

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E GESTÃO DO
CONHECIMENTO**

RENATA TAVARES DA SILVA LEMOS

**CONVERGÊNCIA NBIC & ONTOLOGIAS EMERGENTES:
os fluxos informacionais como agentes da unidade do conhecimento**

Florianópolis

2008

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E GESTÃO DO
CONHECIMENTO**

RENATA TAVARES DA SILVA LEMOS

**CONVERGÊNCIA NBIC & ONTOLOGIAS EMERGENTES:
os fluxos informacionais como agentes da unidade do conhecimento**

Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia e Gestão do Conhecimento.

Orientador: Prof. Dr. Vinícius Medina Kern

Florianópolis

2008

RENATA TAVARES DA SILVA LEMOS

**CONVERGÊNCIA NBIC & ONTOLOGIAS EMERGENTES:
os fluxos informacionais como agentes da unidade do conhecimento**

Esta dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de “Mestre em Engenharia e Gestão do Conhecimento”, Especialidade Mídia do Conhecimento e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento.

Florianópolis, 06 de março de 2008.

Prof. Roberto Carlos dos Santos Pacheco, Dr.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof. Vinícius Medina Kern, Dr.
Orientador

Prof. Francisco Antonio Pereira Fialho, Dr.
UFSC

Prof. João Bosco da Mota Alves, Dr.
UFSC

Prof. Marina Keiko Nakayama, Dr.
UFSC

Prof. Richard Perassi Luiz de Sousa, Dr.
UFSC

DEDICATÓRIA

Para Léa Anastasiou, com gratidão.

AGRADECIMENTOS

Agradeço de coração à comunidade do EGC, a todos os professores e colegas e em especial ao meu orientador, Vinícius, pelo muito que aprendi e cresci através de nossas discussões, e pela sua infinita paciência comigo. A toda família Anastasiou: Alexis, Styl, Helene e Nikolas, sem os quais nada disto seria possível. A meus padrinhos Ledemar e Vera, que me orientam no caminho. A meus pais, Marco e Alvina, meu irmão Breno e minha cunhada Izabel, meus pilares de sustentação. À Eliane, pela sua generosidade. A toda a família Gick, com todos os seus Chicos, em especial à minha irmã, Virginia, que sem tanto carinho gaúcho não teria terminado este trabalho. E finalmente, à Salete, Luciana e Sílvia, que brincavam com meu filho para que eu pudesse escrever esta dissertação.

RESUMO

Este trabalho trata do processo de convergência tecnológica NBIC (Nano-Bio-Info-Cogno), o qual é apresentado como processo transdisciplinar com implicações ontológicas e epistemológicas no conjunto da teoria do conhecimento. A característica transdisciplinar é determinada pela convergência de campos do conhecimento até então distintos, como os estudos biológicos, informacionais e cognitivos, que passam a interagir através da nanotecnologia. Esta interação convergente é a base do conceito de unidade da matéria, o qual refere-se à manipulação da matéria em escala nanométrica, permitindo a integração de sistemas biológicos e tecnológicos em sistemas híbridos. As tecnologias convergentes trazem implicações éticas e suscitam o surgimento de novas ontologias. A convergência tecnológica é também epistemológica, pois integra diversas epistemologias gerando novos espaços de intersecção entre as áreas do conhecimento, que por sua vez dão origem a ontologias emergentes. Situando-se metodologicamente na dinâmica de mudança conceitual de Paul Thagard e no método abduutivo de Peirce, este trabalho efetua uma análise teórica das relações conceituais entre a unidade da matéria e a unidade do conhecimento. A constatação fundamental é a de que a informação, organizada e distribuída de forma complexa em diversas estruturas e sistemas, pode ser encontrada em todos os níveis da natureza e do ser humano, confirmando o conceito de unidade da matéria pela constatação e estabelecimento de fluxos informacionais ubíquos desde o nível quântico. Os fluxos informacionais são os principais agentes da unidade do conhecimento. Os conceitos de informação e significado, analisados de forma sistêmica, emergem no contemporâneo como os principais elementos de re-ligação entre as diferentes áreas do conhecimento e suas respectivas epistemologias. Portanto, a consiliência em NBIC é *informacional, sistêmica e semiótica*. Conhecer as dinâmicas da informação e do conhecimento é também conhecer a essência ontológica da realidade.

PALAVRAS-CHAVE:

Convergência tecnológica NBIC (Nano-Bio-Info-Cogno); Transdisciplinaridade; Fluxos Informacionais. Unidade do conhecimento. Unidade da matéria. Ontologias emergentes.

ABSTRACT

This work concerns the process of NBIC (Nano-Bio-Info-Cogno) convergence, which is hereby presented as a transdisciplinary process having epistemological and ontological consequences within a general theory of knowledge. This transdisciplinary character is established through the convergence of fields of knowledge that were, until now, distinct; such as the fields of biology, information technology and cognitive sciences, which are now interacting due to nanotechnologies. This converging interaction is the basis of the concept of unity of matter, which refers to the manipulation of matter at the nano scale, allowing the integration between biological and technological systems within hybrid systems. Converging technologies have ethical implications and originate new ontologies. We observe that convergence is also epistemological, because it encompasses various epistemologies, giving rise to new spaces of intersection between different areas of knowledge, which give rise to emerging ontologies. Consilience in NBIC is *informational, systemic and semiotic*; because the concepts of information and meaning, when subject to a systemic inquiry, emerge as the main elements connecting various areas of knowledge and their epistemologies. Using as our main methodology Paul Thagard's dynamics of conceptual change and Peirce's abduction method, we analyze the theory arising within the conceptual relations between unity of matter and unity of knowledge. Our main conclusion is that information, distributed and organized in complex systems and structures, can be found in every level of nature and humanity, confirming the concept of unity of matter by the acknowledgement and establishment of ubiquitous information flow from quantum levels. Information flow is the main agent of consilience. Knowing the dynamics of information and knowledge is knowing the ontological essence of reality.

KEYWORDS:

NBIC (Nano-Bio-Info-Cogno); Transdisciplinarity; Information Flow; Unity of knowledge; Unity of matter; Emerging Ontologies.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Tendência exponencial da aceleração histórica das mudanças de paradigma tecnológico segundo 15 estudos distintos.....	4
Figura 2: Relações Conceituais	7
Figura 3: Mudança Conceitual: uma nova rede se forma e substitui uma velha.....	12
Figura 4: As Seis Épocas	19
Figura 5: Sistema ToK.....	20
Figura 6: Níveis de Conhecimento Científico	21
Figura 7: Aceleração Exponencial vs Aceleração Linear da Tecnologia.....	23
Figura 8: Circuito Cortical Neural.....	29
Figura 9: Neurônio retinal em forma de estrela.....	30
Figura 10: Representação de fluxo informacional.....	34
Figura 11: Dinâmica de Investigação Sistêmica.....	37
Figura 12: Relações de Continuidade entre Matéria e Mente	40
Figura 13: Dinâmica Sistema-Nível-Modelo-Estrutura (SNME) Simples.....	46
Figura 14: Dinâmica SNME com posicionamento ontológico.....	46
Figura 15: Dinâmica SNME com posicionamento ontológico ordenado.....	47
Figura 16: Percurso de Fluxo Informacional em Computação Clássica	48
Figura 17: Percurso de Fluxo Informacional em Computação Quântica	48
Figura 18: Fontes de Mediação	53
Figura 19: Relações Mediadas Tecnicamente entre Design e Uso.....	53
Figura 20: Emergência Mecanicista e Reflexiva.....	57
Figura 21: Novo Modelo de Emergência	58

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Características NBIC	25
Quadro 2: Possibilidades em Neurotecnologia.....	27
Quadro 3: Open Problems	45
Quadro 4: Questões Éticas em NBIC	52
Quadro 5: Contextos da Ética Pragmática.....	52

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Prólogo	1
1.2	Contextualização.....	4
1.3	O Problema de Pesquisa	5
1.4	Objetivos.....	7
1.4.1	Objetivos Específicos.....	7
1.4.2	Pergunta de Pesquisa.....	8
1.5	Justificativa e Relevância do Trabalho.....	8
1.5.1	Aderência à Linha de Mídia do Conhecimento	8
1.5.2	Característica Multidisciplinar	9
1.6	Estrutura do Trabalho	9

CAPÍTULO 2

2	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	11
2.1	Metodologia e Escopo.....	11
2.2	Classificação Tipológica.....	13
2.3	Principais Métodos em Pesquisa Exploratória	15

CAPÍTULO 3

3	A UNIDADE DO CONHECIMENTO	16
3.1	Consiliência	16
3.2	A Árvore do Conhecimento e as Seis Èpocas.....	17

CAPÍTULO 4

4	A UNIDADE DA MATÉRIA	22
4.1	Aceleração Exponencial do Avanço Tecnológico.....	22
4.2	NBIC vs. Tecnologias Convergentes vs. Síntese Bio-sistêmica.....	24
4.3	Neurotecnologias.....	26
4.4	Nanorobótica e Cognição: Arquiteturas Robóticas Celulares Inspiradas Biologicamente	28
4.5	Unidade Quântica da Matéria	32

CAPÍTULO 5

5	EPISTEMES CONVERGENTES.....	33
5.1	Fluxos Informacionais.....	33
5.2	Epistemes Transversais.....	35
5.3	Sistemismo & Complexidade.....	35
5.4	Semiótica	39

CAPÍTULO 6

6	ONTOLOGIAS EMERGENTES.....	43
6.1	Implicações Ontológicas da Convergência NBIC.....	43
6.2	Filosofia da Informação.....	44
6.3	Ontologia Digital e Angelética.....	49
6.4	Implicações Éticas da Convergência NBIC.....	50
6.4.1	Risco, Incerteza e Mediação Tecnológica.....	51
6.4.2	Pós-humanismo.....	54

CAPÍTULO 7

7	EMERGÊNCIA E CONVERGÊNCIA.....	56
7.1	Processo de Emergência NBIC.....	56
7.2	Processo de Convergência NBIC.....	58

CAPÍTULO 8

8	CONCLUSÃO.....	60
8.1	Conclusões.....	60
8.2	Sugestões para Trabalhos Futuros.....	63

REFERÊNCIAS.....	64
-------------------------	-----------

BIBLIOGRAFIA.....	70
--------------------------	-----------

GLOSSÁRIO.....	73
-----------------------	-----------

ÍNDICE REMISSIVO.....	78
------------------------------	-----------

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO

1.1 Prólogo

Este Prólogo foi incluído em atenção ao questionamento da banca de mestrado, considerando a novidade do tema da dissertação e de muitos dos conceitos usados, bem como a importância da trajetória da pesquisa até esta dissertação e o que se apresenta para sua continuidade. Por motivos semelhantes, foi escrito um Glossário que descreve conceitos pouco usuais para o público-alvo da Engenharia e Gestão do Conhecimento. O Glossário compõe, juntamente com uma Bibliografia recomendada para leitura por iniciantes e um Índice Remissivo, o Apêndice deste documento.

O interesse pela área de pesquisa que deu origem a esta dissertação teve início em setembro de 2006, durante uma palestra do Dr. Basarab Nicolescu (criador do conceito de transdisciplinaridade e referência mundial nesta área), na UFSC. Um primeiro contato foi estabelecido pela autora entre Dr. Nicolescu e os professores Dr. João Bosco da Mota Alves e Dr. Vinícius Medina Kern. Neste encontro, foram discutidas a relevância da pesquisa sobre transdisciplinaridade e suas interfaces com as linhas de pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento (EGC).

A partir do contato com o conceito de transdisciplinaridade, surgiu a necessidade de se situar o conhecimento dentro deste contexto. Em suma, a transdisciplinaridade evidencia uma transformação estrutural do conhecimento, em suas variadas dimensões. Dentre as várias questões de pesquisa que surgiram então, havia questões sobre a natureza e características do conhecimento transdisciplinar, sobre como este conhecimento é disseminado e produzido, assim como sobre as instâncias nas quais estes processos poderiam ser observados.

A pesquisa sobre transdisciplinaridade começou dentro da disciplina Teoria Geral dos Sistemas e se aprofundou no decorrer do ano de 2007 durante o período de orientação acadêmica que culminou com esta dissertação. A evolução da pesquisa seguiu basicamente as seguintes etapas: 1. estudo preliminar sobre a complexidade (este conceito está na base da transdisciplinaridade); 2. análise epistemológica e ontológica da transdisciplinaridade; 3. levantamento de casos onde poderiam ser observadas aplicações empíricas do conhecimento transdisciplinar. A primeira etapa resultou no artigo “Tecnontologia & Complexidade”,

publicado na revista *Ciências & Cognição* em julho de 2007 (LEMOS et al., 2007). A segunda deu origem ao início dos estudos sobre consiliência (unidade do conhecimento), e a terceira, à análise da convergência tecnológica como exemplo de prática transdisciplinar.

Aqui nos deparamos com o novo conceito de unidade da matéria, que se refere à integração sistêmica de organismos e artefatos por meio da nanotecnologia (BAINBRIDGE & ROCO, 2006). Este conceito nasceu a partir das novas possibilidades que estão surgindo presentemente a partir da convergência tecnológica suscitada pela nanotecnologia. O conceito de unidade da matéria na convergência tecnológica NBIC (Nano-Info-Bio-Cogno) se refere às novas possibilidades de integração entre sistemas vivos e artificiais que surgem a partir da união entre nanotecnologia e inteligência artificial. Essas novas possibilidades surgem em um contexto transdisciplinar, em que esforços em direção à unidade do conhecimento dão origem a fenômenos inéditos que ultrapassam as fronteiras de cada disciplina. Estes fenômenos são a área emergente de pesquisa ao redor da qual esta dissertação se articula.

Um primeiro questionamento de pesquisa surgiu: quais seriam as relações entre a unidade do conhecimento e a unidade da matéria? Em nosso ponto de partida, sabíamos duas coisas apenas. A primeira é que ambas têm natureza transdisciplinar; a segunda é que ambos são resultado de processos prévios de evolução sistêmica, em movimentos de emergência e convergência. Estruturamos os eixos de nossa investigação a partir destas constatações, buscando explorar o contexto no qual surgem os conceitos de unidade da matéria e de unidade do conhecimento. O amadurecimento das relações teóricas entre estas frentes de pesquisa resultou na presente dissertação, que está fundamentada na transdisciplinaridade.

Segundo Nicolescu (1999), “a transdisciplinaridade, como o prefixo “trans” indica, diz respeito àquilo que *está ao mesmo tempo entre* as disciplinas, *através* das diferentes disciplinas e *além* de qualquer disciplina. Seu objetivo é *a compreensão do mundo presente*, para o qual um dos imperativos é a unidade do conhecimento” (NICOLESCU, 1999, p.02). A transdisciplinaridade responde ao reconhecimento científico da existência de um tipo de fenômeno que ultrapassa os limites específicos de qualquer disciplina; e simultaneamente “simboliza um movimento em direção à coerência, unidade e simplicidade do conhecimento” (ARAM, 2004, p.382). A transdisciplinaridade se refere aos fenômenos que: 1. escapam às abordagens disciplinares; 2. somente são passíveis de serem abordados satisfatoriamente através da integração entre todos os níveis de conhecimento, e não apenas por combinações entre alguns deles.

Morin (2005, 2001, 2000) alerta para o impacto que pode ter o estudo dos fenômenos transdisciplinares, assim como da transdisciplinaridade em si mesma, no momento atual da

civilização humana. Não apenas estamos vivendo um momento no qual os pressupostos da ciência estão sendo questionados por novos paradigmas, como o da complexidade (MORIN, 2001); mas também temos que lidar com novos dilemas éticos (MORIN, 2005) e questionamentos ontológicos e epistemológicos (MORIN, 2000). A transformação contemporânea da civilização humana resulta também na transformação do conhecimento em si mesmo (NICOLESCU, 1999).

Dentro desse contexto, o fenômeno recente das tecnologias convergentes (interfaces nanotecnológicas entre todas as áreas da ciência) pode ser entendido como exemplo do tipo de conhecimento transdisciplinar que começa a emergir. A origem da convergência é multidisciplinar: ocorre através das redes científicas de colaboração em pesquisas multidisciplinares; seu desenvolvimento é interdisciplinar: dá origem a novos entrelaçamentos entre métodos, objetos e realidades de pesquisa; e o seu resultado é transdisciplinar: situa-se além e ao mesmo tempo pertence a todas as áreas do conhecimento, como o conceito de unidade da matéria em NBIC.

No caso específico da unidade da matéria em NBIC, sua origem é a reunião das áreas do conhecimento (multi), seu desenvolvimento é a combinação entre elas (inter), e o resultado (unidade da matéria) envolve cada uma, porém fica além de todas elas (trans). A unidade que permite a convergência é anterior ao reconhecimento de sua existência pela ciência. A ciência precisou primeiro separar, para depois integrar, e só então unificar. Contudo, mesmo que ainda não fosse percebida pela ciência, a unidade da matéria sempre existiu, sempre esteve subjacente a toda racionalização e entendimento.

Esta dissertação surge a partir da exploração destes territórios transdisciplinares, ainda pouco mapeados, que existem na junção entre diferentes áreas do conhecimento. Fundamental para a evolução desta pesquisa, em uma área de surgimento muito recente, foi o apoio dado pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento (EGC), que reconheceu a importância estratégica da pesquisa sobre este tema. Esta dissertação é fruto desta abertura, e representa em si mesma a postura de inovação característica ao EGC.

É importante ressaltar o caráter preliminar desta pesquisa, que, por tratar de tema tão complexo e ainda controverso, deve ser aprofundada em pesquisas posteriores. Especificamente, a dissertação foi empreendida como etapa de uma pesquisa que pretende estender-se em nível de doutorado.

Ainda não existe consenso na comunidade científica sobre a maior parte dos conceitos apresentados nesta dissertação. A convergência tecnológica NBIC é uma área na qual ainda existem muito mais indagações do que certezas. Nesse contexto, é difícil alcançar conclusões

definitivas ou abrangentes. Esta dissertação pretende, de forma simples e modesta, apenas estabelecer as bases para o surgimento de outras questões, mais esclarecidas, que serão objeto de uma futura tese de doutorado.

1.2 Contextualização

A história humana é marcada por eventos que representam mudanças paradigmáticas. Estes eventos marcam as principais evoluções da técnica e da tecnologia. Os pesquisadores que estudam a evolução dos paradigmas elaboraram diferentes listas de eventos que marcaram a dinâmica das mudanças paradigmáticas até o presente, entre eles Carl Sagan, Paul Boyer, e grupos de pesquisa das Universidades do Arizona e de instituições como a Enciclopédia Britânica e o Museu Americano de História Natural. Kurweil (2005) cruzou os dados de 15 dessas pesquisas sobre a evolução das mudanças paradigmáticas. Todas elas mostram uma mesma tendência de aceleração exponencial no ritmo de evolução dos paradigmas tecnológicos, de acordo com a Figura 1.

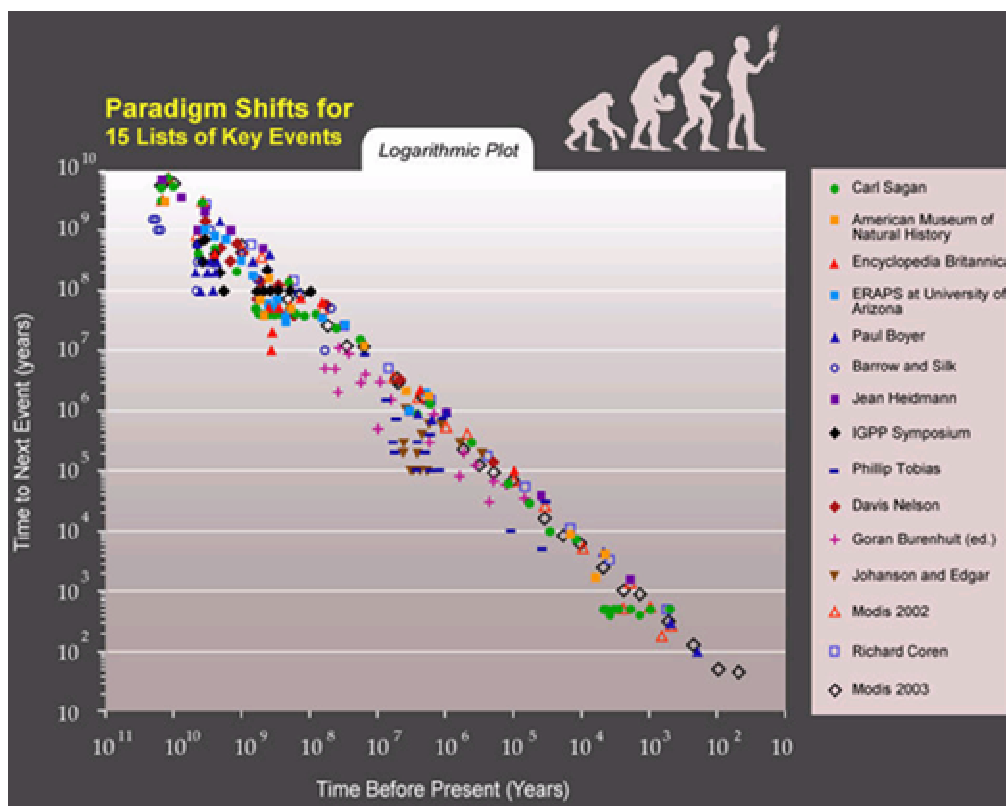


Figura 1: Tendência exponencial da aceleração histórica das mudanças de paradigma tecnológico segundo 15 estudos distintos.

Fonte: KURZWEIL, 2005.

À medida que uma nova tecnologia surge na história humana, ela se torna alavanca para o surgimento de outras tecnologias, que por sua vez impulsionarão o desenvolvimento de outras, mais potentes, e assim por diante. Estas tecnologias sempre mais e mais sofisticadas resultaram em um avanço tecnológico em ritmo exponencial, com o decaimento dos intervalos de tempo entre mudanças de paradigma. A rapidez da mudança tecnológica pode ser percebida no desenvolvimento recente de novas aplicações no campo da nanotecnologia (Nano), as quais integraram os campos da biotecnologia (Bio), da tecnologia da informação (Info) e das ciências cognitivas (Cogno). A aplicação da nanotecnologia a diferentes áreas do conhecimento deu origem à convergência tecnológica Nano-Bio-Info-Cogno, ou simplesmente NBIC (BAINBRIDGE; ROCO, 2006).

A convergência NBIC se faz possível por meio da unidade da matéria¹ no nível nanométrico. A unidade da matéria está relacionada diretamente à unidade do conhecimento (WILSON, 1999; BUNGE, 2003). A convergência tecnológica evidencia que “nenhuma área do conhecimento pode mais ser considerada isoladamente, pois é uma parte de um todo que compraz interações profundas” (BUGLIARELLO, 2003, p.112). A convergência tecnológica representa também uma convergência epistemológica entre as diversas áreas do conhecimento. Ao integrar todos os níveis materiais, a unidade da matéria integra também suas respectivas epistemologias. A unidade da matéria caminha de mãos dadas com a unidade do conhecimento.

Gibbons (1994) chama os novos processos multidisciplinares de pesquisa em redes que possuem natureza transdisciplinar de “a nova produção do conhecimento”. Esta dissertação aborda o processo transdisciplinar de produção de conhecimento da convergência tecnológica NBIC, e suas implicações ontológicas e epistemológicas; pois, simultaneamente a este fenômeno de convergência tecnológica, observa-se também um processo de emergência filosófica. Da mesma forma que as tecnologias avançam, transformando simultaneamente o mundo e as relações sociais, também as epistemologias e ontologias avançam, respondendo aos estímulos do progresso tecnológico.

1.3 O Problema de Pesquisa

A comunidade científica mundial tem chamado de convergência tecnológica NBIC ao estado da arte do processo de convergência científica (BAINBRIDGE; ROCO, 2006; DUCH

¹ O Capítulo 3 é dedicado à apresentação do conceito de unidade da matéria.

et al., 2005; ETC, 2003; NORDMANN, 2004). A convergência entre nanotecnologia (Nano), biotecnologia (Bio), tecnologia da informação (Info) e ciência cognitiva (Cogno), ocorre principalmente através da tecnologia. O termo NBIC se refere a “...tecnologias aplicadas e sistemas de conhecimento que se complementam para atingir um mesmo fim” (NORDMANN, 2004, p.14). O fenômeno NBIC se comprova através da constatação de que “...existe uma quantidade de indicadores, de uma variedade de setores e fontes, demonstrando que a convergência tecnológica já começou e irá, muito provavelmente, continuar a se expandir no futuro” (BAINBRIDGE; ROCO, 2006, p.59).

A convergência NBIC traz como contribuição principal para o conhecimento o conceito de unidade operacional da matéria. É através da unidade da matéria no nível nano que a integração entre sistemas biológicos e artificiais se torna possível.

O fenômeno da convergência tecnológica tem duas dimensões principais. A primeira é a física e diz respeito à manipulação da matéria e também a questões ontológicas sobre a natureza da matéria. A segunda é cognitiva e se refere à inteligência e à consciência, em todos os seus aspectos. A convergência tecnológica faz com que estas dimensões, antes diversas, se sobreponham.

O avanço tecnológico computacional (e os novos fenômenos correspondentes) deu origem, seja direta ou indiretamente, a novas configurações e interfaces tecnológicas às quais corresponderam teorias provenientes da observação de suas dinâmicas sistêmicas. A teoria da informação é um exemplo deste tipo de abordagem. Contudo, no caso das tecnologias convergentes, há a necessidade de abordagens teóricas mais amplas, que possam se aplicar a todas as disciplinas envolvidas neste fenômeno. É por este motivo que as teorias gerais, como o sistemismo (BUNGE, 2003), a complexidade e a semiótica evidenciam-se neste contexto como apropriadas ao estudo da convergência, por possuírem abrangência transdisciplinar.

