa, apaga as fronteiras entre as expressões particulares e a separação individual entre 'eu' e 'outro'.

Essa fusão entre subjetividades individuais no processo de colaboração artística dá origem ao que Charles Green (2001: 186) chama de 'terceira mão': "a dupla identidade criada através da colaboração artística pode ser descrita como uma extensão fantasma

da vontade conjunta dos artistas [...] um apêndice fantasma ou uma terceira mão". A terceira mão não pertence a um terceiro artista, mas sim representa um território de expressão compartilhada por ambos os artistas simultaneamente. Esse território comum ultrapassa as subjetividades individuais e permite que a intersubjetividade se apresente como força conjunta e autônoma.

Se a arte moderna foi marcada pelo individualismo exacerbado da criação autoral, a arte contemporânea acontece, ao invés, em 'interstícios sociais' próprios à estética relacional de Nicolas Bourriaud (2008):

A estética relacional não constitui uma teoria da arte, já que isto implicaria o enunciado de uma origem e de um destino, senão de uma teoria da forma. A que chamamos *forma*? A uma unidade coerente, uma estrutura (entidade autônoma de dependências internas) que apresenta as características de um mundo: a obra de arte não é a única; é só um subgrupo da totalidade das formas existentes. Na tradição filosófica materialista (...), os átomos caem no vazio, ligeiramente em diagonal. Se um desses átomos se desvia de sua trajetória, "provoca um encontro com o átomo vizinho e de encontro em encontro, uma série de colisões e o nascimento de um mundo". Assim nascem as formas, a partir do "desvio" e do encontro aleatório entre dois elementos até então paralelos. Para criar um mundo, esse encontro deve ser duradouro: os elementos que o constituem devem unir-se em uma forma (...) A forma é definida como um encontro duradouro" (BOURRIAUD, 2008: 19).

A arte contemporânea é um encontro que persiste. No caso da arte colaborativa este encontro se dá entre subjetividades; muito embora reúna espacialidades, temporalidades, enfim: materialidades. O encontro intersubjetivo se articula na materialidade do espaço-tempo. É assim que nosso encontro - Renata Lemos (pesquisadora) e Juliana Mundim (artista) - tem na materialidade não apenas seu suporte mas também seu objeto.

Contudo, esta materialidade não é aqui entendida em seu sentido corriqueiro. A materialidade com a qual estamos lidando nessa tese reside na intersecção entre matéria primeira e matéria segunda: a individuação. A materialidade que é o objeto de um nano sublime tem raízes imateriais. Criar uma representação visual para o sublime nanotecnológico, que por definição pertence à dimensão "da sublimidade, produzida

pela contemplação estética num total abandono do eu" (ALMEIDA, 2009:245), é um exercício intersubjetivo que pertence ao âmbito da estética relacional e conectiva.

Desde que surgiu a ideia de explorar o conceito de sublime nanotecnológico como o tema desta tese, surgiu também o impulso de trilhar as veredas da arte como um método de conhecer o desconhecido; de tornar visível o invisível – um impulso que, em si mesmo, pertence à própria dinâmica da nanoconvergência: o desbravamento da fronteira entre material e imaterial. Começamos o exercício de pensar o nanotecnológico no primeiro capítulo, descrevendo conquistas científicas que nos trazem dados mensuráveis sobre as condições físicas da nanoescala e de suas propriedades e possibilidades, as quais são as causas sensíveis da experiência de um sublime nanotecnológico.

A partir dessas possibilidades, passamos então à exploração das suas implicações filosóficas, elaborando a composição teórica de um sublime nanotecnológico. Dentre as muitas definições aqui propostas ao nano sublime, talvez a que corresponda melhor ao consenso estético que aconteceu entre nós, o qual tornou possível uma poética relacional entre nós duas, foi pensar esse nano sublime em termos da transimanência que possibilita a continuidade do infinito existente em nós mesmos e no mundo ao nosso redor. Lidar com a profundidade da transimanência presente nessa continuidade foi o nosso maior desafio ao tentar traduzir visualmente essa ideia.

Em meio às muitas questões que pautaram nossa colaboração, nos perguntávamos: como tornar imagem a não-imagem do 'infinito que existe em nós mesmos'? Como representar a matéria que é em si mesma *representação*? Como transmitir o recado de que a sublimidade nanotecnológica não reside em uma 'dimensão' material, em um 'mundo' em nanoescala, mas sim como 'parte constitutiva de nós mesmos e do mundo em que vivemos'?

Em outubro e novembro, após a artista Juliana Mundim ter aceitado o convite para criar uma narrativa visual sobre o sublime nanotecnológico, nosso diálogo colaborativo começou a acontecer através de uma série de emails. Começamos escolhendo o infinito e

a alquimia como referências estéticas e pontos de partida simbólicos. À medida que o texto de cada capítulo da tese ia ficando pronto, era enviado como subsídio teórico para a artista. Dentre as imagens que trocávamos, experimentando com diversas simbologias, estava a imagem do ouroboros:

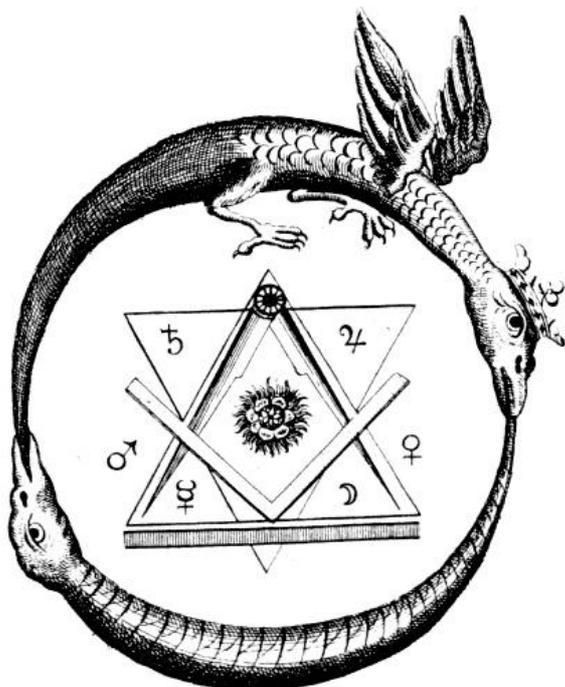


Figura 26: Ouroboros

Da mesma forma, nas nossas muitas conversas sobre a relação entre a alquimia e a nanotecnologia, havia sempre a referência à ideia de unidade e totalidade que está implícita à imagem do ouroboros. Chegamos então a um consenso em relação à utilização do ouroboros como imagem simbólica pertencente ao imaginário visual que estávamos desenvolvendo.

No dia 09 de novembro, Juliana respondeu com a ideia de remixar o vídeo *i remember the world*, parte de seu projeto online Pocket Films for Travelers<sup>42</sup>. No email enviado nesse dia, Juliana sugere, em resposta ao capítulo sobre o sublime nanotecnológico: "acho que podemos usar imagens [do vídeo *i remember the world*] porque tem muita

---

<sup>42</sup> <http://pocketfilmsfortravelers.com/>

referência ao universal, ao átomo, a coisas que estão e não estão... e acho que também ao sublime". Passamos então a um diálogo sobre o paralelo entre a visualidade do vídeo *i remember the world*, que traz elementos estéticos fortemente relacionados com o conceito de infinito e com a tensão entre unidade e multiplicidade, e a estética de um sublime nanotecnológico.

O vídeo *i remember the world* é marcado pelo forte contraste das imagens em preto e branco de paisagens que 'correm' com grande velocidade entre o humano e a tecnologia; da geometria natural de relâmpagos como retas que se movem como rizomas entre céu e terra infinitos, contrapondo-se à geometria tecnológica de pontos de luz artificial; do movimento humano que se dá entre as grades do transporte urbano e a liberdade das ondas do mar; das formas e dos corpos que 'derretem' em círculos e rodas; espaços e partículas; tramas matemáticas que unem organicidades a inorganicidades; ruídos, desvios, continuidades e polaridades; ambas infinitas.

