

HELOISA MARIA OTTONI

A Inovação no universo do conhecimento
em Ciência e Tecnologia:
um recorte na Física Experimental e Aplicada

Tese de doutorado
Março de 2016



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - UFRJ
ESCOLA DE COMUNICAÇÃO – ECO

INSTITUTO BRASILEIRO DE INFORMAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA -IBICT
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA – PPGCI

HELOISA MARIA OTTONI

A INOVAÇÃO NO UNIVERSO DO CONHECIMENTO
EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA:
UM RECORTE NA FÍSICA EXPERIMENTAL E APLICADA

RIO DE JANEIRO
2016

Heloisa Maria Ottoni

A INOVAÇÃO NO UNIVERSO DO CONHECIMENTO
EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA:
UM RECORTE NA FÍSICA EXPERIMENTAL E APLICADA

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação, convênio entre o Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia e a Universidade Federal do Rio de Janeiro/Escola de Comunicação, como requisito para a obtenção do grau de doutor em Ciência da Informação.

Orientadora:
Rosali Fernandez de Souza

Rio de Janeiro
2016

O91 Ottoni, Heloisa Maria

A Inovação no universo do conhecimento em Ciência e Tecnologia: um recorte na Física Experimental e Aplicada / Heloisa Maria Ottoni. - Rio de Janeiro, 2016.

216 f. : il.

Tese (Doutorado em Ciência da Informação) – Programa de Pós-graduação em Ciência da Informação. Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Comunicação, Rio de Janeiro, 2016

Orientadora: Rosali Fernandez de Souza.

1. Inovação. 2. Ciência e Tecnologia. 3. Ciência da Informação. 4. Organização do conhecimento. 3. Física. I. Souza, Rosali Fernandes de (Orient.). II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Comunicação. III. Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia. IV. Título.

CDD 506.8

Heloisa Maria Ottoni

A INOVAÇÃO NO UNIVERSO DO CONHECIMENTO
EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA:
UM RECORTE NA FÍSICA EXPERIMENTAL E APLICADA

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação, convênio entre o Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia e a Universidade Federal do Rio de Janeiro/Escola de Comunicação, como requisito para a obtenção do grau de doutor em Ciência da Informação.

Aprovada em: 30 de março de 2016.

Profa. Dra. Rosali Fernandez de Souza (Orientadora)

PPGCI/IBICT – ECO/UFRJ

Profa. Dra. Lena Vania Ribeiro Pinheiro
PPGCI/IBICT – ECO/UFRJ

Prof. Dr. Jorge Calmon de Almeida Biolchini
PPGCI/IBICT – ECO/UFRJ

Profa. Dra. Maria Simone de Menezes Alencar
UNIRIO

Prof. Dr. Ronald Cintra Shellard
CBPF

DEDICATÓRIA

**À Oduvaldo, Lucas e Tomas
pela paciência que tiveram comigo e pelo apoio que me deram
no percurso deste trabalho.**

AGRADECIMENTO

À professora Gilda Maria Braga eu tenho um agradecimento de coração. Foi ela que me deu a coragem e a motivação de enfrentar um concurso de doutorado, percorrendo este caminho que concluo com a tese. Uma grande amiga, a quem muito devo!

E sem o apoio e o conhecimento sábios da Professora Rosali Fernandez de Souza, minha satisfação com o curso de doutorado em Ciência da Informação no IBICT não seria tão intenso o quanto foi. Muito aprendi nas suas aulas e nos momentos preciosos de orientação. Além de profissional exemplar, ela também é uma pessoa acolhedora, amiga e solidária, com quem me sinto feliz e honrada em estar convivendo. Ela esteve presente desde as primeiras letras de concepção do projeto de doutorado, no acompanhamento do curso e na superação de muitas barreiras surgidas na construção deste conteúdo. Ela foi o meu estandarte e minha primeira fonte de inspiração. Conseguiu relevar meus deslizes e sabiamente soube lidar com minhas impaciências e angústias científicas.

Trabalhar na biblioteca de numa Instituição como Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas-CBPF é fonte de inspiração para agradecer. Agradecer pelo convívio constante com profissionais pesquisadores desta Casa, que sem perceberem, a cada novo projeto de pesquisa desenvolvido, foram minhas fontes de motivação, de curiosidade científica e de prazer em atuar com a pesquisa. Especialmente Ronald Shellard e Marcelo Albuquerque, eles podem nem ter a noção do quanto colaboraram comigo na construção do conteúdo deste estudo.

No ambiente da Coordenação de Documentação e Informação Científicas do CBPF tive grandes parceiros, aliás, todos foram parceiros na elaboração desta tese, mas especialmente, Luzia Pereira do Amaral, Luiz Henrique Silva Souza, Aline Correa Dantas, Valéria Fortaleza Gomes, Marcelo Magalhães, Arthur Maciel, Alfredo Ozório, Raul Vallejos.

E o IBICT é uma Casa, uma escola especial, as salas de aula foram ambientes ímpares de trocas e ampliação de conhecimentos. Foi um privilégio conviver com tantos profissionais e aprender. Agradeço aos professores, Lena Vânia Ribeiro Pinheiro, Jorge Calmon Biolchini, Jaqueline Leta, Liz-Rejane Issberner, Sarita Albagli e a todo o corpo de professores do IBICT. A nossa Secretária Janete Dezidério, um especial agradecimento pela sua boa vontade e apoio que me proporcionou durante todo o curso.

A minha família e meus amigos que conviveram pacientemente com minhas negativas a convites de nos encontrarmos, e que eu não ia por estar estudando ou pesquisando.

A todos, MUITO OBRIGADA!

*O mistério é a fonte da arte verdadeira e de toda a ciência.
Isso mostra a complexidade que deve ter qualquer planejamento científico,
qualquer discussão sobre o papel da ciência na Inovação,
porque no fazer da ciência o que conta é a paixão, é a curiosidade.
Isso está entrelaçado com a Inovação.*

*Luiz Davidovich
Diretor da Academia Brasileira de Ciências
(ABC)
Professor Titular do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro
(UFRJ)*

OTTONI, Heloisa Maria. A Inovação no universo do conhecimento em Ciência e Tecnologia: um recorte na Física Experimental e Aplicada. Tese (Doutorado em Ciência da Informação) – PPGCI/IBICT, ECO/UFRJ. Rio de Janeiro, 2016.

RESUMO

Investiga a Inovação como um domínio de conhecimento em Ciência e Tecnologia, buscando identificar e sistematizar a evolução de conceitos, cenários, tipologias da Inovação e tendências de aplicação. Apresenta características de ambientes inovadores com base na literatura nacional e internacional. Destaca aspectos teóricos convergentes entre a Ciência da Informação e a Inovação, segundo o ponto de vista de especialistas brasileiros e estrangeiros. Descreve ambientes produtivos em Ciência Tecnologia e Inovação, tendo como referencial a atuação do MCTI, seus programas, fundos de fomento, com destaque ao fomento não reembolsável e instrumentos de gestão ofertados pelo MCTI na atualidade para estimular processos de Inovação no país. Descreve também o desenvolvimento da Inovação Tecnológica aplicada à Física nacional e internacional, tendo com referência a atuação de três empreendimentos institucionais. Estes empreendimentos são: o Núcleo de Inovação Tecnológica do Rio de Janeiro (NIT-Rio) e da Rede Nacional de Física de Altas Energias (RENAFAE), ambos instalados no Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), e a *European Network for Light Ion Hadron Therapy* (ENLIGHT), rede patrocinada pela União Europeia em parceria intercontinental para desenvolver Inovação em Física Médica. A conclusão do estudo é que a diversidade terminológica e a falta de padronização conceitual sobre a Inovação entre os especialistas dificultam o desenvolvimento de pesquisas sobre o tema. Conclui-se também que há uma correlação teórica entre o domínio da Inovação e o campo científico da Ciência da Informação, sobre aspectos de organização e gestão da informação e do conhecimento; e que há interferência do fenômeno da complexidade nos dois ambientes, associada à multi/interdisciplinaridade e à responsabilidade social. Estes aspectos de correlação e interferência são confirmados na prática da Inovação Tecnológica na atualidade nos projetos de Física nacional e internacional, caracterizando que as Ciências experimental e aplicada promovem Inovação.

Palavras chave: Inovação; Ciência da Informação; Ciência e Tecnologia; Física.

OTTONI, Heloisa Maria. A Inovação no universo do conhecimento em Ciência e Tecnologia: um recorte na Física Experimental e Aplicada. Tese (Doutorado em Ciência da Informação) – PPGCI/IBICT, ECO/UFRJ. Rio de Janeiro, 2016.

ABSTRACT

Innovation is investigated as a domain of knowledge in Science and Technology, seeking to identify and systematize the evolution of concepts, scenarios, Innovation types and application trends. It presents characteristics of innovative environments based on national and international literature. The work highlights convergent theoretical aspects of Information Science and Innovation, from the point of view of some national and international specialists. It describes productive environments in Technology and Innovation Science, having as reference the work of the MCTI, its programs, development funds, especially the non-refundable promotion and management tools offered by MCTI today to stimulate innovation processes in the country. It also describes the development of technological innovation applied to national and international Physics, with reference to performance of three institutional projects. These projects are: the Technological Innovation Center of Rio de Janeiro (NIT-Rio) and the National Network of High Energy Physics (RENAFAE), both installed at the Brazilian Center for Physics Research (CBPF), and the European Network for Light Ion Hadron Therapy (ENLIGHT), network sponsored by the European Union in intercontinental partnership to develop Innovation in Medical Physics. The conclusion is that the terminological diversity and the lack of conceptual standardization on Innovation among experts hamper the development of research on the topic. It also concludes that there is a theoretical correlation between the field of Innovation and scientific field of Information Science, on organizational and management aspects concerning to information and knowledge; and that there is a interference of the phenomenon of complexity in both environments, associated with multi / interdisciplinary and social responsibility. These aspects of correlation and interference are confirmed in the nowadays practices of Technological Innovation in the national and international physics projects, featuring that the experimental and applied sciences promote Innovation.

Keywords: Innovation; Information Science; Science and Technology; Physics.

Lista de Ilustrações

Quadro 2.1	A informação a partir de seu uso	31
Figura 2.1	Esquema de Organização do Conhecimento e seus atores	37
Figura 3.1	Evolução de significados do conceito de Inovação (Século IV a.C. - Século XXI)	57
Figura 3.2	Conceitos de Imitação no contexto da Inovação, segundo Godin (2008)	61
Figura 3.3	Conceitos de Invenção no contexto da Inovação, segundo Godin (2008)	69
Figura 3.4	Conceitos de Inovação, segundo Godin (2008)	74
Figura 4.1	O ambiente onde ocorre a Inovação	92
Figura 4.2	Tipos de Inovação: Manual de Oslo	95
Quadro 4.1	Classificação da Inovação atributos/instâncias – SEBRAE	100
Quadro 4.2	Evolução da terminologia da Inovação em Empresas	105
Figura 4.3	Tipologias da Inovação	106
Figura 4.4	Tipologias da Inovação Tecnológica	107
Figura 5.1	Gestão da Inovação no Brasil	121
Figura 5.2	Iniciativas de Fomento da FINEP	123
Figura 5.3	Domínio e Terminologia da Inovação no MCTI	129
Gráfico 5.1	Gastos percentuais com P&D empresarial em relação ao PIB 2008 e 2011: USA, China, Espanha e Brasil	132
Quadro 5.1	Bolsas MCTI para transferência de Tecnologia e Inovação	135
Quadro 5.2	CNPq: número de bolsistas por modalidade de bolsa	136
Quadro 5.3	CNPq - Bolsas no país: investimentos realizados segundo modalidades (2009-2013)	137
Quadro 5.4	Perfil de investimentos dos Fundos Setoriais	146
Quadro 5.5	FNDCT/MCTI: Projetos contratados (desempenho acumulado 1997-2014) ..	147
Quadro 6.1	Índice Global de Inovação (WIPO / ONU)	156
Figura 6.1	Telescópio SOAR	159
Figura 6.2	Instalações do LNLS	160
Figura 6.3	Equipamento RMN specfit	161
Figura 6.4	Sensor gustativo produzido pela EMBRAPA	162
Figura 6.5	Microscópio eletrônico de transmissão analítica	163
Quadro 6.2	CBPF: Propriedades Intelectuais depositadas no INPI (Período: 2001-2014).	167
Figura 6.6	Organograma do NIT-Rio	170
Quadro 6.3	Projetos para a transferência de tecnologia sob a gestão do NIT-Rio/CBPF ..	172
Quadro 6.4	A RENAFAE: projetos e colaboradores	175
Quadro 6.5	Custos totais estimados - RENAFAE (2010-2015) em Euros (€)	177
Figura 6.7	Projetos Brasileiros de Pesquisa em C&TI sediados no CBPF	179
Figura 6.8	LHC do CERN	181
Figura 6.9	Aplicação da Física no tratamento do câncer	186
Figura 6.10	O guarda-chuva da ENLIGHT	191