A convergência NBIC é um exemplo do potencial científico da multi, inter e transdisciplinaridade. Devido à sua amplitude, este fenômeno engloba tanto valores de ordem filosófica (que visam a recuperação do sentido filosófico essencial das ontologias emergentes), quanto preocupações de ordem empírica e questões que emergem a partir da própria práxis científica contemporânea.

Exemplos destas questões são os entrelaçamentos que ocorrem entre disciplinas através, principalmente, das tecnologias da informação, da inteligência artificial e da nanotecnologia. Estas dobraduras e sobreposições entre diferentes ramos do conhecimento (nas quais um mesmo fenômeno corresponde a camadas sobrepostas de possíveis explicações

e interpretações) evidenciam as deficiências de cada abordagem disciplinar quando isolada, e também o potencial ontológico da multi, inter e transdisciplinaridade.

Partindo-se de uma aplicação tecnológica de abrangência transdisciplinar, pode-se analisar suas implicações ontológicas de forma universal. A universalidade dos princípios transdisciplinares é que confere este status a esta pesquisa. Esta dissertação aponta para as novas configurações epistemológicas da transdisciplinaridade, e para as novas ontologias filosóficas de base tecnológica, usando a convergência NBIC como plataforma de análise conceitual. Um esquema gráfico das relações conceituais que possibilitam esta análise é ilustrado na Figura 2.

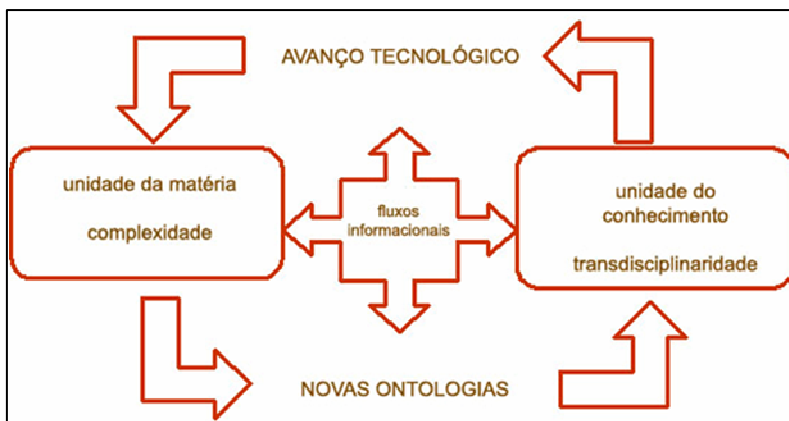


Figura 2: Relações Conceituais
Fonte: Elaborado pelo autor

1.4 Objetivos

Este trabalho tem como objetivo geral analisar o fenômeno da convergência tecnológica NBIC como campo epistemológico transdisciplinar que promove a emergência de novas ontologias.

1.4.1 Objetivos Específicos

Especificamente, objetiva-se:

- a) Descrever as novas possibilidades tecnológicas da convergência NBIC relacionadas à unidade do conhecimento.
- b) Identificar relações entre a prática tecnológica – convergência NBIC – e a teoria filosófica – emergência de novas ontologias.

- c) Analisar relações de convergência epistemológica entre as teorias da complexidade, sistemismo e semiótica.

1.4.2 Pergunta de Pesquisa

Quais são as relações conceituais entre a unidade da matéria e a unidade do conhecimento?

1.5 Justificativa e Relevância do Trabalho

A engenharia, gestão e mídia do conhecimento lidam com processos observáveis e inter-relações entre sistemas informacionais que mantêm graus elevados de diferenciação entre si. Contudo, a convergência tecnológica diminui radicalmente os níveis de diferenciação entre sistemas biológicos e artificiais, impactando desta forma também os processos de conhecimento (BAINBRIDGE; ROCO, 2006). Ao possibilitar a alteração dos processos cognitivos do ser humano, através da integração nanotecnológica entre inteligência humana e artificial (KURZWEIL, 2005), a convergência tecnológica representa uma nova etapa na evolução dos processos de produção, gestão e disseminação do conhecimento.

1.5.1 Aderência à Linha de Mídia do Conhecimento

O estudo deste processo e de suas conseqüências ontológicas e epistemológicas reveste-se, neste contexto, de importância estratégica para a Mídia do Conhecimento. A relevância estratégica do tema demonstra-se pela mudança nas plataformas tecnológicas de suporte à geração e disseminação de conhecimento, às quais tornam-se integradas ao meio-ambiente através da pervasividade inerente à convergência tecnológica (NORDMANN, 2004, p.03).

A convergência tecnológica NBIC tem o potencial de alterar dramaticamente não só as mídias, como também o conhecimento em si. As possíveis aplicações de mídia possibilitadas pela unidade da matéria (RFID, usos militares, implantes neurais cerebrais, etc) por sua vez trazem questionamentos éticos, além de ontológicos e epistemológicos. Todo um novo espaço de debate acadêmico começa a emergir ao redor deste fenômeno, que é simultaneamente multi, inter e transdisciplinar.

1.5.2 Característica Multidisciplinar

A convergência tecnológica é resultado da integração entre múltiplas disciplinas, se desenvolve a partir da interação entre os métodos e objetos de cada uma delas, e finalmente, dá origem a um conceito que escapa a todas estas dimensões, ao mesmo tempo em que está presente em cada uma delas: a unidade da matéria e suas novas possibilidades. A constatação das consequências científicas da unidade da matéria ocorre em um contexto multidisciplinar e traz muito claramente à tona os limites das diversas teorias disciplinares frente a um fenômeno inédito na história da ciência, que é representado pela convergência NBIC. A consiliência (WILSON, 1999; BUNGE, 2003) é sempre multidisciplinar, e faz com que seja possível compreender a evolução tanto das plataformas e suportes do conhecimento, assim como do próprio meta-conhecimento (o conhecimento do conhecimento); em termos de uma dinâmica sistêmica simultânea de convergência tecnológica e de emergência ontológica.

1.6 Estrutura do Trabalho

Esta dissertação está estruturada em oito capítulos. Primeiramente, são apresentados uma descrição do fenômeno da convergência NBIC; suas origens, e um esboço do cenário do conhecimento atual sobre o tema. Optou-se por uma de suas aplicações como exemplo de caso (Arquiteturas Robóticas Celulares Inspiradas Biologicamente), com a finalidade de demonstrar as possibilidades do estado da arte da convergência. No segundo capítulo é possível verificar o procedimento metodológico aplicado.

O terceiro capítulo dedica-se à apresentação do conceito de consiliência, ou unidade do conhecimento, e de sua dinâmica transdisciplinar. O quarto capítulo introduz o conceito de unidade da matéria em NBIC. O fenômeno NBIC representa a síntese tecnológica que dá origem ao conceito de unidade da matéria. O quinto capítulo, Epistemes Convergentes, explora as dinâmicas transdisciplinares da consiliência, ao redor do pan-comunicacionalismo (pan-informacionalismo, pan-semioticismo e pan-computacionalismo). Situa-se primeiramente a teoria da complexidade; em seguida o sistemismo, e finalmente a semiótica. Este trabalho tem por propósito realizar uma síntese entre estas três abordagens, através do conceito naturalista da informação como base ontológica da realidade.

O sexto capítulo é dedicado às Ontologias Emergentes, ou seja, às novas ontologias filosóficas de base tecnológica que emergem em resposta aos dilemas éticos trazidos pela convergência NBIC; e também às re-interpretações contemporâneas da ontologia e

epistemologia clássicas. Exemplos são a Filosofia da Informação, o pan-informacionalismo e o pan-computacionalismo, o pós-Humanismo, e a ética computacional.

O sétimo capítulo foi dedicado à análise destes dois fenômenos simultâneos de convergência (tecnológica) e emergência (ontológica). Buscou-se, através do estudo da interface destes processos, identificar quais relações sistêmicas dão forma à consiliência. Finalmente, o oitavo capítulo se refere às Conclusões Finais deste trabalho e às sugestões futuras de pesquisa.

CAPÍTULO 2

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

2.1 Metodologia e Escopo

Este trabalho é uma expedição exploratória às novas dimensões conceituais que surgem a partir da intersecção transdisciplinar entre tecnologia, ciência, e filosofia. Ele se insere em um contexto histórico de renovação dos modelos conceituais de geração e representação do conhecimento sobre o mundo e sobre nossa relação com ele. Usamos como referencial teórico nesta pesquisa a visão de mudança conceitual na ciência apresentada por Thagard (1992), o qual rejeita a idéia de mudança paradigmática que se origina unicamente a partir do acréscimo de um novo conhecimento ao corpo de conhecimento pré-existente, e abraça a idéia de transição entre diferentes modelos conceituais. Por exemplo, ao invés da metáfora do edifício que se ergue a partir do acréscimo de tijolos, temos a metáfora de duas árvores que crescem paralelamente, com tipos diferentes de desenvolvimento, e a transição paradigmática equivale a um pulo de uma árvore do conhecimento para outra (THAGARD, 1992, p.37).

Exemplos deste tipo de mudança conceitual podem ser encontrados na física, na geologia, biologia, etc. As descobertas de Newton, Einstein, Lavoisier, Niels Bohr, entre outros, marcaram períodos de profunda mudança conceitual na ciência da época à qual pertenceram. Geralmente, a descoberta científica dá propulsão à mudança conceitual; mas pode também acontecer de a mudança conceitual servir de base à descoberta científica. Outras vezes, a mudança conceitual acontece gradativamente através de um debate continuado entre diversas argumentações científicas, como apresentadas na Figura 3, na seqüência.

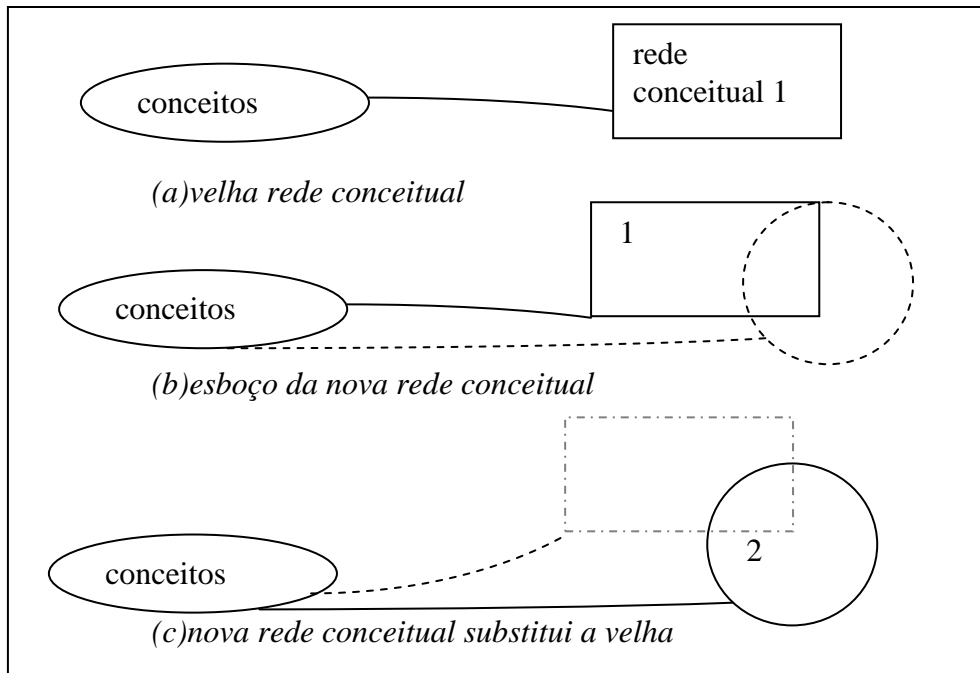


Figura 3: Mudança Conceitual: uma nova rede se forma e substitui uma velha
 Fonte: THAGARD, 1992, p. 57

No caso da convergência NBIC, temos um tipo de mudança conceitual que se inicia através de um novo processo multi, inter e transdisciplinar de produção de conhecimento. Pode-se dizer que a mudança conceitual relativa ao melhor entendimento do conceito de unidade da matéria se encontra atualmente no nível (b) da Figura 3, no qual o tracejado de uma nova rede conceitual começa a se fazer visível.

Para buscar identificar quais sejam os elementos formadores desta nova rede, é preciso formular hipóteses sobre como esta mudança conceitual se dá. O conceito peirceano de abdução adquire maior relevância neste contexto pois toda revolução conceitual se origina em um espaço que fica além dos processos indutivos e dedutivos: "...a indução 'jamais pode ser a fonte de uma idéia inovadora' (C.P. 5, p.145), o que significa que as idéias novas são introduzidas pela abdução" (ROSA 2003, p.337).

A abdução, em Peirce, é um processo de criação de hipóteses a partir da intuição geradora de novos modelos conceituais. Estes novos modelos não são obtidos exclusivamente com base em dados externos ou seqüências de raciocínios lógicos, mas sim por uma combinação entre estes fatores e a capacidade intuitiva e cognitiva do formulador das hipóteses/modelos. É desta combinação que surge a inovação, na medida em que "a abdução é o único tipo de raciocínio que introduz idéias novas (C.P. 2.96; C.P. 5.145; C.P. 5.171). Essa

atividade de descoberta não é uma atividade lógica em sentido estrito, mas sim a atividade da imaginação que descobre o geral a partir do particular” (ROSA 2003, 342).

Nos processos abduativos, não é possível a separação entre sujeito e objeto de pesquisa. A abdução está em pleno desenvolvimento como um processo de produção de conhecimento transdisciplinar. Peirce, neste trabalho, não apenas nos fornece sua teoria do signo como principal referencial teórico, mas com seu conceito de abdução também nos fornece uma metodologia particular de investigação científica. Mais do que simplesmente registrar e relacionar observações e isomorfismos, mais do que catalogar e organizar novas taxonomias, nossa principal intenção é enxergar o pano de fundo que interliga todos estes conceitos. A metodologia peirceana é fundamentalmente transdisciplinar. Há também a metodologia transdisciplinar de Nicolescu (2001), que se baseia na Lógica do Terceiro Incluído. Contudo, não usaremos esta metodologia nesta pesquisa, pelo motivo de ela estar centrada nos aspectos não-lineares e complexos da transdisciplinaridade, os quais não são o foco desta pesquisa.

É necessário apontar Feyerabend (1988, 1999) como uma referência importante na abordagem metodológica desta pesquisa. Muito embora o conceito de anarquismo metodológico proposto por Feyerabend (1988) não seja completamente aplicado nesta dissertação, ainda assim ele forneceu o embasamento necessário para ter-se segurança quanto ao grau maior de liberdade exploratória que caracterizou esta pesquisa. Feyerabend (1988) adverte quanto aos limites e obstáculos artificiais que o apego exagerado ao método pode criar em uma pesquisa. Tendo esta liberdade em mente, juntamente ao uso de métodos de pesquisa exploratória que serão especificados a seguir, chegou-se aos resultados teóricos desta pesquisa.

Quanto ao escopo, este trabalho se limita aos aspectos transdisciplinares do fenômeno da convergência NBIC, centrados nas relações entre o conceito de unidade da matéria e unidade do conhecimento, e não se refere às suas especificidades técnicas. Analisa-se neste trabalho os possíveis significados e novas ontologias que surgem a partir deste fenômeno e, portanto, não nos aprofundamos tecnicamente em suas aplicações comerciais e industriais.

2.2 Classificação Tipológica

Abramo (1979) divide todos os tipos de pesquisa em duas etapas fundamentais: a primeira se refere à observação do fenômeno e a segunda, à interpretação do que foi observado. Estas etapas são compostas por diversos estágios, nos quais primeiramente ocorre o interesse do pesquisador por uma determinada área, a identificação de um problema de

pesquisa, a divisão deste problema em diversos elementos que o compõem, sua formulação sistemática e finalmente, sua elaboração textual. Esta pesquisa originou-se através do interesse inicial da pesquisadora e de seu orientador pela transdisciplinaridade, assunto que determinou a primeira etapa (observação). Esta etapa posteriormente levou à análise de fenômenos transdisciplinares, que foram encontrados na observação da convergência NBIC e de novas ontologias filosóficas emergentes. A observação de relações conceituais entre as tecnologias convergentes e as ontologias emergentes levou à segunda etapa (interpretação).

A partir da revisão de literatura relativa ao tema, constatou-se que devido ao seu ineditismo e novidade a classificação tipológica mais adequada a esta pesquisa é a de pesquisa exploratória. Gil (1999, p. 44) a define desta forma:

a) *pesquisas exploratórias*: têm como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e idéias, com vistas na formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores. Pesquisas exploratórias são desenvolvidas com o objetivo de proporcionar visão geral, de tipo aproximativo, acerca de determinado fato.

Simultaneamente à descrição de novos fenômenos e do uso de exemplos, foi feita a exploração que buscou identificar relações conceituais entre os fenômenos observados. Segundo Richardson (1999, p.17), a pesquisa exploratória se refere ao estudo de fenômenos atuais, que ainda são pouco conhecidos, em áreas de pesquisa em que “os pressupostos teóricos não estão claros, ou são difíceis de encontrar. Nessa situação, faz-se uma pesquisa não apenas para conhecer o tipo de relação existente, mas, sobretudo para determinar a existência de relação”.

A pesquisa exploratória é indicada nas situações em que o pesquisador tem sua curiosidade despertada em relação a um determinado tema, ainda pouco conhecido, e quando não é possível identificar satisfatoriamente uma teoria específica ao tema em questão (BABBIE, 1986). Ela também é indicada nos casos em que se busca um novo enfoque para um tema, ou uma nova abordagem teórica. Este é exatamente o caso desta dissertação. Não foi possível identificar uma teoria que respondesse satisfatoriamente ao fenômeno das tecnologias convergentes. Buscou-se justamente identificar possíveis teorias que fossem aplicáveis ao mesmo. O ineditismo do tema também justifica seu caráter de pesquisa exploratória: “os estudos exploratórios são feitos, normalmente, quando o objetivo da pesquisa é examinar um tema ou problema de investigação pouco estudado ou que não tenha sido abordado antes” (SAMPIERI et al., 1991, p. 59). Apesar de já existirem várias publicações internacionais relativas ao tema, no Brasil sua pesquisa é praticamente

inexistente. Neste sentido, esta pesquisa é exploratória não apenas em relação ao ineditismo do tema, mas também em relação à sua tentativa de ser uma abordagem brasileira do assunto.

2.3 Principais Métodos em Pesquisa Exploratória

O objetivo principal de uma pesquisa exploratória é a formulação de novas hipóteses de investigação. Para tanto, é preciso muita atenção do pesquisador no decorrer do percurso da investigação, para que possa reconhecer possíveis inter-relações entre os fenômenos ou temas estudados. Segundo Azevedo (2001) e Andrade (1997) os principais métodos de pesquisa exploratória são a revisão bibliográfica ampla, baseada em fontes com a maior abrangência possível, escolhidas com flexibilidade; e o uso maior de fontes secundárias diversas, ao invés de fontes primárias. Devido à inexistência de pesquisas brasileiras aprofundadas sobre o tema em questão, nesta pesquisa o uso de fontes secundárias se tornou obrigatório.

A revisão bibliográfica nesta situação é o principal instrumento metodológico, sendo, portanto feita de forma abrangente, buscando diversas perspectivas de análise sobre o tema. Tendo em vista a novidade do tema, os dados primários são muito difíceis de obter, pois há dificuldade de acesso direto às fontes. Como os dados secundários foram obtidos anteriormente para finalidades diferentes do que a da pesquisa exploratória, sua obtenção é mais rápida e permite o estabelecimento de relações entre as diversas fontes. A internet é um instrumento fundamental no acesso a estas fontes secundárias, principalmente por possibilitar acesso instantâneo a fontes multilíngues e internacionais. Nesta dissertação houve o uso extensivo de fontes de conhecimento abertas, de acesso livre.

A estratégia exploratória utilizada para a realização desta pesquisa resultou na formulação de um arcabouço teórico, o qual foi elaborado após extensa revisão bibliográfica.

CAPÍTULO 3

3 A UNIDADE DO CONHECIMENTO

3.1 Consiliência

A idéia de consiliência (unidade do conhecimento) é um dos principais eixos conceituais desta dissertação. A definição de consiliência que é usada neste trabalho pertence a Wilson (1999), e estabelece que a consiliência pode ser entendida “literalmente como a integração do conhecimento pelo estabelecimento de conexões entre fatos e teorias baseadas em fatos, por entre as várias disciplinas, para criar um referencial comum de explicações” (WILSON, 1999, p.8). Este é justamente o nosso principal instrumento de trabalho, ao observar nos fenômenos de convergência tecnológica NBIC e no processo de emergência ontológica de novas ontologias, fios teóricos comuns que possam tecer este “referencial comum de explicações” que nos aponta Wilson (1999). Antes de adentrar o território do estado da arte tecnológico e ontológico, é preciso pavimentar o caminho com um bom entendimento sobre a unidade do conhecimento.

A idéia de unidade do conhecimento não é nova para a filosofia. A grande maioria dos idealistas, desde Platão até Kant, Hegel e Leibniz, compartilha a idéia de um nível de unidade que permeia todos os tipos de conhecimento. Este nível se refere à dimensão da origem e da forma dos conceitos que estabelecem o conhecimento. Passando do campo da filosofia para o da ciência, também encontramos várias tentativas de unificar o conhecimento científico através de teorias unificadas da ciência. Dentre estas tentativas, destaca-se a Teoria Geral dos Sistemas de Bertalanffy (1968), entre outras.

O ponto comum entre estas abordagens, tanto científica quanto filosófica, é o foco no todo como sendo algo maior do que a mera soma ou relações entre as partes. Após um longo período de especialização e fragmentação disciplinar que resultou na configuração atual dos diversos currículos acadêmicos, começa a surgir um movimento contrário na direção da integração do conhecimento. O conceito de consiliência volta a ser lembrado, por ser o único que pode levar a uma melhor compreensão do todo, tendo em vista que “...o conhecimento das partes é necessário porém insuficiente para explicar como elas se combinam para formar um todo com propriedades únicas (emergentes)” (BUNGE 2003, 283).

Neste contexto, temos duas idéias contemporâneas sobre a consiliência, uma proveniente das ciências naturais (WILSON, 1999) e outra proveniente da filosofia (BUNGE, 2003). A consiliência wilsoniana é caracterizada pela supremacia do método científico como único instrumento de unificação do conhecimento. As críticas à consiliência wilsoniana se referem principalmente ao seu viés declaradamente reducionista, o qual estabelece que as humanidades devem seguir o método das ciências naturais (JAMIESON, 1998). Este reducionismo, contudo, não é inerente à definição de consiliência wilsoniana. Ele se refere à inaplicabilidade de algumas teorias disciplinares a campos diversos do conhecimento (por exemplo, aplicar leis biológicas ao funcionamento do mercado capitalista). Em sua tentativa de eleger um método para a consiliência, Wilson optou pelo método científico tradicional, muito embora ele reconheça os desafios trazidos pela complexidade. Ao verificar a dificuldade em se transpor os muros entre as humanidades e as ciências naturais, Wilson escolhe adequar uma à outra (neste caso, adaptar as ciências humanas às ciências naturais).

Bunge (2003) apresenta outra concepção sobre a unidade do conhecimento, em seu livro *Emergência e Convergência: Novidade Qualitativa e a Unidade do Conhecimento*, na qual se posiciona contrariamente ao reducionismo de Wilson: “Até onde se deve ir na fusão das disciplinas? Edward O. Wilson (...) defende a idéia de ‘consiliência’ (unificação) de todas as áreas do conhecimento. “Concordo que esta meta é desejável, alcançável e que está cada vez mais próxima. Mas discordo da tese de Wilson quanto a atingir esta unidade através do reducionismo” (BUNGE 2003, p.281). Bunge propõe, ao invés, a consiliência por *junção*, e não por redução.

As críticas ao reducionismo de Wilson são procedentes, mas à luz do avanço tecnológico recente suas colocações têm seu escopo ampliado e se revestem de novas significações. A análise das dinâmicas dos fluxos informacionais e semióticos os revela como possíveis instrumentos de consiliência. Foram alargados então os horizontes da consiliência, não a considerando simplesmente como um *agregar hierárquico de determinadas disciplinas sobre outras, mas sim a construção de uma arquitetura integrada de elementos comuns a todas as disciplinas* em direção ao “referencial comum de explicações”, que está na essência da consiliência.

3.2 A Árvore do Conhecimento e as Seis Èpocas

Para exemplificar as novas abordagens contemporâneas da idéia de unidade do conhecimento, descrevemos aqui os sistemas conceituais transdisciplinares desenvolvidos por

Henriques (2003, 2007) e Kurzweil (2005). Em ambos estes sistemas, podemos identificar a evolução da complexidade da informação, e conseqüentemente, da tecnologia, como o fator determinante para a consiliência.

O sistema da Árvore do Conhecimento (ToK – *tree of knowledge*) foi desenvolvido por Henriques (2003, 2007) em sintonia com o modelo de consiliência de Wilson, porém tem uma abordagem diversa. O sistema ToK propõe a unidade do conhecimento científico através da evolução das hipóteses justificativas: “As hipóteses justificativas (JH) entendem a emergência da cultura (e da ciência) como uma explosão de sistemas de justificação. Elas propõem que o ego humano ou seu sistema de auto-consciência exibem um design funcional complexo consistente com o mecanismo de justificação” (HENRIQUES 2007, 7). A consiliência nesta abordagem se alinha com a posição de Bunge, pois é integradora não da maneira vertical e hierárquica de Wilson (ciências naturais em cima, humanidades embaixo), mas de forma horizontal, em que o foco está nos pontos de junção (*thresholds*) entre as diferentes áreas do conhecimento, mostrando de forma clara como estas diferenciações podem ser observadas na evolução em si mesma.