Nossa colaboração se deu na forma de uma fusão entre as referências estéticas do vídeo *i remember the world* e as referências teóricas do conceito de sublime nanotecnológico apresentado nesta tese. Nas palavras da própria Juliana Mundim:

***"A Renata me propôs uma espécie de ilustração em forma de vídeo para o trabalho. Eu achei o conceito belíssimo. Conversamos diversas vezes sobre os conceitos de sua tese e em como ela pensava o medieval, o nanotecnológico e o sublime. Li capítulos de sua tese e isso me ajudou a entender nossas conversas. A partir disso foram criadas as imagens. Me lembro de uma música que dizia que as coisas modernas sempre existiram e que estavam dentro de uma caverna esperando pelo momento certo para sair. De alguma forma eu percebo a nanotecnologia como algo que sempre esteve aí, invisível, esperando pra se tornar 'palpável'. Me parece natural que o microscópico se torne aparente e 'manuseável'. Penso na nanotecnologia como a ciência dos detalhes, os detalhes mais sutis que fazem a diferença das coisas enormes e mais óbvias. Acho que o invisível está no visível e vice versa. Pensando desta forma, não existem muitas fronteiras entre os dois, um é continuação do***

*outro, ou um está dentro do outro. Dessa maneira as imagens puderam ser trabalhadas de forma mais livre, sem uma rigidez, tentando libertar-se do clichê da tecnologia onde coisas e imagens são produzidas por computadores ou laboratórios. A nanotecnologia, me parece, provém de todas as coisas, assim como todo o resto. Desse modo, o vídeo foi concebido a partir da ideia que o nano é praticamente onipresente e chega a ser quase religioso. O sublime está presente semeando tudo como uma oração de fundo ou um mantra. Este aspecto quase religioso do 'nanosublime' foi o foco principal para a criação do vídeo. A cadência da vida, o zoom in and out do macro e micro, o átomo pulsante, o tempo ao contrário ou em fast forward e a coexistência universal, aqui foram representadas por imagens sobrepostas, onde uma leva a outra e outra, de maneira entrelaçada e rítmica. A trilha sonora também foi feita deste modo, com uma união de ruídos e músicas sobrepostas – o ruído do sublime é o ruído de todas as coisas"*

## 5.2 SOBRE JULIANA MUNDIM

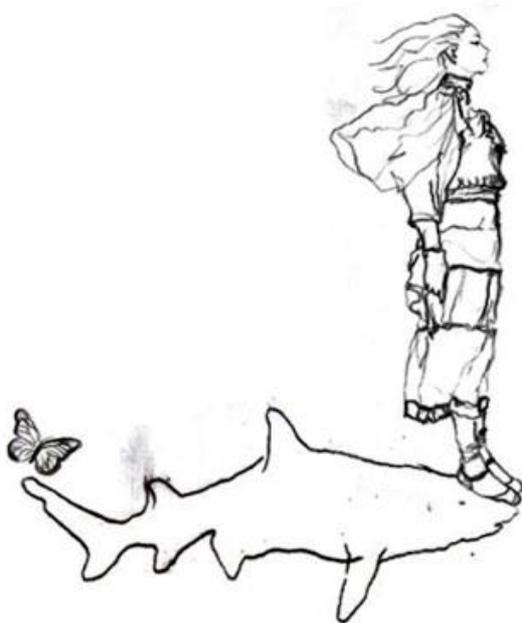


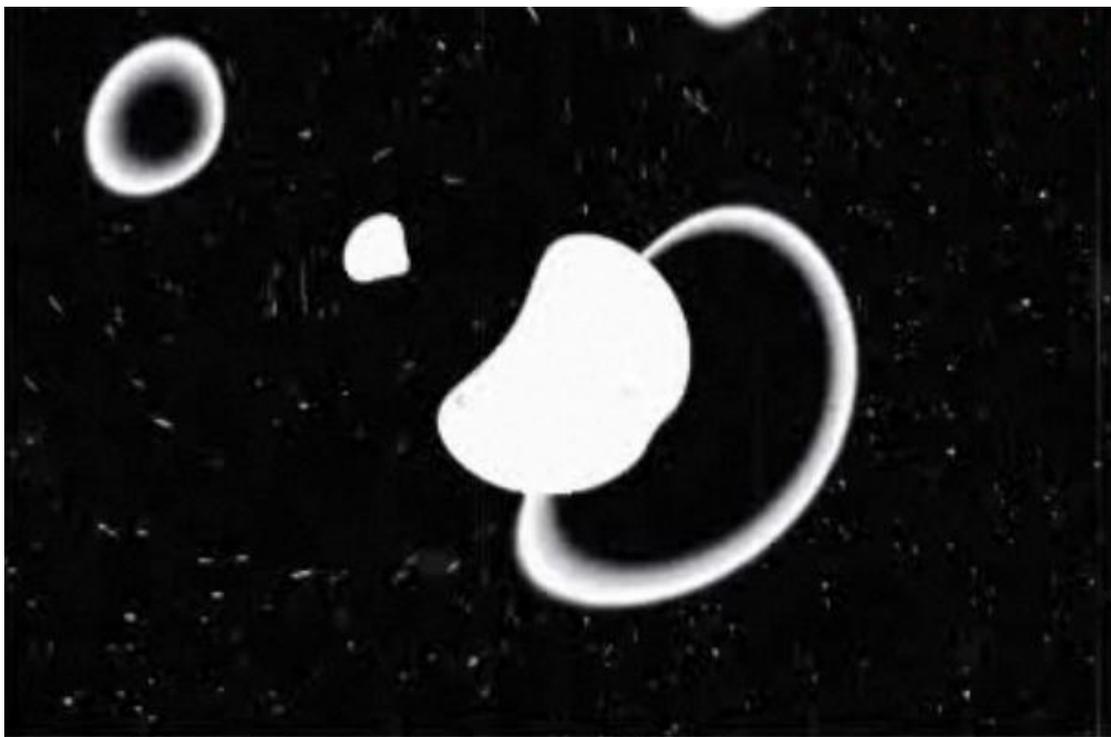
Figura 27: Autorretrato

Escreveu seu primeiro curta, *Surfista Invisível*, no último ano de faculdade, trabalho reconhecido por ser um dos primeiros filmes rodados com tecnologia digital. Com ele, conquistou dois importantes prêmios, sendo um pelo LINC, em São Paulo, e outro pelo Pólo de Cinema, de Brasília. O filme foi exibido na Mostra Internacional de Cinema de São Paulo. A artista foi para Nova York estudar Cinema Digital e trabalhou com edição ao lado de grandes profissionais, como Spike Lee. Na sequência, decidiu viajar pelo mundo e conhecer vários países em busca de material para um projeto de vídeo, fotos, textos e desenhos intitulado *Pocket Films for Travelers* ([www.pocketfilmsfortravelers.com](http://www.pocketfilmsfortravelers.com)). Os curtas que resultaram desse projeto foram exibidos em vários países, como Alemanha (Bauhaus), França (Georges Pompidou), Japão (Sandplay), Estados Unidos (Digital Artifact) e Brasil (Resfest, Itaú, Videobrasil e Paço das Artes), entre outros. Juliana também edita e produz a revista digital de arte e vídeo *FAQ Magazine* ([www.faqmagazine.net](http://www.faqmagazine.net)), que conta com a colaboração de artistas e profissionais de todo

o mundo. Foi a curadora da mostra de vídeo e foto *Ways to See Places and Landscapes*, no Instituto da Telefônica, em Lima, no Peru. Entre seus trabalhos, também dirigiu um documentário de curta metragem e um videoclipe para a banda Pato Fu, ambos lançados em DVD. Publicou um *zine* de desenhos na França pela editora L'Imprimment, da série *I heart*, fez vídeos como freelancer para Phillips e Motorola e trabalhou como diretora de arte em publicidade e em diversos longas e curtas-metragens, exercendo diferentes funções.

**<http://www.julianamundim.com/>**

# CONSIDERAÇÕES FINAIS



## Recapitulando

Nossas considerações finais esboçam uma conclusão geral, reunindo e recapitulando as conclusões específicas a cada capítulo em um apanhado de ideias centrais que condensa os pontos principais desta tese. Como vimos, a estética da comunicação de Mario Costa surge no ambiente das mídias digitais, onde o infinito matemático expressado pelas imagens sintéticas conduz ao conceito de sublime tecnológico, o qual está ligado à reprodutibilidade e virtualidade. A estética da comunicação de Mario Costa é kantiana.

No contexto das nanomídias, identificamos o surgimento de uma estética da nanocomunicação, onde o sublime se situa não mais na virtualidade da representação imagética digital, mas sim na materialidade das nanomutações convergentes. O sublime que experimentamos no contexto da nanotecnologia é relativo ao infinito presente nas possibilidades ilimitadas de transmutação material trazidas pela nanoconvergência. Se o sublime tecnológico de Mario Costa é kantiano, o sublime nanotecnológico proposto nessa tese é schopenhauereano.

Para contextualizar o surgimento dessa nova estética da nanocomunicação, começamos, no capítulo um, pela descrição das muitas novas facetas tecnocientíficas que surgem a partir da nanoconvergência (a progressiva fusão entre o estado da arte da biologia, computação quântica, nanotecnologia, tecnologias da informação, e inteligência artificial). Alinhando as principais conquistas contemporâneas da nanociência, e descrevendo suas diversas ramificações, chegamos até as implicações filosóficas de seus processos de convergência, em uma abordagem transdisciplinar. Devido à natureza tecnocientífica da unidade da matéria, há o retorno contemporâneo da questão escolástica dos universais.

A unidade da matéria apontada por William Bainbridge evidencia como a nanotecnologia e as tecnologias nanoquânticas instrumentalizam a nanoconvergência a partir dos aspectos *universais* pertencentes à matéria, gerando novas e múltiplas particularidades em cada nível material. Delineamos então, no capítulo dois, a trajetória de evolução filosófica da categoria do universal, desde sua origem na antiguidade,

passando pelo período da escolástica medieval, e chegando até a modernidade e a contemporaneidade, nas quais este conceito passa a ser analisado em relação à ciência.