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ABIPTI	Associação Brasileira das Instituições de Pesquisa Tecnológica e Inovação
ANESP	Associação Nacional de Especialistas em Políticas Públicas e Gestão Governamental
ANPEI	Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Inovadoras
ANPROTEC	Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores
AT	Ação Transversal
BID	Banco Interamericano de Desenvolvimento
BRIC	Brasil, Rússia, Índia, China
CCF	Comitê de Coordenação dos Fundos Setoriais
CCT	Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEBRAE	Centro Brasileiro de Apoio a Pequena e Média Empresa
CenPRA	Centro de Pesquisas Renato Archer
CERN	Centro Europeu para Pesquisas Nucleares
CETEM	Centro de Tecnologia Mineral
CGIT	Coordenação-Geral de Inovação Tecnológica
CGST	Coordenação-Geral de Serviços Tecnológicos
CGTS	Coordenação-Geral de Tecnologias Setoriais
CI	Ciência da Informação
CIDE	Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico
CIENTEC	Fundação de Ciência e Tecnologia
CLAF	Centro Latino-Americano de Física
CNCTI	Conferência Nac. de Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Sustentável
CNI	Confederação Nacional da Indústria
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CT	Ciência e Tecnologia
CT&I /CTI	Ciência, Tecnologia e Inovação
DRC	Desenvolvimento Científico e Tecnológico Regional
DTI	Desenvolvimento Tecnológico e Industrial
EC5	Emenda Constitucional número cinco
EM	Empresa multinacional
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EMBRAPII	Associação Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial
ENCTI	Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação
ENLIGTH	European Network for Light Ion Hadron Therapy
EUROSTAT	Gabinete de Estatísticas da União Europeia
EUROTOM	Comunidade Europeia da Energia Atômica
FAP	Fundação de Amparo à Pesquisa

FERMILAB	Fermi National Accelerator Laboratory
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
FNDCT	Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
FORTEC	Fórum Nacional de Gestores de Inovação e Transferência de Tecnologia
FS	Fundo Setorial
FVA	Fundo Verde e Amarelo
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICT	Instituição de Ciência e Tecnologia
IEAPM	Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira
IMPA	Instituto de Matemática Pura e Aplicada
INFN	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
INPI	Instituto Nacional de Propriedade Industrial
INT	Instituto Nacional de Tecnologia
IPT	Instituto de Pesquisa Tecnológica
LABNANO	Laboratório de Nanociência e Nanotecnologia
INT	Instituto Nacional de Tecnologia
ISO	International Standard Organization
IT	Inovação Tecnológica
LHC	Grande Acelerador de Partículas
LHCb	Large Hadron Collider beauty
LNCC	Laboratório Nacional de Computação Científica
MAST	Museu de Astronomia
MCTI	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
MDIC	Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
MP	Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão
MPEs	Micro e Pequenas Empresas
NIT	Núcleo de Inovação Tecnológica
ON	Observatório Nacional
ONG	Organização Não Governamental
ONU	Organização das Nações Unidas
PD&I	Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação
PACTI	Plano Quinquenal de Ação de C, T&I para o Desenvolvimento Nacional
PAPPE	Programa de Apoio à Pesquisa em Empresas
PBDCT	Plano Básico de Desenvolvimento Científico Tecnológico
PBM	Plano Brasil Maior
PCI	Programa de Capacitação Profissional
PDP	Política de Desenvolvimento Produtivo
PINTEC	Pesquisa de Inovação
PNCT	Política Nacional de Ciência e Tecnologia
PITCE	Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior

PNI	Programa Nacional de Apoio às Incubadoras de Empresas e aos Parques Tecnológicos
PNPG	Política Nacional de Pós-Graduação
PRIME	Programa Primeira Empresa Inovadora
USAID	United States Agency for International Development
PROINFRA	Programa de Apoio à Infraestrutura de Pesquisa
RENAFAE	Rede Nacional de Física de Altas Energias
RHAE	Programa de Capacitação de Recursos Humanos
RMB	Reator Multipropósito Brasileiro
ROC-LA	Regional Operations Centre - Latin America
RS	Responsabilidade Social
RSC	Responsabilidade Social Corporativa = Responsabilidade Social Empresarial
SBF	Sociedade Brasileira de Física
SNCTI	Sistema Nacional de Ciência Tecnologia e Inovação
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SEPED	Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento
SEMA	Secretaria Especial de Meio Ambiente
SET	Fixação e Capacitação de Recursos Humanos – Fundos Setoriais
SETEC	Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação
SIBRATEC	Sistema Brasileiro de Tecnologia
SBF	Sociedade Brasileira da Física
TICs	Tecnologias da Informação e Comunicação
WIPO	Organização Mundial de Propriedade Intelectual

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	INFORMAÇÃO, CONHECIMENTO E INOVAÇÃO	26
2.1	A INFORMAÇÃO E O CONHECIMENTO NA INOVAÇÃO	26
2.2	O FENÔMENO DA COMPLEXIDADE	39
2.3	A RESPONSABILIDADE SOCIAL COMO FUNDAMENTO PARA A INOVAÇÃO	46
3	O SIGNIFICADO DA INOVAÇÃO NO PERCURSO DA HISTÓRIA DA HUMANIDADE	55
3.1	IMITAÇÃO	58
3.2	INVENÇÃO	62
3.2.1	Invenção tecnológica e a cultura das coisas	64
3.3	INOVAÇÃO	70
3.3.1	Inovação Tecnológica e difusão da Inovação	72
3.3.2	A Inovação em contexto social, político e organizacional	76
4	TIPOLOGIAS DA INOVAÇÃO	81
4.1	A CLASSIFICAÇÃO COMO BASE EM ESTRUTURAÇÃO DE TIPOLOGIAS	82
4.2	CLASSIFICAÇÕES EM INOVAÇÃO	91
5	A INOVAÇÃO NO BRASIL	108
5.1	INICIATIVAS NACIONAIS DE INOVAÇÃO E A ATUAÇÃO DO MCTI	113
5.1.1	Planos, programas e estratégias de apoio à CT&I	119
5.1.2	Panorama de ações de Inovação desenvolvidas no Brasil	126
5.1.3	Bolsas de aperfeiçoamento profissional	133
5.2	O FNDCT E A GERAÇÃO DE FOMENTO À CT&I	138
5.2.1	Fundos Setoriais (FSs) e Ações transversais (ATs).....	142
5.2.2	Projetos de fomento não reembolsáveis	149

6	INOVAÇÃO NA ATUALIDADE: A FÍSICA EM FOCO	152
6.1	PERFIL DE ATUAÇÃO DA FÍSICA BRASILEIRA NO SÉCULO XXI	154
6.1.1	Iniciativas nacionais de Física Experimental e Aplicada	159
6.1.2	O Núcleo de Inovação Tecnológica – NIT-Rio	169
6.1.3	A Rede Nacional de Física de Altas Energias – RENAFAE	173
6.2	A FÍSICA DE ALTAS ENERGIAS E A FÍSICA MÉDICA	178
6.2.1	A Rede Europeia para Terapia Hadron de Luz Íon - ENLIGHT	185
7	CONCLUSÃO	193
	REFERÊNCIAS	202

1 INTRODUÇÃO

A Inovação, no percurso da história da humanidade, acontece por consequência natural do acúmulo de conhecimento gerado pelo homem, associado ao seu ambiente competitivo de convívio, em processo transacional dinâmico entre interesses de comunidades e seus mercados.

Na atualidade, o fluxo básico da Inovação se desenvolve em meios eletrônicos em tempo real, ocorrendo em sociedades especializadas que interagem continuamente em rede. Esta constatação, reforçada pelo ambiente científico e tecnológico cada vez mais intenso em conhecimento e suscetível à produção de novidade, resulta em aumento de demanda por especialização profissional para atuar nestes ambientes. Resulta também na intensificação da circulação de capital nas comunidades, motivada pela diversidade na produção e consumo de bens e serviços, favoráveis ao progresso das atividades humanas.

Nos atuais ambientes de Inovação, o uso de tecnologias avançadas passa a ser uma prioridade. Estes ambientes, ativos em conhecimento, se constituem por agentes coletivos, sustentados por processos de aprendizado contínuo, num contexto interativo e interconectado. O processo coletivo de aprendizagem, característico dos ambientes de Inovação interinstitucional, se desenvolve em blocos especializados de conhecimento multidisciplinar, na maioria das vezes, se constituindo em redes, clusters, reunindo atores e empresas de diversos tamanhos. E a capacidade inovadora se sustenta pela integração de diferentes políticas, principalmente a financeira, industrial, de serviços e educacional, com base no apoio à formação de ambientes capazes de estimular a geração, a aquisição e a difusão de novos conhecimentos.

Para acompanhar essas mudanças nos ambientes inovadores, instrumentos de política pública vêm sendo desenvolvidos e aprimorados pelos Governos. A intenção é colocar em operação as novas tendências técnico econômicas que vierem surgindo e, assim, alavancar o desenvolvimento dos países e prepará-lo para uma sociedade baseada no conhecimento.

Desde os primórdios, a utilização das tecnologias promove mudanças no comportamento humano, influenciando seu comportamento, sua cultura, suas relações sociais e sua subjetividade. Neste sentido, inova-se por motivos variados e, muitas vezes, concomitantes, quer por busca de mercados e qualidade de vida para as

populações, ou por poder e riqueza dos envolvidos, por reconhecimento pessoal, ampliação de relacionamentos socioprofissionais ou progresso institucional, em contexto macro ou setorial, nacional, inter ou transnacional.

Este cenário contemporâneo, segundo Castells (2002, p.87), é característico da hegemonia da globalização, num ambiente de uma “nova economia”, por ele chamada de “informacional e global”, com vínculos de interdependência entre empresas e, por extensão, entre regiões e países, quer no âmbito produtivo, quer no financeiro e, até mesmo, no cultural. É considerada uma economia informacional porque dá ênfase “à produtividade e à competitividade” entre seus agentes, por sua “capacidade de gerar, processar e aplicar de forma eficiente a informação baseada em conhecimento”. É uma economia global porque as “atividades de consumo e de circulação de seus componentes estão organizadas de forma global, diretamente, ou mediante uma rede de conexões entre agentes econômicos.”

Segundo a OCDE, o processo de globalização afeta a Inovação em um grande número de países por causa do:

[...] aumento da competição internacional, dos fluxos de bens, serviços e conhecimentos entre fronteiras nacionais, e das interações internacionais. As empresas multinacionais (EMs) exercem um importante papel neste processo [e impactam os processos de Inovação]. (OCDE, 1997, p. 30)

As EMs, juntamente com os mercados financeiros globais e com os blocos comerciais transnacionais são importantes agentes do processo de globalização. A competição internacional força as empresas a aumentarem sua eficiência e a desenvolverem novos produtos e assim promoverem a Inovação em seus meios produtivos.

Com referência ao índice global de Inovação 2014¹, publicado por Jonhson Cornell University, INSEAD e WIPO, existem na atualidade sete elementos que interferem nas ações eficientes de Inovação nos países, que são: instituições, capital humano e pesquisa, infraestrutura, sofisticação do mercado, sofisticação de negócios, indicados como elementos de entrada; conhecimento e tecnologia, e saídas criativas, como elementos de saída.

¹ JONHSON CORNELL UNIVERSITY; INSEAD; World Intellectual Property Organization - WIPO. *The global innovation index 2014: the human factors of innovation*. Disponível em: <<https://www.globalinnovationindex.org/content.aspx?page=framework>>. Acesso em: 13 nov. 2014.

Considera Arbix que é no final da década de 1990 que se iniciam no Brasil os movimentos em torno do tema da Inovação e que:

[...] desde 2004 com a nova Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE), a Inovação passou a ocupar posição de destaque nos planos governamentais e a receber tratamento acentuadamente pró-ativo do setor público até sua incorporação explícita na retomada de políticas de desenvolvimento nacional, em especial após a Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP) e do Plano de CT&I (2008). (ARBIX, 2010, p. 14)

Na atualidade, é amplamente reconhecida a importância na Inovação, tanto no meio acadêmico e de pesquisa, quanto no empresarial. De acordo com a última Pesquisa Industrial – Inovação Tecnológica (Pintec)², de 2011, o segmento industrial no Brasil, obteve um impacto por Inovação num percentual de 97,0%, enquanto no período anterior (2006-2008) esse percentual foi de 86,8%, indicando que um maior número de empresas que realizaram Inovação de produto e/ou processo obtiveram impactos significativos em sua produção.

A prioridade atribuída pelo Governo brasileiro à adoção da Inovação em Ciência e Tecnologia neste século justifica a relevância que o país destaca a esse tema; inclusive a alteração de nome de um de seus Ministérios de MCT (Ministério de Ciência e Tecnologia) para MCTI (Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação) em 2011. Incentivos à Inovação ocorreram em vários contextos no Brasil. Pelo Governo, em especial pelo MCTI, destaca-se, por exemplo, algumas ações, quanto aos aspectos de: legalização, com o Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação - CT&I (SNCTI); regulação e uniformização de regras para as parcerias entre a administração pública e sociedade civil, com criação do Marco Regulatório das Organizações da Sociedade Civil para a Ciência e Inovação - C&I; promoção de um ambiente favorável à parceria entre institutos, academia e empresas, pela constituição da Iniciativa Nacional para a Inovação, Pro-inova – SETEC/MCTI; desenvolvimento industrial, pelo Sistema Brasileiro de Tecnologia (SIBRATEC); fomento a projetos de Inovação, pela EMBRAPPII - Associação Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial, dentre outras iniciativas. Evidências que motivam a ampliação de pesquisas que possam avaliar as

² Pintec é a Pesquisa de Inovação, realizada a cada três anos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), com o apoio da Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP e do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Disponível em: <<http://www.pintec.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 jan. 2015.

iniciativas de avanço, as dificuldades, resultados e possíveis redirecionamentos na questão da Inovação no país.

Vale destacar que em março de 2015, foi lançada a plataforma iTec, que pretende unir as demandas de empresas por Inovação a correspondentes soluções inovadoras. A ferramenta digital reúne instituições de pesquisa, públicas e privadas, o poder público e empresas privadas. A plataforma iTec³ é uma iniciativa da Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação – SETEC, do MCTI, com o apoio da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), desenvolvida pela Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Inovadoras (ANPEI). Esta plataforma visa ao desenvolvimento da Inovação Aberta com transferência de tecnologia entre as instituições de pesquisa e os setores empresariais, com a geração de novos negócios. Ativa-se o contato entre empreendedores e núcleos que têm o conhecimento em gestão de risco à Inovação para gerar produtos que possam ser competitivos no mercado.