Kurzweil (2005) propõe que a evolução se dá através do aumento de complexidade da informação, a qual seria, de acordo com esta abordagem, o principal elemento da unidade do conhecimento. Ele divide a evolução da informação em Seis Épocas. As Seis Épocas correspondem a níveis cada vez mais complexos de organização da informação². No contexto do aceleração exponencial da tecnologia, o ritmo da evolução da inteligência nos sistemas biológicos é extremamente lento se comparado ao ritmo de progressão da IA. A evolução biológica é um processo análogo e integrado à evolução tecnológica, pois ambos são, em última análise, processos de essência informacional. A convergência NBIC se situa na entrada da Quinta Época da evolução da informação, de acordo com Kurzweil (2005), na qual “a tecnologia domina os métodos da biologia (incluindo-se os da inteligência humana)” (KURZWEIL, 2005).

Existe uma correspondência entre as Seis Épocas de Kurzweil (2005) e os quatro níveis de complexidade evolutivos de Henriques (2007). Ambas as representações apresentam a informação como essência subjacente às estruturas materiais da realidade, e também ambas atribuem ao aumento da complexidade da informação a causa da emergência de novos níveis

² O debate acadêmico sobre o conceito de informação é extremamente polêmico. Existem inúmeras definições e compilações de definições. Nesta pesquisa iremos utilizar somente uma definição de informação, qual seja: “Informação é um termo que pode ser definido como qualquer padrão passível de ser reconhecido por um determinado sistema (organismos vivos, sistemas eletrônicos ou mecânicos) e/ou que possa influenciar na formação e transformação de outros padrões” (LIP, 2005).

da evolução. Observou-se uma equivalência entre os quatro primeiros níveis do sistema ToK de Henriques (2007, p.06) e as quatro primeiras épocas de Kurzweil (2005, p.15). A Primeira Época de Kurzweil é o surgimento dos níveis Físico e Químico; ela equivale ao surgimento da Matéria em Henriques. A Segunda Época de Kurzweil é a da Biologia, ela equivale em Henriques ao surgimento da Vida. A Terceira Época de Kurzweil é o surgimento do Cérebro, ao qual Henriques prefere chamar de o surgimento da Mente. A Quarta Época de Kurzweil é a do surgimento da Tecnologia, contudo Henriques prefere colocar o foco na Cultura.

É interessante observar os pontos em comum entre estas representações, pois eles dizem respeito aos seus eixos de consiliência. As similaridades se tornam bastante evidentes, por isso as colocamos uma ao lado da outra:

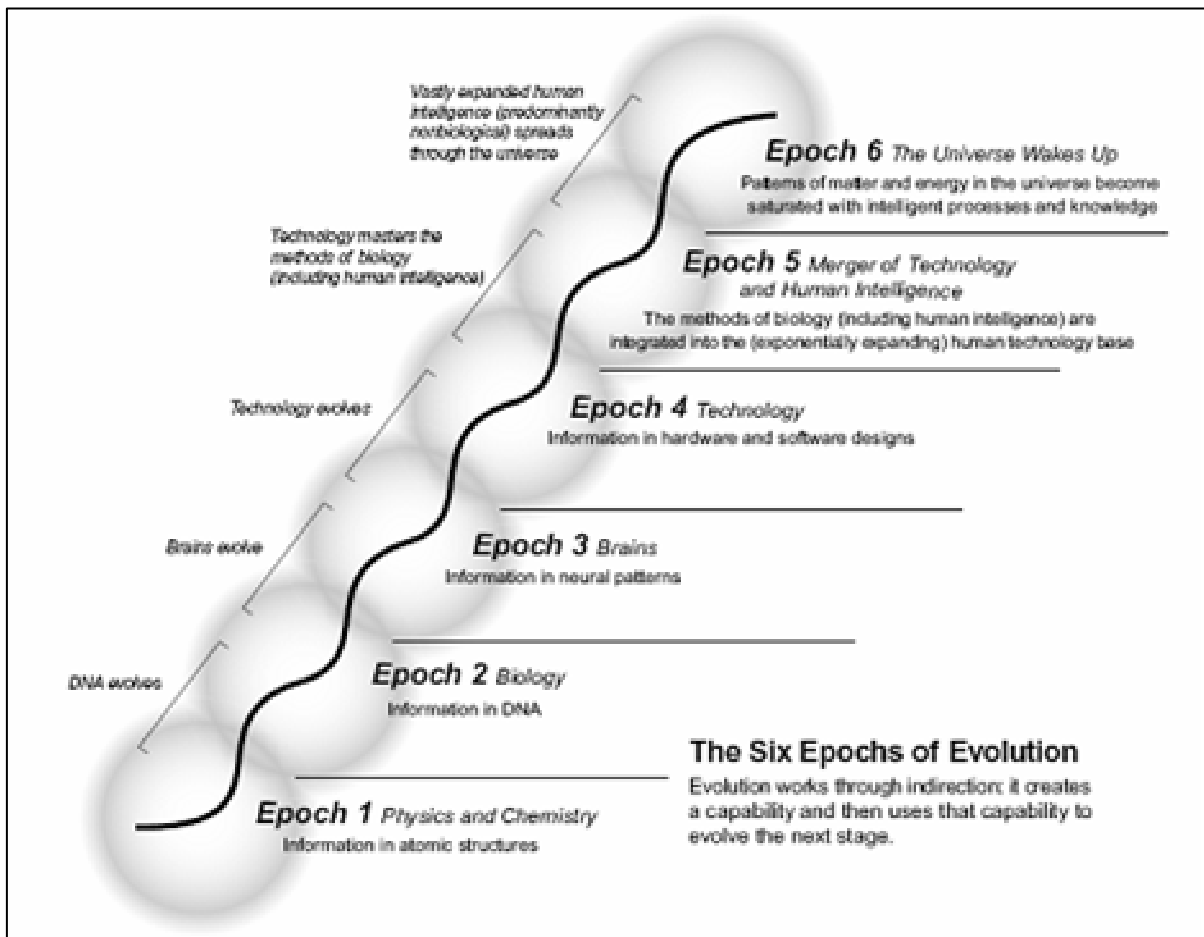


Figura 4: As Seis Épocas
Fonte: KURZWEIL, 2005, p.15

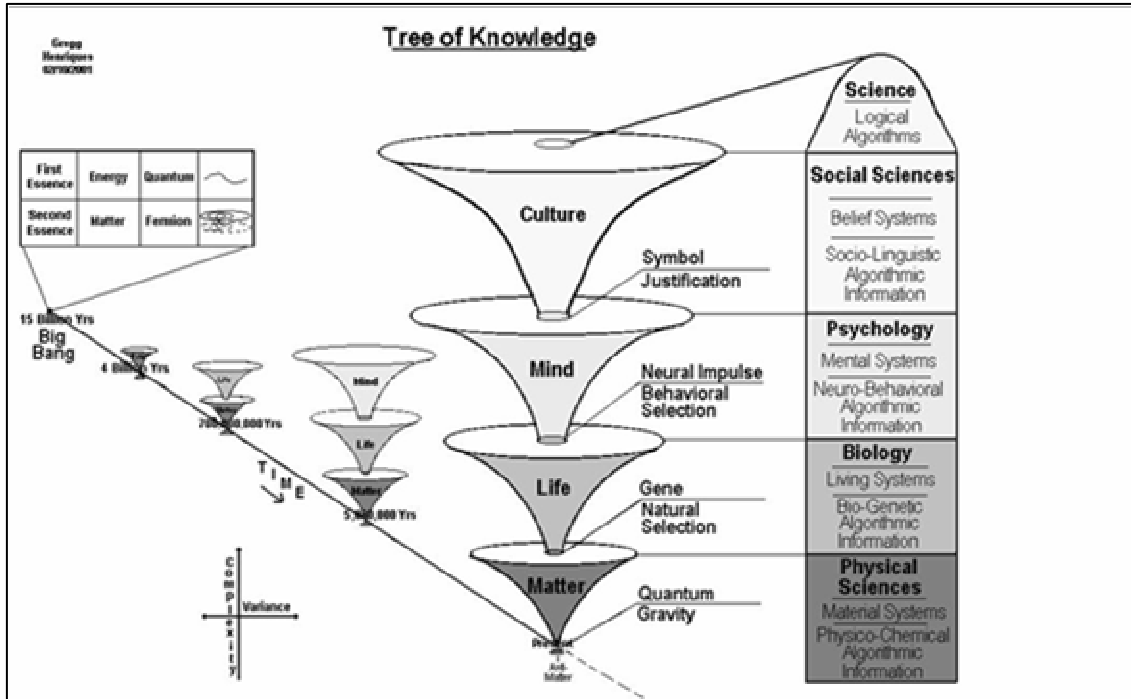


Figura 5: Sistema ToK
Fonte: HENRIQUES, 2007, p.06.

O sistema ToK diferencia quatro níveis evolutivos que correspondem também a quatro grandes áreas do conhecimento, quais sejam: Matéria (Ciências Físico-Químicas), Vida (Ciências Biológicas), Mente (Psicologia e Ciências Cognitivas) e Cultura (Ciências Sociais e Tecnológicas), os quais são ilustrados na figura que segue:

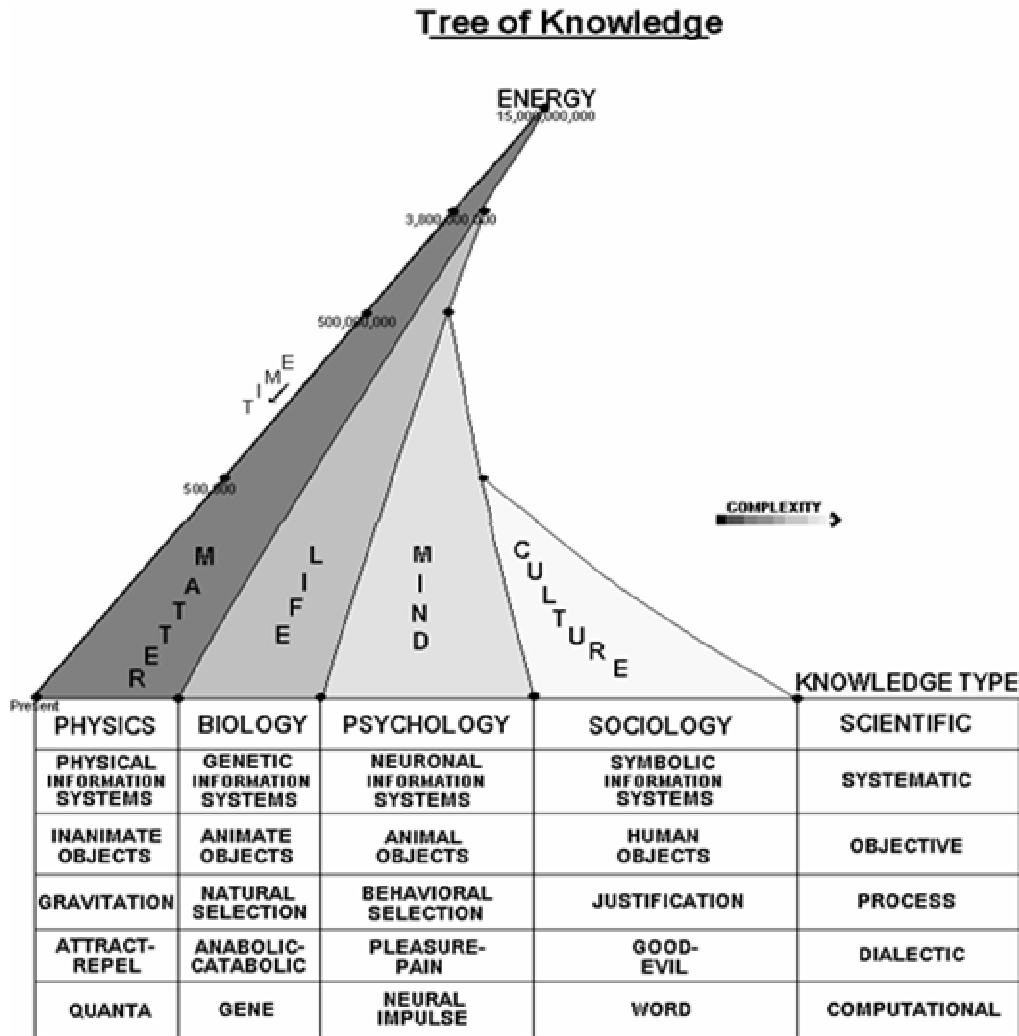


Figura 6: Níveis de Conhecimento Científico
 Fonte: HENRIQUES, 2007, p.10.

Tanto as Seis Épocas de Kurzweil (2005) quanto o sistema ToK de Henriques (2003, 2007) são exemplos de esforços teóricos em direção à consiliência. Enquanto o primeiro dedica-se principalmente a esboçar cenários futuros na evolução tecnológica e em delinear possíveis novos patamares de evolução via convergência tecnológica NBIC, o segundo interessa-se mais pelos aspectos cognitivos da evolução. Existe, contudo, acordo entre eles no que se refere à informação como essência ontológica da realidade, e à evolução como produto do aumento dos níveis de complexidade da informação. Também observa-se um interesse comum pelo processo de evolução como um todo, e neste, especificamente, o foco no processo de emergência (auto-organização) como ponto original de junção entre um nível e outro, que pode ser observado em todos os níveis do conhecimento.

CAPÍTULO 4

4 A UNIDADE DA MATÉRIA

4.1 Aceleração Exponencial do Avanço Tecnológico

A mudança paradigmática na ciência e na sociedade como um todo tem sido uma constante (KUHN, 1970). A tecnologia da informação literalmente revolucionou e continua a revolucionar o mundo a uma velocidade sem precedentes. Contudo, a contribuição fundamental do aceleração exponencial do avanço computacional não se refere apenas à maior potência e velocidade de processamento das máquinas, mas fundamentalmente ao desenvolvimento de novas capacidades e habilidades nestas máquinas cada vez mais inteligentes. As conquistas recentes da Inteligência Artificial (IA) trazem consequências ainda mais profundas do que as do processamento de informações puro e simples.

A Lei do Aceleração Exponencial da evolução tecnológica, que se refere ao “aceleração inerente à velocidade da evolução, sendo a evolução tecnológica vista como uma continuação da evolução biológica” (KURZWEIL, 2005, p.07), indica que em um futuro próximo a IA ultrapassará a capacidade humana de raciocínio. A rapidez do avanço tecnológico trouxe novas realidades e novas indagações. O aceleração tecnológico repercute no aceleração da evolução da própria ciência, expandindo seu alcance de forma inédita. No caso das tecnologias convergentes, temos uma progressão exponencial, o que faz com que seu aceleração seja muito mais veloz do que seria em uma progressão linear. É possível visualizar a enorme diferença entre estas linhas na figura que segue:

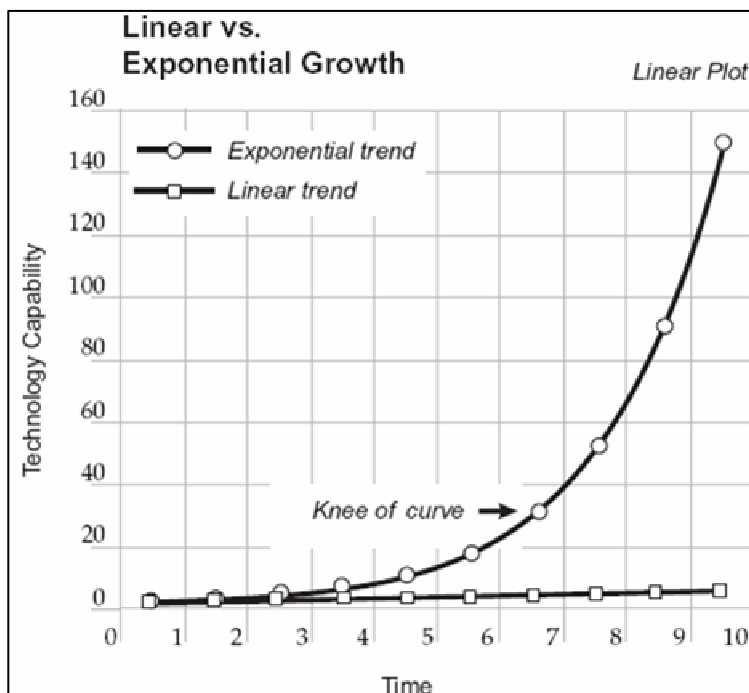


Figura 7: Aceleração Exponencial vs Aceleração Linear da Tecnologia
 Fonte: (KURZWEIL, 2005: 10)

O aceleração exponencial da tecnologia teve como principal consequência a evolução da IA (Inteligência Artificial), que por sua vez fez com que novas possibilidades científicas surgissem para as pesquisas da inovação nas mais diversas áreas do conhecimento, o que tem aumentado significativamente a velocidade do desenvolvimento da ciência. A evolução tecnológica na pesquisa científica por sua vez deu origem a outras revoluções conceituais, como a nanotecnologia, a biologia sintética, a computação quântica e a pesquisa sobre redes neurais.

Se o aceleração exponencial do avanço tecnológico continuar, acredita-se que uma possível evolução seria o advento da Singularidade tecnológica, um ponto hipotético aonde ocorreria a unidade operacional entre matéria e consciência. O termo Singularidade foi adotado por Vernor Vinge e Ray Kurzweil na década de 90 para expressar o colapso de todo o entendimento prévio que tínhamos sobre a relação entre tecnologia e biologia, homem e máquina, consciência e matéria: “assim como um buraco negro no espaço sideral altera dramaticamente os padrões de matéria e energia que se aceleram em direção ao seu horizonte de eventos, a Singularidade tecnológica que se aproxima futuramente está progressivamente transformando cada instituição e aspecto da vida humana” (KURZWEIL, 2005, p. 7).

Muito embora a idéia de Singularidade tecnológica seja até agora apenas uma conjectura imaginativa de um cenário futuro, a convergência tecnológica NBIC é, ao

contrário, um fato concreto, amplamente reconhecido pela comunidade científica internacional. As novas possibilidades trazidas pelas tecnologias convergentes têm o potencial de transformar não só o mundo mas também nossa relação com ele. A possibilidade de mudança mais radical acontece com o conceito de unidade da matéria, que surge a partir da convergência NBIC.

4.2 NBIC vs. Tecnologias Convergentes vs. Síntese Bio-sistêmica

A primeira conferência sobre a convergência NBIC aconteceu em uma iniciativa da Fundação Nacional de Ciência dos Estados Unidos (NSF) em 2001 (BAINBRIDGE & ROCO, 2004, 2006). Seguindo a iniciativa americana, o governo do Canadá publicou em 2003 o livro *Bio-Systemics Synthesis: Science and Technology foresight pilot Project*, e a União Européia publicou em 2004 o livro *Converging Technologies: Shaping the Future of European Societies (Nano-Bio-Info-Cogno-Socio-Anthro-Philo)*, o qual adiciona as áreas da sociologia, da antropologia e da filosofia à pesquisa sobre o fenômeno da convergência tecnológica. Desde então, a cada ano o tema tem progressivamente se firmado como temática científica de relevância estratégica internacional.

A iniciativa americana resultou na publicação do livro seminal sobre NBIC, *Converging Technologies for Improving Human Performance*, publicado em 2002. A abordagem americana a este tema é pragmática e centra-se nas suas possíveis aplicações. Como reação a este enfoque, a União Européia se recusa a adotar o termo NBIC, e ao invés utiliza simplesmente o termo *tecnologias convergentes*. O Canadá também preferiu criar uma terminologia própria e não usar o termo NBIC, usando ao invés o termo *síntese bio-sistêmica*. Todos estes termos se referem a um mesmo fenômeno. O termo NBIC tem sido o mais amplamente utilizado na literatura científica, provavelmente por ter sido o original. Neste trabalho usaremos o termo convergência tecnológica NBIC, ou simplesmente NBIC.

As características culturais de cada continente podem ser percebidas nas diversas posturas adotadas pelas suas respectivas comunidades científicas. A comunidade científica americana está bem mais integrada aos interesses da iniciativa privada e nas aplicações industriais e comerciais da convergência, enquanto que a comunidade científica européia está mais preocupada com suas consequências éticas, ecológicas e sociais. O Canadá representa uma postura intermediária, que busca atingir uma síntese. Apesar das diferentes escolhas de nomenclatura, o conteúdo semântico da definição do fenômeno é a mesma em todos os documentos produzidos até agora.

O termo *convergência tecnológica NBIC* não se refere simplesmente à convergência digital, mas sim a todo um fenômeno mais amplo de convergência. A convergência tecnológica NBIC diz respeito, especificamente, às novas relações que começam a emergir, mediadas pela tecnologia, entre inteligência (artificial e biológica) e matéria (orgânica e inorgânica). Na convergência NBIC, tanto organismos biológicos quanto artefatos tecnológicos são considerados sob uma mesma ótica sistêmica e divididos entre sistemas vivos e sistemas artificiais. A interação entre biologia e engenharia de sistemas passa a ser possível devido à unidade da matéria (unidade da natureza na escala nano). A unidade da natureza permite a manipulação radical da matéria, esteja esta matéria organizada como organismo biológico ou como artefato tecnológico. Nasce então a idéia de unidade da matéria, possibilitada pela convergência NBIC:

“A convergência NBIC requer e se faz possível através de novas e radicais formas de entendimento sobre e manipulação da matéria, as quais são provenientes da nanociência e da nanotecnologia. A integração entre todas as tecnologias se fará possível através da unidade da natureza na escala nano, assim como da unidade de um sistema de informação que conecte disciplinas e áreas de importância” (BAINBRIDGE; ROCO 2006, p.2).

Através da integração entre a nanotecnologia, a biotecnologia, a tecnologia da informação e a neurociência, a unidade da matéria adquiriu uma dimensão empírica. Existem quatro características peculiares à unidade da matéria em NBIC, que estão expostas no quadro que se segue:

Pervasividade:	tecnologias incorporadas ao ambiente, formando uma infra-estrutura tecnológica invisível para a ação humana (ambient computing)
Alcance Ilimitado:	tudo pode ser transformado em informação (decodificado e recodificado)
Engenharia da Mente e do Corpo:	implantes micro-eletrônicos e reconfigurações do corpo humano; expansão tecnológica das capacidades cognitivas do ser humano.
Especificidade:	a convergência entre as tecnologias aplicadas pode ser direcionada a objetivos específicos (impossíveis de ser atingidos de outra forma).

Quadro 1: Características NBIC
Fonte: NORDMANN, 2004, p.03

Estas características, que decorrem da unidade da matéria, fazem com que a tecnologia penetre e se estenda a áreas que anteriormente eram consideradas como caixas-pretas para o

conhecimento. O maior exemplo deste tipo de caixa-preta é o cérebro humano. Contudo, com o avanço tecnológico demonstrado pela convergência tecnológica, passamos a ter maiores possibilidades de acesso ao interior desta caixa, que assume um grau maior de transparência. Entre estas possibilidades, estão o mapeamento sináptico em redes neurais, a engenharia reversa de estruturas cognitivas cerebrais, a modelagem artificial de arquiteturas robóticas celulares a partir de neurônios, etc. Estas aplicações cognitivas das tecnologias convergentes estão sendo chamadas de neurotecnologias.

4.3 Neurotecnologias

Pela primeira vez na história da ciência, temos acesso tão profundo aos processos neurológicos cerebrais, como nos diz Kurzweil (2005, p.25):

“o escaneamento do cérebro humano é uma das tecnologias cujo aceleração tem sido exponencial. (...) a resolução temporal e espacial e a velocidade de banda para o escaneamento cerebral se duplicam a cada ano. Estamos progressivamente obtendo as ferramentas suficientes para começar seriamente a engenharia reversa (decodificação) dos princípios operacionais do cérebro humano”.

Bostrom (2000, p.759) já havia abordado esta questão:

“A nanotecnologia nos dará um controle até hoje nunca visto sobre a estrutura da matéria. Uma das possíveis aplicações é usar nanomáquinas para desmontar um cérebro humano congelado ou vitrificado, e registrar a posição exata de cada neurônio, sinapse e outros parâmetros relevantes. Este projeto seria equivalente ao projeto Genoma. Com um mapa suficientemente detalhado de um cérebro humano, e uma maior compreensão sobre como os diversos tipos de neurônios atuam, poderíamos replicar o funcionamento deste cérebro em um computador através de uma simulação minuciosa de suas redes neurais”.

A construção nanométrica de artefatos tecnológicos que simulam organismos biológicos viabilizou a produção de arquiteturas celulares híbridas, contendo elementos biológicos e artificiais. A aplicação mais polêmica destas arquiteturas celulares é a neurológica. Estes avanços fazem possível a interferência nos processos cognitivos do ser humano através de circuitos nanocomputacionais. Esta é uma nova área que está sendo chamada de neurotecnologia (LYNCH, 2006). A neurotecnologia lida com os impactos da convergência NBIC e suas conseqüências para a neurologia e a interferência nos processos mentais dos seres humanos através de nanoartefatos. O avanço da biotecnologia por si só já havia criado novos dilemas éticos ao disponibilizar às pessoas “curas” farmacêuticas para estados emocionais como a depressão, por exemplo.