A questão dos universais, preponderante na Idade Média, sofreu alterações consideráveis durante a história da filosofia, que de sua origem na crítica de Aristóteles a Platão, baseada em seu argumento idion (um argumento contra a possibilidade de um universal material), foi sendo transformada em uma discussão predominantemente nominalista. É no contexto contemporâneo do realismo especulativo que esta questão retorna às suas origens: o questionamento da metafísica platônica em relação à possibilidade de um universal de natureza material, que caracterizou a escolástica medieval.

Contudo, o debate sobre o universal no contemporâneo ultrapassa o escolasticismo, integrando ciência e tecnologia e trazendo novas interpretações sobre a categoria do universal, que no contexto nanotecnológico da unidade da matéria indica a possibilidade de um universal material de ordem nanoquântica. O surgimento de um universal nanotecnológico se torna cabível através da revisão contemporânea sobre o conceito aristotélico de *prima materia*, que retoma a possibilidade de existência de um princípio universal de ordem material. Este universal tem no princípio de individuação de Duns Scotus o elemento que permitiria a reconciliação entre Aristóteles e Platão: através do hilemorfismo de Duns Scotus, forma e matéria se apresentam como dimensões reais e imanentes, pertencentes a uma mesma natureza comum. O universal nanotecnológico está em consonância com o hilemorfismo escolástico escotista, pois observamos que códigos matemáticos que operam a partir de tecnologias nanoquânticas agem como um princípio de individuação nanotecnológico que determina tanto a forma quanto a estrutura física da matéria.

Assim como a especificidade de um universal nanotecnológico nos exigiu um posicionamento epistemológico sobre o universal enquanto categoria; definir o conceito de sublime nanotecnológico, no capítulo três, nos exigiu a contextualização da epistemologia à qual pertence nosso entendimento da categoria do sublime. Foi na metafísica de Schopenhauer que encontramos os subsídios teóricos adequados à

formulação do sublime nanotecnológico. Ao criticar o princípio de razão suficiente de Kant, Schopenhauer reconcilia a transcendência do realismo de Platão ao empirismo transcendental kantiano (de forma bastante similar a Duns Scotus em relação a Platão e Aristóteles), através da *possibilidade de conhecimento da coisa-em-si*. O sublime em Schopenhauer é o êxtase da experiência – empírica e ao mesmo tempo transcendental – da *vontade* que age em nós mesmos e no mundo como *representação*. A metafísica de Schopenhauer (fortemente marcada pela influência dos Vedas e do budismo) contempla um sublime que é transcendental e imanente à matéria: um sublime *transimane*nte.

O acesso a este sublime se encontra no absoluto da *coisa-em-si* que nos é dado quando já não há mais separação possível entre a *coisa-em-nós* e a *coisa-em-si* que existe no mundo. O sublime nanotecnológico é um sublime *transdutivo* entre o conhecimento do infinito existente em nós mesmos e do infinito existente no mundo; é um sublime transimane

nte entre o absoluto de sua unidade e a multiplicidade de sua contingência. Esta *transdutividade* característica ao sublime nanotecnológico, enquanto experiência estética proveniente da contemplação de um *plano de transimanência*, é semiótica em sua própria natureza.

Assim como o plano de imanência deleuziano é composto por níveis de realidade que se articulam em multiplicidade através de rizomas, o plano de transimanência semiótica, próprio à nanoconvergência, existe na unidade subjacente à *continuidade pura* entre o material e o imaterial, o biológico e o não-biológico, o universal e o particular. Portanto, a estética nanotecnológica apresentada em seguida no capítulo quatro está alinhada com a metafísica de Schopenhauer, tanto em sua imanência quanto em sua transcendência.

O sublime nanotecnológico é aqui encontrado em uma estética transimane

nte, na qual as percepções de infinitos de grandeza cósmica e pequenez quântica se unem, mediados pela nanotecnologia. Uma das conclusões dessa tese é a confirmação da diferença fundamental entre o sublime tecnológico de Mario Costa e o sublime nanotecnológico aqui proposto: este último não é mediado pelas imagens nanotecnológicas. Enquanto que a experiência do sublime tecnológico acontece através das imagens sintéticas, a

experiência de um sublime nanotecnológico transcende a dimensão da imagética, muito embora as nanoimagens também façam parte de sua estética.

Com base na nanoimagética analisada nessa tese (pictorial, molecular, conceitual, especulativa e informativa), concluímos que os processos estéticos que caracterizam um sublime nanotecnológico não estão representados visualmente em nenhuma dessas categorias de nanoimagens. Da mesma forma que o sublime tecnológico tem no visível seu fundamento, o sublime nanotecnológico tem na dimensão do invisível o esteio de seu princípio de individuação, que é seu principal componente estético. A estética relativa a um sublime nanotecnológico é schopenhauereana: o exercício da sensibilidade estética não é necessariamente ligado a juízos de gosto (como na estética kantiana que caracteriza o sublime tecnológico), mas sim à *decifração do enigma do mundo* como um exercício estético que vai além da razão, em uma postura de questionamento metafísico.

Os processos de individuação nanotecnológica estão no limiar entre o material e o imaterial, entre o visível e o invisível, camadas que se confundem uma com a outra em dobraduras infinitas. Esse panorama estético evoca a filosofia especulativa de Quentin Meillassoux, e a ciência-filosófica de David Deutsch. Ambos usam a ciência como uma via de acesso à metafísica: entender o particular e sua relação com o universal na fusão da natureza com a tecnologia, da forma efetuada pela nanoconvergência, nos leva ao absoluto matemático que permeia tanto a filosofia de Meillassoux quanto a física de Deutsch.

O imaginário nanotecnológico se estabelece a partir desta tensão entre finitude e infinitude, entre o conhecido e o desconhecido, entre ficção e realidade. Foi a partir dessa tensão criativa que produzimos, conforme descrevemos brevemente no capítulo cinco, uma obra de video-arte que explora essas polaridades através de poética visual ligada ao sublime nanotecnológico.

### **Definindo o sublime nanotecnológico**

Há diferentes definições segundo as quais o sublime nanotecnológico pode ser entendido, dentro do recorte epistemológico aqui proposto. O sublime nanotecnológico foi definido, no decorrer desta tese, como sendo:

. proveniente do êxtase que experimentamos ao nos vermos suspensos entre o deleite com as infindas novas conquistas da nanoconvergência e o temor às suas potenciais e terríveis ameaças e danos, detalhados no primeiro capítulo;

. um sublime *transdutivo* entre o conhecimento do infinito existente em nós mesmos e do infinito existente no mundo;

. um sublime *transmanente* entre o absoluto da unidade que o faz possível e a multiplicidade de sua contingência;

. o sentimento que nos chega através da contemplação de um incomensurável matemático expressado por um princípio de individuação peculiar, no qual o universal e o particular são mediados pela nanocomunicação em seus fluxos e códigos informacionais, que redesenham materialmente os contornos de sujeito-objetos e objeto-sujeitos;

. pertencente à dimensão em que o visível (a realidade material) e o invisível (o mundo transcendental das Ideias) não estão em oposição e nem caracterizam uma dualidade, pois a materialidade da realidade física, manipulável através das modulações quânticas da nanotecnologia, mostra-se perfeitamente compatível com a imaterialidade característica à leveza dos códigos informacionais da nanoconvergência;

. composto por aspectos objetivos e subjetivos. Objetivamente, podemos observar os fatos tecnocientíficos do estado da arte nanotecnológica: a unidade da matéria, a possibilidade de transmutação nanotecnológica ilimitada através de um construtor universal, a pluralidade de novas formas materiais, as extensões e mutações nanotecnológicas do humano, a nanocomunicação e a informação quântica, etc. Como

aspectos subjetivos, que compõem a reação estética aos processos nanoconvergentes, há a experiência simultânea de sua beleza e monstruosidade, a apreensão sensível de um infinito tecnológico e informacional, a reconfiguração neurotecnológica da *umwelt* humana, etc.

. inerente à *materialidade da multiplicidade reprodutível da individuação nanotecnológica*;

. condizente com o sublime védico de Schopenhauer, que entende o infinito não apenas como uma propriedade da razão humana mas sim como uma parte constitutiva de nós mesmos e do mundo em que vivemos.

### **Alquimia científica**

No capítulo dois, que se dedica ao universal nanotecnológico, citamos David Deutsch quando este apresenta os cientistas contemporâneos como alquimistas que, ao contrário dos alquimistas medievais, estão sendo bem sucedidos em seus experimentos. Abordamos também a forma como o debate sobre a pertinência de um universal material (que era o pano de fundo dos estudos alquímicos medievais) hoje é reeditado pela vanguarda filosófica e científica aqui representada através do realismo especulativo de Quentin Meillassoux e da computação quântica de David Deutsch.