O fato é que, não só o Governo brasileiro se mobiliza, mas também outras entidades do país atuam com foco na Inovação, destacando algumas delas: ABPTI – Associação Brasileira das Instituições de Pesquisa Tecnológica e Inovação, ANPROTEC - Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores, FORTEC – Fórum Nacional de Gestores da Inovação, e Inventta – Grupo Instituto Inovação.

É abrangente e, ao mesmo tempo, complexa a temática da Inovação; além de ser objeto de estudo emergente deste século, é uma das principais responsáveis por estimular a geração de capital e de riqueza das coletividades, promovendo a Responsabilidade Social, e ainda altera as relações de trabalho, . E em quase todos os segmentos produtivos cresce a demanda mundial por Inovação, com alvo na geração e ampliação de mercados consumidores, cada vez mais diversificados e exigentes. A consequência é que os ambientes produtivos inovadores e em constante transformação tenham estratégias complexas de gestão em seus processos.

Este ambiente dinâmico e contínuo de iniciativas inovadoras sugere várias configurações de gestão, tanto administrativas, quanto científicas e tecnológicas e, a partir desse ponto de vista, se justifica uma ampliação de reflexões e pesquisas que

³ Mais detalhes sobre a plataforma iTec. Disponível em: <<http://plataformaitec.com.br/o-que-e.php>>. Acesso em: 10 jan. 2016.

motivem o aumento da produção científica brasileira em torno desse tema. E é importante evidenciar que no contexto da organização dos saberes, a Inovação pode permear todos os processos de geração de conhecimento, da pesquisa e desenvolvimento tecnológico (P&D) à gestão e marketing de empresas, se expandindo em contexto social e político das Organizações. E não seria uma utopia caracterizar a adoção da Inovação como um dos principais fatores críticos de sucesso das Organizações⁴, entendendo-se que a Inovação como um domínio de conhecimento⁵, interfere nos processos de geração do conhecimento, tangível e intangível.

Mas o que de fato é percebido em relatórios de entidades que atuam com Inovação no país (ANPEI e EMBRAPII)⁶ e que torna o tema mais complexo, é que as atividades de Inovação ainda são pouco sistematizadas, principalmente dentro das empresas. Estudiosos do tema, como Tidd, Bessant e Pavitt (1997) destacam que as maiores dificuldades técnicas nos processos de Inovação, e a maior incidência de insucessos recai sobre a capacidade de gestão destas inovações. Mas, apesar das dificuldades evidenciadas, mesmo assim no Brasil já é possível se observar que a Inovação está na pauta de ações do segmento produtivo do país.

O Governo brasileiro, ao priorizar a Inovação e o empreendedorismo em suas atuais políticas de ação, por si só, indica a importância desta questão no país. Há uma fonte rica de possibilidades emergentes de investigação sobre o tema da Inovação envolvendo pesquisa, desenvolvimento, geração e gestão, capazes de adensar a literatura científica, estimular a produção científica e a solidificação do domínio de conhecimento da Inovação no Brasil.

A Ciência da Informação contribui para esclarecer sobre aspectos tangíveis e intangíveis gerados nos ambientes de Inovação, no percurso da informação (análise, coleta, classificação, manipulação, armazenamento, recuperação e disseminação) como processo de transformação em conhecimento, gerador de Inovação.

⁴ Organizações aqui entendidas como quaisquer empresas da indústria, do comércio e de serviços em geral e especializados, instituições de ensino e pesquisa.

⁵ Domínio de conhecimento, no âmbito científico da Organização do Conhecimento, é aqui entendido como uma parcela de conhecimento em temática definida, mas com variação de abrangência, predominantemente empírica e que é interdisciplinar a múltiplas áreas e/ou campos científicos de conhecimento, a exemplo, a Inovação, a Metodologia da Pesquisa, dentre outras.

⁶ Detalhes sobre atuação e gestão destas entidades com empresas, disponível em: <http://www.embrapii.org.br/wp-content/uploads/2014/09/Embrapii_Relatorio-2013_final.pdf> e <<http://www.anpei.org.br/>>. Acesso em: 15 mar. 2015.

A escolha da investigação do tema Inovação associado à Ciência da Informação, considera como principais pressupostos:

- informação é o principal insumo da Inovação;
- Inovação se concretiza seguindo os preceitos da teoria da informação, em canais de comunicação, lineares ou inter-relacionados, estabelecidos no fluxo de entrada da informação, passando pelo canal de geração de conhecimento atingindo o fluxo de saída por sua aplicação como produto/serviço;
- o processo de Inovação, associado a conceitos de complexidade, tem um padrão não linear, que advém da inter, trans e multidisciplinaridade, associada ao ambiente da Inovação e aos seus agentes;
- o ambiente de Inovação com sua estruturação em redes com múltiplos e diversificados agentes, tem vinculação às TIC's e à gestão da informação. E, especificamente, o conhecimento tecnológico, que tem caráter cumulativo e multidisciplinar.

A escolha da Física ao estudo é oportuna pela “maturidade já alcançada pela área e pelas contribuições que já trouxe à modernização do tecido produtivo”, além de agregar características de “espaço de invenções decisivas para vários campos de grande impacto socioeconômico, como as áreas de biomedicina, de energia e de telecomunicações”⁷. Reforçando este ponto de vista, Berkovits⁸, em palestra no 6º. Fórum Mundial de Ciência, Rio de Janeiro, 2013, argumenta que:

[...] a compreensão das leis da Física básica, levou invariavelmente à criação de novas tecnologias, como a eletricidade, as geladeiras, os aviões, os foguetes, a bomba atômica, os computadores, a internet e muitas outras coisas que caracterizam a vida moderna. A mecânica quântica possibilitou avanços nanotecnológicos e está mudando a maneira como vivemos, pois além de permitir a criação de

⁷ Os trechos aspeados fazem parte da apresentação por Evandro Mirra de Paula e Silva (ABDI) e Adalberto Fazzio (SBF) do livro “Talentos para a Inovação em Física”, resultado de reunião de trabalho realizada no Instituto de Física da USP, em 2006. BRASIL. MEC. CAPES. *Física para um país competitivo*: estudo encomendado pela Capes visando maior inclusão da Física na vida do país. Brasília, 2007. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/v1/arquivos_diversos/publicacoes/FisicaCapes.pdf>. Acesso em: 05 nov. 2014.

⁸ Nathan Jacob Berkovits (Massachusetts, EUA, 1961) é um físico brasileiro, Membro Titular da Academia Brasileira de Ciências (ABC), professor titular do Instituto de Física Teórica da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp) e Diretor do Instituto Sulamericano para Pesquisa Básica do ICTP, sediado na Unesp. Recebeu o Prêmio de Física de 2009 da Academia de Ciências para o Mundo em Desenvolvimento (TWAS), o Clay Mathematics Prize Fellow em 2000 e o Projetos Temáticos da FAPESP em três oportunidades (2000, 2004, 2009). Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Nathan_Berkovits>. Acesso em: 15 mar. 2016.

computadores mais rápidos e menores, a nanotecnologia tem aplicações importantes para todas as áreas da ciência. (BERKOVITS, 2013)

O ambiente da Inovação em Física é propício à ampliação de possibilidades de pesquisa. A Sociedade Brasileira de Física já vem desenvolvendo estudos sobre o tema no Brasil e seria oportuno o adensamento de uma massa crítica, que facilite o esclarecimento sobre as transformações e a evolução da gestão da Inovação e da organização desse conhecimento, em âmbito nacional e internacional. O fato da autora atuar como analista de informação em Ciência e Tecnologia num centro de pesquisa de Física é fator estimulador para desenvolver o tema da tese neste segmento.

A Física Médica é alvo de estudo por ser um segmento da Física que vem aperfeiçoando seu campo de ação no contexto da instrumentação científica, oferecendo oportunidade de estudo do ambiente de Inovação em equipes multidisciplinares diretamente associadas à qualidade de vida das populações. Desta forma a Inovação é apresentada com foco na saúde humana, dissociada da Inovação tradicionalmente conhecida no “chão de fábrica” industrial.

A hipótese levantada nesse estudo é que é possível traçar um panorama da Inovação como um domínio de conhecimento em Ciência e Tecnologia, sob aspectos terminológicos, tipológicos e contextuais, que esclareçam sobre a sua aplicação, em mutação ao longo do tempo.

Para investigar esta proposição foram analisadas as seguintes questões de pesquisa:

- o significado de Inovação é unívoco ou sofreu mutações no percurso da história da humanidade?
- como identificar e sistematizar conceitos e tipologias de Inovação para adoção em contexto socioeconômico?
- que requisitos tem relevância para que uma ciência experimental e aplicada como a Física desenvolva Inovação no país e no exterior? Há resultados efetivos neste sentido?

O objetivo geral deste estudo foi investigar a Inovação como um domínio de conhecimento, buscando identificar e sistematizar conceitos, tipologias e tendências de aplicação em âmbito nacional e internacional.

Como objetivos específicos, buscou-se:

- investigar significações da Inovação no tempo, visando identificar seu percurso histórico como um domínio de conhecimento em constante transformação;
- identificar conceitos e tipologias da Inovação e sistematizá-los como domínio de conhecimento;
- caracterizar o ambiente produtivo onde ocorre a Inovação, procurando identificar iniciativas que esclareçam a diversidade de possibilidades de aplicação e de iniciativas de fomento, exemplificada na Física nacional e internacional, na atualidade.

A metodologia de pesquisa foi descritiva e documental, constituída por abordagens teórico-conceitual e empírica.

Quanto aos aspectos teórico-conceituais, inicialmente aprofundou-se conhecimentos sobre o tema da Inovação e sobre ambientes inovadores. O conteúdo selecionado destacou conceitos de Inovação e suas particularidades sócio-históricas, envolvendo aspectos sócio-econômicos de gestão e de tecnologia da Inovação, em ambiente local, regional, nacional, globalizado e em rede. O objetivo foi gerar um conjunto de conhecimentos sobre as práticas da Inovação. Dentre os teóricos pesquisados, estão: Tidd, Bessant e Pavitt, que abordam aspectos dos processos de gestão da Inovação; Lundvall, sobre a economia da aprendizagem e sua funcionalidade e sobre o perfil dos processos de mudança tecno-econômica; Teece que estuda o fenômeno da Difusão da Inovação e do processo de apropriação do conhecimento e suas estratégias; Von Hippel, no contexto da inovação colaborativa, aprofunda conhecimentos sobre redes horizontais de Inovação e suas fases de produção, distribuição e consumo; e Chesbrough, que analisa a Inovação Aberta e das arquiteturas e sistemas de funcionamento de empresas neste contexto, em ambientes intra e extra muros. Issberner e Macullan, ressaltando aspectos da Inovação Tecnológica e suas interfaces com a organização industrial.

Em seguida pesquisou-se na Ciência da Informação referenciais que tratassem de temas vinculados com a Inovação, buscando nos fundamentos da CI, correlação aos princípios da Inovação. Neste sentido, foram destacados a informação e o conhecimento como conceitos relevantes em ambientes inovadores, associados à interdisciplinaridade e à complexidade na gestão de processos e à responsabilidade social como elemento motivador da Inovação. Nesta coleta de informações, principalmente em artigos científicos de periódicos e em livros, foram identificados autores clássicos nacionais e internacionais da CI, a partir da década de 1960. Dentre os internacionais: Borko e Saracevic com os conceitos clássicos de CI; Capurro e Hjörland e seus referenciais sobre a informação; Buckland na abordagem da informação como conceito pelo uso; Menou e a relação informação – conhecimento; Goffman sobre a comunicação do conhecimento como um processo epidêmico; Wersig e Nevelling, quanto à abordagem dos componentes sociais na comunicação, Morin com fundamentos sobre a complexidade, Ashley, sobre o perfil da responsabilidade social, e Pombo, em destaque à importância da classificação e da interdisciplinaridade na construção do conhecimento; quanto aos nacionais: Pinheiro, sobre aspectos da informação e do conhecimento em processo histórico-social; Cocco e a caracterização da cadeia produtiva do conhecimento por meio de conhecimento; Lemos sobre aspectos da capacitação para a Inovação, e Japiassu, quanto à interdisciplinaridade tipificada em ambientes produtivos inovadores.

Quanto a aspectos teóricos e para dar suporte aos aspectos empíricos deste estudo, foram feitos levantamentos na literatura sobre Organização do Conhecimento e sobre classificações da Inovação, procurando formalizar as tipologias e as características da Inovação, com o objetivo de caracterizar sua aplicação, principalmente na Inovação Tecnológica. Para dar suporte conceitual à disciplina Organização do Conhecimento, foram pesquisados artigos de teóricos da CI como Dahlberg, Langridge, Mills, Hjörland, Gomes, Campos e, especificamente quanto à Organização do Conhecimento em Inovação, foram pesquisados os teóricos Godin, Coccia, Garcia, Calantone.

A parte empírica da tese abordou iniciativas brasileiras de Inovação, com destaque ao MCTI e à Física - brasileira e internacional.

Quanto ao MCTI detalhou-se textualmente, ilustrado por esquemas, o desempenho da Inovação, planos, programas e estratégias adotados no país na

atualidade, em apoio a Inovação, contextualizando esta realidade através de dados estatísticos oficiais e relatórios técnicos de instituições vinculadas ao tema no país, obtidos no *site* do MCTI. Com base nos fundamentos da Organização do Conhecimento em CI, estruturou-se este conteúdo de informações de forma simplificada, hierarquizada e relacionada, em contexto do discurso governamental.