As drogas do bem-estar (ex.:Prozac) e as drogas para aumento da atenção e da memória (ex.:Ritalin) vem se popularizando e se tornando formas socialmente aceitas de intervenção nos processos cognitivos e psicológicos do ser humano. Com a neurotecnologia, estas possibilidades de intervenção se ampliam perigosamente. Da mesma forma que existe o potencial de intervenção benéfica e também de expansão das capacidades cognitivas através da nano e bio tecnologias, seus possíveis efeitos colaterais despertam temores na comunidade científica. Do lado das possíveis aplicações benéficas para a saúde humana, podemos ver tentativas de apoio a pesquisas que desenvolvem certas capacidades importantes para a medicina. Algumas das prioridades de pesquisa cognitiva em NBIC que foram catalogadas pelo Departamento Nacional de Saúde dos Estados Unidos, por representarem possíveis avanços em um futuro próximo estão no quadro a seguir:

NANO	BIO	INFO	COGNO
<ul style="list-style-type: none"> •Nanocristais ou pontos quânticos ligados a receptores celulares neurais •Sistemas microfluídicos para entrega biomolecular espaço-temporal in vivo •Sistemas microeletromecânicos para monitoramento de redes neurais •Sistemas nanoeletromecânicos para monitoramento de neurônios 	<ul style="list-style-type: none"> • Pesquisa genética dos circuitos neurais •Biosensores seletivamente ativados por neurofarmacêuticos •Sistema de entrega de genes e células •Manipulação genética de atividades sinápticas 	<ul style="list-style-type: none"> •Instrumentos de visualização de processos cerebrais •Desenvolvimento de neuropróteses eletrônicas •Software de tradução de neuroimagens •Datamining intra-cerebral 	<ul style="list-style-type: none"> •Análise comportamental através de dinâmicas cerebrais •Implantes estimuladores cerebrais terapêuticos •Prevenção de derrames ou ataques epiléticos •Novos métodos para análise da conectividade neural no cérebro vivo ou post-mortem

Quadro 2: Possibilidades em Neurotecnologia
Fonte: LYNCH ,2006, p.176-177

As aplicações que estão sendo desenvolvidas se referem às possíveis interferências nanotecnológicas em variados processos cerebrais, desde aqueles referentes às funções fisiológicas do corpo quanto a processos cognitivos relativos à percepção e aprendizagem. A evolução tecnológica aplicada ao progresso científico começa agora a adentrar a fronteira entre a matéria (ciências naturais) e a consciência (ciências biológicas, humanas e sociais aplicadas). Este território que une a dimensão mental e emocional da consciência humana à sua realidade material interna e externa, vem sendo desbravado pela unidade da matéria na convergência NBIC.

Nesta fronteira, que começa a ser explorada pela convergência, discernir o quê

interliga sinapse (observável) a pensamento (não-observável) passa a ser uma possibilidade mais concreta. Neste contexto, a importância de se estudar o fenômeno NBIC é estratégica. Devido ao aceleramento da evolução tecnológica este fenômeno adquire maiores proporções:

Quando em conjunto, a Nanotecnologia, a Biomedicina, a Tecnologia da Informação e a Ciência da Cognição (NBIC) representam as capacidades tecnológicas que estão imediatamente à nossa frente. Elas caracterizam as possibilidades do mundo no qual estamos entrando, e assim nos colocam questões relativas às formas apropriadas de convívio e de desenvolvimento humano. Ao refletirmos sobre estas tecnologias, nós estamos fazendo muito mais do que discutir uma área periférica do estado da arte da ciência. Na promessa da convergência NBIC está a promessa, o risco e o desafio do nosso futuro (KHUSHF, 2006, p.259).

Quando uma determinada tecnologia tem o poder de interferir em processos que dão sentido a nossa própria noção de identidade humana, suas consequências são demasiadamente profundas para serem deixadas à margem da discussão acadêmica mundial. Este é o caso das tecnologias convergentes, e em especial, das neurotecnologias. Enquanto ainda não ocorre um maior e mais disseminado conhecimento sobre as reais dimensões deste tema, muitas vezes ele é encarado com suspeição e desconfiança. Muitos cientistas preferem aguardar o desenvolvimento das pesquisas antes de procurar conhecer mais sobre este fenômeno. Contudo, devido à sua importância e ao fato de que suas consequências podem ser tão drásticas, é crucial levar o conhecimento sobre estas novas possibilidades ao maior número possível de pesquisadores. É com este objetivo que descrevemos o exemplo de caso a seguir.

4.4 Nanorobótica e Cognição: Arquiteturas Robóticas Celulares Inspiradas Biologicamente

Para um melhor entendimento sobre as interfaces da convergência NBIC e o conceito de unidade da matéria ao nível nano, iremos expor brevemente o caso da pesquisa multidisciplinar da equipe internacional do Projeto de Pesquisas Multidisciplinares da Secretaria Naval do governo dos Estados Unidos³, que pesquisa presentemente sobre Redes Neurais Celulares Não-Lineares (CNN Esta equipe, chefiada pelo Dr. Gary H. Bernstein, e contando com a colaboração de cientistas nos EUA, Espanha e Hungria, tem desenvolvido tecnologias NBIC relacionadas ao córtex visual (BERNSTEIN et al., 2006, p.133).

Este projeto tem frentes em cada uma das áreas de NBIC. Em relação à área Nano, o projeto “desenvolve sensores para radiação infra-vermelha visível ao construir antenas em escala nanométrica”. Na área Bio, o projeto desenvolve “pesquisa para mapeamento das

³ *Office of Naval Research Multidisciplinary University Research Initiative*

estratégias da natureza na detecção motora e seletividade direcional apresentada por neurônios da retina”. Na área Info, o projeto desenvolve “dois novos conceitos específicos de arquitetura celular: a Rede Neural Celular Não-Linear em Estrela (Star CNN) e a Métrica Dinâmica de Ondas. Em relação à área Cogno, espera-se que a combinação entre estes três eixos de pesquisa forneça uma plataforma para a inserção de circuitos robóticos inspirados biologicamente como auxiliares nos processos da visão de mamíferos” (BERNSTEIN et al., 2006, p.134-135). Cada uma destas áreas dá suporte ao funcionamento de todas as outras.

Não é objetivo desta dissertação detalhar as especificidades técnicas deste projeto, porém é interessante utilizar as pesquisas em Bio e Info para exemplificar como os fluxos informacionais permeiam toda a pesquisa e são seus pilares de sustentação. No caso do mapeamento dos circuitos neurais da retina dos mamíferos, ocorre um processo de decodificação, quando se busca discernir a relação entre o percurso dos elétrons dentro do neurônio e a formação da imagem no cérebro. Acontece então a decodificação de determinados processos biológicos, que em seguida servem como modelo para a engenharia de artefatos nanorobóticos com codificações que replicam aquelas da biologia. Em suma: circuitos neuronais biológicos servem de modelo para circuitos neurais nanorobóticos em um mesmo sistema NBIC.

No caso do projeto aqui estudado, os circuitos neurais em questão são aqueles responsáveis pela transformação dos estímulos das células retiniais em padrões visuais reconhecidos pelo cérebro. Através de uma técnica nanobiológica de inserção viral a nível molecular, foi possível “acender as luzes do circuito” e assim decodificar o funcionamento deste circuito neural:

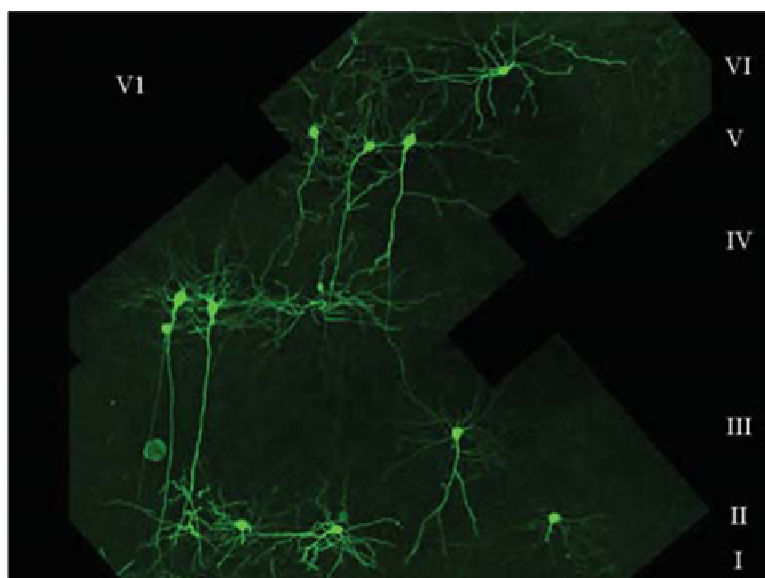


Figura 8 – Circuito Cortical Neural
Fonte: BERNSTEIN et al., 2006, p.145

Já em relação à área Info, a modelagem de uma arquitetura celular robótica em escala nanométrica está sendo feita a partir da tentativa de replicação artificial da arquitetura celular biológica, através da codificação de comportamentos inteligentes os quais simulam os comportamentos neurais biológicos. Esta codificação é particularmente difícil pois busca replicar fenomenologias complexas e dinâmicas não-lineares, como por exemplo a captação visual do movimento. A visão é um fenômeno complexo e não-linear. Ao buscar replicar artificialmente o funcionamento da visão, se faz necessário aplicar as mesmas dinâmicas não-lineares nas arquiteturas computacionais.

A área Info do projeto aqui apresentado se dedica principalmente a “...explorar o potencial da dinâmica não-linear na detecção, reconhecimento e classificação de eventos complexos. A detecção e classificação de objetos (eventos) complexos é um desafio difícil em que a dinâmica não-linear se apresenta como um instrumento promissor para lidar com estas dificuldades” (BERNSTEIN et al., 2006, p.146).

A morfologia deste esforço específico de arquitetura celular nanorobótica usa o neurônio retinal em forma de estrela como modelo. As ramificações encontradas no neurônio biológico (Fig. 7) servem de modelo para a engenharia de redes neurais artificiais:

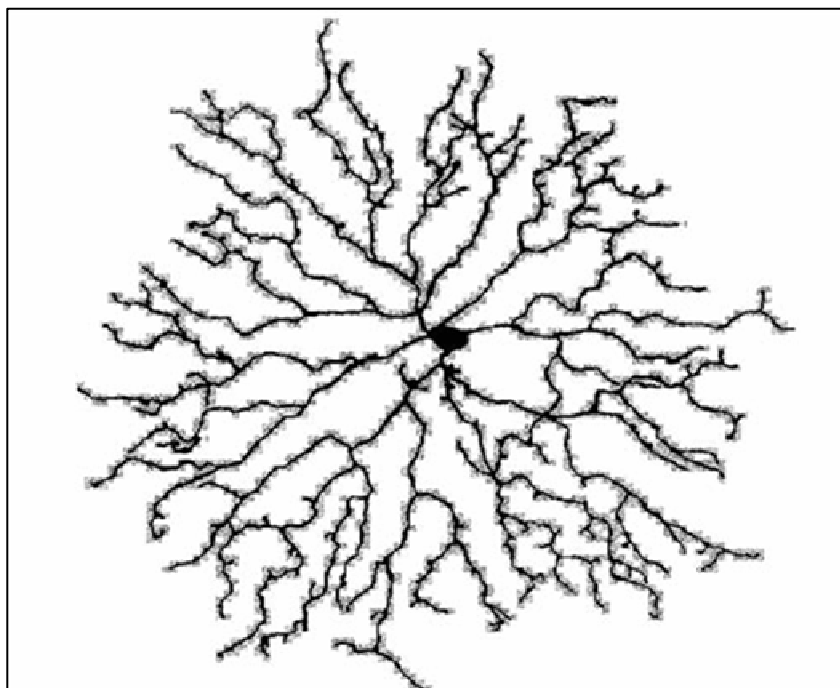


Figura 9: Neurônio retinal em forma de estrela
Fonte: BERNSTEIN et al., 2006, p.140

Os avanços na computação quântica estão por trás dos desenvolvimentos observados neste tipo de aplicação nanotecnológica computacional. A fusão entre novos tipos de

programação computacional como, por exemplo, a celular analógica, a neural digital, e a baseada em métricas não-lineares de ondas, darão origem a aplicações NBIC que irão “aumentar a performance humana” (BERNSTEIN et al.,2006, p.149).

Em suma: através do mapeamento das sinapses neurais do córtex visual de mamíferos, a nanotecnologia aliada à biotecnologia e à tecnologia da informação produz nano-artefatos capazes de simular estas sinapses pela emissão controlada de elétrons. Como o elétron enviado pela sinapse neural é o mesmo da sinapse artificial, tem-se o estabelecimento de um princípio de unidade operacional entre a rede neural biológica e a rede neural artificial através da nanotecnologia.

Esta unidade operacional acontece através de processos simultâneos de decodificação neurobiológica (mapeamento sináptico neurobiológico) e de codificação de redes neurais artificiais que irão replicar as dinâmicas sinápticas eletronicamente (nanoartefatos). Como no nível nano tanto a matéria biológica quanto a matéria inanimada são compostas basicamente pelas mesmas moléculas (estando suas diferenças baseadas na configuração estrutural e na dinâmica sistêmica), a possibilidade de manipulação e reconfiguração molecular destas estruturas unindo orgânico a inorgânico fundamenta o conceito de unidade da matéria: “todos os tipos de matéria – viva e não-viva – se originam no nível nano. Os impactos das tecnologias que pertencem a este nível não podem ser subestimados: o controle da matéria ao nível nano representa o controle sobre os elementos da natureza” (ETC, 2003, p.06).

Este exemplo nos demonstra como a unidade da matéria acontece através de processos comunicacionais de troca de informação. A unidade da matéria viabiliza a unidade operacional entre sistemas materiais biológicos ou não, através da transmissão de dados e reconhecimento de padrões. Paradoxalmente, como é possível perceber no caso aqui apresentado, as dinâmicas não-lineares características dos fenômenos complexos, através dos novos tipos de programação computacional, ao invés de prejudicarem esta unidade operacional se tornam úteis à mesma, justamente pelo fato de que a modulação quântica parece ser a linguagem comum entre todos os sistemas materiais.

O projeto de “Arquiteturas Robóticas Celulares Inspiradas Biologicamente” possui componentes quânticos e complexos (dinâmicas não-lineares), e também características semióticas. O processo de convergência se caracteriza pelo mapeamento de fluxos informacionais biológicos que são decodificados em função de seu significado funcional, e em seguida gera fluxos informacionais análogos e artificiais que ao serem codificados abrem novas possibilidades para a expansão das capacidades cognitivas dos seres humanos. Torna-se claro que a unidade da matéria tem, portanto, natureza informacional.

4.5 Unidade Quântica da Matéria

Planck (1993) foi o descobridor do quantum, no começo do séc. XX. Um quantum (plural: quanta) é uma entidade de energia que não pode ser dividida. A indivisibilidade destas entidades físicas é que faz com que ocorra a estabilidade dos átomos e da matéria em geral. Átomos são feitos de quanta, quanta são feitos de energia, energia é modulação constante (MEHRA & RECHENBERG, 1982). Esta modulação constante, base de todos os fenômenos materiais, tem características de fluxo informacional, pois origina estruturas e sistemas e estabelece relações entre eles. Portanto, a unidade da matéria é simultaneamente quântica e informacional.

Esta afirmação, simples a priori, é extremamente complexa, pois compreender as modulações quânticas de acordo com o método científico tradicional é impossível. A ciência nos fornece dados sobre a incerteza pertencente à física quântica, que diz respeito a todas as estruturas materiais em seu nível mais profundo. Porém ainda sabemos muito pouco sobre como lidar com esta incerteza. Diversas indagações filosóficas começam a surgir. No caso das neurotecnologias exemplificadas neste capítulo, temos pela primeira vez a possibilidade de integrar estruturas orgânicas a artificiais em nível quântico, e ainda assim, pouco sabemos sobre as consequências destes avanços.

Os fluxos informacionais são o conceito chave que permite que estabeleçamos pontos de conexão entre estas diversas estruturas. Por estarem no coração da unidade da matéria, é que os fluxos informacionais e os processos de significação adquirem um status mais elevado dentro das epistemologias que surgem em resposta aos avanços tecnológicos. O próximo capítulo lida com estas epistemologias.

CAPÍTULO 5

5 EPISTEMES CONVERGENTES

5.1 Fluxos Informacionais

“A estrutura do multiverso é determinada por fluxos informacionais”

David Deutsch

Conforme nos sugere o projeto “Arquiteturas Robóticas Celulares Inspiradas Biologicamente”, os fluxos informacionais são os responsáveis pelo processo de integração sistêmica entre natureza, tecnologia e conhecimento. O aceleração dos fluxos informacionais acelera a produção de conhecimento, que por sua vez acelera o avanço tecnológico, em uma dinâmica circular. A convergência NBIC opera uma revolução conceitual muito parecida com a da complexidade quando permite a interpretação da própria matéria como um determinado tipo de fluxo informacional. A manipulação nanotecnológica de arquiteturas celulares biológicas somente é possível porque o mapeamento das suas trocas com o ambiente externo é o mapeamento de um determinado fluxo informacional, que pode ser re-estabelecido ou re-configurado com a inserção de um componente informacional não-biológico.

A integração informacional entre sistemas biológicos e tecnológicos se dá através da formação de redes complexas de fluxos informacionais, que interagem através de nódulos de conexão, como ilustra a Figura 8:

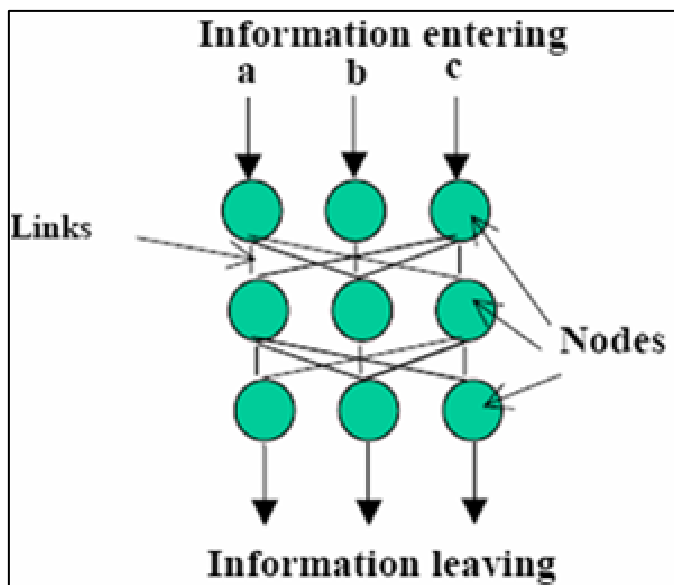


Figura 10: Representação de fluxo informacional
 Fonte: Pavard, 2001, p.08

Em NBIC estes nódulos conectam sistemas biológicos a não-biológicos, pois os fluxos informacionais transitam da mesma forma em ambos. O fluxo quântico entre onda e partícula (dois tipos diversos de informação em movimento) pode também ser interpretado como fluxo informacional integrado. A polaridade entre positivo e negativo (elétron e próton) também pode ser considerada como um fluxo informacional. Esta relação não é apenas metafórica, pois se um fluxo informacional tem sempre aspectos materiais em sua natureza, e se a essência da matéria é quântica, então podemos deduzir que a essência da matéria é informacional, o que nos leva à principal asserção da filosofia da informação: o realismo ontológico informacional (FLORIDI, 2007). O pragmatismo desta ontologia se expressa através da convergência NBIC.

A nanotecnologia permite a engenharia na escala nano e assim talvez a reconfiguração de qualquer estrutura molecular. Do ponto de vista da nanotecnologia, o que antes eram domínios separados, como a biomedicina, tecnologia da informação, química, fotônica, eletrônica, robótica, e ciência dos materiais, se encontram todos reunidos em um mesmo paradigma de engenharia (NORDMANN 2004, 12).

De acordo com este paradigma, a essência quântica da matéria revela uma estrutura subjacente de unidade informacional (WHEELER, 1990; DEUTSCH, 2003; LLOYD, 2006, 2006b) que através da nanotecnologia permite a re-engenharia da matéria. A convergência NBIC e os avanços tecnológicos em geral fazem assim com que a dinâmica informacional da natureza fique evidente. Esta percepção altera premissas filosóficas antigas sobre a origem e natureza da realidade. Surge então, na filosofia contemporânea, a idéia de que os fluxos informacionais são a base ontológica da realidade (FLORIDI, 2007). A evolução tecnológica,

em especial a convergência NBIC, provoca toda uma releitura filosófica dos pressupostos ontológicos e epistemológicos tradicionais. No contexto da transdisciplinaridade, os fluxos informacionais devem ser analisados a partir de teorias transversais.

5.2 Epistemes Transversais

Os fluxos informacionais envolvem três conceitos principais: a informação, os sistemas e a complexidade. Estes três conceitos são transdisciplinares e se superpõem. A teoria da complexidade aborda as características fenomenológicas dos sistemas complexos, tendo como pressuposto a abordagem sistemista (BUNGE, 2003). Para trabalhar o conceito de informação no contexto da consiliência, optou-se pela Semiótica e não a teoria da informação de Shannon como teoria mais indicada para o posicionamento ontológico da informação; apenas pelo entendimento de que informação desprovida de significado não contribui para o conhecimento, e que não existe significado fora do contexto da informação⁴.

Considerando-se a essência estrutural da matéria como informacional, reduz-se as fronteiras entre natureza e pensamento. Tem-se na semiótica um ponto de partida teórico para o estudo dos fluxos informacionais como plataforma unificadora do conhecimento, pois estes podem ser encontrados em todas as manifestações da natureza, incluindo-se nelas o próprio pensamento humano (KULL, 1998).

A semiótica abrange não apenas os fluxos informacionais entre ser humano, natureza e tecnologia (BRIER, 2006), mas também a interpretação subjetiva do significado contido nas estruturas materiais e simbólicas que compõem o mundo, de forma consiliente e transdisciplinar. Os dois sub-capítulos que seguem fornecem os referenciais teóricos mais relevantes a esta pesquisa, com especial ênfase dada à semiótica.

5.3 Sistemismo & Complexidade

“O mundo é feito de sistemas interconectados”
Mario Bunge

A Teoria Geral dos Sistemas começa com Bertalanffy (1968), e representa um passo histórico muito importante em direção à transdisciplinaridade. A partir da visão sistêmica de

⁴ A teoria da informação shannoniana não é consiliente neste contexto, mas a semiótica sim.

mundo (LASZLO, 1996), tem origem o sistemismo. Usaremos neste trabalho o conceito de sistemismo adotado por Bunge (2003):

O Sistemismo, ou emergentismo, congrega quatro abordagens gerais, porém unidimensionais: 1. Holismo; 2. Individualismo; 3. Ambientalismo; e 4. Estruturalismo. Ao reuni-las, o sistemismo (ou emergentismo) evita suas falácias particulares (BUNGE, 2003, p.38-39).

O sistemismo pode ser entendido como uma “metalinguagem de conceitos e modelos destinados a uso transdisciplinar, que ainda estão em processo de desenvolvimento” (FRANÇOIS, 1999, p.203), e também como “a perspectiva que considera que tudo o que existe é um sistema ou um componente de um sistema” (BUNGE, 2003, p.40). O sistemismo (*systemic inquiry*) assume que qualquer área do conhecimento é, desta forma, passível de investigação sistêmica. A investigação sistêmica foi dividida por Bertalanffy (1968) em três grandes áreas: 1. Filosófica; 2. Científica e 3. Tecnológica. A convergência NBIC é um exemplo de área transdisciplinar de investigação sistêmica que envolve simultaneamente estas três áreas.

Banathy (1997) adicionou outras divisões à investigação sistêmica: “A investigação sistêmica é em si mesma um sistema. Como um sistema conceitual, ela tem quatro aspectos inter-relacionados que agem como um todo: a filosofia sistêmica, a teoria sistêmica, a metodologia sistêmica e a aplicação sistêmica” (BANATHY, 1997). A Figura 9, na seqüência, demonstra uma dinâmica de investigação sistêmica:

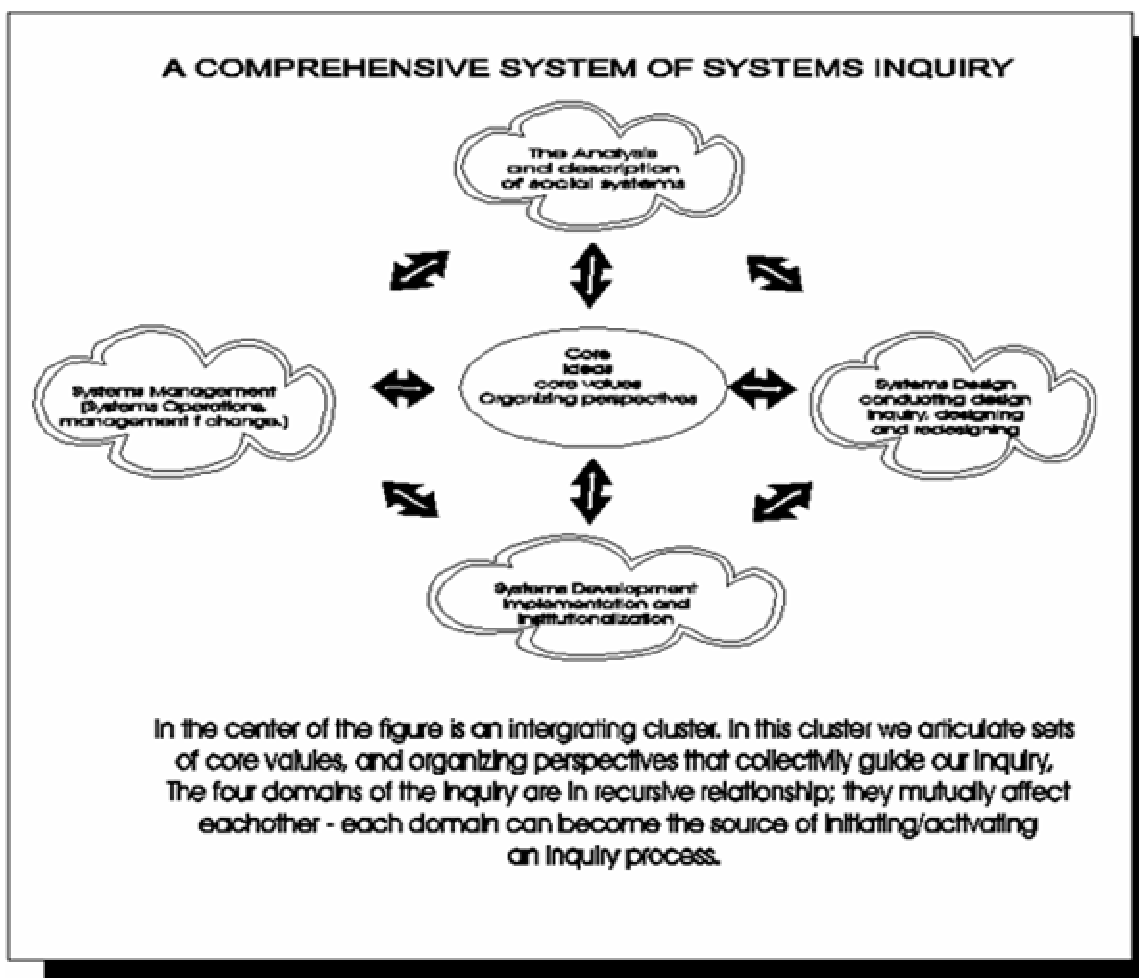


Figura 11: Dinâmica de Investigação Sistêmica
 Fonte: BANATHY, 1997.