O imaginário nanotecnológico referente a um construtor universal molecular, que seria a pedra-de-toque da nanotecnologia, é extremamente parecido com o imaginário medieval de transformação alquímica: os alquimistas medievais detinham o poder da transmutação, sendo que agora são os cientistas que detêm a chave desse poder. Os antigos poderes alquímicos se veem representados no imaginário nanotecnológico como processos maquínicos de nanoengenharia.

O imaginário nanotecnológico apresenta similaridades surpreendentes com o imaginário medieval. Por exemplo, em 11 de fevereiro de 2010, a conferência *Revolução*

*Nano-Ouro: a alquimia do século 21?*<sup>43</sup>, organizada pela ATCA (Asymmetric Threats Contingency Alliance) – organização premiada pela coroa inglesa – discutiu, em Londres, as propriedades 'miraculosas' do nano-ouro como equivalente ao Elixir da Vida dos antigos alquimistas. O campo científico da 'física da matéria condensada' (ALTLAND & SIMONS, 2006) é outro exemplo de abordagem da intersecção entre nanotecnologia, química e ciência dos materiais. Inúmeros projetos de pesquisa relacionados à física da matéria condensada mencionam a alquimia medieval não apenas como referência histórica, mas também como nomenclatura, como no caso da *alquimia computacional* (STRAATSMAN & McCAMMON, 1992).

As menções à alquimia medieval podem ser encontradas amplamente tanto no discurso científico e acadêmico, ligados à nanoconvergência, como também no campo da arte tecnológica. Exemplos são as gravadoras independentes *Nano* e *Alchemy* – <http://www.alchemyrecords.co.uk/> e <http://www.nanorecords.co.uk/> – ambas ligadas à cena inglesa contemporânea de música eletrônica. Tanto o discurso tecnocientífico quanto a cultura e a arte contemporâneas parecem estar infestados de referências à *alquimia nanotecnológica*.

Quando observamos esta tendência de associação cultural entre nanotecnologia e alquimia no contexto da pesquisa sobre o sublime nanotecnológico, identificamos relações mais profundas entre o ideário nanoconvergente e o ideário medieval; que se dão ao redor do princípio de individuação (a *ecceidade* de Duns Scotus) e que estabelecem e configura materialidades e formas. A complexidade filosófica inerente à temática da individuação nanotecnológica, justifica uma pesquisa mais aprofundada sobre essas relações no contexto da nanoconvergência.

Tanto a alquimia quanto a nanotecnologia atuam a partir da unidade e universalidade em direção à particularidade e multiplicidade. A simbologia relativa à transmutação é a mesma, seja esta transmutação alquímica ou nanotecnológica; real ou imaginada. As fronteiras entre imaginação e realidade não são precisas no campo da nanotecnologia, o

---

<sup>43</sup> Mais informações em: <<http://www.mi2g.com/>>

que confere a esta a mesma aura de mistério que sempre envolveu os estudos alquímicos. Ficção e fato se misturavam na alquimia medieval da mesma forma que hoje se misturam no imaginário da nanoconvergência.

### **Questões que permanecem em aberto**

Consideramos que nosso esforço em tornar acessível a dimensão estética da sublimidade pertencente à nanoescala, demonstrando as peculiaridades de um sublime nanotecnológico, foi relativamente bem sucedido. Contudo, diversas questões que estavam abertas no início desta pesquisa ainda permanecem sem resposta, e outras questões surgiram decorrentes da própria pesquisa. Entre as questões presentes anteriormente e que não encontraram repostas satisfatórias durante nossa pesquisa podemos elencar:

*. Quais são as implicações da nanocomunicação em relação à atual teoria da comunicação?*

*. O sublime nanotecnológico é ou não pós-humano? Se sim, o que caracteriza essa pós-humanidade nanotecnológica? Se não, o que caracteriza o humano pós-nanotecnológico?*

*. De que forma a nanoconvergência integra natureza, tecnologia e cultura?*

A primeira questão continua aberta devido ao estado ainda incipiente da própria nanocomunicação. As nanomídias ainda se encontram em estágio de testes preliminares. Ainda é muito cedo para tecer conclusões definitivas sobre a nanocomunicação em si mesma, e, sendo assim, definir se a nanocomunicação traria ou não alterações significativas à teoria da comunicação seria precipitado. Também em relação ao pós-humanismo, consideramos que o próprio movimento pós-humanista se encontra em fase de transição, na qual ainda não existe consenso sobre o real escopo que o pós-humano e o trans-humano abarcam.

Entretanto, quando consideramos a integração entre natureza, tecnologia e cultura, promovida pela nanoconvergência, esta se apresenta como um processo factual e inegável. Muito embora detalhar exatamente o *modus operandi* dessa integração seja um esforço que está além do que nos propomos nesta tese, ainda assim o sublime nanotecnológico pode ser considerado como uma de suas evidências. No contexto da nanoconvergência, rejeitar a organicidade como uma possibilidade tecnológica, ou rejeitar a possibilidade da mecanicidade como um elemento da natureza, já não é mais cabível. A dualidade entre tecnologia e natureza não é mais possível em um contexto no qual o muito pequeno (a dimensão do nano e do quantum) se transforma através da nanotecnologia em chave mágica que traz consigo uma espécie de poder incomensurável, equiparável ao imaginário da alquimia medieval.

Ainda outra questão em aberto é a possível relação entre o realismo especulativo e a semiótica contemporânea, principalmente no que se refere à *materialidade* do princípio de continuidade, em Peirce, e à *unidade do signo*, conforme apresentada por Meillassoux (2008c). É possível que haja signo sem que exista ao mesmo tempo um sentido? Existe signo absoluto? Qual a relação entre ecceidade e significação? Muitos outros questionamentos podem ser formulados a partir desses. Discernir a faceta material da significação e a faceta semiótica da individuação suscita questionamentos que também justificam uma pesquisa mais aprofundada sobre seu contexto e repercussões teóricas.

Em suma: as mudanças trazidas pela nanoconvergência desafiam não apenas o antropocentrismo que caracteriza a filosofia moderna, mas também todas as nossas sensibilidades estéticas e culturais. A pequenez nanotecnológica se transforma em grandeza incomensurável ao permitir a manipulação sem fronteiras de todos os níveis materiais. Ao existir entre os limites do mundo quântico e do mundo sólido, entre o mundo físico e o mundo do pensamento, a nanoconvergência tem o potencial de operar revoluções em todos os campos do conhecimento, incluindo o da comunicação.

## REFERÊNCIAS

AARTS, E. *Ambient intelligence: a multimedia perspective*. Multimedia, vol.11, 01. IEEE, p.p. 12-19, 2004.

ABELARD, Peter. *Dialectica*. L.M. de Rijk (ed.). Petrus Abelardus: Dialectica. Assen: Van Gorcum, 1970.

ADLEMAN, L. M. *Molecular Computation Of Solutions To Combinatorial Problems*. Science. 266 (11): 1021-1024, 1994.

AGAMBEN, G. *The Coming Community*. Minneapolis: University of Minnesota Press, 2007.

ALMEIDA, Martha de. *Por uma metafísica do sublime*. Princípios. Natal, v.16, n.26, jul./dez. 2009:229-255.

ALTLAND, A.; SIMONS, B. *Condensed Matter Field Theory*. Cambridge: Cambridge University Press, 2006.

AMALL, A. H. *Future Technologies, Today's Choices*. Nanotechnology, Artificial Intelligence and Robotics; A technical, political and institutional map of emerging technologies. Greenpeace Environmental Trust. July 2003. Disponível em: <<http://www.greepeace.org.uk>>. Acessado em: 11/08/2008.

ANGIONI, L. *A Noção Aristotélica de Matéria*. Cad. Hist. Fil. Ci., Campinas, Série 3, v. 17, n. 1:47-90, jan.-jun. 2007.

ARANTES, Priscila. *Arte e Mídia: perspectivas da estética digital*. São Paulo: Ed. Senac, 2005.

ARISTÓTELES. *Metafísica*. Giovanni Reale e Marcelo Perine (trad.). São Paulo: Loyola, 2002.

ARMSTRONG, D. M. *Universals and Scientific Realism*. Cambridge: Cambridge University Press, 1978.

\_\_\_\_\_, D. M. *Universals: An Opinionated Introduction*. Boulder: Westview Press, 1989.

ASCOTT, Roy. *Syncretic Reality: art, process and potentiality*. Drain Magazine, November 2005. Acessado em 05/04/2011. Disponível em: <[http://www.drainmag.com/contentNOVEMBER/FEATURE\\_ESSAY/Syncretic\\_Reality.htm](http://www.drainmag.com/contentNOVEMBER/FEATURE_ESSAY/Syncretic_Reality.htm)>.

BADIOU, A. *Deleuze: The Clamor of Being*. Minneapolis: University of Minnesota Press, 2000.

BAINBRIDGE, William Sims. *Nanoconvergence: the unity of nanoscience, biotechnology, information technology and cognitive science*. New Jersey: Prentice Hall, 2007.