Quanto a Inovação em Física, foram exemplificadas situações associadas aos aspectos teórico-conceituais apresentados na tese. Neste sentido foram destacadas duas iniciativas que caracterizam a importância da Inovação para o progresso da Física no país e com repercussão internacional. Descreveu-se o desempenho nacional de um núcleo e de uma rede de Inovação, (Núcleo de Inovação Tecnológica - NIT-Rio e a Rede Nacional de Física de Altas Energias – RENAFAE). Para desenvolver este conteúdo, foram pesquisados *sites* de instituições oficiais da Física no país em busca de informações técnicas e estatísticas sobre Física, como a Sociedade Brasileira de Física - SBF, o Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas – CBPF, associações profissionais brasileiras de Inovação, além de livros e artigos técnicos de periódicos científicos, relatórios de entidades oficiais nacionais e internacionais, associações profissionais, tais como ANPROTEC, ABIPTI, ANPEI e outras. A pesquisa nesta fase do estudo objetivou descrever o estado-da-arte da Física, consolidando esta informação com dados oficiais disponibilizados nestas fontes de informação.

Internacionalmente, a Inovação em Física foi analisada através de uma rede europeia de Física – a ENLIGHT (*European Network for Light Ion Hadron Therapy*), identificando aspectos da prática internacional da Física. Para evidenciar o avanço da Inovação foi apresentada a trajetória desta rede, caracterizando o seu desempenho complexo, quanto a inter e pluri disciplinaridade e sua desterritorialidade, quanto à gestão do conhecimento e dos fundamentos da atuação em rede, envolvendo a responsabilidade social como fundamento da Inovação na Física Médica e no tratamento do câncer. Foi pesquisado o *site* da ENLIGHT e seu desdobramento de pesquisa por vinculação com centros de pesquisa, academias e redes de desenvolvimento de tecnologia, incluindo a rede brasileira, a RENAFAE.

A conclusão da tese apresentou uma avaliação crítica dos resultados do estudo, com uma abordagem reflexiva sobre os aspectos teóricos pesquisados e os resultados da pesquisa empírica sobre iniciativas de financiamento e de adoção da Inovação.

O conteúdo da tese está apresentada em sete capítulos.

O capítulo 1, a “Introdução” situa o leitor sobre a abrangência do tema e de apresentar a motivação para o desenvolvimento desta tese, a hipótese, os objetivos a alcançar e a metodologia estabelecida para desenvolver o estudo.

O capítulo 2, “informação, conhecimento e Inovação”, descreve um referencial teórico associado à literatura científica em CI e em Inovação, envolve pontos de vista multidisciplinares e estabelece convergências entre estes dois universos de saber.

O capítulo 3, intitulado “o significado da Inovação no percurso da história da humanidade”, informa sobre a trajetória e categorização da Inovação, apresentando a alteração de significados, ao longo da história da humanidade, tendo como marcos teóricos três termos: Imitação, Invenção e Inovação, a partir da Filosofia de Platão, em anos 390 a.C.

O capítulo 4, “tipologias da Inovação” sistematiza informações sobre modalidades, associadas a aplicações de Inovação, principalmente no âmbito da tecnologia e por finalidade, apresentando arranjos tipológicos esquemáticos, incluindo uma avaliação crítica sobre a terminologia identificada nestes esquemas.

O capítulo 5, “a Inovação no Brasil e a atuação do MCTI” detalha sobre a ação do Estado, através do MCTI, referente ao financiamento não reembolsável à Inovação, especificamente em CT. Identifica-se e descrevem-se programas de Governo voltados à qualificação profissional, e aos incentivos à Inovação em seus vários estágios, de *start ups* até as empresas de grande porte, para P&D e Inovação.

O capítulo 6, “Inovação em Física na atualidade”, apresenta uma abordagem teórica resumida sobre a Física e destaca aspectos e contextos de atuação da Ciência Básica aplicada como geradora de projetos de Inovação, no campo da Física nacional e internacional. Destaca a aplicação internacional da Inovação no segmento da Física Médica.

E o capítulo 7, “Conclusão” avalia as proposições iniciais da tese em relação ao foco da pesquisa. Investiga se a hipótese e os objetivos inicialmente traçados para o estudo se concretizam e argumenta sobre a consistência desses resultados em relação a sua proposta inicial e à metodologia adotada. Apresenta comentários reflexivos e críticos sobre o domínio da Inovação, embasados em estudos oficiais de análise de sua produção no país e nos resultados alcançados em projetos de âmbito internacional.

Neste enfoque, são feitas correlações aos temas abordados nos capítulos anteriores, no escopo das proposições levantadas para o estudo.

2 INFORMAÇÃO, CONHECIMENTO E INOVAÇÃO

O capítulo expõe o papel estratégico da informação e do conhecimento e sua repercussão como fator de desenvolvimento na socioeconomia e na ciência, como também no avanço tecnológico das comunidades. Apresenta, através de busca na literatura sobre o tema, os vínculos existentes entre a Inovação com a linha de pensamento de alguns teóricos da Ciência da Informação, com foco na temática da informação e do conhecimento como indutores da Inovação.

Foram destacados três alvos teóricos de pesquisa e de análise que favorecem esta convergência temática. Estes alvos se constituem nos subcapítulos a seguir que tratam: da informação e do conhecimento como coadjuvantes da CI e da Inovação; do fenômeno da complexidade como elemento chave no percurso de seus processos evolução, tendo a interdisciplinaridade como tema aliado para a transmissão de conhecimento; e da Responsabilidade Social como fundamento que consolida a teoria e a prática nestes espaços de Saber.

2.1 A INFORMAÇÃO E O CONHECIMENTO NA INOVAÇÃO

A Ciência da Informação, enquanto área de conhecimento concentra seu objeto de estudo nos processos relativos à “produção, organização, transmissão e uso da informação, utilizando-se de aportes interdisciplinares [...], seja para melhor explicar tais processos, seja para aquilatar o seu impacto nos fazeres das distintas ambiências informacionais.”⁹

E o conhecimento tem na informação a sua essência que alicerça o “ato de comunicar conhecimento”¹⁰, para necessidades específicas, como uma força constitutiva da sociedade. Como “as definições científicas de termos como informação dependem

⁹ UNESP. Campus Marília. Apresentação: Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação. Disponível em: < <http://www.marilia.unesp.br/#!/posci>>. Acesso em: 4 jun.2015.

¹⁰ CAPURRO. R; HJORLAND, B. (2007, p 155).

das funções que damos a elas”¹¹, tanto a informação, quanto o conhecimento aqui tratados referem-se a um processo de transformação num contexto específico, aqui delimitado como o ambiente onde ocorre a Inovação.

É relevante que se comente sobre aspectos históricos da informação como um fenômeno, destacando Capurro; Hjörland (2007). Retrocedendo à Retórica nos anos 400 a.C. por Platão, a informação, naquela época, tinha “a finalidade de descrever a ação ativa e posterior da mente, figurando algo desconhecido ou auxiliando a memória [...] para relembrar melhor através da representação pictórica de uma sentença”¹². Por essa afirmativa, à época, a informação já era entendida como um instrumento de transformação da mente e conseqüentemente geradora de conhecimento através da cultura oral.

A origem conceitual greco-latina como *informatio* e *informo* já evidenciava contextos tangíveis (dar forma a alguma coisa basicamente no âmbito da Filosofia, da Mitologia e da Biologia) e intangíveis (de estar informado sobre Moral e Pedagogia; um processo de aprendizado). E na Idade Média, a informação neste sentido de dar forma a alguma coisa, tinha contextos ontológico, epistemológico, e educacional e de instrução, caracterizados como uma atividade mental contínua. A este respeito, Capurro e Hjörland mencionam que:

Os usos modernos do termo informação indicam um período de transição no qual o conceito ontológico medieval de moldar a matéria não apenas foi abandonado, mas refeito sob premissas empíricas e epistemológicas. Tem sido extremamente interessante observar como o conceito de informação está intimamente ligado a visões sobre o conhecimento. (CAPURRO ; HJÖRLAND, 2007, p. 158-59)

A mudança de uso do conceito informação do ponto de vista sensorial (moldado por) para o intelectual (relatos recebidos de), como ‘dar forma’ à matéria para ‘comunicar alguma coisa a alguém’, caracterizou a transição da Idade Média para a Moderna, no sentido de dar forma ao pensamento, identificando a informação no contexto das ideias, segundo Descartes. Descartes chama as ideias de formas de pensamento, não no sentido de que elas são retratadas em alguma parte do cérebro, mas na medida em que elas informam o próprio espírito, voltado para esta parte do cérebro. O que se destaca é que o local da informação passa a mudar de um mundo amplo de dar forma a matéria em geral para um lócus específico, a mente humana e os sentidos,

¹¹ CAPURRO; HJÖRLAND, *op. cit.* p. 150.

¹² CAPURRO; HJÖRLAND, *op. cit.* p. 157.

principalmente a partir da visão cientificista de Bacon. (CAPURRO; HJÖRLAND, 2007, p. 158)

Considerando as variadas interpretações, distingue-se neste estudo informação de conhecimento, onde a informação assume a dimensão de concretude do que é explícito, o que é palpável e formatado objetivamente, enquanto o conhecimento é uma abstração cognitiva. A informação está sempre associada a uma situação geradora de significado e se associa ao conhecimento por motivação da mente em transformar esta informação em capital intelectual, ou seja, em um universo de saber humano, construído individual e coletivamente por seus atores e que é fonte de valor sustentável ao longo do tempo em Organizações inovadoras.

Segundo Menou, a passagem da informação para o conhecimento representa primeiramente que uma dada informação foi compreendida e assimilada; além disso, o mais importante, é que a partir do período de maturação dessa assimilação, uma nova estrutura de conhecimento é julgada e tem consequências importantes de reuso e de geração de conhecimento para além da informação original; e é o que ocorre em ambientes onde transita a Inovação. O conhecimento se reporta à sensibilidade em apreender os registros da informação. Destaca-se Menou, que apresenta a seguinte afirmação:

Fica ainda, estabelecida a existência de uma relação entre informação e conhecimento, que só se realiza se esta for percebida e aceita como tal colocando o indivíduo sensível em um estágio de vida melhor, subjetivamente consciente no mundo objetivo onde realiza a sua odisseia individual. (MENOU, 1995, p. 484)

Conceitos de informação, no âmbito de campos científicos, refletem em seus fundamentos espaços de tensão entre objetividade e subjetividade, interpretando-se a informação como qualquer coisa que seja autoidentificada e/ou que seja transmitida aos cinco sentidos humanos; um objeto, como, por exemplo, um documento; a classificação de alguma coisa, um universo de contexto específico; uma entropia negativa¹³; ou uma resposta a questões concretas ou abstratas, envolvendo trocas cognitivas e comunicacionais; e ainda pode também, entre outros enfoques, ser a informação um

¹³ Segundo o físico Léon Brillouin, entropia negativa ou neguentropia é a informação necessária para mudar um sistema de um estado para outro, mais ordenado, no contexto da teoria de sistemas. Um objeto material determina suas qualidades relativas ao espaço, ao tempo, ao movimento e à sua organização – qualidade esta que se manifesta como entropia negativa, isto é, informação. (ARAÚJO, 1995. Artigo 6). Disponível em: < http://www.valdick.com/files/Sistemas_de_informacoes_artigo3.pdf>. Acesso em: 1 maio 2015.

elemento participante de um dado processo no desenrolar de um fluxo, junto a demais informações e que é interpretada não isoladamente, mas que em conjunto no processo venha a gerar conhecimento.

Essas abordagens, indistintamente, se vinculam à Ciência da Informação (CI), considerando que o escopo da CI em sua origem, segundo Borko (1968, p.3) se baseia na investigação das “propriedades e do comportamento da informação e as forças que regem o seu fluxo e os métodos para processá-la, a fim de obter acessibilidade e utilização ótimas”. É importante destacar o ponto de vista de Pinheiro de que a informação, como objeto de estudo da Ciência da Informação:

[...] flutua entre sombra e luz, na complexidade não somente de seu processo de criação, mas na sua passagem para conhecimento e, sobretudo, num processo histórico mais amplo e não menos complexo, de profundas e radicais transformações da sociedade da informação ou da tecnocultura. (PINHEIRO, 1999, p. 178)

Portanto, o objeto de estudo da CI é a informação não como uma ‘coisa’ delimitada e sim como um ‘estado de mudança’ no conhecimento do receptor. Hjørland propõe o entendimento da informação por meio de estudo de domínios do conhecimento em disciplinas, sendo reflexo das estruturas informacionais contidas nestas disciplinas - da terminologia, da representação do conhecimento, dos padrões de cooperação e das formas de linguagem e comunicação. (HJÖRLAND, 2002)

A informação, sob qualquer uma dessas configurações apresentadas, é baseada em visões particulares ou teorias sobre problemas, questões, objetivos a serem satisfeitos, entendendo a informação como “produto de atividades específicas de construção de mundo”¹⁴. Genericamente, “informação é qualquer coisa que é de importância na resposta a uma questão”¹⁵, complementando-se com a afirmação de que “informação e incerteza são parceiras”¹⁶. Uma informação quando elucida uma questão abre espaço a novas incertezas que se repercutem em novas informações, gerando um círculo vicioso, típico de ambientes de ciência e tecnologia inovadores. O ciclo da informação, como fonte de saber, é imortal e é ilimitado.

¹⁴ CAPURRO; HJORLAND (2007, p. 190-191).

¹⁵ CAPURRO; HJÖRLAND, *op. cit.* p. 187.

¹⁶ SHANON; WEAVER (1972).