Dentro de um sistemismo que é ao mesmo tempo emergentismo, não há como separar sistemismo de complexidade. Exemplos transdisciplinares de investigações sistêmicas sobre a complexidade são a pesquisa sobre a auto-organização do universo (JANTSCH, 1980), e sobre a mente em relação à natureza (BATESON, 1979).

A complexidade lida com a incerteza na realidade e na ciência. Suas propriedades incluem o não-determinismo, o desmembramento estrutural limitado, a natureza distribuída da informação, a emergência e a auto-organização (PAVARD, 2001). Todas estas propriedades se referem à impossibilidade de mensuração rigorosa e de predição efetiva do comportamento de sistemas complexos:

Mesmo conhecendo todas as etapas observáveis do funcionamento de um sistema, e determinando neste uma seqüência de causalidade perfeita, ainda assim não se pode garantir sua reprodutibilidade e a continuidade de seus efeitos. O que isso quer dizer é que um sistema verdadeiramente complexo pode ou não funcionar da mesma maneira, independentemente das condições iniciais de sua ocorrência serem ou não as mesmas (...) um sistema complexo apresenta um comportamento não-determinado, não-linear, irreproduzível e irreversível (LEMOS et al., 2007, p. 195).

A complexidade evidencia os limites do método científico ao apontar para dimensões às quais o mesmo não se aplica. Inicialmente estas dimensões de incerteza surgem na observação da mecânica dos corpos celestes (POINCARÉ, 1905), para em seguida surgir na esfera lógica da matemática, com o Princípio de Incompletude de Gödel (GÖDEL, 1947). A incerteza surge uma vez mais na Teoria do Caos (LORENZ, 1963), e na Teoria da Complexidade Computacional (CHAITIN, 1970); mas é somente a partir da física quântica que a complexidade ganha contornos de teoria transdisciplinar.

A partir da descoberta do quanta (modulação onda/partícula), passamos de um entendimento *determinístico* para um entendimento *probabilístico* (KIEFER, 2002) do universo, de acordo com a Interpretação de Copenhague. O Princípio de Incerteza de Heisenberg aponta para a probabilidade como fornecedora do único conhecimento possível ao nível quântico. Contudo, o desenvolvimento da mecânica quântica deu origem a debates filosóficos que contrapõem ao não-determinismo a possibilidade de um determinismo baseado no conceito de *multiverso* desenvolvido por Everett (1957).

De acordo com Deutsch (2007), “a estrutura do multiverso é determinada por fluxos informacionais”. Uma discussão aprofundada do conceito de multiverso não pertence ao escopo desta pesquisa. Mas no contexto da unidade da matéria em NBIC, o que torna imprescindível citar a natureza informacional das estruturas quânticas que compõem a matéria. Esta idéia ganhou espaço a partir de Wheeler (1990), que em um célebre discurso filosófico baseado na física quântica deu origem à hipótese ‘*It from Bit*’: “Wheeler (1990) sugeriu que a informação é fundamental para a física do universo. De acordo com sua teoria ‘*It from Bit*’, as leis da física podem ser criadas em termos informacionais, postulando diferentes estados que dão origem a diversos efeitos, sem, contudo, demonstrar o que estes estados são” (CHALMERS, 2007). Mais uma vez, encontramos um questionamento ontológico sobre a base informacional da realidade.

Deutsch (2003) deu um novo significado a este questionamento ao aplicar ao mesmo os conceitos da computação quântica. Ele criou a hipótese ‘*It from Qubit*’: a diferença entre ‘*bit*’ e ‘*qubit*’ é que o conceito de Wheeler (1990) tem concepção unidimensional, enquanto que a base informacional da matéria como ‘*qubit*’ é matricial, segundo Deutsch (2003). Podemos encontrar posições pan-informacionistas e pan-computacionistas tanto na física quanto na computação quânticas. Lloyd (2006) do MIT, é talvez o mais conhecido pan-computacionista (DODIG-CRNKOVIC, 2006^a). Ele defende, a partir de princípios relacionados à gravidade quântica, que o universo tem natureza computacional.

Uma exposição detalhada destes conceitos foge ao escopo do presente trabalho, que se interessa especificamente pela renovação ontológica originada pela complexidade e seu impacto na transdisciplinaridade, e também na consiliência. Primeiramente, a complexidade coloca em cheque o método científico tradicional. Estes obstáculos complexos encontrados pelas ciências naturais na sua busca pela verdade fazem com que ocorra um interesse por métodos de outras ciências, e também com que surja um interesse renovado pela ontologia filosófica. Ao demonstrar que a natureza fundamental da matéria é modulatória e que não obedece às leis da física newtoniana, a física e a computação quântica trazem novos questionamentos sobre a natureza última da realidade (ontologia filosófica).

A teoria da complexidade contemporânea tem dois eixos centrais. O primeiro se relaciona aos sistemas biológicos, com os conceitos de auto-organização e autopoiese (MATURANA & VARELA, 1987). O segundo se baseia na física quântica e nos sistemas computacionais, incluindo-se a computação quântica (DEUTSCH, 2003; LLOYD, 2006). A convergência NBIC integra estes dois eixos, pois dá origem a uma interface nanotecnológica entre sistemas complexos biológicos e computacionais. Independentemente da convergência tecnológica, o estado da arte da computação quântica faz com que ocorra a emergência de novas ontologias filosóficas, como por exemplo o pan-computacionalismo (DODIG-CRNKOVIC, 2006a, 2006b, 2006c).

5.4 Semiótica

*“O universo é uma profusão de signos”
Charles S. Peirce*

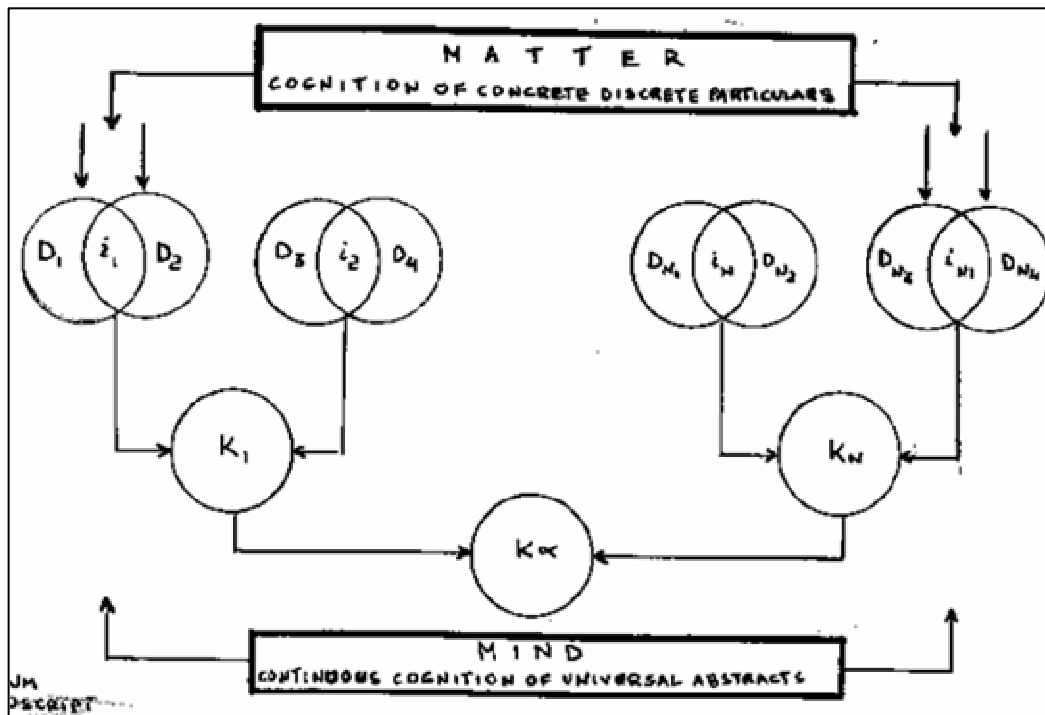
Peirce (1992) representa para a semiótica naturalista⁵ o que Bertalanfy representa para o sistemismo. Charles Sanders Peirce nos deixou um legado extenso de conceitos transdisciplinares que se referem tanto à informação, aos fluxos informacionais (semioses) e ao significado. Sua obra é muito extensa, contudo os conceitos fundamentais que pertencem ao escopo esta pesquisa podem ser encontrados basicamente em uma das compilações clássicas de sua obra, chamada *‘The Essential Peirce, Selected Philosophical Writings’*.

Estes conceitos são: 1. o signo como entidade relacional; 2. a classificação triádica dos signos (primeiridade, secundidade e terceiridade); e 3. o princípio de continuidade (PEIRCE,

⁵ A semiótica naturalista considera os signos e suas relações como existentes em todos os níveis da natureza (NÖTH, 1995).

1992; ROSA, 2003). Um signo só existe através de uma relação entre sua substância ou forma de expressão, sua estrutura representativa e seu significado. Esta relação sîgnica, por sua vez, pressupõe um sujeito ou um nível de consciência. O princípio de continuidade peirceano reveste-se de especial relevância no contexto desta pesquisa tendo em vista que: “...é característico da hipótese de Peirce a insistência no princípio de continuidade enquanto princípio supremo de mediação e síntese (...) O princípio de continuidade é, portanto, mediação (C.P. 5.104; C.P. 5.436), ‘mediação ubíqua’ (MS 950)” (ROSA, 2003, p.334).

Através do princípio de continuidade peirceano, as relações sîgnicas acontecem em um contínuo entre matéria, estrutura sistêmica e pensamento. É somente a partir da percepção de dados, que surge a informação, e do reconhecimento da informação que surge o conhecimento. Dados (matéria) se transformam em conhecimento (pensamento) através dos mecanismos da percepção e cognição. Entre a matéria e a mente, existe a transformação de dados em conhecimento através do processamento cognitivo da informação, como nos mostra a Fig. 10:



D = Datum i = Infoscript K = Knowledge

Figura 12: Relações de Continuidade entre Matéria e Mente
Fonte: NITECKI, 1993.

A convergência NBIC modifica esta interface entre mente e matéria através da continuidade nanotecnológica entre matéria, percepção e cognição, como vimos no Capítulo

03. A semiótica é uma teoria compatível com o fenômeno da convergência tecnológica NBIC pois os signos e seus fluxos (semioses) são entidades passíveis de ser encontradas em todos os níveis da convergência. A nanotecnologia opera através de informações codificadas em signos; a biotecnologia pode ser analisada como processo biosemiótico; a tecnologia da informação cria, interpreta e re-organiza códigos e signos; e, finalmente, toda cognição, seja ela humana ou artificial, envolve signos. Temos nos processos de informação e de significação o fio que interliga todos estes níveis em um único processo de convergência. Os conceitos de informação e significação podem ser considerados como elementos de interligação entre todas as áreas do conhecimento.

Ambos os fundadores da semiótica naturalista (Peirce e Morris) definiram a teoria dos signos como “o estudo de qualquer tipo de signo, incluindo a linguagem e quaisquer outros signos” (NOTH 1995, p.183). No final do Séc. XX, a biosemiótica se consolida como teoria transdisciplinar dos processos de significação em organismos e ecossistemas. Algumas importantes ramificações teóricas começaram também a se firmar, como a ecossemiótica (NÖTH, 1995; KULL, 1998) e a cibersemiótica (BRIER, 2006), estando todas elas fundamentadas na semiótica naturalista de Peirce.

A semiótica naturalista peirceana tem forte tradição, e é ampla o suficiente para ensejar um framework teórico da convergência NBIC. A teoria geral dos signos peirceana nos fornece elementos de análise que estão ancorados tanto na realidade objetiva material (substância, forma e estrutura) quanto na subjetiva (percepção e significação). Neste contexto, a teoria dos signos de Peirce é uma teoria geral do conhecimento, quando trata simultaneamente da informação (transformada em signo) e do significado (transformado em interpretante) (SANTAELLA, 2004; BRIER, 2006; KULL, 1998; ROSA, 2003).

Este interesse acadêmico renovado pela semiótica natural, ampla e universal de Peirce deu origem a um movimento acadêmico chamado de pan-semiotismo (BRIER, 2006). A pan-semiótica (linha teórica que considera que a semiótica é uma teoria universal do conhecimento) caminha de mãos dadas com o pan-informacionalismo, conjunto das teorias que postulam que a informação é o principal componente ontológico da realidade (FLORIDI, 2007). No pan-semiotismo peirceano, a informação é a substância através da qual se forma a estrutura do signo; o qual, por sua vez, ao ser percebido e interpretado se transforma em significado. A semiótica une matéria a pensamento através do signo enquanto ponte conceitual. A semiótica peirceana é intrinsecamente consiliente.

Ao estabelecer um sistema de classificação sgnica consiliente que abrange tanto a dimensão material quanto a dimensão conceitual, Peirce fornece um ponto de partida teórico

para o estudo da consiliência, no qual “...o conceito de continuidade tornou-se um conceito metodológico de síntese universal (...) a proliferação de domínios científicos naturalmente conduziu a colocar a questão da unidade do conhecimento. A continuidade torna-se então um conceito arquitetônico” (ROSA, 2003, p.14).

Esta arquitetura pan-semiótica da consiliência, na qual a unidade da matéria equivale à unidade do conhecimento, é encontrada também na Teoria Semiótica Matricial (CONESA-SEVILLA, 2001). A teoria semiótica matricial é uma abordagem radical da semiótica, que chega a hipóteses muito parecidas com a hipótese ‘*It from Qubit*’ de Deutsch (2003), pois postula que todos os organismos e artefatos possuem natureza matricial. A teoria semiótica matricial também se encontra fundamentada no sistemismo e na complexidade (CONESA-SEVILLA, 2005). Nesta contextualização, é possível perceber como as epistemes sistêmicas, complexa e semiótica se encontram em franco processo de convergência, se desenvolvendo conjuntamente.

CAPÍTULO 6

6 ONTOLOGIAS EMERGENTES

6.1 Implicações Ontológicas da Convergência NBIC

No contexto teórico dos avanços NBIC, a idéia de que a natureza ontológica da realidade é informacional adquire maior impacto. A base ontológica da realidade é interpretada como informação em movimento: “Podemos dizer que, em seu nível mais profundo, mais fundamental, o mundo é feito de informação (...) a realidade é um padrão de informação, um padrão que é de fato um espaço” (RUCKER, 1987, p.31). Neste modelo de análise conceitual, a informação compõe tudo o que nos rodeia, inclusive nós mesmos. A maneira como a informação se configura determina a forma e a estrutura molecular de um ser ou objeto.

Mas tendo a informação um caráter abstrato a priori, é um pouco difícil imaginar que tudo o que consideramos concreto se origine de uma abstração (informação). A informação é primeiramente abstrata, e apenas depois se torna concreta. Entre a informação concreta e a abstrata existe apenas a energia. A informação do mundo real deve ser feita de algo, e este algo é, em sua essência material, energia. Do mesmo modo, a informação subjetiva e abstrata depende da energia para ser concebida e distribuída, recebida e interpretada. Uma não existe sem a outra:

A informação no mundo real requer um meio real através do qual se codificar, formar e modular. O meio primário, aquele que é subjacente ao mundo físico e faz com que ele exista, é a energia; e de um modo ou de outro, toda informação expressada materialmente envolve padrões modulatórios de energia no espaço-tempo (MACDONALD, 1994, p.138).

Esta dicotomia entre energia e abstração é similar à dicotomia entre matéria e pensamento. A informação é o conceito que serve de ponte entre estas dimensões distintas, porém interligadas. A filosofia da informação atribui à informação tanto uma dimensão concreta (energia, matéria) quanto uma dimensão abstrata (abstração, pensamento), e é o tema do próximo tópico.

6.2 Filosofia da Informação

Apesar da filosofia da tecnologia servir como plataforma para a filosofia da informação, a primeira não origina a segunda. A filosofia da tecnologia é tradicionalmente voltada às suas questões históricas e sociais e se situa no contexto do mecanicismo, estando mais próxima à filosofia da ciência (BUGLIARELLO & DONER, 1979; BUNGE, 1979). A filosofia da informação surgiu apenas a partir da obra de Floridi (2007b), sendo seu trabalho a espinha dorsal do que chamamos de filosofia da informação. Este termo surgiu pela primeira vez no paper “*What is the Philosophy of Information?*” (FLORIDI, 2007b); e responde aos novos desafios da ontologia filosófica trazidos pelo avanço tecnológico e computacional:

A filosofia da informação é uma nova área de pesquisa situada na intersecção entre a filosofia e a computação. Ela se refere à (a) investigação crítica da natureza conceitual e dos princípios básicos da informação, incluindo-se suas dinâmicas (especialmente as computacionais) utilização (especialmente a ética computacional) e ciência; e (b) a elaboração e aplicação de métodos informacionais e computacionais à análise de problemas filosóficos (GRECO, 2005, p.564).

A filosofia da informação está centrada nas 18 questões formuladas por Luciano Floridi em “*Open Problems of the Philosophy of Information*” (FLORIDI, 2007c), outro de seus artigos seminais. Estes problemas são perguntas filosóficas que estão em aberto, e demandam novos modelos de investigação. Estas questões estão organizadas em cinco áreas:

I) Definições
1. O que é informação? 2. Quais as dinâmicas da informação? 3. Uma grande teoria unificada da informação é possível?
II) Semântica
4. Como dados adquirem significado? 5. Como significado adquire valor de verdade? 6. Uma teoria da informação pode explicar o valor de verdade? 7. A teoria da informação pode explicar o significado?
III) Inteligência e Cognição
8. Descartes: A cognição pode ser totalmente analisável em termos de processamento de informações em um determinado nível de abstração (NA)? 9. Dennett: A inteligência natural pode ser totalmente analisada em termos de processamento de informação em um determinado NA? 10. Turing: A inteligência natural pode ser completamente e satisfatoriamente implementada em um sistema artificial? 11. Uma abordagem informacional pode acessar a interface Mente/Corpo? 12. Se tudo começa e acaba em informação, o que isso nos diz sobre o conhecimento? 13. O conhecimento incorpora aspectos de verdade porque é composto por informação semântica? A epistemologia deve ser baseada em uma teoria da informação? 14. Podemos reduzir a ciência à modelagem informacional?

IV) Naturalismo Informacional / Pan-informacionalismo
15. Wiener: A informação é uma categoria ontológica particular, diferente da material e da mental?
16. O problema da localização: A informação seria uma relação ou interface especial entre a inteligência e o mundo natural?
IV) Naturalismo Informacional / Pan-informacionalismo (continuação)
17. A hipótese “ <i>It from Bit</i> ”: Se o universo é feito de fluxos informacionais, a causalidade é uma dinâmica informacional?
V) Ética Computacional
18. As questões da ética computacional são únicas? Qual é a contribuição do discurso computacional para a ética?

Quadro 3: Open Problems
 Fonte: FLORIDI, 2007c

Estas questões demonstram a profundidade do impacto filosófico das novas tecnologias. Embora nosso tema de pesquisa nesta dissertação se aproxime da maior parte das questões apresentadas por Floridi, o foco permanece sobre a área das questões ligadas ao pan-informacionalismo, por ser a área que lida propriamente com a emergência de uma ontologia filosófica de dimensão tecnológica, ou tecnontologia (LEMOS et al., 2007), que é interpretada como teoria de investigação sistêmica.

Segundo Floridi (2007), a tecnontologia e o pan-informacionalismo são dimensões de análise filosófica que só podem ser acessadas através de uma investigação sistêmica baseada em níveis de abstração. O conceito de Níveis de Abstração (NA)⁶ foi criado por Floridi (2007) e se refere às relações teóricas de investigação sistêmica tanto epistemológicas quanto ontológicas: “uma teoria sistêmica deve conter no mínimo três componentes: 1. um NA, que determina o escopo das variáveis disponíveis e permite sua investigação; 2. um modelo que identifique 3. a estrutura sistêmica do NA. Iremos denominar esta relação entre Sistema-Nível-Modelo-Estrutura de dinâmica SNME” (FLORIDI, 2007, p.15). A dinâmica SNME é um método pan-informacionalista de investigação sistêmica da consiliência.

Em nível ontológico e epistemológico, todo conhecimento é sistêmico e se dá a partir de uma dinâmica SNME. Existem três tipos de dinâmica SNME na perspectiva da filosofia da informação: 1. a simples, 2. a que contém um posicionamento ontológico e 3. a que contém diversos posicionamentos ontológicos ordenados. As Figuras 11, 12 e 13, apresentadas na seqüência, se referem a cada uma delas respectivamente.

⁶ Levels of Abstraction (LoAs) (FLORIDI, 2007).

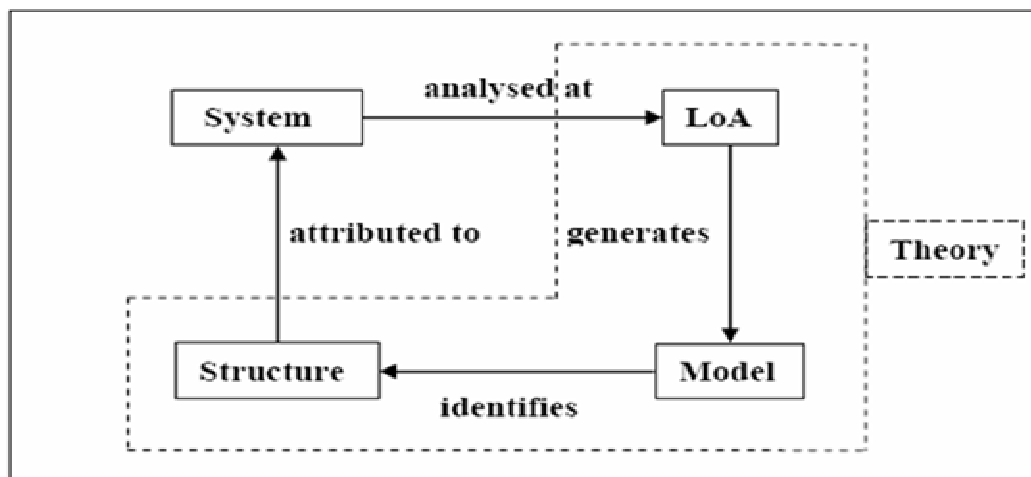


Figura 13: Dinâmica Sistema-Nível-Modelo-Estrutura (SNME) Simples
 Fonte: FLORIDI, 2007, p.17

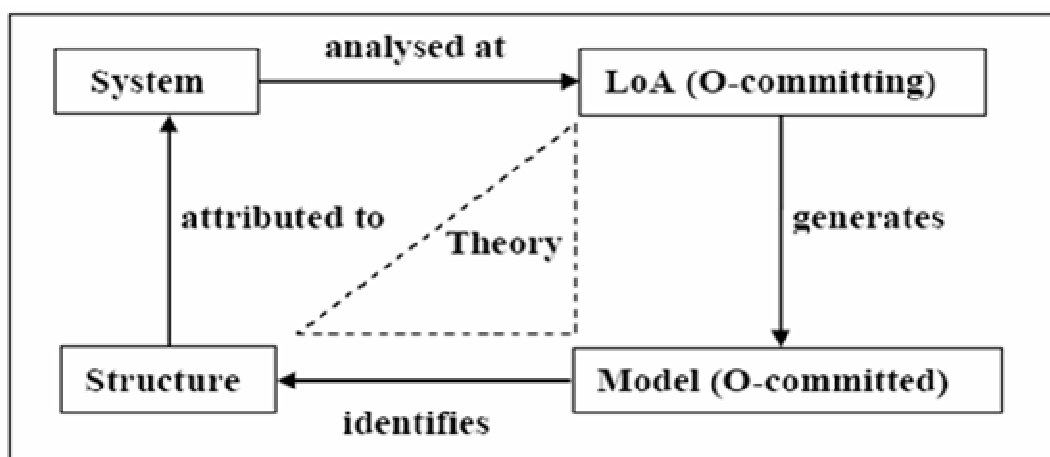


Figura 14: Dinâmica SNME com posicionamento ontológico
 Fonte: Floridi, 2007, p.18

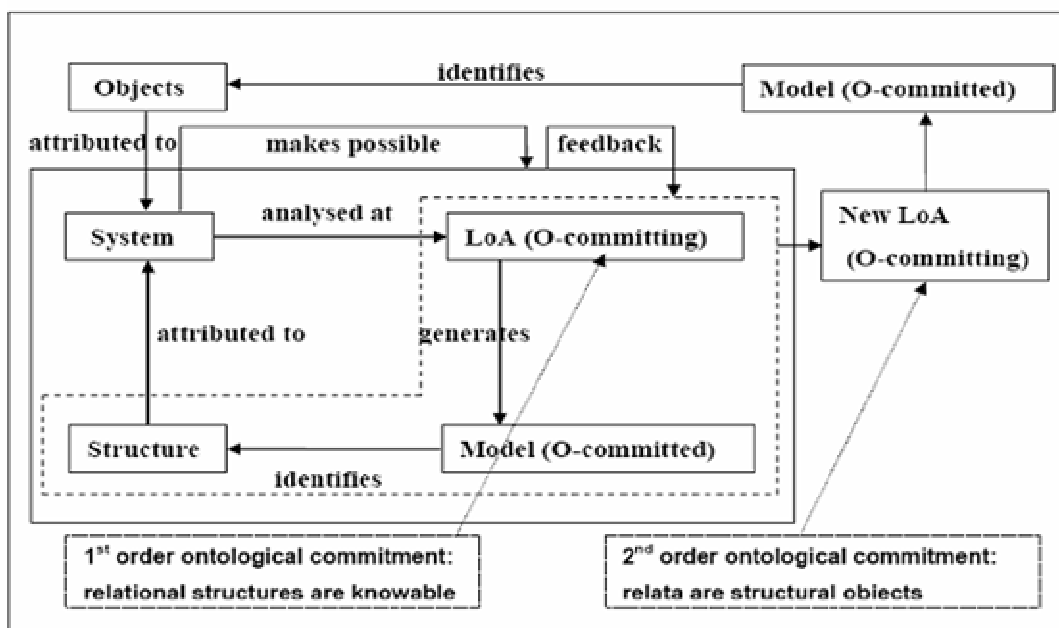


Figura 15: Dinâmica SNME com posicionamento ontológico ordenado
 Fonte: FLORIDI, 2007, p.18.