BALAGUER, Mark. *Platonism in Metaphysics*. The Stanford Encyclopedia of Philosophy. Summer 2009 Edition. Edward N. Zalta (ed.) Disponível em: <<http://plato.stanford.edu/archives/sum2009/entries/platonism/>>. Acessado em: 22/09/2011.

BARBOZA, J. Schopenhauer. *A decifração do enigma do mundo*. São Paulo: Moderna, 1997.

\_\_\_\_\_, J. *O Modo de Conhecimento Estético e Mundo em Schopenhauer*. Trans/Form/Ação, São Paulo, 29(2): 33-42, 2006.

BARROS, Anna. Nano: Poética de um Mundo Novo. Arte, Ciência e Tecnologia. In: Anna Barros, org. *Nano: Poética de um Mundo Novo. Arte, Ciência e Tecnologia*. São Paulo: MAB FAAP, 2008, p. 15-27.

\_\_\_\_\_, Anna. *Nano Arte, A Poética Metafórica*. 17º Encontro Nacional da Associação Nacional de Pesquisadores em Artes Plásticas. *Panorama da Pesquisa em Artes Visuais*. 19 a 23 de agosto de 2008, Florianópolis. Disponível em: <<http://www.anpap.org.br/anais/2008/artigos/142.pdf>>. Acessado em: 24/11/2011.

\_\_\_\_\_, Anna. Viagem ao Pequeno Grande Mundo da Nano Arte. 19º Encontro da Associação Nacional de Pesquisadores em Artes Plásticas. *Entre Territórios*. 20 a 25/09/2010, Cachoeira. Disponível em: <[http://www.anpap.org.br/anais/2010/pdf/cpa/anna\\_barros.pdf](http://www.anpap.org.br/anais/2010/pdf/cpa/anna_barros.pdf)>. Acessado em: 24/11/2011.

BEAVER, J., KERRIDGE, T., PENNINGTON, S. *Material Beliefs*. London: Goldsmiths, 2009.

BEIL, Ralph G. & KETNER, Kenneth L. *A triadic theory of elementary particle interactions and quantum computation*. Lubbock: Institute for Studies in Pragmaticism, 2006.

BENENSON, Y.; GIL, B.; BEN-DOR, U.; ADAR, R.; SHAPIRO, E. *An autonomous molecular computer for logical control of gene expression*. Nature. 429: 423–429, 2004.

BINNIG, G & ROHRER, H. *Scanning tunneling microscopy*. IBM Journal of Research and Development, 30,4, 1986.

BMI & FNI (Battele Memorial Institute and Foresight Nanotech Institute). *Productive Nanosystems. A Technology Roadmap*. 2007. Disponível em: <<http://www.foresight.org/roadmaps/>>. Acessado em 11/08/2008.

BOLTER, J. David e GRUSIN, Richard. *Remediation. Understanding new media*. Cambridge, MA: MIT Press: 1999.

BONTEMS, V. *Actualité d'une Philosophie des Machines: Gilbert Simondon, les hadrons et les nanotechnologies*. Revue de synthèse: tome 130, 6 série, n° 1, 2009:37-66.

\_\_\_\_\_, V. *L'imaginaire des nanotechnologies: Nanomonde ou nanocosme? Etudes*, Tome 408, n°4, 2008.

BORISENKO, V. E., & OSSICINI, S. *What is What in the Nanoworld: A Handbook on Nanoscience and Nanotechnology*. Weinheim: Wiley-VCH, 2005.

BOSTROM, Nick. A history of transhumanist thought. *Journal of Evolution and Technology*. Disponível em: <<http://www.nickbostrom.com/papers/history.pdf>>. Acessado em: 01/07/2011.

BOUNDAS, C. Individuation. in: *The Deleuze Dictionary*. ed. Adrian Parr. Edinburgh: Edinburgh University Press, 2005:129.

BOURRIAUD, Nicolas. *Estética Relacional*. Buenos Aires: Adriana Hidalgo, 2008.

BOYER, V.; MARINO, A.; POOSER, R.; LETT, P.D. Entangled Images from Four-Wave Mixing. *Science*. 321, 544, 2008.

BRIER, S. Cybersemiotics: An Evolutionary World View Going Beyond Entropy and Information into the Question of Meaning. *Entropy*. Vol. 12, 2010:1902-1920.

BRYANT, L. R. *Author's Reply to Reviews of "Difference and Givenness: Deleuze's Transcendental Empiricism and the Ontology of Immanence"* by Levi R. Bryant. *Global Discourse*, 1: I, 2010.

\_\_\_\_\_, L. R. *Difference and Givenness: Deleuze's Transcendental Empiricism and the Ontology of Immanence*. Evanston: Northwestern University Press, 2008.

BRYANT, L. R., SRNICEK, N., & HARMAN, G. *The Speculative Turn: Continental Materialism and Realism*. Melbourne: re.press, 2011.

BUCKLEY, J. *From RFID to the Internet of Things: Pervasive networked systems*. European Union Directorate for Networks and Communication Technologies. 2006.

BURKE, Edmund. *On the Sublime and Beautiful*. Vol. XXIV, Part 2. The Harvard Classics. New York: P.F. Collier & Son, 1909-14; Bartleby.com, 2001.

BUTTERFIELD, H. *As origens da ciência moderna*. Rio de Janeiro: Edições 70, 1992:129.

CEZAR, Cesar Ribas. *O conhecimento abstrativo em Duns Escoto*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1996.

CARTWRIGHT, David. *Historical Dictionary of Schopenhauer's Philosophy*. Metuchen: Scarecrow Press, 2005.

CHAKRAVARTTY, A. Scientific Realism. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, Edward N. Zalta (ed.). 2011. Disponível em: <<http://plato.stanford.edu/archives/sum2011/entries/scientific-realism/>>. Acessado em 12/09/2011.

CHOI, C. The World's Smallest Thinker. *LiveScience*. January 8th, 2007. Disponível em: <<http://www.livescience.com/9503-world-smallest-thinker.html>>. Acessado em: 25/11/2011.

CHORÃO, F. J. A. *Matéria em Aristóteles : o problema da materia prima no De generatione et corruptione*. Lisboa : [s.n.], 2009. - 273. Tese de doutoramento, Filosofia, Universidade de Lisboa, Faculdade de Letras, 2009. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10451/552>>. Acessado em: 30/08/2011.

COA, Guozhong. *Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties and Applications*. London: Imperial College Press, 2004. Disponível em: <<http://www.ebrary.com/corp/>>. Acessado em: 11/08/2008.

COSTA, Mario. *O Sublime Tecnológico*. São Paulo: Experimento, 1995.

\_\_\_\_\_, Mario. Estetica della comunicazione e antropologia del futuro, in: *Artmedia: Rassegna Internazionale di Estetica de Video e della Comunicazione*. Salerno, Opera Universitaria di Salerno, 1985:129-130.

\_\_\_\_\_, Mario. *L'estetica dei media*. Tecnologie e produzione artistica. Lecce: Capone Editore, 1990.

\_\_\_\_\_, Mario. *L'estetica della comunicazione*. Roma: Castelvecchi, 1999.

COXITO, Amâncio. *Luis Vernei e a Filosofia Europeia do seu Tempo: o Problema dos Universais*. Revista Filosófica de Coimbra. n . 11, 6. 1994:293-320

CROSS, Richard. *The Physics of Duns Scotus*. Oxford: Oxford UP, 1998.

DeLANDA, Manuel. *Intensive Science and Virtual Philosophy*. New York: Continuum, 2004.

DELEUZE, Gilles. *Diferença e repetição*. 2 ed. Trad. Luiz Orlandi e Roberto Machado. Rio de Janeiro: Graal, 2006.

\_\_\_\_\_, Gilles. [1966] *Review of Gilbert Simondon's L'individu et sa genese physico-biologique*. trans. Ivan Ramirez. *PI!* Vol. 12:43-49, 2001.

DELEUZE, G.; GUATTARI, F. *Mil Platôs - capitalismo e esquizofrenia*, vol. 5. São Paulo: Ed. 34, 1997.

De MUL, Jos. Essay: *The Technological Sublime*. July, 2011. Next Nature. Disponível em: <<http://www.nextnature.net/2011/07/the-technological-sublime/>>. Acessado em: 24/09/2011.

DEUTSCH, David. *The Beginning of Infinity*. London: Penguin, 2011.

\_\_\_\_\_, David. It from Qubit. In: John Barrow, Paul Davies, Charles Harper (eds.) *Science & Ultimate Reality*. Cambridge: Cambridge University Press, 2003.

\_\_\_\_\_, David. *The Structure of the Multiverse*. 2001. Disponível em: <<http://xxx.arXiv.org/abs/quant-ph/0104033>>. Acessado em: 09 ago. 2007.

DEWEY, John. What are Universals? *The Journal of Philosophy*. Vol. 33, No. 11:281-288, (May 21, 1936).

DOMINGUES, Diana. Realidade virtual e a imersão em caves. Em *Conexão, Comunicação e Cultura*, v.3, no. 6:35-50, jul-dez 2004.