O conteúdo de significação dos contextos de informação se transforma no tempo, adquirindo contemporaneamente um perfil sócio econômico. Hoje a informação é caracterizada no contexto de um bem tangível, quando se compra e se vende informação, na forma de dados brutos ou conteúdos customizados para finalidades específicas, alvo de negócios que interferem nos ambientes de Inovação. No contexto do intangível, a informação hoje gerada e acumulada é instrumento de poder a quem a apreende e detém; principalmente quando incorporada à tecnologia de produtos e serviços para consumo, a informação promove visibilidade empresarial e aumento de lucro, principalmente no segmento industrial; é um agente de transformação, de aprendizagem, de vantagem competitiva no mercado para a produção de novos bens (tangíveis e intangíveis), a serem detalhados a seguir. Este movimento de contextos da informação promove a excelência dos processos de Inovação, em percurso entre suas redes de atores.

A informação, conceituada a partir de seu ‘uso’, é analisada por Buckland¹⁷ como entidade (quando a informação tem conformação definida) e como processo (caracterizada pela informação em movimento, adaptação e mudança), em quatro aspectos distintos, conforme apresentado no Quadro 2.1, a seguir.

Este quadro identifica que o uso da informação promove a aquisição de **bens intangíveis**, representados: como entidade - pelo conhecimento adquirido individual e coletivamente; e como um processo - pelo movimento intelectual de tornar-se informado; em ambos os casos acontece um “movimento de transmissão e de recepção”, um esforço intelectual em busca de novidade. E, na forma de **bens tangíveis**, a informação é usada como recurso material exteriorizado por coisas, objetos fisicamente palpáveis e, indiretamente, através de seu processamento em sistemas e fluxos variados, que venha a gerar conhecimento, passível de ser materializado. No que tange à Inovação, a informação sob todos esses aspectos é elemento gerador de bens.

¹⁷ BUCKLAND (1991b, p. 351-352).

Quadro 2.1 - A informação a partir de seu uso

<i>Uso como</i>	<i>Bem Intangível</i>	<i>Bem Tangível</i>
Entidade	1. Informação como ato de saber: Conhecimento	2. Informação como coisa: Dado, documento, conhecimento registrado
Processo	3. Informação como processo: Tornar-se informado	4. Processamento da informação: Processamento de dados e de documentos, Engenharia do conhecimento ¹⁸ , Informação em fluxo

Fonte: BUCKLAND (1991b, p. 351-353).

Aqueles **bens intangíveis, como entidade**, são representados pelas informações que estão disponibilizadas em ambiente de Inovação, através do conhecimento transmitido por pessoas, fatos e tecnologias e que são assimiladas, conforme a capacidade de cada um de seus agentes. Já a informação como um **bem intangível**, identificada **como processo**, tem valor na dinâmica de aprendizagem e no aperfeiçoamento contínuo que se estabelecem nestes espaços de geração e difusão da Inovação, onde o *knowhow* de seus agentes é um diferencial de sucesso.

A definição da informação como objeto técnico-econômico vinculado às Tecnologias da Informação e Comunicação – TICs adquire conformação diferenciada, por sua natureza digital. A informação amplia a sua relevância e permeabilidade com sua disseminação pelas redes de computadores, produzindo impactos globais na gestão do conhecimento. Capurro; Hjørland argumentam que:

É lugar comum considerar-se a informação como condição básica para o desenvolvimento econômico juntamente com o capital, o trabalho e a matéria prima, mas o que torna a informação especialmente significativa na atualidade é sua natureza digital. (CAPURRO; HJORLAND, 2007, p. 155)

O perfil da informação digital como um processo, transcrita de González de Gómez (1995), se identifica como:

- Ubíqua, pode estar em qualquer lugar do mundo ao mesmo tempo, liberta do contexto de geração, ela é opaca a toda referência à origem.

¹⁸ Engenharia do conhecimento aqui entendida como um segmento da computação que codifica o conhecimento de um especialista humano na forma de regras. Ela engloba tecnologias para a concepção e desenvolvimento de bancos e bases de conhecimento, sistemas especialistas, métodos, modelos e padrões para a representação e atualização do conhecimento extraído. (FACULTÄT FÜR INFORMATIK. Data and Knowledge Engineering. Disponível em: <<http://www.cs.unimagdeburg.de/Studium/Studieng%C3%A4nge/Master/mdke-p-426.html>>. Acesso em: 21 out.2014.

- Anônima, ‘pulveriza-se’ a categoria de autor da informação, considerando que esta se dissemina em rede de colaboradores e de usuários e ainda pelas amplas possibilidades e espaços de industrialização da informação e da produção de conhecimento.
- Dependente, quanto ao processamento e transmissão da informação formalmente patenteada, e ainda a limitação da informação aos códigos dos instrumentos, hardware e suas atualizações (programas, interfaces) que condicionam o fluxo da informação.
- Volátil, dado o caráter quase imaterial do registro virtual, sua duração é quase igual à sua processabilidade em tempo real. Um banco de dados, uma rede, um sistema de informação têm o espaço social de vigência e interlocução imediatas.
- Interoperável, as potencialidades de migração tecnológica de seus registros em amplos espaços tecnológicos com interfaces amigáveis e interativas.
- Sem fronteiras, a teleaudiência e as redes sociais transferem a informação a ambientes coletivos desterritorializados.

A Inovação nesta ambiência digital visa essencialmente gerar produtos e serviços em uma nova economia, que tem por base a habilidade em criar, processar e aplicar eficientemente o conhecimento. Portanto, o conhecimento e a Inovação se transformam em conceitos transversais, que progridem mutuamente por interação. A produtividade e a competitividade são atributos que se combinam a esses conceitos, e que se proliferam em um contexto onde a produção, circulação, consumo e também o capital, trabalho, matéria prima e mercado estão globalmente situados e conectados em rede.

O sistema global de informação científica e tecnológica utiliza os canais de comunicação formais ou de literatura (bens tangíveis - entidade) e os canais informais ou pessoais (bens intangíveis - processo), ambos possuindo importância no contexto geral. Porém, “os contatos pessoais têm se destacado como sendo aqueles através dos quais a tecnologia é mais eficazmente transferida”. (ARAÚJO, 1979, p. 80)

Sob outro enfoque, Hjörland (2008) esclarece sobre três abordagens que, indistintamente, estão presentes e interagem entre si em ambientes de Inovação e que são identificadas por ele, através de dimensões do objeto, quais sejam:

- concreto, representado pelo **documento**; —————→ abordagem física
- abstrato, abstraído do concreto, representado pela **informação**; ↘ Abordagem cognitiva
- mental, pela assimilação da informação, que gera um **conhecimento**. ↗

A informação intangível é o principal recurso da Inovação e o conhecimento tácito é fonte de Inovação e competitividade. Sob todos esses aspectos há um esforço intelectual gerado pelo uso da informação em busca de conhecimento, da novidade do saber e do fazer, que estará permeando o conteúdo desse estudo.

Também aplicável aos ambientes de Inovação, destaca-se ainda em Buckland¹⁹ que a **informação entendida como coisa** (informação tangível e objeto concreto), merece um exame cuidadoso, por vários motivos:

- ⇒ por ser a “única forma de informação com que sistemas de informação podem lidar direta e concretamente”; e por intermédio do qual um protótipo de Inovação deve ser comercialmente aceito;
- ⇒ porque pessoas são informadas, não só por comunicações intencionais, mas por uma grande variedade de objetos e eventos que se constituem em ‘informação’; o ambiente de difusão da Inovação tem estratégias de informação variadas, conforme a situação evidenciada;
- ⇒ porque é na convivência interpessoal e nas suas inter-relações diretas com aspectos do mundo concreto que surgem os fenômenos de aprendizagem e de assimilação de novos conhecimentos; a ocorrência de Inovação tem associação ao acréscimo de conhecimento por transmissão e aprendizado e pela experimentação, do artesanato doméstico ao empresário industrial; e
- ⇒ visto que há consideráveis possibilidades de se utilizar informação, sob variadas representações que demandam critérios de gestão e controle apropriados; sendo que representações são favoráveis à Inovação, na solução de questões referentes à gestão de produtos e processo.

Em termos semânticos, e com foco em pesquisa e desenvolvimento (P&D), é importante destacar que informação científica, conhecida nos atuais processos de

¹⁹ HJORLAND, (2008, p. 352).

Inovação, tem significação diferente da sua original concepção russa. Em Mikhailov, Chernyi e Gilyarevskii (1969, p. 7-24) a informação científica não se vinculava somente ao trabalho científico puro, mas também à “informação lógica obtida no processo de cognição, que adequadamente reflete leis do mundo material e de atividades espirituais dos seres humanos; é utilizada na prática sócio histórica.” Assim, nos primórdios da Ciência da Informação russa, a informação científica abrange tanto os campos da ciência: Biologia, Física, Química, quanto os campos do trabalho prático: técnica, agrícola, médica, política, gerencial.

Figueiredo (1994, p. 54), menciona que “o papel da informação no processo inovador [...] não é uma questão técnica somente; é muito mais uma questão política vital para a sociedade como um todo.” Além de papel técnico e político, é a informação um instrumento de poder econômico, já bem caracterizada por Araújo²⁰ nos anos 1990 pelo “seu papel crescente como fator de produção”, com “valor de troca econômica” e por sua hegemonia relacionada à propriedade do conhecimento, principalmente aquele tecnológico e industrial.

Em ambientes de Inovação estes três papéis (técnico, político e econômico) continuam ativos e coexistem agregados as novas tendências de transformação dos ambientes de Inovação. Porém, evoluindo neste tema, Cocco²¹ reflete sobre “uma nova métrica, adequada ao paradigma pós-industrial da produção do conhecimento por meio de conhecimento”; um conhecimento, intensivo em informação, como fator de produção e de riqueza por si mesmo. Cocco (2010, p. 34) explica que “o conhecimento não é mais um instrumental voltado para um fim, mas contém o fim dentro dele mesmo”. Neste sentido, o padrão de valor do conhecimento se desloca do *status* de produtor de bens como fator de riqueza, para buscar o seu autovalor, tendo no próprio conhecimento o padrão de produção de significação e de riqueza estratégica para os mercados. Segundo ele, “firma-se um modelo antropogenético: por trás da produção de conhecimento por meio do conhecimento, tem-se, na realidade uma produção do homem por meio do homem.” E este valor passa a ser potencializado quando este conhecimento autoproduzido e retroalimentado é arranjando em redes estratégicas de comunicação, orientadas para a produção de riqueza. O que caracteriza o conhecimento como sendo um recurso abstrato, infinito, onipresente, essencial à produção de Inovação.

²⁰ ARAÚJO (1991, p. 38, 41).

²¹ COCCO (2010, p. 34, 35, 37).

E na visão de Albagli (2013, p. 112), “mais do que a informação e o conhecimento como coisas, é o trabalho de transformar conhecimento em informação e Inovação o que marca a nova era, no que Castells chama de sociedade informacional”.

Permeadas por informação, inovam-se as relações de produção de conhecimento e de novas formas de circulação de capital, que favorecem as parcerias entre setores tecnológicos e de mercados tradicionalmente distintos, como as telecomunicações, as tecnologias de informação e a diversidade das mídias. Estas parcerias acontecem por uma conjugação entre informação, criatividade, tecnologia e diversas sinergias, que conduzem à disponibilização de serviços e aplicações em multimídias inovadoras; hoje em dia há iniciativas de acesso aberto à informação para a produção compartilhada de conhecimento para finalidades diversas. E a transferência de tecnologia, alvo da Inovação, retira o conhecimento de dentro do laboratório e de demais fontes de informação e o coloca à disposição dos usuários, sendo:

[...] a tecnologia cada dia mais dependente da organização e na sistematização do fazer coisas conduzindo assim a que o processo de transferência de tecnologia. As transferências de tecnologia mais eficazes, sobretudo, ocorrem com base no intercâmbio de pessoal ou na transmissão interpessoal. (ARAÚJO, 1979, p. 87)

Complementando, Lemos²² menciona sobre a importância das “várias fontes de ideias, informações e conhecimento” como instrumentos de capacitação para a Inovação “tendo em vista que a solução da maioria dos problemas tecnológicos implica no uso de conhecimento...”, destacando “a relevância do conhecimento como base da Inovação.”

Entendendo a Inovação como um domínio de conhecimento, é importante que se esclareça que a palavra domínio, de origem latina *dominare*, tem variação de significado conforme sua aplicação. Generalizando a palavra domínio é o poder de controlar, a capacidade de dominar e de ter preponderância sobre um determinado evento.

No contexto da disciplina de Organização do Conhecimento (OC), no âmbito da Ciência da Informação (CI), o termo domínio do conhecimento²³ é um conteúdo temático delimitado (território) que pode estar associado a qualquer área ou campo de conhecimento do universo do saber²⁴ estabelecido.

²² LEMOS (1999. p. 127, 130).

²³ Disponível em: <<http://searchsoa.techtarget.com/definition/domain>>. Acesso em: 23 mar. 2013.

²⁴ Universo do saber é o conjunto de conhecimentos produzidos.

Neste sentido, entendendo-se “área” como um contexto de informação delimitado, abstrato, abrangente, no escopo das Ciências e que faz parte de um universo organizado e estabelecido de Saberes que incorporam o conhecimento produzido.²⁵ Uma área tem como principal característica a sua ampla capacidade de incorporar em si unidades de conhecimento, por sintonia temática. Como exemplo, no universo de saberes, existem áreas de conhecimento como a das Ciências Sociais, Biomédicas, Exatas. (CUNHA, 1982)

Um “campo” se refere a aspectos da natureza de atividades que faz parte de uma área do conhecimento²⁶. É uma extensão delimitada de informação, uma disciplina nomeada e suas subdisciplinas, representada por um conjunto de valores e pressupostos, onde se desenvolvem ambientes de assuntos, conhecimento, opiniões, interesses e causas comuns que estão sujeitos a determinadas forças de domínio intelectual. (FERREIRA, 1986. p. 1232).