Como observa-se nas Figuras 12, 13 e 14, de acordo com a teoria SNME um Modelo Conceitual sempre corresponde a uma Estrutura Conceitual, que por sua vez dá origem a um Sistema Conceitual, que por sua vez, ao ser analisado em um determinado Nível de Abstração, gera uma Teoria. De acordo com a complexidade das relações entre os níveis, surgem ou não posicionamentos ontológicos (Fig. 13 e 14), que dependem do Nível de Abstração presente na análise. Estes posicionamentos ontológicos são baseados na interpretação dada à informação e aos dados.

As relações SNME são baseadas em semioses, pois “dados são, no nível ontológico, entidades puramente relacionais (...) não podemos acessar dados puros epistemologicamente, mas apenas dados que são, de alguma forma, *interpretados*” (FLORIDI, 2007, p.25). Contudo, a filosofia da informação deixa completamente de lado a semiótica. Tendo em vista este fato, consideramos ser procedente a crítica de que, ao desconsiderar a semiótica, a representação SNME não analisa as semioses que ocorrem nos Níveis de Abstração.

Mais ainda, se “...a interoperabilidade de uma ontologia é uma função de sua capacidade de permitir interações entre diferentes teorias” (FLORIDI, 2007, p.27), então é possível afirmar que a ontologia estrutural pan-informacionalista exibe um grau pequeno de interoperabilidade ontológica, enquanto que a semiótica naturalista peirceana apresenta um grau elevado. A interoperabilidade entre ontologias é um forte instrumento de consiliência. Outra ontologia emergente que foi largamente ignorada por Floridi é o pan-

computacionalismo (WHEELER, 1990; DEUTSCH, 2003; LLOYD, 2006), que afirma que: “o mundo contém – ou pode conter – computadores universais (...) o mundo é feito de *qubits*” (DEUTSCH, 2003, p.13).

A diferença fundamental entre um mundo feito de bits (pan-informacionalismo) e um mundo feito de qubits (pan-computacionalismo) pode ser entendida a partir da diferença entre o percurso dos fluxos informacionais em bits clássicos e o percurso de fluxos informacionais em computação quântica, representados nas Figura 15 e 16:

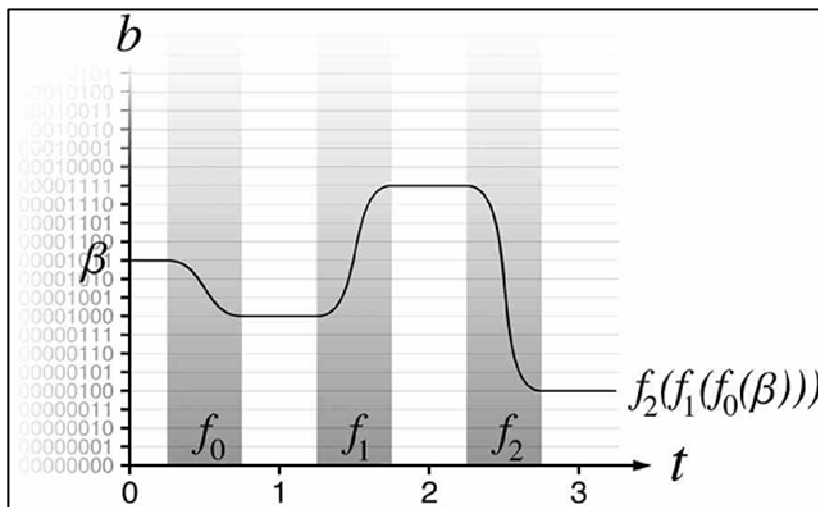


Figura 16: Percurso de Fluxo Informacional em Computação Clássica
Fonte: DEUTSCH, 2007, p.05.

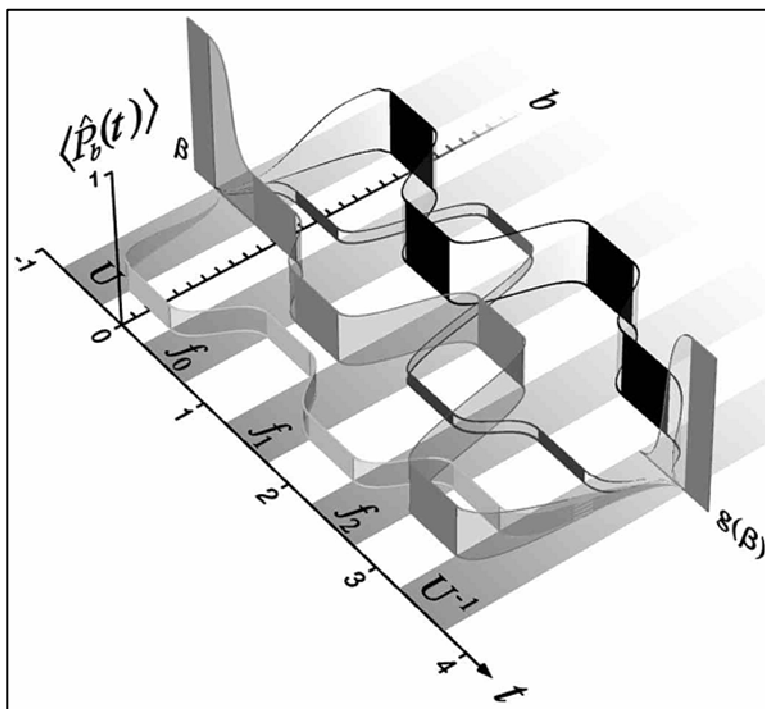


Figura 17: Percurso de Fluxo Informacional em Computação Quântica
Fonte: DEUTSCH, 2007, p.17.

O que nos interessa nestas figuras, muito mais do que quais são os valores expressados por suas respectivas equações, é a representação completamente diversa destes dois tipos diversos de fluxos informacionais. Os fluxos informacionais em computação quântica seguem percursos muito diferentes dos fluxos informacionais em computação clássica. Da mesma forma que existem níveis quânticos e níveis mensuráveis (lineares) em todos os tipos de matéria, também existem fluxos quânticos e fluxos mensuráveis (lineares) em todos os tipos de sistemas. Existe, portanto, mais de uma dinâmica informacional compondo a realidade: as lineares e as não-lineares.

Até aqui encontramos três abordagens teóricas que identificam os fluxos informacionais como elementos transversais e onipresentes em todos os níveis da realidade: o pan-informacionalismo, o pan-computacionalismo e o pan-semioticismo. O primeiro se refere ao reconhecimento da onipresença da *informação*, o segundo se refere ao reconhecimento da onipresença do *processamento da informação*, e o terceiro se refere ao reconhecimento da onipresença da *significação*. O primeiro se limita à forma ou energia, o segundo adiciona o movimento e a continuidade, e o terceiro adiciona aos dois primeiros a significação e a interpretação das mensagens. O que une estas abordagens em um mesmo paradigma *pan-comunicacional* é a onipresença da comunicação, comum a todas elas.

A filosofia da informação, ao focar simplesmente no pan-informacionalismo, se limita à forma, desconsiderando não apenas o movimento, mas também a significação. Muito embora outras abordagens privilegiem sempre um determinado aspecto da informação em detrimento de outros, é possível encontrar um enfoque mais amplo nos conceitos de ontologia digital e de angelética desenvolvidos por Capurro (2006, 2007^a, 2007^b), os quais são abordados a seguir.

6.3 Ontologia Digital e Angelética

*“O meio é a mensagem”
Marshall MacLuhan*

Alguns autores situam a obra de Capurro dentro da filosofia da informação (MATHEUS, 2005). Isto é compreensível, pois existem vários pontos de contato entre seu trabalho e o de Floridi: 1. ambos assumem uma posição claramente pan-informacionista; 2. ambos analisam o surgimento de novas ontologias; 3. ambos consideram a ética computacional como uma área particular da ética filosófica. Contudo, muitas são as

diferenças em suas abordagens. Se Floridi recorre profusamente a metáforas e conceitos da ciência da computação (interoperabilidade ontológica, semântica informacional, etc.), Capurro faz o inverso: recorre a conceitos da filosofia clássica para elaborar o que chama de *ontologia digital*: “...dado o fluxo generalizado da técnica digital, não só na atividade científica como também em todas as esferas da ação humana, vivemos no horizonte de uma *ontologia digital* (...)” (CAPURRO, 2003, 2006, 2007). A esse projeto vinculam-se, também, os avanços em campos como o da nanotecnologia e as aplicações relacionadas com uma tecnologia computacional distribuída (*ubiquitous computing*)” (CAPURRO 2003, p.05).

Capurro se interessa muito mais pela hermenêutica em relação à tecnologia, do que propriamente pelo conceito de fluxo informacional. O realismo informacional de Floridi (2007) representa o pragmatismo de uma filosofia da informação que se assemelha à filosofia da tecnologia (BUNGE, 1979), enquanto que a ontologia digital de Capurro (2003) remete ao interpretivismo: “...a hermenêutica e o racionalismo crítico, aparentemente inimigos irreconciliáveis, afirmam, acima de suas diferenças, o caráter fundamentalmente interpretativo do conhecimento, sendo a hermenêutica a que atribui maior ênfase à relação entre conhecimento e ação, ou entre epistemologia e ética” (CAPURRO, 2003, p. 4).

Outra característica diferenciada do pensamento de Capurro, é que enquanto o pan-informacionalismo está centrado na análise das estruturas e dos sistemas, sua abordagem está centrada na articulação do sentido e na busca pela verdade. Ele cria o termo angelética⁷, o qual seria um novo ramo transdisciplinar da filosofia, tendo alcance transversal: “...a angelética poderia ser aplicada a processos biológicos não humanos (...)considerando o significado duplo para o termo latim *informatio*, como moldar a matéria e moldar a mente, as estruturas biológicas mais simples aproximam-se do primeiro e o ser humano do segundo” (MATHEUS, 2005, p.149).

Embora os conceitos de ontologia digital e angelética sejam importantes e representativos para o pan-informacionalismo, pode-se observar que a contribuição mais relevante de Rafael Capurro para a filosofia da informação não é ontológica, mas sim relativa à ética nanotecnológica.

6.4 Implicações Éticas da Convergência NBIC

A ética é a área da filosofia que se dedica às idéias de valor sobre o conceito de

⁷ O estudo da transmissão de mensagens.

melhor, ou mais desejável, tendo como base princípios morais como a verdade, a paz e a justiça. Todo avanço tecnológico implica em uma mudança, e esta mudança pode ser ou não ética. Especificamente em relação às possíveis mudanças trazidas pela convergência NBIC, temos dimensões de grande profundidade ética, como por exemplo, face ao maior grau de hibridização homem-máquina, até que ponto o homem continua a pertencer à categoria ontológica de ser humano, e vice-versa? Por exemplo, poderíamos nos perguntar até que ponto a manipulação nanotecnológica da natureza é desejável ou não como opção de futuro melhor.

6.4.1 Risco, Incerteza e Mediação Tecnológica

Dentre as muitas questões éticas que surgem com a convergência tecnológica estão a possível ameaça à liberdade e à privacidade, tendo em vista que a tecnologia ubíqua se torna invisível (CAPURRO, 2003). Porém, devido ao fato de que estas implicações pertencem a um cenário futuro de aplicação tecnológica, o conceito de risco se torna fundamental à análise das dimensões éticas da convergência NBIC. Não podemos decidir sobre o melhor se não dispomos de um conhecimento preciso sobre as consequências destas tecnologias. Isto faz com que seja necessário o uso de um Princípio de Precaução (CAPURRO, 2007^a).

Existem muitas lacunas no conhecimento relativo à convergência NBIC, especialmente no que se refere aos efeitos que a nano-intervenção no cérebro pode causar (CAPURRO, 2006). A incerteza relativa às consequências futuras do uso de nanopartículas é uma questão ética muito delicada que envolve a noção moral de responsabilidade social no uso destas tecnologias. Esta responsabilidade social tem aspectos políticos, principalmente quando consideramos o uso militar da nanotecnologia e também o surgimento de um novo tipo de exclusão social no que se refere ao acesso desigual a estas novas tecnologias, o que seria a criação de um tipo de nano exclusão, similar à exclusão digital (CAPURRO, 2006).

Uma outra questão interessante é a das patentes de elementos químicos que são obtidos através de re-estruturações moleculares em nível nano. Pode-se patentear ou não um elemento químico? Ainda outra questão ética é relativa aos testes destas tecnologias em seres humanos: como controlar seus efeitos? Tem-se quatro questões éticas que estão na base deste debate:

1.	Como podemos respeitar a dignidade das pessoas que participam em testes de nanomedicina?
2.	Como podemos proteger os direitos fundamentais dos cidadãos que possam estar expostos a nanopartículas soltas no meio-ambiente?
3.	Como estimular a nanotecnologia que proteja tanto a saúde humana quanto a saúde ambiental?
4.	Quais são os valores éticos específicos, como a justiça, a solidariedade e a autonomia, a serem considerados pela convergência tecnológica?

Quadro 4: Questões Éticas em NBIC
Fonte: CAPURRO, 2007^a

Em meio a tanta incerteza, “...parece existir um certo nível de consenso no mainstream científico em relação aos seguintes pontos: 1. O desenvolvimento tecnológico terá um impacto gigantesco na sociedade humana; 2. Não há como voltar atrás, e mesmo que isto fosse possível, não seria desejável; 3. É preciso avaliar cuidadosamente e de forma aberta tanto os potenciais benefícios quanto os riscos destas tecnologias, e também de possíveis maneiras de evitar ou diminuir seus efeitos colaterais” (BOSTROM, 2007, p.3).

A ética em NBIC tem natureza pragmática, ou seja, está dirigida para resultados e conseqüências práticas de suas aplicações. A ética pragmática pode se situar em um contexto de justificação racional ou em um contexto de descoberta, como explicita o Quadro 5:

<i>Tasks for a Pragmatist Ethics</i>		
	Product	Process
Rationalist (“context of justification”)	a) traditional ethics providing arguments and justifications for or against courses of action.	b) Discourse ethics Structuring and safeguarding fair public deliberation and decision making.
Romantic (“context of discovery”)	c) dramatic rehearsal Criticizing and renewing vocabularies, exploring possible future worlds	d) Conflict management Aiding an open confrontation of heterogeneous moral vocabularies and worldviews.

Quadro 5: Contextos da Ética Pragmática
Fonte: KEULARTZ, 2004, p. 19

Existe tanto a ética pragmática focada no produto, como a focada no processo. A ética pragmática em NBIC contém estes duplos aspectos, porém ela os ultrapassa quando envolve a mediação entre a tecnologia e seu usuário, e também quando o próprio usuário se torna o portador ativo da tecnologia. Existe uma nova relação que é criada entre tecnologia, design e usuário, através da mediação entre artefato e sujeito, que está apresentada nas Fig. 17 e 18:

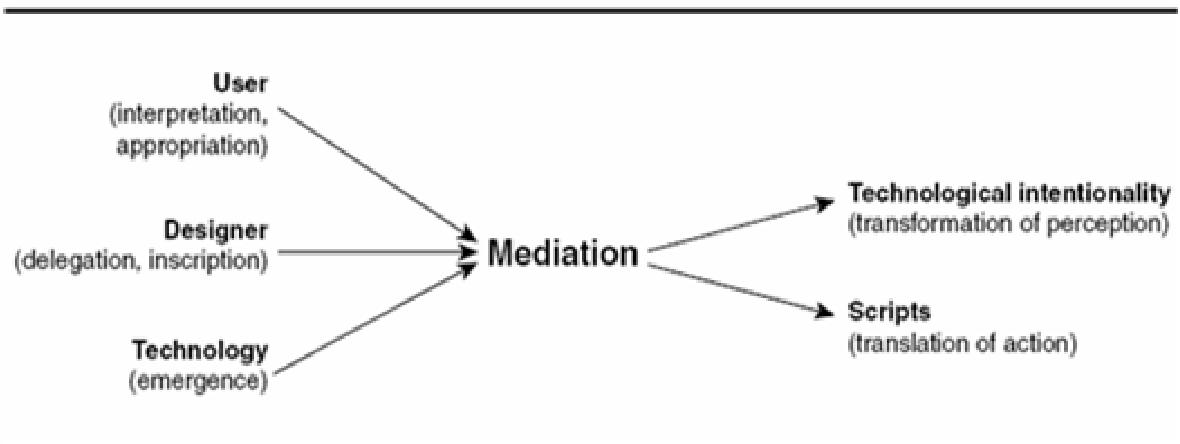


Figura 18: Fontes de Mediação
 Fonte: VERBEEK, 2006, p. 372

Mediation and the Nexus between Design and Use

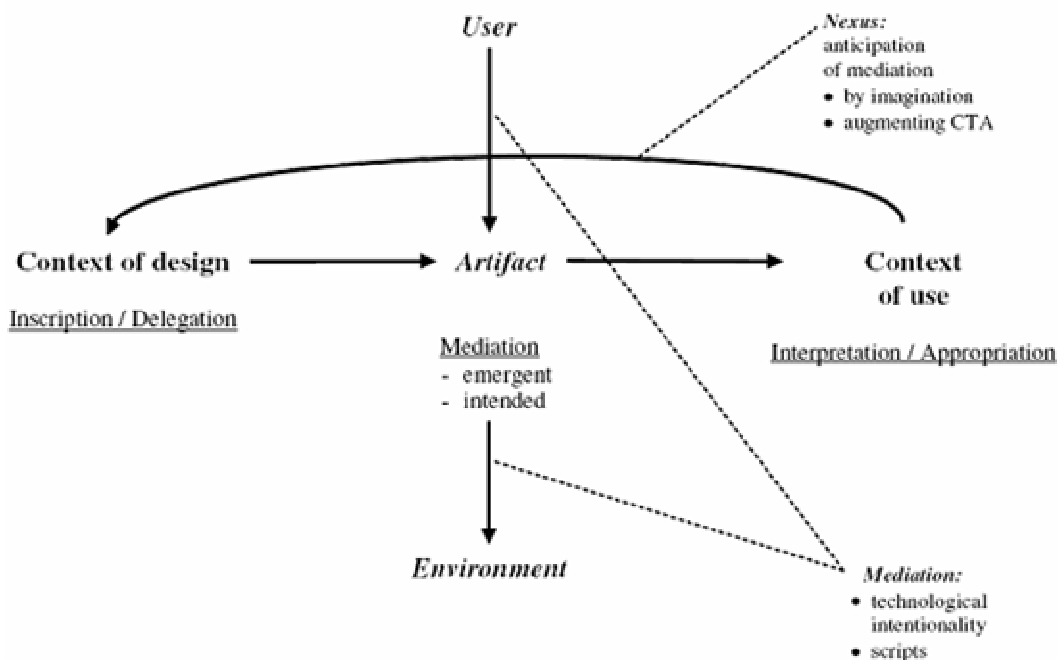


Figura 19: Relações Mediadas Tecnicamente entre Design e Uso
 Fonte: VERBEEK, 2006, p. 377.

Tem-se no argumento de mediação tecnológica de Verbeek (2006) subsídios teóricos para inferir que a relação entre design e uso em NBIC ultrapassa a ética pragmática e funcionalista, ao situar o usuário em uma posição ativa e não simplesmente passiva em relação à tecnologia. A presença de um usuário que se transforma em sujeito ativo e não

apenas objeto de intervenção tecnológica, podendo escolher qual tipo de mudança ou qual tipo de interface usará, traz de volta a questão do *self* em relação à tecnologia, na medida em que permite a intencionalidade. Esta intencionalidade do *self* na mediação tecnológica pode ser observada na emergência de um movimento cultural e social chamado de pós-humanismo, o qual é abordado a seguir.

6.4.2 Pós-humanismo

O pós-humanismo “...representa um estágio da humanidade tecnológica cuja principal meta é a transcendência das limitações físicas e biológicas do humano” (FELINTO, 2006, p.106). O pós-humanismo é uma ontologia emergente (HARAWAY, 1991) que tem seu foco na interface entre o ser humano e as tecnologias digitais e nanotecnológicas, estando relacionada diretamente à expansão das capacidades humanas através da intervenção tecnológica. A postura pós-humana é pró-tecnologia, e o conceito de cyborg é entendido como uma possível evolução do ser-humano, explicando-se assim o uso do prefixo “pós”, que significaria algo que está “para além” do humano.

Contudo, este conceito não se baseia na idéia popular da ficção científica, que nos remete a uma imagem de criaturas metade máquina, metade humanas. O conceito de *cyborg* no pós-humanismo é bem mais complexo: “...o *cyborg* é nossa ontologia (...); é a imagem concisa tanto da imaginação quanto da realidade, estes dois pólos que estruturam toda e qualquer possibilidade de transformação histórica” (HARAWAY, 1991, p.150). O pós-humanismo aborda a dimensão da representação simbólica da fusão homem-tecnologia, e aponta para as suas conseqüências culturais e sociais.

O pós-humanismo é uma ontologia emergente alinhada com a filosofia da informação e a angelética, quando afirma que “...toda a realidade pode ser convertida em informação (...) deparamo-nos com uma *ontologia radical da mensagem*, na qual “nada existe senão sob a forma de uma mensagem, de uma informação, de uma transparência potencial” (BRETON, 2000, p. 37). O sujeito pós-humano, ele próprio de natureza informacional, é capaz, então, de moldar essa realidade (e a si mesmo)” (FELINTO, 2006, p.114).

O sujeito pós-humano é emocional e interativo. Pouco se considera a mente ou a cognição dentro da linha pós-humanista, estando seu discurso centrado na questão da identidade e do *self*. A noção de identidade tradicional começa a ser abalada pela tecnologia quando a noção do *self* passa a se desvincular do corpo em direção à possibilidade de

múltiplos veículos materiais para a expressão da identidade, tanto através de intervenções cyborg ou de avatares virtuais (HAYLES, 1999).

Esta “desmaterialização” tecnológica e digital do corpo se intensifica com a nanotecnologia, que faz com que a intervenção tecnológica no corpo humano e no meio-ambiente se torne invisível, universal e ubíqua: “nossas melhores máquinas são feitas de luz solar; elas são leves e limpas pois não são nada mais que sinais, ondas magnéticas, uma faixa de um espectro eletromagnético, e todas estas máquinas são eminentemente móveis e portáteis” (HARAWAY, 1991, p.153).

O pós-humano também se refere ao entendimento humanista do realismo ontológico informacional estruturalista (FLORIDI, 2007), que ao invés de considerar a informação como base ontológica do humano, considera o humano como agente de um processo de digitalização da matéria: “a matéria que resta diante desse processo de digitalização é desprezível ou então assume o aspecto de materialidade informatizada” (FELINTO, 2006, p.112).

Enquanto a filosofia da informação e a ontologia digital são abordagens estruturalistas da convergência NBIC, o pós-humanismo caracteriza-se por uma abordagem pós-estruturalista, que irá privilegiar as dimensões do imaginário e da cultura. Hayles (2004) é uma célebre pós-humanista que se especializa na análise da nanocultura. Aspectos culturais da nanotecnologia são o deslumbramento humano diante de tecnologias invisíveis que se assemelham à mágica, e também o uso da imaginação diante das possibilidades de uma reconfiguração radical do mundo através da nanotecnologia (HAYLES, 2004). A realidade pós-humana e a nanocultura existem apenas em relação ao homem, sendo fortemente antropocêntricas. Esta é a principal característica desta abordagem.

CAPÍTULO 7

7 EMERGÊNCIA E CONVERGÊNCIA

7.1 Processo de Emergência NBIC

Nos capítulos 05 e 06 deste trabalho são descritos dois processos simultâneos de emergência e convergência. O primeiro se refere à convergência de epistemologias transdisciplinares ao redor dos conceitos de informação, significado e sistema. O segundo se refere à emergência de tecnontologias⁸ (LEMOS et al., 2007) que se desenvolvem a partir da aplicação de metáforas e métodos computacionais a questões da ontologia filosófica. Descreve-se o que são estas novas epistemologias e ontologias e como elas se relacionam.

Neste trabalho os fenômenos de emergência e de convergência são analisados no contexto da consiliência em NBIC, ou seja, os processos de emergência e convergência que são originados a partir do fenômeno NBIC e que resultam em um maior grau de unidade do conhecimento.