DREXLER, E. K. *Modular Molecular Composite Nanosystems*. Metamodern. November 10th, 2008. Disponível em: <<http://metamodern.com/2008/11/10/modular-molecular-composite-nanosystems/>>. Acessado em: 28/11/2011.

\_\_\_\_\_, E. K. From Feynman to Funding. *Bulletin of Science, Technology & Society*, Vol. 24, No. 1: 21-27, 2004.

\_\_\_\_\_, E. K. Drexler Counters. *Chemical & Engineering News*, 81: 40-41, 2003.

\_\_\_\_\_, E. K. *Nanosystems*. New York, NY: John Wiley & Sons, 1992.

\_\_\_\_\_, E. K. *The Engines of Creation*. New York, NY: Anchor Books, 1986.

DUCLÓS, Miguel. *O problema dos universais em Pedro Abelardo*. Consciência. 2008. Disponível em: <[http://www.consciencia.org/pedro\\_abelardo.shtml](http://www.consciencia.org/pedro_abelardo.shtml)>. Acessado em: 01/10/2011.

DUNS SCOTUS, João. Do princípio de individuação: Ordinatio II distinção 3 parte 1 questão 1:85-96. In: CEZAR, C. R. *O conhecimento abstrativo em Duns Escoto*. Porto Alegre: EDIPUCR, 1996.

DUNHAM, J. Review of "Difference and Givenness: Deleuze's Transcendental Empiricism and the Ontology of Immanence" by Levi R. Bryant. *Global Discourse*, 1: I, 2010.

FAHLMAN, B. D. *Materials Chemistry*. Springer: Mount Pleasant. Vol. 1, pp 282-283, 2007.

FATORELLI, A. e BRUNO, F. *Limiares da Imagem: tecnologia e estética na cultura contemporânea*. (org.). Rio de Janeiro: Mauad, 2006.

FERNANDÉZ, E. From Peirce to Bohr: theorematic reasoning and idealization in physics. 1989. pp. 233-245. in: Moore, Edward C. (ed). Charles S. *Peirce and the philosophy of science: papers from the Harvard Sesquicentennial Congress*. Tuscaloosa: University of Alabama Press, 1993.

FILHO, J. S. *A Metafísica de Boécio e a Noção de Haecceitas em Duns Scoto*. Revista Signum. vol.11, 2. 2011.

FINE, Gail. *On Ideas: Aristotle's Criticism of Plato's Theory of Forms*. Oxford: Clarendon Press, 1993.

FLUSSER, Vilém. *O Universo das Imagens Técnicas: Elogio da Superficialidade*. São Paulo: Ed. Annablume, 2008.

GABLIK, Suzi. Connective Aesthetics. *American Art*. 6 (2). 1992. pp. 2-7.

GIANETTI, C. *Estética Digital: sintopia da arte, a ciência e a tecnologia*. Belo Horizonte: C/Arte, 2006.

GILBERT-ROLFE, Jeremy. *Beauty and the Contemporary Sublime*. New York: Allworth Press, 1999.

GILL, M. L. *A Unidade das Substâncias em Metafísica H6*. Trad. L. M. Nogueira Fontes. Cad. Hist. Fil. Ci., Campinas, Série 3, v. 13, n. 2:177-203, jul.-dez. 2003.

GIRONI, F. Meillassoux's speculative philosophy of science: contingency and mathematics. *Pli - The Warwick Journal of Philosophy*, Vol. 22:26-61, 2011.

GISIN, N.; THEW, R. *Quantum Communication*. Nature Photonics. 1:165-171, 2007.

GLENN, L. M. *Ethical Issues in Genetic Engineering and Transgenics*. American Institute of Biological Sciences, 2004. Disponível em: <<http://www.actionbioscience.org/>>. Acessado em: 13/08/2008.

GRAHAM, Daniel W. The Paradox of Prime Matter. *Journal of the History of Philosophy*, vol. 25, nº 4:475-490, 1987.

GREEN, Charles. *The Third Hand: Collaboration in Art from Conceptualism to Postmodernism*. Minneapolis: The University Of Minnesota Press, 2001.

GREENFIELD, Adam. *Everyware: The dawning age of ubiquitous computing*. Berkeley: New Riders, 2006.

GUILFOY, K. William of Champeaux. in Zalta E. (ed.) *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter 2005 Edition).

GWAZDAUSKAS, F. *Transgenic Animals in the Production of Therapeutic Proteins*. Biotechnology International. Century Press, 1992:317.

HANSON, V. L. *Nanotechnology's Molecular Landscapes: Re-seeing the Trope of Invisible Worlds*. Imaging NanoSpace. Bildwelten der Nanoforschung workshop at the Zentrum für interdisziplinäre Forschung, Bielefeld, Germany, May 12, 2005. Disponível em: <[http://www.uni-bielefeld.de/ZIF/FG/2006Application/PDF/Hanson\\_talk.pdf](http://www.uni-bielefeld.de/ZIF/FG/2006Application/PDF/Hanson_talk.pdf)>. Acessado em: 01/11/2011.

HARA, S. et al. New Paradigms in Wireless Communication Systems. *Wireless Personal Communications*, vol. 37, no. 3-4:233-241, May 2006.

HARAWAY, Donna. *Simians, Cyborgs, and Women*. Routledge, New York: 1991.

HARSTHORNE, D. *Charles Peirce and Quantum Mechanics*. Transactions of the C.S. Peirce Society. Vol. 09, N. 04:191-201, 1973.

HAYLES, N. Katherine. *How We Became Posthuman: Virtual Bodies in Cybernetics, Literature, and Informatics*. Chicago: University Of Chicago Press, 1999.

\_\_\_\_\_, N. Katherine. *Nanoculture: Implications of the New Technoscience*. Bristol, UK: Intellect Books, 2004.

HEGEL, G.W.F. *Fenomenologia do Espírito*. Petrópolis: Vozes, 1992.

HOFFMANN, R. *Blow-up: Images from the nano-world challenge viewers thinking*. American Scientist. January-February, 2007. Disponível em: <[http://www.roaldhoffmann.com/pn/modules/Downloads/docs/blow\\_up.pdf](http://www.roaldhoffmann.com/pn/modules/Downloads/docs/blow_up.pdf)>. Acessado em 23/11/2011.

HOFFMEYER, J. *Signs of meaning in the universe*. Bloomington: Indiana University Press, 1996.

HOLISTER, P. *Nanotech: The Tiny Revolution*. CMP Cientifica; July 2002. Disponível em: [http://www.cientifica.info/html/docs/NOR\\_White\\_Paper.pdf](http://www.cientifica.info/html/docs/NOR_White_Paper.pdf)>. Acessado em: 18/08/2008

ITU. International Telecommunication Union. *Internet Reports 2005: The Internet of Things*. 2005. Disponível em: <<http://www.itu.int>>. Acessado em: 18/08/2008.

JACQUOT, J. E. *Carbon Nanotubes Could Make Artificial Protosynthesis Possible*. Treehugger. July, 13th 2008. Disponível em: <<http://www.treehugger.com/clean->

technology/carbon-nanotubes-could-make-artificial-photosynthesis-possible.html>. Acessado em: 28/11/2011.

KANT, I. *Critique of Judgement*. trad. J. H. Bernard. University of Adelaide, 2009.

Disponível em:

<<http://ebooks.adelaide.edu.au/k/kant/immanuel/k16j/complete.html>>. Acessado em: 11/02/2011.

KING, Peter. *Duns Scotus on the Common Nature*. Philosophical Topics. vol. 20:50–76, 1992.

\_\_\_\_\_, Peter. *The Cambridge Companion to Duns Scotus*. Cambridge: Cambridge University Press:15–68, 2003.

KLIMA, Gyula. Natures: the Medieval Problem of Universals. in: *The Cambridge Companion to Medieval Philosophy*, ed. S. McGrade, Cambridge University Press, 2002.

KLIMECK, G. et al. *Atomistic Simulation of Realistically Sized Nanodevices Using NEMO 3-D: Part I Models and Benchmarks*. IEEE Transactions.

KLUZEK, Z. Nanotechnology. Science or fiction? *Materials Science-Poland*, Vol. 25, No. 2, 2007.

KULL, Kalevi. A Brief history of biosemiotics. *Journal of Biosemiotics* 1(1): 1-25, 2005.

KURZWEIL, Ray. *The Singularity is Near*. New York: Viking, 2005.

LEE, Mi-Kyoung. Distinction Between Primary and Secondary Qualities in Ancient Greek Philosophy. In Lawrence Nolan (ed.), *Primary and Secondary Qualities: The Historical and Ongoing Debate*. Oxford: Oxford University Press, 2011.

LEMOS, R.; SANTAELLA, L. Levels of Convergence. Proceedings of Subject, Self, and Soul: Transdisciplinary Approaches to Personhood. Metanexus Institute. July 13-17, 2008, in Madrid, Spain, Metanexus Institute.

LIBERA, Alain de. *A Filosofia Medieval*. São Paulo: Editora 34, 1999. Disponível em: <<http://www.sophia.bem-vindo.net/tiki-index.php?page=objeto+do+pensamento>>. Acessado em: 29/08/2011.