Um campo de informação é meronômico, é parte de um todo num universo estruturado de áreas do conhecimento, tendo características específicas, identificadas precisamente em zonas e subzonas hierárquicas. Por exemplo, na Tabela de Áreas do Conhecimento (TAC) do CNPq, a Física e a Relatividade, a Matemática e a Geometria, a Astronomia e a Cosmologia, dentre muitas outras disciplinas são campos de conhecimento vinculados à área das Ciências Exatas e da Terra.

Um domínio de conhecimento caracteriza-se principalmente por seu aspecto multidisciplinar, o que significa dizer que ele pode intervir em variadas áreas e/ou campos de conhecimento, enriquecendo e dinamizando a temática destes espaços por agregação de conhecimento. Um domínio em si é estático por ocupar um espaço determinado dentro deste contexto de universo de saber; é também unipresente porque pode fazer parte, ao mesmo tempo, de todos os espaços de campo e área do conhecimento, e mesmo assim manter sua unidade e especificidade temática, com objetivos voltados à aplicabilidade. Um domínio de conhecimento é um espaço de informação ocupado por questões operacionais e de controle da prática científica e técnico tecnológica.

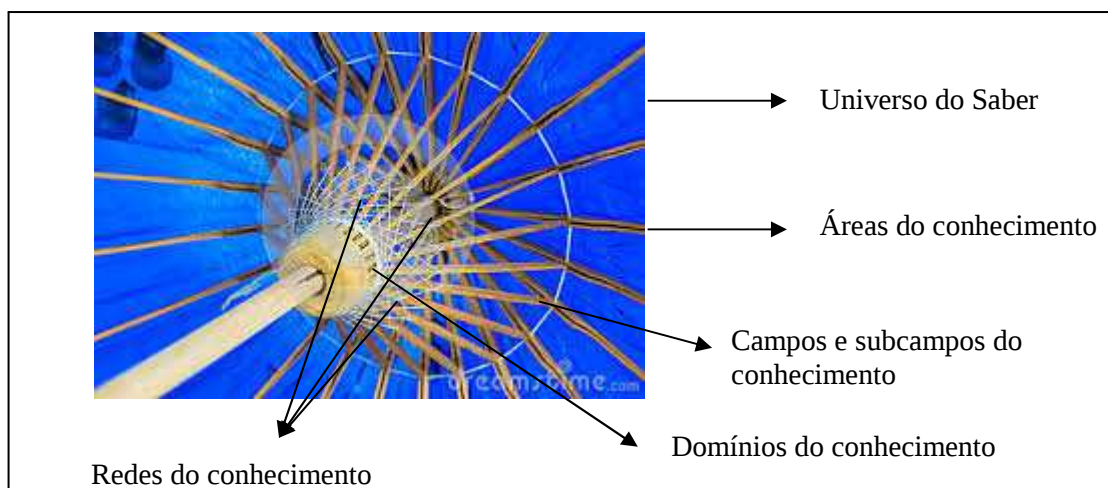
²⁵ Consulta a <WWW.conceito.de/area>. Acesso em: 22 mar. 2013.

²⁶ Consulta a: <<http://searchsoa.techtarget.com/definition/field>>. Acesso em: 23 mar. 2013.

Apesar de domínios possuírem espaços delimitados, o conhecimento deles gerado é dinâmico, está sempre evoluindo e interferindo na construção, organização e estruturação de espaços de conhecimento de campos e áreas de CT; e interfere também na seleção conceitual do conhecimento produzido, que pode ter arranjo, inclusive, interdisciplinar, em rede. A seleção conceitual de um dado domínio de conhecimento também se torna complexa porque o conhecimento é dinâmico, progressivo e encampa o saber estruturado num movimento contínuo.

Abaixo está representada na Figura 2.1 uma abstração a partir do desenho de um guarda-chuva, onde se procura identificar o ambiente onde o conhecimento se organiza e como se movimenta. Tem-se como atores: o universo do Saber, as Áreas do conhecimento, os Campos e Subcampos do conhecimento, os Domínios do conhecimento e as Redes do conhecimento.

Figura 2.1 - Esquema de Organização do Conhecimento e seus atores



Fonte: Criação do autor, a partir de associação de conteúdo feita à imagem disponível em: <<http://pt.dreamstime.com/foto-de-stock-estrutura-de-bambu-do-guarda-chuva-feito-m%C3%A3o-image43176812>>. Acesso em: 15 jun. 2015.

Na Figura 2.1, o espaço em azul representa o universo do Saber, que acolhe e dispõe todo o conhecimento produzido pela humanidade em tempo e espaço. As hastes horizontais, que dão sustentação a este universo, representam as Áreas do conhecimento que se abrem e circulam pelo universo do Saber. Estas hastes horizontais identificam abstratamente os segmentos de conhecimento até então desenvolvidos pela humanidade, sendo o número destas hastes variável, conforme o movimento de progresso do conhecimento no mundo.

As hastes verticais, que dão sustentação às hastes horizontais do guarda-chuva, são os campos e subcampos do conhecimento que se estruturam hierárquica e continuamente. Estas hastes verticais representam as especialidades do conhecimento que se desenvolvem em cada Área e que adensam (enriquecem) as hastes horizontais, a partir da sintonia estabelecida no movimento de progresso das áreas do conhecimento.

O trançado em rede no entorno das hastes verticais representa o inter-relacionamento do conhecimento produzido pela interação das Áreas e Campos entre si em movimentos randômicos. As redes representam as relações interdisciplinares que surgem entre campos e subcampos do conhecimento, criadas pela necessidade de desenvolvimento e expansão do conhecimento e também pela necessidade de se encontrar melhores opções para a solução de problemas disciplinares.

A amarração e a sustentação desta estrutura do guarda-chuva estão representadas na figura de um copo, que agrega as hastes verticais em rede, que sustentam as hastes horizontais que se distribuem no universo do Saber. O copo representa o espaço de domínios do conhecimento onde desembocam todos os atores e suas especificidades. É um espaço de infinitas possibilidades de criação de vínculos entre estes atores, colaborando com o movimento de progresso de toda a estrutura deste guarda-chuva do Saber, estimulando o aumento da aplicabilidade do conhecimento produzido e, conseqüentemente, enriquecendo as Áreas e Campos do conhecimento e estimulando o seu progresso.

A temática da Inovação, por exemplo, neste contexto faz parte do copo deste guarda-chuva. A Inovação é um dos domínios de conhecimento no universo do Saber, que neste estudo foi aplicado ao campo da Física, e trata do desenvolvimento de Ciência, criação e transferência de Tecnologia para sua absorção no mercado, estando vinculado à Área das Ciências Exatas e da Terra. A Inovação na Física é um domínio complexo e interdisciplinar porque incorpora variados contextos de variadas disciplinas e interfere no aprofundamento de conteúdo e na ampliação de conceitos vinculados ao campo da Física. Como alguns exemplos de domínios de conhecimento, menciona-se Meio Ambiente, Energia, Saúde, dentre outros.

2.2 O FENÔMENO DA COMPLEXIDADE

O uso do termo complexidade, rico em significados, é impreciso no campo da ciência e na literatura de divulgação científica, tendo, em essência, em seu campo de estudo vinculação a muitos elementos ou partes, que têm entre si algum tipo de ligação.

No imaginário popular o termo complexidade remete a ideia de caos, desordem, obscuridade, o que na realidade é o oposto do que a etimologia a palavra quer dizer. A palavra vem de *plexus*, entrelaçado, tecido em conjunto, mas que mantém distintas as partes que se entrelaçam. A complexidade associa variáveis sem tirar a identidade das partes que as compõem; e o todo de um sistema complexo é mais rico em conhecimento do que a soma de conhecimentos produzidos por todos os elementos deste sistema que interagem em busca de uma finalidade comum.

Na literatura científica em 1948, o matemático Warren Weaver, que neste período trabalhou também com Claude Shannon na Teoria Matemática da Comunicação, é considerado o pioneiro no uso do termo complexidade, motivado em seus estudos de identificar uma perspectiva histórica sobre os problemas da ciência. Ele então classificou esses problemas da ciência por níveis de complexidade, entre os simples e de poucas variáveis daqueles de “complexidade desorganizada”, com inúmeras variáveis e neste caso, segundo Weaver, a investigação das propriedades do sistema se adequavam aos métodos estatísticos e análise de probabilidade. Weaver identificou também a “complexidade organizada” como sendo aquela que apresentava os problemas delimitados no meio, ou seja, com um número moderado de variáveis e com inter-relações correlacionadas entre as partes. Esta relação correlacionada passou a criar uma estrutura diferenciada. Um sistema coordenado manifesta propriedades não ditadas pelas partes individuais e que emergem sem uma orientação predefinida. Segundo este autor, na “complexidade organizada” é impossível que as informações sejam plenamente capturadas em cálculos de probabilidade, sendo também inviável traduzi-las por fórmulas matemáticas; assim, nesta situação de investigação da complexidade, Weaver prevê o uso de computadores e a atuação interdisciplinar para a busca de resultados. (WEAVER, 1948, p. 537-539)

O termo complexidade vem se afirmando nas últimas décadas na perspectiva de transformação em curso no segmento da pesquisa científica. A crescente tendência à negação e ao questionamento dos pressupostos de linearidade nos sistemas

dinâmicos²⁷ suscita uma indagação mais profunda sobre este comportamento por outros campos científicos. A complexidade passa a ser analisada por uma abordagem multidisciplinar e multirreferenciada para a construção do conhecimento.

O termo latino *complexus*, interpretado como *entrelaçado* ou *torcido junto*, se adequa a visão de que:

[...] diversas complexidades citadas (a complicação, a desordem, a contradição, a dificuldade lógica, os problemas da organização, etc.) formam o tecido da complexidade: *complexus* é o que está junto; é o tecido formado por diferentes fios que se transformaram numa só coisa. Isto é, tudo isso se entrecruza, tudo se entrelaça para formar a unidade da complexidade; porém a unidade do *complexus* não destrói a variedade e a diversidade das complexidades que o teceram. (MORIN, 2002, p. 188)

A organização é entendida por Morin como um conceito de caráter superior, que cria ordem, sob condições de determinismo sistêmico, mas cria também desordem, entendendo ele que o determinismo sistêmico pode ser flexível, “comportar suas zonas de aleatoriedade, de jogo, de liberdades, como também o trabalho de organização produz a desordem”²⁸ e, permanentemente concebida, a complexidade se estabelece na relação interfuncional entre organização, ordem e desordem. (MORIN, 2002, p.251).

A complexidade recai sobre o pensamento de conceitos abertos, inconclusivos²⁹, sem fronteiras, de forma a estabelecer uma contínua capacidade de articulação entre as unidades de pensamento, objetivando preservar as “totalidades integradoras”³⁰ pelo esforço em compreender e enriquecer o ponto de vista da singularidade em relação a tempo e espaço neste movimento plural; assim a integração não se perde. Morin (2002, p. 191-92) conclui que “a complexidade é isso: a junção de conceitos que lutam entre si” desafiando o ato do pensar; é como entrar num jogo [...] “no jogo claro-escuro que é o da complexidade”.

No pensamento complexo de Morin (2002, p.108) a Ciência, a Tecnologia e a Indústria são conceitos interativos e inseparáveis, que geram um macroconceito circular que se reagrupa em constelação, visto que a sociedade evolui principalmente no circuito

²⁷ Sistema dinâmico, em Matemática, é um conceito no qual uma regra fixa descreve como um ponto, em um espaço geométrico, depende do tempo. Ele nasce da exigência de se construir um modelo geral de todos os sistemas, que evoluem segundo uma regra que liga o estado presente aos estados passados. (*Encyclopedia of mathematics and its applications*. Cambridge: Cambridge University Press, 1997).

²⁸ Desordem em sistemas, entendido como aumento de entropia.

²⁹ MORIN (2002, p. 21).

³⁰ Termo usado em MORIN (2002, p. 192).

dessas três vertentes produtivas. E ele conclui que, “ao aspirar a multidimensionalidade, o pensamento complexo comporta em seu interior um princípio de incompletude e de incerteza, que [...] faz parte de uma problemática geral do conhecimento científico”. (MORIN, 2002, p. 177).

A complexidade sob o olhar da Ciência da Informação e da Inovação está presente no que hoje se denomina pós-modernismo³¹, período de intensas mudanças na humanidade, gerando paradoxos, discrepâncias, contradições, a emergência da insegurança e da incerteza e da auto-referencialidade; e sugere transformações no campo da informação. Tal como a complexidade reconhece a parte da desordem e do imprevisito, também reconhece uma parte inevitável de incerteza no conhecimento. No ponto de vista de Braga, a informação:

[...] é apenas uma probabilidade, uma incerteza, uma imprevisibilidade, transbordando a ideia de quantidade de informação. Ainda que não quantificadas, suas características de imprevisibilidade aproximam-na dos novos paradigmas da ciência, relacionados ao caos e à complexidade. (BRAGA, 1995)

Wersig³², cientista da informação, aborda o tema tendo como alvo justamente o conhecimento e a comunicação mediada para atenuar a crescente complexidade, característica destes tempos; destaca-se também sobre a mudança do papel do conhecimento e da informação nas Organizações socioculturais e econômicas, em decorrência da complexidade acentuada pelas modernas tecnologias.