Para tanto, é preciso especificar como se dão estes processos. Iniciou-se pela definição de emergência usada nesta pesquisa: “A emergência diz respeito às propriedades do todo em relação a suas partes, sobre sistemas que apresentam propriedades que suas partes não apresentam quando isoladas (...) ela também diz respeito às interações entre objetos que originam estas novas propriedades, ou os mecanismos que produzem a novidade” (HAAN 2007, p.02). Ao estudar a consiliência do processo de convergência tecnológica observa-se que este se dá em um contexto de emergência. A convergência tanto dá origem a processos de emergência, como também pode ser considerada como uma emergência em si mesma, por ter propriedades únicas, as quais suas partes não possuem. Estes dois processos se encontram entrelaçados. A unidade do conhecimento é tanto convergente quanto emergente (BUNGE, 2003).

A convergência NBIC representa a emergência de um novo nível estrutural onde propriedades únicas surgem, mediadas pela nanotecnologia. Através da interação entre artefatos tecnológicos e sistemas biológicos ao nível nano, novos mecanismos dão origem a

⁸ Ontologias filosóficas de base tecnológica.

novidades qualitativas na configuração do corpo humano e de seu meio-ambiente. A emergência sempre envolve níveis:

os níveis permitem a separação conceitual entre o resultado da emergência e as interações que o produzem. Objetos e interações estão em um nível inferior, enquanto a novidade surge em um nível superior. Dependendo do caso específico de emergência, o critério para distinção entre os níveis pode se basear na escala, no tempo, na função, na organização estrutural, ou outros critérios (HAAN 2007, p.02).

Os níveis podem ter relações mecanicistas ou reflexivas entre si, como mostra a Figura 22:

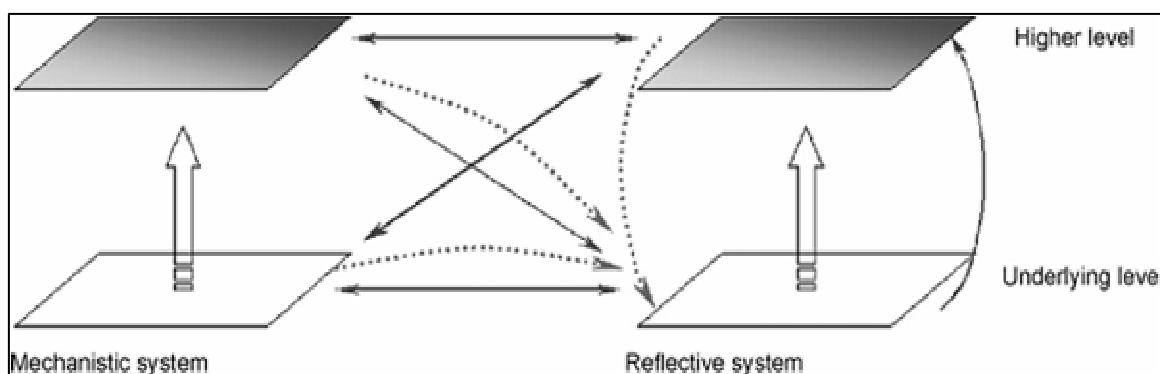


Figura 20: Emergência Mecanicista e Reflexiva
Fonte: HAAN, 2007, p. 7.

A diferença entre a relação mecanicista e a reflexiva é que na primeira, não há intencionalidade em seus elementos, ou seja, não há modificação intencional do processo por seus próprios elementos. Já em uma relação reflexiva, como por exemplo na emergência que ocorre em sistemas sociais ou culturais, a intenção dos agentes modifica o processo de emergência.

A convergência NBIC é, então, considerada como sendo o nível inferior, com aspectos mecanicistas e reflexivos, do processo de emergência de novas ontologias, onde interações entre os objetos biológicos e tecnológicos dão origem a um nível superior de novidade qualitativa nos sistemas conceituais. Estas ontologias emergentes baseadas em epistemes convergentes, por sua vez, dão origem a um outro nível de convergência por efetuarem pontes conceituais transdisciplinares que fortalecem a consiliência. O primeiro nível é mecanicista, o segundo é reflexivo.

Também é possível visualizar o processo de emergência através de uma abordagem materialista e holística, que considera as dimensões do tempo, da energia, do ambiente e da informação, como pode ser verificado na Fig. 22:

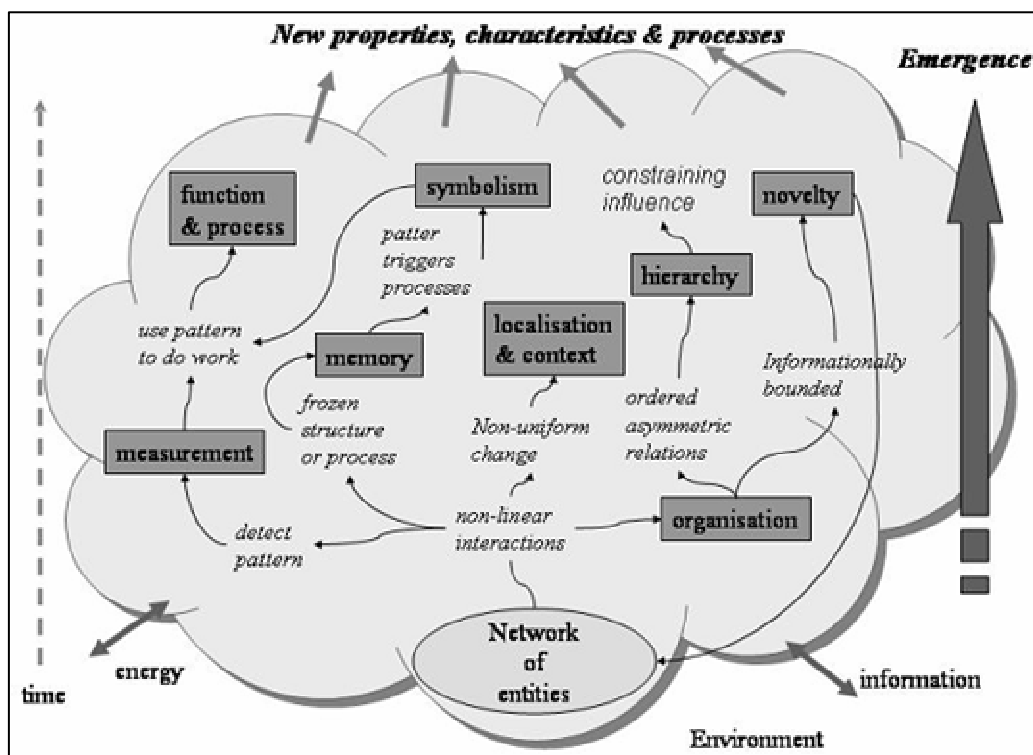


Figura 21: Novo Modelo de Emergência
 Fonte: MCDONALD & WEIR, 2006, p. 4.

Esta última abordagem (Fig. 23) é materialista, e se refere mais especificamente a processos físicos de emergência, enquanto que a Fig. 22 se refere a todo e qualquer tipo de emergência. Bunge (2003) afirma que um processo de emergência sempre envolve algum tipo de convergência, pois

O conhecimento das partes é necessário porém insuficiente para explicar como elas se transformam em um todo como propriedades emergentes. É por isso que o reducionismo (...) deve ser substituído pela integração: porque o mundo é o mesmo em relação a certos aspectos e diverso em relação a outros, e porque ele não é um agregado de elementos mas sim um sistema de sistemas (BUNGE, 2003, p. 283).

7.2 Processo de Convergência NBIC

No contexto da convergência NBIC, a convergência se dá fundamentalmente entre diferentes áreas do conhecimento científico, tecnológico, filosófico e social. Bunge (2003) é um autor que tem dedicado muito de sua obra ao estudo deste processo de convergência epistemológica e ontológica, e usa figuras matemáticas para representá-lo: "...se as disciplinas de origem são representadas como elipses, sua fusão pode ser representada como a intersecção entre estas elipses. O sistema científico como um todo pode ser representado como uma roseta de centenas de pétalas parcialmente sobrepostas" (BUNGE, 2003, p. 277).

A convergência tecnológica acontece neste espaço de intersecção epistemológica entre estas *pétalas sobrepostas* do conhecimento, dando origem à emergência de um *caule*, que aponta em direção à *raiz* ontológica do conhecimento como um todo.

CAPÍTULO 8

8 CONCLUSÃO

8.1 Conclusões

Neste trabalho, introduzimos e relacionamos as áreas da convergência tecnológica NBIC, da transdisciplinaridade e do pan-comunicacionalismo em suas três versões (informacionalista, semiótica e computacional). Estas áreas ainda estão em construção, pois surgiram muito recentemente no meio acadêmico e científico mundial. Durante o decorrer da pesquisa, foram encontradas dimensões teóricas comuns a estes campos. Nas intersecções teóricas entre os mesmos, há três conceitos que permeiam todos os níveis do conhecimento e da natureza, os quais tornam possível tanto a convergência NBIC, como a transdisciplinaridade e o pan-comunicacionalismo. Estes conceitos são: *a informação e o significado, os sistemas e a complexidade*. Estes elementos podem ser encontrados em todos os níveis do conhecimento, o que faz deles elementos transdisciplinares e pertencentes a uma teoria geral do conhecimento. Em uma única frase: é a complexidade nos sistemas informacionais e semânticos que determina a estrutura sistêmica de todos os níveis da natureza e do conhecimento.

Ao mesmo tempo em que esta pesquisa desvendou estas dimensões teóricas comuns a estas áreas, também trouxe a luz processos simultâneos de emergência e convergência nestas áreas do conhecimento. O fenômeno NBIC é resultado de um processo de convergência tecnológica, sendo que a transdisciplinaridade e o pan-comunicacionalismo, por sua vez representam epistemes e ontologias emergentes. Introduzimos, nesta dissertação, não apenas os conceitos comuns que estabelecem as relações teóricas entre estas áreas, mas também uma análise introdutória do processo de evolução sistêmica que, através de dinâmicas simultâneas de emergência e convergência, dá origem a estes novos espaços de intersecção teórica.

Muito embora seja prematuro dizer quais serão os rumos destes processos de evolução tecnológica, epistêmica e ontológica, existem alguns indicativos sobre suas tendências. A convergência NBIC está caminhando em direção à unidade da matéria; a transdisciplinaridade em direção à unidade do conhecimento, e o pan-comunicacionalismo se ergue como uma provável ponte que poderá unir a unidade da matéria à unidade do conhecimento.

Matéria (informação) e pensamento (significado) são inseparáveis, de acordo com uma perspectiva semiótico-naturalista. Evidenciam-se as relações entre unidade da matéria e unidade do conhecimento, como sendo um continuum sistêmico pan-comunicacional entre semioses complexas permeadas por fluxos informacionais. Estas relações são semióticas e transdisciplinares.

Em nossa análise, verificamos a importância da semiótica como instrumento de unidade do conhecimento, visto que, se Wilson ignorou o papel da semiose em sua definição de consiliência, Henriques (2007) não comete o mesmo erro ao relacionar a informação como essência quântica da matéria⁹ (base informacional da unidade da matéria) à consciência humana e seus mecanismos psicológicos (base cognitiva da unidade do conhecimento)¹⁰. Matéria se transforma em informação que se transforma em significação através de semioses, que codificam e transmitem conhecimento em um mesmo sistema psicológico de justificação. Este processo em sua totalidade é transdisciplinar, e relaciona a unidade da matéria à unidade do conhecimento.

A unidade da matéria e a unidade do conhecimento são *informacionais, sistêmicas e semióticas*; pois os conceitos de informação e significado, analisados de forma sistêmica, emergem no contemporâneo como os principais elementos de re-ligação entre as diferentes áreas do conhecimento e os diversos níveis materiais e cognitivos, orgânicos e inorgânicos.. Tecnicamente somos capazes de codificar novas realidades sensoriais digitais, e também de decodificar toda a matéria; manipulá-la, modificá-la, reconfigurá-la. Da matéria, aliás, não sobrou muita coisa material. Existe apenas modulação contínua entre onda e partícula, duas polaridades informacionais.

Informacional é a modulação por si mesma, este tipo de fluxo metafísico, de dados quânticos e nanocódigos que se superpõem gerando corpos e artefatos integrados pela tecnologia. Existe uma dimensão material na realidade informacional, e ela assim se explica: se todo organismo biológico e objeto material é dado evolutivo, é informação em movimento, é código que se auto-organiza e modifica – então o que os determina é simplesmente um mesmo fluxo universal de informação/energia em movimento. A partir deste fluxo informacional, é que a matéria física se origina e se mapeia. Pode-se dizer que está na dimensão informacional, e não na física, a principal indagação filosófica do contemporâneo.

⁹ “Os quanta são unidades irreduzíveis de energia. No contexto da ciência da informação, esta unidade irreduzível pode ser considerada como um dígito” (HENRIQUES, 2007, p.3)

¹⁰ “...a ciência pode ser vista como uma etapa na evolução dos sistemas de justificação (do cérebro humano)” (HENRIQUES 2007, 7)

Os fluxos informacionais e as semioses podem ser interpretados como elementos comuns a ambos os processos de convergência e emergência abordados neste trabalho. É possível inferir a dimensão da importância que a informação e o significado adquirem no contexto da consiliência, quando observa-se que as epistemologias e ontologias emergentes (transdisciplinaridade e pan-comunicacionalismo) surgem ao redor destes conceitos, e que a convergência tecnológica é o resultado da integração entre sistemas cognitivos e informacionais.

A unidade da matéria e a unidade do conhecimento possuem características de processos pan-comunicacionais, tendo em vista que os fluxos informacionais e as semioses podem ser situados ontologicamente na essência tanto dos processos materiais quanto conceituais. Admitindo-se a posição naturalista de Peirce, segundo o qual a informação e o significado existem tanto na matéria quanto no pensamento humano, encontra-se nela alicerces teóricos à este tipo de entendimento.

A consiliência pressupõe a existência de níveis transdisciplinares. Se a convergência NBIC representa a tendência da evolução de nosso futuro (BAINDRIDGE & ROCO, 2006; BOUCHARD, 2003; NORDMANN, 2004), então o futuro será transdisciplinar. O caráter transdisciplinar da convergência NBIC pode ser demonstrado não apenas pelos seus aspectos fenomenológicos, mas pelas suas implicações éticas e ontológicas. É com o caminhar das novas descobertas, que em cada área do conhecimento gradativamente foi sendo encontrada a unidade subjacente a estes mundos aparentemente tão diferentes como, por exemplo, a biologia e a computação. Na jornada em direção ao mapeamento completo da matéria, foram sendo descobertas similaridades, pontos de contato entre todas as epistemologias. No contexto do pan-comunicacionalismo, estão unidas as áreas da física quântica, da biologia, da filosofia, das ciências sociais, etc, sendo a evolução de cada uma engendrada pela evolução de todas as outras, e vice-versa. Estão interligados desta forma múltiplos níveis epistemológicos, que configuram sistemas que emergem e convergem simultaneamente. Temos assim que a consiliência é um processo que é ao mesmo tempo emergente e convergente.

Conclui-se que, na diversidade dos sistemas pan-comunicacionais (materiais ou cognitivos), encontra-se a unidade, expressa no movimento contínuo do fluxo informacional da realidade. A filosofia, que havia perdido seu lugar privilegiado na árvore do conhecimento, ressurgiu no contemporâneo como o único espaço epistemológico onde ainda é possível encontrar sentidos amplos o suficiente para abarcar as consequências éticas e ontológicas da convergência tecnológica NBIC, no contexto da transdisciplinaridade e do pan-comunicacionalismo.

8.2 Sugestões para Trabalhos Futuros

O ineditismo do fenômeno NBIC faz com que existam poucas teorias adequadas a sua análise. Também por ser um fenômeno muito recente, existem muito poucas fontes de pesquisa que forneçam instrumentos teóricos para o estudo da mediação tecnológica entre matéria e consciência. Possíveis trabalhos futuros que estabeleçam bases metodológicas para a pesquisa transdisciplinar em NBIC ou que se dediquem à pesquisa sobre a interface tecnológica entre mente e matéria seriam contribuições importantes para o avanço do conhecimento nesta área.

REFERÊNCIAS

ABRAMO, Perseu. **Pesquisa em ciências sociais**. In: Hirano, Sedi (org.). Pesquisa social: projeto e planejamento. São Paulo, T.A. Queiroz, 1979.

ANDRADE, Maria Margarida de. **Como preparar trabalhos para cursos de pós-graduação**: noções práticas. 2ªed. São Paulo: Atlas, 1997.

ARAM, John D. **Concepts of Interdisciplinarity**: Configurations of Knowledge and Action. Human Relations. Volume 57(4). London: Sage, p. 379–412, 2004.

AZEVEDO, Israel Belo. **O prazer da produção Científica**; diretrizes para a elaboração de trabalhos acadêmicos. 10ª ed. São Paulo: Hagnos, 2001.

BABBIE, E. **The practice of social research**. 4th ed. Belmont, Wadsworth Publ., 1986.

BAINBRIDGE, W.; ROCO, M (eds.) **Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science**. Berlin: Springer, 2004.

BAINBRIDGE, W.; ROCO, M. Progressive Convergence. In: Bainbridge, W. & Roco, M. (eds.) **Managing Nano-Bio-Info-Cogno Innovations: Converging Technologies in Society**. 01-08. Dordrecht: Springer, 2006.

BAINBRIDGE, W.S.; ROCO, M.C. (eds.) **Managing Nano-Bio-Info-Cogno Innovations: Converging Technologies in Society**. Dordrecht: Springer, 2006.

BANATHY, Bela. A Taste of Systemics. **I International Electronic Seminar on Wholeness. The Primer Project**: International Society for the Systems Sciences and International Institute for Systemic Inquiry and Integration. Dec. 1997. Disponível em: http://www.newciv.org/ISSS_Primer. 2005. Acesso em 28 dez. 2007.

BATES, M. J. **Information and knowledge**: an evolutionary framework for information science. Information Research, 10 (4) Disponível em: <http://InformationR.net/ir/10-4/paper239.html> Acesso em 14 dez .2007.

BATESON, Gregory. **Mind and nature**: A necessary unity. New York: Ballantine, 1979.

BERNSTEIN, G. et al. Biologically-inspired Cellular Machine Architectures. In: Bainbridge, W.S.; Roco, M.C. (eds) **Managing Nano-Bio-Info-Cogno Innovations: Converging Technologies in Society**. 133 – 152p. Springer: Dordrecht, 2006.

BERTALLANFY, Ludwig Von. **General System Theory: Foundations, Development, Applications**. New York: George Braziller, 1968.

BOSTROM, Nick. **Technological Revolutions**: Ethics and Policy in the Dark. 2006. Disponível em: <http://www.nickbostrom.com>. Acesso em 18 set. 2007.

BOSTROM, Nick. **When Machines Outsmart Humans**. *Futures*. Vol. 35:7, pp. 759 – 764, 2000.

BRIER, Sören. Biosemiotics. In: **International Encyclopedia of Language and Linguistics**. Vol. 2, p. 31-40, 2006.

BUGLIARELLO, George. **A New Trivium and Quadrivium**. *Bulletin of Science Technology Society* **23**, 106-113, 2003.

BUGLIARELLO, George; DONER, Dean B. **The History and Philosophy of Technology**. Chicago: University of Illinois Press, 1979.

BUNGE, Mario. **Emergence and Convergence: Qualitative Novelty and the Unity of Knowledge**. Toronto: TSP Press, 2003.

BUNGE, Mario. **Treatise on Basic Philosophy**, Volume 4. *Ontology II .A World of Systems*. Dordrecht, Netherlands: D. Reidel, 1979.

CAPURRO, Rafael. **Towards an Ontological Foundation on Information Ethics**. *Ethics and Information Technology* Vol.8, Nr. 4, 2006, 157-186, 2006.

CAPURRO, Rafael. EGE Opinion No. 21: Ethical Aspects of Nanomedicine. EU-Project NanoBio-RAISE: **1st Advanced Course on Strategic Communication and Applied Ethics in Nanobiotechnology**. 2007^a.

CAPURRO, Rafael. **Epistemologia e Ciência da Informação**. Paper apresentado em: **V Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, 10 de Novembro de 2003.

CAPURRO, Rafael. **Reflections on Ethical Aspects of Nanomedicine**. 2006^a. Disponível em: <http://www.capurro.de/nanoethics.html>. Acessado em 27 dez. 2007b.

CHALMERS, David. Facing Up to the Problem of Consciousness. **Journal of Consciousness Studies** 2(3):200-19, 1995. Disponível em: <http://consc.net/papers/facing.html> Acessado em: 27 dez. 2007.

CONESA-SEVILLA, Jorge. **A Semiotic Metalanguage Based on Existential Ontologies**. Presented at the International Summer Institute for Semiotic and Structural Studies in Imatra, Finland. June10-15, 2001.

CONESA-SEVILLA, Jorge. **The Realm of Continued Emergence: The Semiotics of George Herbert Mead and its Implications to Biosemiotics, Semiotics Matrix Theory, and Ecological Ethics**. *Sign Systems Studies*, September, 2005.

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

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

DODIG-CRANKOVIC, Gordana. **Investigations into Information Semantics and Ethics of Computing**. PhD thesis. Department of Computer Science and Electronics. Mälardalen University, 2006a.

DODIG-CRANKOVIC, Gordana. Knowledge as Computation in vivo: Semantics vs. Pragmatics as Truth vs. Meaning, **i-C&P Conference on Computers & Philosophy**, Laval, France, May 2006c.

DODIG-CRANKOVIC, Gordana. Model Validity and Semantics of Information. In: **Model-Based Reasoning. Science and Engineering Abduction, Visualization, and Simulation**, Pavia, Italy, December 16-18, 2004, King's College Publications, London, Editor(s): L Magnani, June, 2006b.

ETC, Group. **The Big Down: From Genomes to Atoms**. Winnipeg, Canada: ETC Group. 2003.

EVERETT, Hugh. Relative State Formulation of Quantum Mechanics, **Reviews of Modern Physics**, vol 29, p. 454-462, 1957.

FELINTO, Erick. O pós-humano incipiente: uma ficção comunicacional da cibercultura. **Intercom** – Revista Brasileira de Ciências da Comunicação. São Paulo, v.29, n.2, p. 103-118, jul./dez. 2006.

FEYERABEND, Paul. **Against Method**. London: Verso, 1988.

FEYERABEND, Paul. Knowledge, Science and Relativism. **Philosophical Papers**, Volume 3. Cambridge: Cambridge University Press, 1999.

FLORIDI, Luciano. **A Defense of Informational Structural Realism**. Synthese. Springer Online, 2007. Disponível em: <http://www.springerlink.com/>. Acessado em: 18 out. 2007.

FLORIDI, Luciano. Open Problems in the Philosophy of Information, **Metaphilosophy**, Volume 35: 4, 2004. Disponível em: <http://www.blackwell-synergy.com/>. Acessado em 24 nov. 2007c.

FLORIDI, Luciano. **Philosophy and Computing: An Introduction**. London - New York: Routledge, 1999.

FLORIDI, Luciano. What is the Philosophy of Information?, **Metaphilosophy**, 33 (1/2): 123—145. Blackwell-synergy, 2002. Disponível em: <http://www.blackwell-synergy.com/>. Acessado em 24 dez. 2007b.

FRANÇOIS, Charles. Systemics and Cybernetics in a Historical Perspective. **Systems Research and Behavioral Science**. Syst Res. 16, 203-219, 1999.

GIBBONS, Michael et al. **The New Production of Knowledge: The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies**. London: Sage, 1994.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999.

GÖDEL, Kurt. What is Cantor's continuum problem?. **The American Mathematical Monthly**, 54: 515-25, 1947.

GRECO, G. et al. The Philosophy of Information - A Methodological Point of View. In: Klaus-Dieter Althoff, Andreas Dengel, Ralph Bergmann, Markus Nick, and Thomas Roth-Berghofer (Eds.), **WM2005: Professional Knowledge Management. Experiences and Visions**. DFKI GmbH, Kaiserslautern, 2005.

HAAN, de J. 2007. How Emergence Arises. **Ecological Complexity**. Vol.3, Issue 4. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecocom.2007.02.003>. Acessado em: 26 set. 2007.

HARAWAY, Donna J, *Situated Knowledges*. In: **Simians, Cyborgs, and Women**. Routledge, New York: 1991a.

HARAWAY, Donna. A Cyborg Manifesto: Science, Technology, and Socialist-Feminism in the Late Twentieth Century. In: **Simians, Cyborgs and Women: The Reinvention of Nature**. New York; Routledge, p.149-181, 1991b.

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

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

HENRIQUES, G. R. The tree of knowledge system and the theoretical unification of psychology. **Review of General Psychology**, 7, 150-182, 2003.

HENRIQUES, G. R. **The Tree of Knowledge System: A Manifesto for the Unity of Scientific Knowledge**. 2007. Disponível em: <http://psychweb.cisat.jmu.edu/ToKSystem/> Acessado em 19 dez. 2007.

JAMIESON, Dale. Consilience. **Issues in Science and Technology**, Vol. 15, No. 1, Fall 1998.

JANTSCH, E. **The Self Organizing Universe**. New York: Pergamon, 1980.

KEULARTZ, Jozef et al. Ethics in Technological Culture: A Programmatic Proposal for Pragmatist Approach. **Science, Technology & Human Values**. 29; 3. London: Sage, 2004.

KHUSHF, George. An Ethic for Enhancing Human Performance Through Integrative Technologies. In: Bainbridge, W. & Roco, M. (eds.) **Managing Nano-Bio-Info-Cogno Innovations: Converging Technologies in Society**. 255-278. Dordrecht: Springer, 2006.

KIEFER, Claus. On the interpretation of quantum theory – from Copenhagen to the present day. arXiv.org. 2007. Disponível em: <http://arxiv.org> Acessado em: 19 dez. 2007.

KUHN, Thomas S. **The Structure of Scientific Revolutions**. The University of Chicago Press, Chicago, 1970.

KULL, Kalevi. **Semiotic ecology**: different natures in the semiosphere. **Sign Systems Studies**, 26: 344-371, 1998.

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

LANDAUER, R. **The physical nature of information**, **Phys. Lett. A** 217, p. 188, 1996.