LINDBERG, D. C. *Science in the Middle Ages*. Chicago: University of Chicago Press, 1978.

LLOYD, Seth. Quantum Information Matters. *Science*. 319, 1209. 2008.

\_\_\_\_\_, Seth. *A Theory of Quantum Gravity Based on Quantum Computation*. MIT.2006b. Disponível em: <<http://arxiv.org/>>. Acessado em: 27 dez. 2007.

\_\_\_\_\_, Seth. *Programming the Universe: A Quantum Computer Scientist Takes on the Cosmos*, Boston: Alfred A. Knopf, 2006a.

LONGINUS. *On the Sublime*. The Critical Tradition: Classic Texts and Contemporary Trends. Edited by David H. Richter. Boston: Bedford/St. Martin's: 79-107, 1998.

LÓPEZ, J. Bridging the Gap: Science Fiction in Nanotechnology. In: Schummer, J.; Baird, D. (eds.) *Nanotechnology challenges: Implications for philosophy, ethics and society*. Hackensack, NJ: World Scientific Pub: 327-356, 2006.

LYOTARD, Jean François. *Lições sobre a Analítica do Sublime*. Campinas: Papyrus, 1993.

MACLEOD, M. C.; RUBENSTEIN, E. Universals. *Internet Encyclopedia of Philosophy*. Disponível em: <http://www.iep.utm.edu/universa/> Acessado em: 24/08/2011.

MAESTRUTTI, M. *Imaginaires Des Nanotechnologies: Mythes Et Fictions De L'Infiniment Petit*. Paris: Ed. Vuibert, 2011.

MALCOLM, Chris. art in the age of nanotechnology [curator]. Bentley: *John Curtis Gallery*, 2010. Disponível em: <[http://www.visibleSPACE.com/JCG-1008-NANO\\_Paul.pdf](http://www.visibleSPACE.com/JCG-1008-NANO_Paul.pdf)>. Acessado em: 24/11/2011.

MANOVICH, Lev. *The language of new media*. Cambridge: MIT Press, 2001.

MARÍAS, Julián. *História da Filosofia*. São Paulo: Martins Fontes: 143-147 2004.

MARKS, Paul. *Whip-tailed bacteria could 'tweet' to nanobots*. Newscientist. November 17th, 2010. Disponível em: <<http://www.newscientist.com/article/dn19740-whiptailed-bacteria-could-tweet-to-nanobots.html>>. Acessado em: 25/11/2011.

MASSUMI, Brian. Interview. "Technical Mentality" Revisited: Brian Massumi on Gilbert Simondon. *Parrhesia*. Number 7:36-45, 2009.

MATSUKEVICH, D. N.; KUZMICH, A. Quantum State Transfer Between Matter and Light. *Science*. 22 October 2004: Vol. 306. no. 5696:663-666.

MAURER, A. A. (1982). *Medieval Philosophy*. Toronto: Pontifical Institute of Mediaeval Studies, 1982.

MAYBURY, M. *Intelligent Multimedia Interfaces*. Menlo Park, AAAI Press: 1993.

MEENSVORT, Koert van. *Nano Supermarket*. Next Nature, 2011. Disponível em: <<http://www.nextnature.net/events/nano-supermarket/>>. Acessado em: 28/11/2011.

MEILLASSOUX, Quentin. *After finitude: An essay on the necessity of contingency*. New York: Continuum Books, 2008a.

\_\_\_\_\_, Quentin. *Time without Becoming*. Paper presented at the Centre for Research in Modern European Philosophy, Middlesex University, London, 8th May 2008b:1.

\_\_\_\_\_, Quentin. *Contingence et Absolutisation de l'Un*. Conference paper delivered at la Sorbonne University, during the colloquium "Métaphysique, ontologie, hénologie", Paris-I, 2008c.

MICHLER, R. *Xenotransplantation: Risks, Clinical Potential, and Future Prospects*. EID Volume 2, Number 1, January-March 1996.

MILBURN, C. *Nano/Splatter: Disintegrating the Postbiological Body*. *New Literary History*:36, 2005.

MINGES, P. (ed.) Scotism and Scotists. *The Catholic Encyclopedia*. Edited by Charles Herbermann. New York: Robert Appleton Company, 1913.

MORAN, Dermot. John Scottus Eriugena. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2008 Edition). Edward N. Zalta (ed). Disponível em: <<http://plato.stanford.edu/archives/fall2008/entries/scottus-eriugena/>>. Acessado em: 23/08/2011.

NANCY, J.-L. *Être Singulier Pluriel*. Paris: Galilée, 1996.

\_\_\_\_\_, J. -L. *The Sense of the World*. Trans. J. S. Librett. Minneapolis: University of Minnesota Press, 1997.

NATIONAL NANOTECHNOLOGY INITIATIVE (NNI). *Big Things from a Tiny World*. 2008. Disponível em: <<http://www.nano.gov>>. Acessado em: 08/08/2008.

NEWMAN, S. *Almost Human—and Patentable, Too!* *Genewatch*, 11:3, 1998.

NICOLESCU, Basarab. *Contradição, lógica do terceiro incluído e níveis de realidade*. Ateliers sur la contradiction. Saint Etienne, 2009. Disponível em: <<http://www.cetrans.com.br/textos/contradicao-logica-do-terceiro-incluido-e-niveis-de-realidade.pdf>>. Acessado em: 04/07/2011.

\_\_\_\_\_, Basarab. *Disciplinary boundaries*. *Rencontres Transdisciplinaires*. Bulletin N° 21, janvier 2011. Applications de la transdisciplinarité. Disponível em: <<http://basarab.nicolescu.perso.sfr.fr/>>. Acessado em: 05/03/2011.

\_\_\_\_\_, Basarab. *Manifesto of Transdisciplinarity*. New York: State University of New York (SUNY) Press, 2002.

NORMORE, Calvin. *The Matter of Thought. Representation and Objects of Thought in Medieval Philosophy*. Ed. Henrik Lagerlund. Hampshire: Ashgate: 117-133, 2007.

NÖTH, W. *Panorama da Semiótica: de Platão a Peirce*. São Paulo: Annablume, 1995.

\_\_\_\_\_, W. *Ecossemiotics*. Sign Systems Studies n° 26. Tartu: Tartu University Press: 332-343, 1998.

\_\_\_\_\_, W. *Semiotic Machines*. Cybernetics and Human Knowing, Vol. 9, no. 1:5-21, 2002.

NSF – National Science Foundation Workshop Report. *An Emerging Field of Interdisciplinary Research and Education in Science and Engineering*. Arlington, VA. October 28-29, 1999.

NYE, D. E. *American Technological Sublime*. Cambridge: MIT Press, 1994.

OXBRIDGE RESEARCH GROUP. 2008. *The Handbook of Quantum Information*. Disponível em: <<http://www.quantiki.org>>. Acessado em: 20/08/2008.

PAPADOPOULOU, Zoe; KRAMER, Cathrine. *The Cloud Project*. 2010. Disponível em: <<http://www.thecloudproject.co.uk/>>. Acessado em: 28/11/2011.

PEIRCE, C. S. *Collected Papers of Charles Sanders Peirce*. vols. 1–6, Charles Hartshorne and Paul Weiss (eds.), vols. 7–8, Arthur W. Burks (ed.), Harvard University Press, Cambridge, MA, 1931–1935, 1958. Cited as CP vol.para.

PESAVENTO, U. 1995. *An Implementation of von Neumann's Self-Reproducing Machine*. Artificial Life. vol 2:337-354.

PLANCK, Max. *A Survey of Physical Theory*. London: Dover, 1993.

PLAZA, Julio. *Arte/Ciência: uma consciência*. In: Revista Ars. n°1. São Paulo, Departamento de Artes Plásticas da ECA-USP, 2003.

PORFÍRIO. *Isagoge. Introduction to the logical Categories of Aristotle*. vol. 2, 1853. pp.609-633. Disponível em: <[http://www.tertullian.org/fathers/porphyry\\_isagogue\\_02\\_translation.htm](http://www.tertullian.org/fathers/porphyry_isagogue_02_translation.htm)>. Acessado: 26/08/2011.

PUTNAM, H. *Philosophy of Mathematics: Selected Readings*. Edited with Paul Benacerraf. Cambridge: Cambridge University Press, 1983.

\_\_\_\_\_, H. *A Philosopher Looks at Quantum Mechanics (Again)*. Brit. J. Phil. Sci. 56:615–634, 2005.

\_\_\_\_\_, H. *Mathematics, Matter and Method*. Cambridge: Cambridge University Press, 1975.

REESE, W. L. *Dictionary of Philosophy & Religion*. New Jersey: Humanitarian Press, 1980.

REQUICHA, A.; KOEL, B.; THOMPSON, M. *Nanorobotics*. NSF Nanoscale Science and Engineering Grantees Conference, Dec 16-18, 2003.