Com referência às teorias científicas, entendidas como fenômenos que se constroem a partir de ideias que se transformam historicamente e se disseminam em dimensão coletiva e multidisciplinar na humanidade, Goffman prova matematicamente, que:

[...] no campo científico, o processo por meio do qual as ideias se propagam numa população de cientistas possui propriedade epidemiológicas e pode ser investigada como um processo

³¹ O período pós-moderno emerge entre os anos 1950 e 1960 e está associado às Tecnologias da Informação e do Conhecimento, não só na produção simbólica, mas também nos aspectos sociais. As temporalidades não ocorrem de forma tão linear, de modo que as realidades coexistem sendo a nova temporalidade um fator de *complexificação* às pragmáticas já existentes, em termos específicos, à organização do conhecimento. (MONTEIRO ; ABREU, 2009)

³² WERSIG, G. Knowledge communication as a posmodern phenomenon. Paper presented at the International Conference on Public Communication of Science and Technology, Science without frontiers, Wissenschaft, Medien, Oeffentlichkeit, Berlin, 1998. Disponível em: <<http://www.kommwiss.tu.berlin.de/~gwersig/publ-pro/www.knoledgw.htm>>. Acesso em: 14 maio 2000. Atualmente não disponível na internet.

epidemiológico³³ e que pressupõe transformação. (GOFFMAN, 1966, p. 449)

A chamada Teoria do Crescimento Epidêmico, desenvolvida principalmente por Goffman com foco na produção científica, é aplicável a ambientes inovadores. Nestes ambientes, redes complexas de muitas variáveis se criam e se intercambiam de forma epidêmica³⁴, em um processo similar à transmissão de doenças infecciosas, tendo potencializada essa relação globalmente num sistema. Ideias formam o material infectado, na visão de Goffman, e sua repercussão em rede sociotécnica, econômica e cultural varia em abrangência e profundidade, na medida em que os processos de Inovação “infectam” e transformam ambientes, face ao movimento de progresso da sociedade, em geral. E destaca-se que o potencial de Inovação de qualquer Organização está diretamente associado às variáveis complexas, dentre elas “características de seus recursos humanos e materiais e de seus padrões de comunicação e tomada de decisão”. (ARAÚJO, 1979, p. 84)

Através de processos complexos, a Inovação interage e se sofisticada em estado de mudança e de aprendizado contínuos - entre uma criação abstrata, no campo das ideias, transformando-se em bens tangíveis e intangíveis que, ao serem produzidos, manufaturados e/ou difundidos - tem a possibilidade de transformar o padrão de conhecimentos de uma comunidade e tende a gerar benefícios à vida das populações.

Figueiredo, ao se debruçar sobre este assunto afirma que:

A Inovação é um processo logicamente sequencial, mas não necessariamente contínuo, que pode ser subdividido em séries de estágios independentes, funcionalmente separados e interativos. O processo completo de Inovação pode ser visto como uma rede complexa de caminhos e comunicações, ligando os vários estágios do processo. (FIGUEIREDO, 1994, p. 49)

Menciona Lemos (1999, p. 136) que as exigências de especialização pela complexidade dos processos da cadeia produtiva aumentam continuamente, destacando que as tecnologias estão crescentemente baseadas na interação entre diferentes disciplinas e “a maioria das empresas não possui capacitação ou recurso para dominar toda essa variedade [...] a parceria é considerada uma condição para a especialização, uma vez que capacita [...] para competências inter-relacionadas e a participação em rede

³³ Processos epidemiológicos estudam quantitativamente a distribuição dos fenômenos como um "efeito" do processo em que há a multiplicação de modelos de análise de fenômeno complexos.

³⁴ Epidêmica no sentido de que em curto período de tempo o aumento de variáveis é intenso.

[...]”, gerando assim um conhecimento coletivo. E a debilidade na capacitação de especialistas continua a ser na atualidade um dos fatores de risco que interfere na geração de conhecimento e consequentemente também interfere na complexidade dos processos de Inovação no Brasil.

A Inovação assimila princípios da complexidade em suas características vitais, tais como: a irreversibilidade do tempo (pela Física Termodinâmica), visto que a Inovação percorre um ciclo temporal e histórico sistemáticos, com rupturas e pontos de mutação; há impossibilidade de isolar unidades simples na base de um universo de Inovação, visto que é pela inter-relação entre as partes que se promove uma Inovação, o todo não subexiste sem estar integrado às partes. Referencia-se ainda o fato de que a Inovação ocorre em sistemas interfuncionais e, de alguma forma, “alimenta sua autonomia mediante a dependência em relação ao meio externo.”³⁵ Morin defende o argumento de que “a noção de autonomia só pode ser concebida em relação à ideia de dependência, e este paradoxo fundamental é invisível a todas as visões dissociadoras para os quais há antinomia absoluta entre dependência e independência.”³⁶ Morin também destaca que sistemas mais complexos são estruturas de acolhimento cada vez mais abertas ao acontecimento³⁷ e cada vez mais sensíveis a ele.” E neste sentido se compreende o contexto da Inovação.

A inter-relação entre as partes como princípio da Inovação pressupõe a interdisciplinaridade, que pode ser traduzida, “[...] antes de tudo, como o esforço de reconstituição da unidade do objeto que a fragmentação dos métodos indevidamente pulveriza”, caracteriza-se “pela intensidade das trocas entre os especialistas e pelo grau de integração real das disciplinas, no interior de um projeto específico de pesquisa” (JAPIASSU, 1976, p.66, 67).

É interessante abstrair sobre essa conceituação de Japiassu, da vivência científica e acadêmica para os processos produtivos inovadores. Os principais elementos incorporados a esse conceito são elementos chave em processos inovadores: só se antevê um resultado de Inovação se houver visão da ‘unidade do objeto’ proposto no processo; e a visão do todo é potencializada pela ‘intensidade de troca entre multi especialistas’ que integram seus conhecimentos para alcançar uma ‘finalidade comum

³⁵ MORIN (2002, p. 282).

³⁶ *Op. cit.*

³⁷ Acontecimento, entendido como todo elemento considerado no tempo, em função de seu aparecimento e desaparecimento e de sua singularidade.

em um projeto específico'. Com relação aos ambientes de Inovação, eles são complexos e intensos em conhecimento multifacetado, onde o conteúdo do todo é mais completo do que o produzido pela soma das 'partes fragmentadas', tema já comentado em item anterior, onde é possível se estabelecer uma correlação entre o pensamento de Japiassu e o de Morim, no âmbito da Inovação.

Segundo Pombo (1994, p. 3), a palavra que mais se associa à interdisciplinaridade é a "integração". Pressupõe-se uma convergência de pontos de vista, a partir de "uma fecundação recíproca de disciplinas e transferência de conceitos", que amplia as possibilidades de se "atingir camadas mais profundas da realidade cognoscível", onde a própria interdisciplinaridade permite a constituição de novos objetos de conhecimento. (POMBO, 1994, p. 13-14).

A interdisciplinaridade e a Inovação são conceitos que se sintonizam com o conceito de novidade, onde a entidade Inovação, associada ao atributo interdisciplinaridade (que por si só já permite a constituição do novo pela inter-relação que cria entre disciplinas) amplia sua potencialidade de criar novos objetos de conhecimento, evidenciados concreta ou abstratamente. Porém, é importante esclarecer que, segundo Pinheiro (1999, p. 164), "relações interdisciplinares, são relações de troca teórica e metodológica e, para que tal ocorra, é imprescindível clareza para identificar, entre as disciplinas ou fatores envolvidos, onde se dá o encontro ou a interseção de áreas de convergência".

A conceituação da Ciência da Informação por Foscett (1973) apresenta explícitas relações interdisciplinares, pois segundo ele a CI surge de uma fertilização cruzada de ideias. Conceito este, reiterado por Wersig (1993, p. 238-239), que atribui à Ciência da Informação a capacidade de "desenvolver algum tipo de navegação conceitual que poderia, por sua vez, se desenvolver dentro de uma teoria sob a forma pós-moderna, numa rede centrada no conhecimento, sob a ótica do problema do uso do conhecimento em condições pós-modernas de informatização".

Ao longo do tempo, a estrutura interdisciplinar da CI foi se ampliando em função da expansão de seu campo de aplicação, evoluindo da informação científica para tecnológica e industrial, incorporando também a informação em Arte. Assim é que a informação de que trata esta área na atualidade não mais está confinada à Ciência,

considerando ainda a inserção da Internet, a abrir espaço para a aplicação em novos campos e em conhecimentos especializados. (PINHEIRO, 1999, p. 175).

A temática da Inovação emerge e amplia seu referencial teórico justamente por que a novidade, termo intrínseco à definição de Inovação, é um conceito dinâmico oriundo da ‘fertilização e navegação’ de ideias que transitam pelas áreas do conhecimento; ideias que evoluem e se tornam complexas com o progresso sócio econômico e de CT, pela capacitação profissional de seus agentes e pela exigência e necessidades do mercado consumidor.

Eventos interdisciplinares favorecem a aproximação entre especialidades. Atores interagem com um objeto de investigação comum e com a sua complexidade, respeitando a tessitura combinada que esta interação promova para além de suas especialidades, cujo resultado inovador se concretiza para uso sócio técnico e tecnológico. E nessa vivência interativa, associando-se ao pensamento de Morin, o resultado alcançado produz certo número de qualidades novas que não estavam presentes no *knowhow* original da investigação, caracterizando que numa iniciativa inovadora a interação em redes de sistemas de conhecimento é mais produtiva que a construção de conhecimentos fragmentados, combinados por especialização.

Mas adverte Japiassu que o “fenômeno interdisciplinar está muito longe de ser evidente, ainda que o discurso interdisciplinar esteja presente nos ambientes de ensino, pesquisa e técnica, [...] foi relegado ao ostracismo imposto pelo pensamento positivista”. Pela ação interdisciplinar é possível ultrapassar a dissociação de teoria e “ação informada”, estática. Pesquisas interdisciplinares não só “...postulam um ensino coordenado e integrado das ciências, mas respondem às exigências da ação” (JAPIASSU, 1976, p.30), que em ambiente de Inovação ocorrem por aprendizado contínuo e em parcerias. É importante destacar que os agentes da Inovação prescindem de formação diversificada e interdisciplinar técnico-científica em suas redes de relacionamentos do conhecimento para atender a tomadas de decisão multidisciplinares e complexas.

Assim sendo, a interdisciplinaridade, presente dos ambientes de Inovação, acontece através das múltiplas facetas de conhecimento que se entrelaçam através da ação das diferentes ciências de domínio de seus agentes e de suas capacidades profissionais de gerar um conhecimento interligado, interdisciplinar. A

interdisciplinaridade se manifesta na articulação e na transformação de saberes, que se harmonizam e se combinam, entre as novidades geradas em conceitos, metodologia, procedimentos de pesquisa teórica e experimental, até que os produtos e serviços inovadores produzidos atinjam seus consumidores e provoquem algum nível de mudança em seu *modus vivendi*.

Olga Pombo conclui que:

O significado da palavra interdisciplinaridade é objeto de significativas flutuações: da simples cooperação de disciplinas ao seu intercâmbio mútuo e integração recíproca, ou ainda, a uma integração capaz de romper a estrutura de cada disciplina e alcançar um axioma comum. (POMBO, 1994, p. 10)

Diálogos interdisciplinares entre as ciências são necessários para que a Inovação ocorra. As ações de inovações emergem inicialmente de resultados de pesquisa teórico-experimentais para solucionar problemas técnicos e tecnológicos. O movimento do conhecimento em rede de Inovação, como é o caso dos aglomerados (*clusters*) tecnológicos, são, na realidade, sofisticados processos interdisciplinares que se constituem, se retroalimentam e qualificam por sua adoção no mercado. Para atingir o mercado são estabelecidas correlações dinâmicas e interativas entre os ciclos de negócios, as ações educativas de avanço da ciência e tecnologia e os ciclos de produção da Inovação.

As iniciativas de Inovação, por se constituírem em processos intrincados de Ciência e de Tecnologia para um mercado muitas vezes heterogêneo, também convergem com o pensamento de Saracevic³⁸ de que “problemas complexos demandam enfoques interdisciplinares e soluções multidisciplinares.”³⁹

2.3 A RESPONSABILIDADE SOCIAL COMO FUNDAMENTO PARA A INOVAÇÃO

Etimologicamente a palavra responsabilidade deriva do latim *respondere*, responder e que significa, segundo o dicionário Michaelis, “a qualidade de responsável”, que “responde por atos próprios ou de outrem”, que “deve satisfazer os seus compromissos ou de outrem”. As diferentes significações atribuídas ao termo

³⁸ SARACEVIC (1992, p. 43).

³⁹ *Ibidem*.

suscitam questões ligadas ao dever, a obrigação legal ou moral, adentrando pelo campo da ética.

A temática da Responsabilidade Social (RS) passou a ter visibilidade na literatura contemporânea a partir de 1953 com o lançamento do livro *Social Responsibilities of the Businessman*, publicado pelo economista americano Howard Bowen (1908-1989). Ele focou no uso do termo RS ao homem de negócios, de forma inovadora para a época, atribuindo-o a obrigação social de direcionar as metas e os processos produtivos de sua Organização às necessidades e aos valores da sociedade. A visão sócio-contextualizada de Bowen contrastava com o pensamento da maioria dos empresários, que tinham foco exclusivamente no lucro dos seus investimentos. Para Bowen, a empresa só tem razão de ser em contexto social, num ambiente de negócios onde se age, interage e se intervém socialmente e, desta forma, se reforçam os valores, tanto empresariais quanto sociais e todos são beneficiados. No seu entendimento, são cinco os tipos de públicos que podem lucrar com a Responsabilidade Social: funcionários, clientes, fornecedores, competidores e outros que, de alguma maneira, tenham algum vínculo com a Organização (instituição científica e acadêmica; e empresa do segmento comercial, industrial ou de serviços, com ou sem fins lucrativos).