LASZLO, Ervin. **The Systems View of the World**. Hampton Press, NJ, 1996.

LEMOS, R.T.S. et al. **Tecnontologia e Complexidade**. Ciências & Cognição. Vol.11, p. 192-203, 2007.

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

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

LYNCH, Zach. NEUROPOLICY (2005–2035): CONVERGING TECHNOLOGIES ENABLE NEUROTECHNOLOGY, CREATING NEW ETHICAL DILEMMAS. In: Bainbridge, W.S.; Roco, M.C. (eds) **Managing Nano-Bio-Info-Cogno Innovations: Converging Technologies in Society**. 173 – 189p. Springer: Dordrecht, 2006.

MACDONALD, Copthorne. An Energy / Awareness / Information Interpretation of Physical and Mental Reality. **Zygon**, Vol. 29, No. 2, Cambridge: Blackwell, p. 135-15, 1994.

MATHEUS, Renato F; CAPURRO, Rafael. A filosofia da informação: abordagens, conceitos e metodologias de pesquisa para a Ciência da Informação. **Perspectivas em Ciência da Informação** 10(2):p. 140-165, 2005.

MATURANA, Humberto R. and VARELA, Francisco J. **The Tree of Knowledge**. Boston: Shambhala, 1987.

MCDONALD, D.M. and WEIR, G.R.S. Developing a conceptual model for exploring emergence. In: **International Conference on Complex Systems (ICCS2006)**, Reading, UK, 28-31 May 2006.

MEHRA, J. RECHENBERG, H. **The Historical Development of Quantum Theory**, Vol.1, Part 1, Springer-Verlag New York Inc., New York 1982.

NITECKI, Joseph Z. 1993. **Meta librarianship**: A Model for Intellectual Foundations of Library Information Science. Volume 1. 1993. Disponível em: <http://www.twu.edu/library/Nitecki>. Acessado em: 28 dez. 2007.

NORDMANN, A. (ed.) **Converging Technologies – Shaping the Future of European Societies**. European Commission, 2004. Disponível em: www.ntnu.no/2020/final_report_en.pdf. Acessado em: 18 set. 2007.

NÖTH, Winfried. **Handbook of Semiotics**. Indiana, USA: Indiana University Press, 1995.

PAVARD, B. The Complexity Paradigm as a Framework for the Study of Cooperative Systems. In: **Sociotechnical Cooperation and Complexity in Systems**, Paris: Hermes, 2001.

PEIRCE, C.S. **The Essential Peirce, Selected Philosophical Writings, Vol. 1 (1867–1893)**, Nathan Houser and Christian Kloesel, eds. Bloomington and Indianapolis, IN: Indiana University Press, 1992.

PLANCK, Max. **A Survey of Physical Theory**, transl. by R. Jones and D.H. Williams, Methuen & Co., Ltd., London: Dover, 1993.

POINCARÉ, H. (1905), **Leçons de mécanique céleste**. Paris: Gauthier-Villars.

RICHARDSON, Roberto. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

ROSA, Antonio M. **O Conceito de Continuidade em Charles S. Peirce**. Braga: Fundação Calouste Gulbekian, 2003.

RUCKER, Rudy. **Mind Tools: The Five Levels of Mathematical Reality**. Boston: Houghton Mifflin Co, 1987.

SANTAELLA, Lucia. **O Método Anticartesiano de C.S. Peirce**. São Paulo: Unesp, 2004.

STONIER, T. **Information and Meaning. An Evolutionary Perspective**. Berlin - New York: Springer, 1997.

THAGARD, Paul. **Conceptual Revolutions**. Princeton: Princeton University Press, 1992.

VERBEEK, Peter-Paul. Materializing Morality: Design Ethics and Technological Mediation. **Science, Technology, & Human Values**. Vol.31, N. 3. London: Sage, 2006.

WHEELER, J.A. Information, physics, quantum: The search for links. In (W. Zurek, ed.) **Complexity, Entropy, and the Physics of Information**. Redwood City, CA: Addison-Wesley, 1990.

WILSON, E. O. **Consiliência: A Unidade do Conhecimento**. Rio de Janeiro: Campus, 1999.

BIBLIOGRAFIA

Esta Bibliografia foi adicionada ao trabalho para que pesquisadores iniciantes nas temáticas abordadas tenham um repertório de fontes maior do que as obras citadas nesta dissertação. As obras a seguir foram consultadas pela autora, mas não foram julgadas imprescindíveis quanto a constar entre as Referências da dissertação.

ALKAINE, C.V. The works of Godel and the so-called accurate sciences. **Brazilian Magazine of Physics Education**, v. 28, n. 4, 2006.

ASCOTT, R. 1994, **The Architecture of cyberception**", 94 ISEA - The 5th International Symposium on Electronic Art, Helsinki, Finland. Disponível em: <http://caad.arch.ethz.ch/teaching/praxis/ss99/sources/ascott.html>. Acesso em: 14 fev 2007.

ASCOTT, R.; Shanken, E. **Telematic Embrace: Visionary Theories of Art, Technology, and Consciousness**. Berkeley: University of California Press. 2003.

AXELROD, R. **Advancing the Art of Simulation in the Social Sciences**. In: **Social Simulating Phenomena**. p.21-40, Berlin: Springer. 1997.

BARROS, Aidil J. S.; LEHFELD, Neide A. S. **Fundamentos de metodologia científica: um guia para a iniciação científica**. 2. ed. ampliada. São Paulo : Makron, 2000.

BATESON, Gregory. **Steps to an Ecology of Mind**, Paladin. Frogmore, St. Albans, 1973.

BOWYER, K. W. (ed.) **Ethics and Computing**, Wiley-IEEE Press, 2000.

BREY, P. The Ethics of Representation and Action in Virtual Reality. **Ethics and Information Technology**, v.1, n.1, p. 5-14, 1999.

BRIER, Sören. Cyber-Semiotics: On autopoiesis, code-duality and sign games in bio-semiotics. **Cybernetics & Human Knowing**, bl. 3, n. 1, 1995.

BURGIN, M. Information: **Problems, Paradoxes, and Solutions**, tripleC v.1, p. 53-70, 2003.

CHAITIN, G. **Computational Complexity and Godel's Incompleteness Theorem**, AMS Notices, v.17. 672 p. 1970.

CILLIERS, P. **Complexity, Deconstruction and Relativism**, Theory, Culture & Society, v. 22, n. 5. 2005.

DODIG-CRANKOVIC, Gordana. Shifting the Paradigm of the Philosophy of Science: the Philosophy of Information and a New Renaissance. In: **Minds and Machines: Special Issue on the Philosophy of Information**, v.13, n.4, p 521-536, Kluwer, November, 2003.

DRETSKE, F. I. **Knowledge and the Flow of Information**. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 1981.

EDDINGTON, A. **The Nature of the Physical World**. Cambridge: Cambridge University Press, 1928.

EDMONDS, B. **What is Complexity?** In: *The Evolution of Complexity*, Kluwer: Dordrecht, 1996.

ESFELD, M. Quantum Entanglement and a Metaphysics of Relations, **Studies in History and Philosophy of Science Part B: Studies in History and Philosophy of Modern Physics**, v. 35, p. 625-641, 2004.

FLORIDI, L. (2002). **What is the Philosophy of Information?**, *CyberPhilosophy: The Intersection of Philosophy and Computing*, special issue of *Metaphilosophy*. Disponível em: <http://www.blackwellpublishing.com/>. Acesso em 15 mai. 2007.

FLORIDI, L. (2007), **A Look into the future impact of ICT on our lives**, The Information Society. Disponível em: <http://www.informaworld.com/> . Acesso em 16 jun. 2007.

FLORIDI, Luciano. (ed.) **The Blackwell Guide to the Philosophy of Computing and Information**. Oxford - New York: Blackwell, 2004.

FREDKIN, E. **Digital Philosophy**. 2000. Disponível em: http://www.digitalphilosophy.org/finite_nature.htm. Acesso em 19 dez. 2007.

FRÓIS, K. **Uma Breve História do Fim das Certezas**. Cadernos de Pesquisa Interdisciplinar em Ciências Humanas, UFSC. Disponível em: <http://www.cfh.ufsc.br/~dich/cadernos.htm>. acesso em: 27 jan. 2007.

FUCHS, C. **Science as Self-Organizing System**. In: *Science of Self-Organization and Self-Organization of Science*. Kiew: Abris, 2004.

HILBORN, R. **Sea gulls, butterflies, and grasshoppers: Brief history of the butterfly effect in to nonlinear dynamics**”, *American Journal of Physics*, v. 72. 2004.

INTRONA, L.; Ilharco, F. **Phenomenology, Screens, and the World: The Journey with Husserl and Heidegger into Phenomenology**. In: *Social Theory and Philosophy for Information Systems*, Chichester: Wiley, 2004.

KHALIL, H. **Nonlinear Systems**. New York: Prentice Hall. 2001.

KLEIN, H. & MYERS, M. A Set of Principles for Conducting and Evaluating Interpretive Field Studies in Information Systems. **MIS Quarterly**. v.23, n.1, p. 67-93. 1999.

KLEIN, H.; MYERS M. **A Set of Principles for Conducting and Evaluating Interpretive Field Studies in Information Systems**, *MIS Quarterly*, v. 23, n.1, p.67-93. 1999.

LEMONS, R.T.S. ; FRANKLIN, B. L. ; ALVES, J.B.M. ; KERN, V. M. *Tecnontologia & Complexidade*. **Ciências & Cognição**, v. 11, p. 192-203, 2007. Disponível em: <<http://www.cienciasecognicao.org/pdf/v11/m337172.pdf>>. Acesso em: 25 mai 2008.

LÉVY, P. **O que é o Virtual?** São Paulo: v. 34, 1996.

LIP (The Linux Information Project). **Information Definition**. 2005. Disponível em: <http://www.linfo.org/information.htm> Acessado em 09 set. 2007.

LORENZ, E. **Deterministic Nonperiodic Flow**. Journal of the Atmospheric Sciences, v. 20, n. 2, pp. 130-141. 1963.

LYOTARD, J. F. **Phenomenology**. SUNY Series in Contemporary Continental Philosophy. Albany: SUNY Press. 1991.

MORIN, E. **A Religação dos Saberes**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2000.

MORIN, E. **O Método**. v.1, n.1. A Natureza da Natureza. Porto Alegre: Sulina. 2001.

MORIN, E. **O Método**. v. 6. Ética. Porto Alegre: Sulina. 2005.

NICOLESCU, B. **Um Novo Tipo de Conhecimento**. 1^o Encontro Catalisador do CETRANS – Escola do Futuro – USP. Itatiba, São Paulo – Brasil: abril de 1999.

NICOLESCU, B. **Levels of Reality as a Source of Quantum Indeterminacy**. In: Determinismo e complexidade. Rome: Armando Editore. 2000.

NICOLESCU, B. **The Reform of Education and Thought: complexity and transdisciplinarity**. Disponível em: <http://www.cetrans.futuro.usp.br/> . Acesso em 10 jun. 2007.

NICOLESCU, Basarab. **Manifesto of Transdisciplinarity**. Albany: State University of New York Press. 2001.

ORLIKOWSKY, W.; Baroudi, J. **Studying Information Technology in Organizations: Research Approaches and Assumptions**, **Information Systems Research**, v. 2, n. 1, 1991.

PAVARD, B. **The Complexity Paradigm as a Framework for the Study of Cooperative Systems**. In: Sociotechnical Cooperation and Complexity in Systems, Paris: Hermes. 2001.

PEIRCE, C.S. (1931-1935, 1958), **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.

POLI, R. (1998), **Levels**, *Axiomathes*, v.1, n.2, p. 197-211.1998.

POLI, Roberto. **Levels**. *Axiomathes*, v.1, n.2, p. 197-211, 1998.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, P. B. **Metodología de la investigación**. México: McGraw-Hill, 1991.

GLOSSÁRIO

1. **ABDUÇÃO:** termo utilizado por Charles Sanders Peirce para designar a ocorrência súbita da formulação de hipóteses em uma investigação científica. Esta atribuição deu origem ao método abduutivo de pesquisa científica, desenvolvido por Peirce..
2. **ANGELÉTICA:** A palavra angelética é derivada do grego *angulía* (*aggelia*) que significa mensagem – angelética é conhecida como a teoria da mensagem.
3. **ANTROPOCENTRISMO:** é uma concepção que considera que a humanidade deve permanecer no centro do entendimento dos humanos, isto é, tudo no universo deve ser avaliado de acordo com a sua relação com o homem.
4. **AUTOPOIESE:** foi o termo cunhado na década de 70 pelos biólogos e filósofos chilenos Francisco Varela e Humberto Maturana para nomear a complementaridade fundamental entre estrutura e função. A denominação autopoiese é a fusão de dois termos: “auto” que refere-se ao próprio objeto e “poiese” que diz respeito à reprodução/criação. A autopoiese é uma terminologia empregada inicialmente por dois biólogos chilenos Humberto Maturana e Francisco Varela para designar os elementos característicos de um sistema vivo e sua estrutura.
5. **AVATAR:** representação gráfica de uma identidade (realidade virtual).
6. **BIOSEMIÓTICA:** Biosemiotica (do grego *bios* que significa “vida” e *semion* significando “assinar”), é um campo crescente que estuda a produção de ação e interpretação dos sinais do reino biológico, em uma tentativa de integrar as descobertas científicas da biologia e da semiótica para formar uma nova visão da vida e do significado imanente de elementos do mundo natural.
7. **BIOTECNOLOGIA:** significa qualquer aplicação tecnológica que use sistemas biológicos, organismos vivos ou derivados destes, para fazer ou modificar produtos ou processos para usos específicos.
8. **CONJECTURA:** Uma conjectura é uma idéia, fórmula ou frase, a qual não foi provada ser verdadeira, baseada em suposições ou idéias com fundamento não verificado. As conjecturas utilizadas como prova de resultados matemáticos dá-se no nome de hipóteses.
9. **CONSILIÊNCIA:** “...a integração do conhecimento pelo estabelecimento de conexões entre fatos e teorias baseadas em fatos, por entre as várias disciplinas, para criar um referencial comum de explicações” (WILSON, 1999, p.8). Literalmente,

consiliência quer dizer “saltar junto” em direção a uma mesma resposta através de diferentes caminhos. Implícita à idéia de consiliência está a idéia de que todas as coisas do mundo obedeceriam a um mesmo e pequeno número de leis universais (WILSON, 1999).

10. **CYBORG:** Um cyborg (ciborgue, em português) é um organismo cibernético, isto é, um organismo dotado de partes orgânicas e mecânicas, geralmente com a finalidade de melhorar suas capacidades utilizando tecnologia artificial. O termo deriva da junção das palavras inglesas *cyber(netics) organism*, ou seja, “organismo cibernético”.
11. **EPISTEMOLOGIA:** é um ramo da filosofia que trata dos problemas filosóficos relacionados à crença e ao conhecimento. A epistemologia estuda a origem, a estrutura, os métodos e a validade do conhecimento (daí também se designar por filosofia do conhecimento).
12. **FRAMEWORK:** No desenvolvimento do software, um framework ou arcabouço é uma estrutura de suporte definida em que um outro projeto de software pode ser organizado e desenvolvido. Um *framework* pode incluir programas de suporte, bibliotecas de código, linguagens de script e outros softwares para ajudar a desenvolver e juntar diferentes componentes de um projeto de software.
13. **HERMENÊUTICA:** é um ramo da filosofia que se debate com a compreensão humana e a interpretação de textos escritos. A palavra deriva do nome do deus grego Hermes, o mensageiro dos deuses, a quem os gregos atribuíam a origem da linguagem e da escrita e consideravam o patrono da comunicação e do entendimento humano.
14. **HEURÍSTICA:** é um método usado para solução de problemas, o qual rapidamente leva a uma solução próxima à melhor possível. A etimologia da palavra *heurística* é a mesma que a palavra *eureka*, cuja exclamação se atribui a Arquimedes.
HIBRIDIZAÇÃO: ou hibridação, é o processo de formação de orbitais eletrônicos híbridos. Em alguns átomos, os orbitais dos subníveis atômicos *s* e *p* se misturam, dando origem a orbitais híbridos *sp*, *sp²* e *sp³*. O termo também pode ser usado referindo-se a processos de formação de entidades híbridas.
15. **INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA):** é uma área de pesquisa da ciência da computação dedicada a buscar métodos ou dispositivos computacionais que possuam ou simulem a capacidade humana de resolver problemas, pensar ou, de forma ampla, ser inteligente.
16. **INTEROPERABILIDADE:** é a capacidade de um sistema (informatizado ou não) de se comunicar diretamente com outro sistema (semelhante ou não).

17. **MAINSTREAM:** (em português: *corrente principal*) é o pensamento corrente da maioria de um grupo. Este termo é muito utilizado relacionado às artes em geral (música, literatura, etc). Como é a preferência da massa, as manifestações artísticas do mainstream estão repletas de clichês, análises pouco profundas e são fortemente influenciadas pela repercussão na mídia. O mesmo acontece com o pensamento corrente do mainstream científico.
18. **METACONHECIMENTO:** refere-se ao conhecimento que lida com a natureza do conhecimento e do ato de conhecer.
19. **NANO:** (símbolo n) é um prefixo no SI de unidades denotando um fator de 10^{-9} , ou 1/1 000 000 000. Ele é comumente utilizado na notação de tempo e comprimento na eletrônica e nos sistemas de computadores, como 30 nanossegundos (símbolo ns) e 100 nanômetros (nm).
20. **NANÔMETRO:** Um nanômetro é uma unidade métrica (nm) que equivale a um bilionésimo de um metro.
21. **NANOTECNOLOGIA** está associada a diversas áreas (como a medicina, eletrônica, ciência da computação, física, química, biologia e engenharia dos materiais) de pesquisa e produção na escala nano (escala atômica). O princípio básico da nanotecnologia é a construção de estruturas e novos materiais a partir de estruturas atômicas
22. **NBIC (Nano Bio Info Cogno):** termo que se refere à convergência tecnológica entre as áreas da nanotecnologia, biotecnologia, tecnologia da informação, e ciências cognitivas.
23. **NEUROCIÊNCIA:** é um termo que reúne as disciplinas biológicas que estudam o sistema nervoso, normal e patológico, especialmente a anatomia e a fisiologia do cérebro interrelacionando-as com a teoria da informação, semiótica e lingüística, e demais disciplinas que explicam o comportamento, o processo de aprendizagem e cognição humana bem como os mecanismos de regulação orgânica.
24. **ONTOLOGIA:** (grego = “conhecimento do ser”) é a parte da filosofia que trata da natureza do ser, da realidade, da existência dos entes e das questões metafísicas em geral. A ontologia trata do *ser enquanto ser*, isto é, do ser concebido como tendo uma natureza comum que é inerente a todos e a cada um dos seres. Este termo também é utilizado na computação e se refere ao conjunto de conhecimento sobre uma determinada área.

25. **QUANTUM:** Mínima unidade indivisível que expressa a energia ou momentum de uma partícula elementar da matéria, ou de fótons.
26. **QUANTA:** plural de quantum.
27. **REDES NEURAIS:** sistemas computacionais baseados numa aproximação à computação baseada em ligações. Nós simples (ou “neurões”, “neurônios”, “processadores” ou “unidades”) são interligados para formar uma rede de nós - daí o termo “rede neuronal”. A inspiração original para esta técnica advém do exame das estruturas do cérebro, em particular do exame de neurônios.
28. **RFID:** é um acrônimo do nome (Radio-Frequency IDentification) em inglês que, em português, significa Identificação por Rádio Frequência. Trata-se de um método de identificação automática através de sinais de rádio, recuperando e armazenando dados remotamente através de dispositivos chamados de *tags* RFID.
29. **ROBÓTICA:** é um ramo da tecnologia que engloba mecânica, electricidade, electrónica e computação, que actualmente trata de sistemas compostos por máquinas e partes mecânicas automáticas e controlados por circuitos integrados, tornando sistemas mecânicos motorizados, controlados manual ou automaticamente por circuitos eléctricos.
30. **SEMIOSE:** foi o termo introduzido por Charles Sanders Peirce para designar o a continuidade de todo processo de significação, do movimento contínuo de produção de significados.
31. **SEMIÓTICA:** (do grego “a arte dos sinais”), é a ciência geral dos signos e da semiose, que estuda todos os fenômenos culturais como se fossem sistemas sígnicos, isto é, sistemas de significação. Ocupa-se do estudo do processo de significação ou representação, na natureza e na cultura, do conceito ou da idéia. Em oposição à linguística, que se restringe ao estudo dos signos lingüísticos, ou seja, do sistema sígnico da linguagem verbal, esta ciência tem por objeto *qualquer sistema sígnico*.
32. **SIGNOS:** combinação de um *conceito* com uma *imagem visual ou sonora*.
33. **SINAPSES:** são os pontos onde as extremidades de neurónios vizinhos se encontram e o estímulo passa de um neurônio para o seguinte por meio de mediadores químicos, os neurotransmissores.
34. **SNME (Sistema-Nível-Modelo-Estrutura):** Dinâmica relativa ao conceito de níveis de abstração de Luciano Floridi.
35. **TAXONOMIA:** foi uma vez, a ciência de classificar organismos vivos (alpha taxonomy), mas mais tarde a palavra foi aplicada em um sentido mais abrangente,

podendo aplicar-se a uma das duas, classificação de coisas ou aos princípios subjacentes da classificação.

ÍNDICE REMISSIVO

- abdução..... 12, 13
- angelética..... 49, 50, 54, 73
- árvore do conhecimento (ToK, *tree of knowledge*)..... viii, 11, 18, 19, 20, 21, 62
- hipóteses justificativas..... 18
- autopoiese..... 39, 73
- avatar virtual..... 55
- Bertalanffy, Ludwig van..... 16, 35, 36, 39
- biomedicina..... 34
- biotecnologia..... 5, 6, 25, 26, 31, 41, 75
- bit..... 38
- complexidade 1, 3, 6, 8, 9, 17, 18, 21, 33, 35, 37, 38, 39, 42, 47, 60
- computação quântica 23, 30, 38, 39, 48, 49
- consiliência vi, 2, 9, 10, 16, 17, 18, 19, 21, 35, 39, 42, 45, 47, 56, 57, 61, 62, 73
- consiliência por junção..... 17
- construção nanométrica..... 26
- convergência vi, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 16, 18, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 31, 33, 34, 36, 39, 40, 41, 42, 51, 52, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 62, 75
- convergência tecnológica NBIC (Nano-Info-Bio-Cogno) 8, 9, 10, vi, vii, ix, x, xi, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 16, 18, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 33, 34, 36, 38, 39, 40, 41, 43, 50, 51, 52, 53, 55, 56, 57, 58, 60, 62, 63, 75
- cyborg..... 54, 55, 74
- ecossemiótica..... 41
- emergência 2, 5, 7, 8, 9, 10, 16, 18, 21, 37, 39, 45, 54, 56, 57, 58, 59, 60, 62
- epistemes convergentes.....57
- epistemes sistêmicas.....42
- ética.....10, 44, 45, 49, 50, 51, 52, 53
- evolução tecnológica 18, 21, 22, 23, 27, 28, 34, 60
- Feyerabend, Paul.....13
- filosofia da informação 34, 43, 44, 45, 47, 49, 50, 54, 55, 68
- fluxo quântico.....34
- fluxos informacionais 8, 9, 10, vi, viii, 17, 29, 31, 32, 33, 34, 35, 38, 39, 45, 48, 49, 50, 61, 62
- Gödel, Kurt Friedrich.....38
- hibridização homem-máquina.....51
- hipótese de Peirce *Consulte* Peirce, Charles Sanders
- hipóteses justificativas *Consulte* árvore do conhecimento (ToK, *tree of knowledge*)
- interoperabilidade de sistemas (não necessariamente de software).....47, 50
- Lorenz, Edward Norton.....72
- mecanicista.....57
- multiverso.....33, 38
- nanocultura.....55
- nano-intervenção.....51
- nanotecnologia vi, 2, 5, 6, 7, 23, 25, 26, 31, 34, 41, 50, 51, 52, 55, 56, 75
- NBIC *Consulte* convergência tecnológica NBIC

- neurotecnologia 26, 27
- Nicolescu, Basarab 1, 2, 13, 72
- níveis de abstração..... 44, 45, 76
- ontologia 10, 34, 39, 44, 45, 47, 49, 50, 54, 55, 56, 75
- ontologia digital..... 49, 50, 55
- ontologia filosófica..... 39, 44, 45, 56
- pan-computacionalista 38
- pan-informacionalista 38, 45, 47, 49
- pan-semioticismo..... 9, 41, 49
- Peirce, Charles Sanders vi, vii, 12, 13, 39, 41, 62, 69, 72, 73, 76
- hipótese de Peirce 40
- pós-humanismo..... 54, 55
- Prozac (droga)..... 27
- quantum vii, 32, 67, 69, 76
- qubit..... 38
- reducionismo 17, 58
- Ritalin (droga) 27
- self 54
- semântica.....44, 50
- semiótica vi, 6, 8, 9, 35, 39, 41, 42, 47, 60, 61, 73, 75
- signo 13, 39, 41
- síntese bio-sistêmica24
- sistemismo.....6, 8, 9, 36, 37, 39, 42
- sistemista.....35
- SNME (Sistema-Nível-Modelo-Estrutura) viii, 45, 46, 47, 76
- tecnologias convergentes vi, 3, 6, 14, 22, 24, 26, 28
- teoria dos signos.....41
- Teoria Geral dos Sistemas.....1, 16, 35
- ToK *Consulte* árvore do conhecimento (ToK, *tree of knowledge*)
- transdisciplinaridade 1, 2, 3, 6, 7, 13, 14, 35, 39, 60, 62
- unidade da matéria vi, 2, 3, 5, 6, 8, 9, 12, 13, 24, 25, 27, 28, 31, 32, 38, 42, 60, 61, 62