RINPOCHE, S. Mahamaya Tantra. in: *The Rare Buddhist Texts Series*. No. 10. New Delhi: Central Institute of Higher Tibetan Studies, 1992.

ROCO, Mihail. *Nanotechnology's Future*. Scientific American, 24 July 2006.

ROSS, Kelly. 2006. *Meaning and the Problem of Universals, A Kant-Friesian Approach*. Disponível em: <<http://www.friesian.com/universl.htm>>. Acessado em: 02/06/2011.

ROSSI, Paolo. *O nascimento da ciência moderna na Europa*. Bauru, SP: Ed. EDUSC, 2001.

RUNES, D. D. et al. *Dictionary of Philosophy*. Totowa, NJ: Littlefield, Adams & Co., 1960.

RUSSEL, Bertrand. *On the Relation of Universals and Particulars*. PAS New Series, vol. XII. 1912. Disponível em: <<http://www.hist-analytic.org/Russelluniversals.pdf>>. Acessado em: 24/08/2011.

RUTSKY, R. L. *High technê: art and technology from the machine aesthetic to the posthuman*. Minneapolis: University of Minnesota Press, 1999.

SALVIANO, J. O. S. *O fundamento epistemológico da metafísica da Vontade de Arthur Schopenhauer*. Trans/Form/Ação, Marília, v. 32, n. 2, 2009.

SANTAELLA, Lucia. *Estética de Platão a Peirce*. São Paulo: Experimento, 2000.

\_\_\_\_\_, Lucia. *Peirce's Broad Concept of Mind*. European Journal for Semiotic Studies. 6:399-411.

\_\_\_\_\_, Lucia. 1997. *The Development of Peirce's Three Types of Reasoning: Abduction, Deduction, and Induction*, 6th Congress of the IASS. Disponível em: <[http://www.pucsp.br/~lbraga/epap\\_peir1.htm](http://www.pucsp.br/~lbraga/epap_peir1.htm)>. Acessado em: 04/07/2011.

\_\_\_\_\_, Lucia. *Peirce and biology*. Semiotica. Vol. 127:5-21, 1999.

\_\_\_\_\_, Lucia. *A Ecologia Pluralista da Comunicação*. São Paulo: Paulus, 2010.

\_\_\_\_\_, Lucia. 2007a. *As imagens no contexto das estéticas tecnológicas*. #6.ART 6xto Encontro Internacional de Arte e Tecnologia. Brasília, 9 a 12 de maio de 2007. Disponível em: <<http://arte.unb.br/6art/>>. Acessado em: 17/02/2011.

\_\_\_\_\_, Lucia. *Linguagens Líquidas na Era da Mobilidade*. São Paulo: Paulus, 2007b.

\_\_\_\_\_, Lucia. *O Papel das Artes na Idade do Pós-Humano*. #9ART. Brasília, 2010. Disponível em: <[http://www.fav.ufg.br/9art/nono\\_art.pdf](http://www.fav.ufg.br/9art/nono_art.pdf)>. Acessado em: 01/07/2011.

\_\_\_\_\_, Lucia. *Uma Cartografia para a Inter e Transdisciplinaridade*. Informática na Educação: teoria & prática, Porto Alegre, v.8, n.2, jul./dez. 2005.

SHENDEROVA, O.A.; ARESHKIN, D.; BRENNER, D.W.. *Carbon based nanostructures: diamond clusters structured with nanotubes*. Mat. Res., São Carlos, v. 6, n. 1, Jan. 2003. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-14392003000100004&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-14392003000100004&lng=en&nrm=iso)>. Acessado em 28/11/2011.

SCHIRMACHER, W. *Homo Generator: Media end Postmodern Technology*. EGS, 1994. Disponível em: <<http://www.egs.edu/>>. Acessado em: 28/11/2011.

SCHOPENHAUER, Arthur. [1844]. *The World as Will and Representation*. trad. E. F. J. Payne. Vol.I & II. New York: Dover, 1966.

\_\_\_\_\_, Arthur. [1844] *O mundo como vontade e como representação*. Trad. Jair Barboza. São Paulo: EdUnesp, 2005.

\_\_\_\_\_, Arthur. [1851]. *Parerga and Paralipomena*. trad. E. F. J. Payne. Oxford: Clarendon Press, 2000.

SCHUMMER, J.; BAIRD, D. *Nanotechnology challenges: Implications for philosophy, ethics and society*. Hackensack, NJ: World Scientific Pub, 2006.

SCHUMMER, J. *Gestalt Switch in Molecular Image Perception: The Aesthetic Origin of Molecular Nanotechnology in Supramolecular Chemistry*. Foundations of Chemistry. Vol. 8:53–72, 2006.

SIMONDON, G. *Du mode d'existence des objets techniques*. Paris: Aubier, 1958.

\_\_\_\_\_, G. *L'Individuation Psychique et Collective*. Paris: Aubier, 1989.

SLOTERDIJK, P. *The operable man: On the ethical state of gene technology*. trans. J. Westerdale e G. Sautter. 2000. Disponível em: <<http://www.petersloterdijk.net>>. Acessado em:18/09/2008.

SMALLEY, R. E. *Of chemistry, love and nanobots—How soon will we see the nanometer-scale robots envisaged by K. Eric Drexler and other molecular nanotechnologists? The simple answer is never*. Scientific American:68-69, Sept. 2001.

SOARES, L. *Plotino, acerca da beleza inteligível (Enéada V, 8 [31])*. Kriterion, Belo Horizonte, v. 44, n. 107, June 2003. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-512X2003000100009&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-512X2003000100009&lng=en&nrm=iso)>. Acessado em: 23/08/2011.

SPADE, Paul. *A Survey of Mediaeval Philosophy*. PaulSpade.com. 1985. Disponível em: <<http://www.pvspade.com/Logic/docs/Survey%202%20Interim.pdf>>. Acessado em: 23/08/2011.

SRIRAMAM, B. The influence of Platonism on mathematics research and theological beliefs. *Theology and Science*, vol. 2, no.1:131-147, 2004.

STERLING, Bruce. *After the Bit Rush*. Symposium Playful Post Digital Culture. November 25th, 2011. Eindhoven, NL. Disponível em: <[http://www.mu.nl/public/file/After%20the%20Bit%20Rush/ATBR\\_BioSymp\\_WEB\\_EN.pdf](http://www.mu.nl/public/file/After%20the%20Bit%20Rush/ATBR_BioSymp_WEB_EN.pdf)>. Acessado em: 02/12/2011.

STIEGLER, B. *Individuation, hypomnemata and grammatisation*. 2 Moscow Biennale of Contemporary Art. 01/03 - 01/04/2007. Disponível em: <[http://2nd.moscowbiennale.ru/en/stiegler\\_report\\_en/](http://2nd.moscowbiennale.ru/en/stiegler_report_en/)>. Acessado em: 25/10/2011.

\_\_\_\_\_, B. *Nanomutations, hypomnemata and grammatisation*. 2011. Ars Industrialis. Disponível em: <<http://arsindustrialis.org/node/2937#>>. Acessado em: 25/10/2011.

STRAATSMA, T.; McCAMMON, J. *Computational Alchemy*. Annual Review of Physical Chemistry. October, Vol. 43:407-435, 1992.

SUDA, T. et al. *Exploratory Research on Molecular Communication between Nanomachines*. Genetic and Evolutionary Computation Conference (GECCO), Late Breaking Papers, June, 2005.

TRAFTON, A. *Super-sensitive and small: New MIT detector uses nanotubes to sense deadly gases*. MITNews. June 5th 2008. Disponível em: <<http://web.mit.edu/newsoffice/2008/nanotube-0605.html>>. Acessado em: 28/11/2011.

UNITED NATIONS. *Convention on Biological Diversity*. 1992. Disponível em: <<http://www.cbd.int/convention/>>. Acessado em: 13/08/2008.

VILLORESI et. al. Experimental verification of the feasibility of a quantum channel between space and Earth. *New Journal of Physics*. vol.10, 2008.

WANG, Alice. *Nanoweapons*. 2007. Disponível em: <<http://www.alice-wang.com>>. Acessado em: 28/11/2011.

WARREN, E. (trad.) *Isagoge*. Mediaeval Sources in Translation. Toronto: Pontifical Institute of Mediaeval Studies, 1975.

WHITE, L. & PAJACZKOWSKA, C. *The Sublime Now*. New Castle: Cambridge Scholars Publishing, 2009.

WIESENDANGER, R. *Scanning Probe Microscopy and Spectroscopy*. Cambridge, U.K.: Cambridge University Press, 1994.

XU, Hengchun. *Technological Aesthetics*. Shanghai: Shanghai People's Publishing House, 1989.

UEXKÜLL, J. von. 1920, 1934/1957. Lorenz, Konrad. *Studies in Animal Behaviour*, Vol 2. Cambridge MA: Harvard University Press, 1971.

ZAEHNER, R. C. *Hindu Scriptures*. London: Everyman's Library, 1966.

ZUREK, W. H. *Decoherence, einselection, and the quantum origins of the classical*. *Reviews of Modern Physics*. 75:715, 2003.