Apesar do tema da Responsabilidade Social no século XX ter alcançado projeção mundial entre as instituições públicas, privadas e federais, a interpretação do termo, muitas vezes hoje em dia, é controvertida, polêmica e de certa forma pejorativa, associada à ideia de filantropia, caridade ou à boa vontade dos homens de negócios em defesa das causas sócio culturais. E, para orientar a condução do conteúdo deste item, convém que se reitere a questão levantada por Vieira (2007, p. 1), que destaca: “De que forma uma instituição pode atender verdadeiramente ao interesse público, sem que perca sua característica de unidade econômica?” Este item se atém em apresentar caminhos percorridos e pontos de vista sobre esta questão, nas Organizações corporativas e sua correlação com a CI.

Assim, em contraposição a Bowen, nos anos de 1960 o americano Milton Friedman⁴⁰ e o alemão Theodore Levitt⁴¹, entendiam que a Responsabilidade Social que

⁴⁰ Milton Friedman (1912-2006), americano, Prêmio Nobel em Ciências Econômicas, um dos mais destacados economistas do século XX e teórico do liberalismo econômico. Disponível em: <peessoal.educacional.com.br/up/4660001/7250804/milton_friedman_vvjg.pdf>. Acesso em: 22 set. 2015.

um empresário precisava ter seria com o aumento de lucro que sua empresa pudesse produzir. A RS adviria do lucro ao possibilitar ao empregado segurança no ambiente de trabalho, a criação e a manutenção dos empregos; para a sociedade, RS resultaria da oferta de quantidade e qualidade de produção como benefício social para as comunidades, identificando também como Responsabilidade Social a capacidade dos administradores de aumentar o capital de seus acionistas.

Este ponto de vista girava em torno da promoção de uma economia de mercado favorável e estável, que se associava à RS. O conceito de Responsabilidade Social constrói-se, nessa época, sobre a filantropia e a governança, com enfoque paternalista e com preocupação com a “ética pessoal na condução dos negócios”. A responsabilidade se situa no executivo, estimulando sua ação generosa para com os “desfavorecidos” e para com os interesses dos outros atores sociais envolvidos. Existia a adoção dos princípios éticos tradicionais, tais como a confiança, a honestidade, a integridade, o senso de justiça, porém, não existia a ‘ética empresarial’ como um campo de saber sistematizado. (KREITLON, 2004, p. 3-4)

No senso comum, o termo Responsabilidade Social é entendido como toda e qualquer ação que possa contribuir para a melhoria da qualidade de vida da sociedade. Sobre o aspecto da gestão e estratégias de governança, esclarece a economista ASHLEY que a Responsabilidade Social é:

[...] o compromisso que uma organização deve ter com a sociedade, expresso por meio de atos e atitudes que a afetem positivamente, de modo amplo, ou a alguma comunidade, de modo específico, agindo proativamente e coerentemente no que tange a seu papel específico na sociedade e a sua prestação de contas para com ela. (ASHLEY, 2003, p. 6)

Por tradição, até o final da década de 1980, a tomada de decisões dos administradores não era influenciada significativamente pelos aspectos sociais e políticos do ambiente de negócios. Assim sendo, a RS era entendida como ‘o que é bom para a empresa é bom para a sociedade’, onde havia a cultura da maximização dos lucros e da minimização dos custos e nesta ambiência a Inovação, quando acontecia, atendia à cultura de massa e tinha foco direcionado apenas no lucro. Esta era a tendência em um cenário econômico produtivo estável e previsível. A premissa daquele momento

⁴¹ Theodore Leavitt (1925-2006), alemão, erradicado nos Estados Unidos foi um dos maiores nomes de teóricos do marketing e da gestão empresarial que prevê evolução e mudança. Disponível em: <repositório.uniceub.br/bitstream/123456789/1055/2/20251119.pdf>. Acesso em: 22 set. 2015.

era manter um arcabouço de leis e regulamentações que dessem sustentação para que as empresas atingissem seus objetivos econômicos, sem entraves, o que significava desenvolvimento para o país.

A partir dos anos 1980, a empresa passa a ter um *status* de Organização corporativa, passando a ser percebida como uma entidade moral e coletiva, sendo a própria empresa a estrutura decisória, composta por objetivos, regras e procedimentos. A ideia de responsabilidade pessoal passa a ser substituída pela noção de responsabilidade corporativa. Assim, surgem novos conceitos identificando este contexto, algumas vezes complementares, distintos ou até redundantes; dentre eles, Responsabilidade Social Corporativa (RSC) e Responsabilidade Social Empresarial (RSE).

Existe na literatura uma distinção no uso destes dois termos, que neste estudo não será levada em conta, visto que, com foco na Inovação, não há esta distinção e os dois termos tendem a se complementarem. O termo identificado será Responsabilidade Social Corporativa (RSC).

A título de esclarecimento, destacam-se algumas nuances na aplicação dos dois termos, considerando que a RSC se restringe, sobretudo, a empresas de grande porte e a instituições oficiais, com preocupações sociais voltadas ao ambiente de negócios ou ao quadro de funcionários. Já o conceito de RSE tem um contexto mais amplo de beneficiários (*stakeholders*)⁴² e se associa a qualidade de vida e bem estar do público interno da empresa, mas também a redução de impactos negativos de sua atividade na comunidade e meio ambiente. Na maioria das vezes tais ações são acompanhadas pela adoção de uma mudança comportamental e de gestão que envolve maior transparência, ética e valores na relação com seus parceiros. (SOUZA, 2006, item 4-5)

Na opinião de Fox; Ward; Howard⁴³ (2002, p. 1), uma compreensão mais ampla sobre a Responsabilidade Social Corporativa (RSC) tem que considerar e atribuir importância ao equilíbrio econômico que deve existir entre as agendas globalização e RSC. Em muitos países em desenvolvimento, segundo o Banco Mundial, a discussão

⁴²Segundo definições clássicas, *stakeholders* no conceito de Freeman, se refere a um grupo ou indivíduo que pode afetar ou ser afetado pela empresa ao realizar seus objetivos. E Clarkson detalha melhor o conceito identificando o tipo de relação estabelecida, que pode ser de reivindicação, posse, direitos ou interesses sobre uma empresa no tempo, em suas atividades passadas, presentes ou futuras.

⁴³ Estes três autores atuam no Corporate Responsibility for Environment and Development Programme do Banco Mundial.

sobre a RSC é indubitavelmente atrelada à percepção sobre os riscos e oportunidades geradas pela globalização econômica e, desta forma há um grau de dependência da RSC com a globalização que se reflete nos negócios das empresas. Atuações de RSC que se concentrem em atividades de responsabilidades de negócios, sem esta visão mais abrangente tendem a afetar o planejamento e o desempenho empresarial e social.

A RSC deve ser utilizada estrategicamente de forma a alcançar as pessoas dentro e fora da empresa. A organização pode aliar modelos de gestão empresarial focados no conhecimento em conjunto com um modelo de responsabilidade social corporativa. (SOUZA, 2006, item 5)

A Comissão Europeia, em sua nova política de Responsabilidade Social Corporativa publicada em 2011, apresenta uma nova definição, mais simples, para a RSC como sendo "a responsabilidade das empresas pelo seu impacto na sociedade."⁴⁴ Esta definição pressupõe o reconhecimento sobre a “importância de estratégias de negócio”, integradas à RSE e à sustentabilidade.

Segundo a Comissão Europeia, “a RSE tem fortes ligações com a Inovação, especialmente em termos de desenvolvimento de novos produtos e serviços que são comercialmente bem-sucedidos e a ajudar a abordar desafios sociais”. Por esta definição, na visão da Comissão Europeia, há “o reconhecimento explícito dos direitos humanos” abstraindo-se a aspectos éticos, sociais, ambientais e de consumo; bem como desenvolvem-se conceitos de “valor partilhado” quanto a maneira como as empresas procuram gerar um retorno sobre o investimento para seus proprietários e acionistas, através da criação de valor para outras partes interessadas e à sociedade em geral. Assim, a RSC incorpora ações das empresas para com a sociedade, além das suas obrigações legais. A Comissão Europeia sugere ainda a existência de “medidas normativas” para promover um ambiente propício “para que as empresas assumam voluntariamente a sua responsabilidade social”.⁴⁵

Para a maioria de especialistas, o entendimento de RS converge para a ideia de compromisso das Organizações com a qualidade de vida de seus funcionários, sua família e a comunidade geral, assumindo de certa forma um caráter de obrigação jurídica entre agentes sociais no contexto da ética, com vistas ao desenvolvimento

⁴⁴ Disponível em:

<<http://www.enterpriseeuropenetwork.pt/destaque/Paginas/AUNI%C3%83OEUROPEIAJ%C3%81TEMUMANOVAPOL%C3%8DTICADERSE.aspx>>. Acesso em: 23 set. 2015.

⁴⁵ *Ibidem*.

sustentável da sociedade. É fato que alterações surgiram no final do século XX, com os efeitos da globalização, da multinacionalização e das parcerias institucionais e dos avanços da Ciência e Tecnologia (CT). E, assim, a linha divisória entre a empresa e seu ambiente passou a ser mais imprecisa e muitas vezes, ambígua, o que torna o cenário empresarial e de Inovação mais complexo, como já abordado no item anterior, 2.2. A empresa passa a ser interpretada como uma instituição sociopolítica, que tem status econômico, com ênfase na inclusão também social.

Destacando o texto de Queiroz, ela descreve uma visão contextualizada deste cenário como sendo aquele que valoriza:

[...] aspectos como a distribuição mais justa da renda, a qualidade de vida, o relacionamento humano e a realização pessoal. A sociedade está mais atenta ao comportamento ético das empresas, que se reflete às ações do seu corpo de executivos. As novas leis e regulamentações têm forçado mudanças de estratégia, que são observadas com atenção pela sociedade e fortemente divulgadas pelos veículos de comunicação. Hoje em dia é muito fácil para uma empresa perder a credibilidade frente ao grande público em função de um comportamento ético inadequado ou pelo fato de não assumir as suas responsabilidades frente à sociedade. Vivemos um tempo em que o consumidor está muito mais consciente de seus direitos e do que acontece no mercado de uma forma geral. A partir disso, ele faz escolhas mais estudadas, protegido por códigos legais mais modernos e abrangentes. (QUEIROZ, 2001, p. 4-5)

Sob o ponto de vista da gestão das Organizações para com o mercado, a RSC não se norteia apenas para o cumprimento de interesses de seus proprietários, mas também pelos de outros detentores de interesses em nível interno, como os trabalhadores e a todas as partes interessadas, afetadas pelo seu desempenho e que podem influenciar no alcance de seus resultados, seus *stakeholders*.

É relevante serem consideradas como Responsabilidade Social as consequências das ações de uma Organização sobre os componentes externos em seu entorno, os seus parceiros de negócio e o meio ambiente onde a Organização transita com seus negócios e interage. Instituições que tem foco apenas no lucro financeiro produzem direta ou indiretamente efeitos sociais que se repercutem em um custo social para a coletividade. Nesse sentido, o crescimento econômico não está ligado ao progresso social. O novo paradigma, entretanto, envolve a redução desses custos sociais e a responsabilidade das Organizações de contribuírem tanto para o desenvolvimento econômico, quanto para a melhoria das condições sociais. Por este ponto de vista, a RS tem fundamentalmente um conceito ético.

Além disso, embora seja possível encontrar referências ao conceito de RSC por todo o mundo, especialmente nos países desenvolvidos, os escritos formais têm sido mais evidentes nos Estados Unidos, país que acumula uma grande parte da literatura. As primeiras preocupações com RSC surgiram durante as décadas de 1930 e 1940. (ASHLEY, 2003)

Mas, com o passar do tempo, face às tendências multiculturais e de engajamento social que vem se evidenciando ao longo do século XXI, este conceito de RS restrito ao ambiente de negócios veio sofrendo alteração. A RS hoje não se limita apenas ao setor de negócios, com envolvimento apenas com as empresas e as Organizações; sua atuação se expande à sociedade civil que produz bens e serviços de qualquer natureza, em diferentes contextos e níveis que se imbricam em multiníveis de territorialidade entre o organizacional, ao local e internacional.

E no contexto da globalização e de intensa mutação industrial, emergem também novas preocupações e expectativas dos cidadãos, dos consumidores, das autoridades públicas e dos investidores. As Organizações que perseguem atuação inovadora devem procurar preencher essas lacunas, desenvolvendo conhecimento também para cumprir seu papel social, expandindo e interfaceando, assim, suas metas de gestão e de desempenho técnico tecnológico em sistemas produtivos.

Com referência a sistemas produtivos, Freire (2006, p. 10) destaca que as relações entre a produção do conhecimento científico e as forças produtivas da sociedade se repercutem num movimento de trocas econômicas e culturais nas comunidades. Ele comenta que é inegável a interferência da informação na sociedade, em uma condição tão determinante que a sociedade contemporânea passou a ser qualificada como sociedade da informação. E argumenta ele que a característica marcante da atual sociedade não seria apenas a apropriação da informação e do conhecimento pela sociedade, mas a transformação de ambos em forças produtivas e em progresso.

Este ponto de vista de Freire motiva a reflexão de que os processos de Inovação, no contexto de forças produtivas, estão permeados de ações de informação e, conseqüentemente, de inteligência; e a aceitação de iniciativas inovadoras no mercado tende a ser proporcional ao conhecimento incorporado a estas iniciativas, que satisfaçam às necessidades socioeconômicas. Assim sendo, a gestão de conhecimento em

ambientes produtivos, quando é direcionada à RS, tende a potencializar a situação de bem estar à sociedade.

O conceito de inteligência, com referência à RS associada à Inovação, tem aplicação em desenvolvimento econômico, e neste enfoque a inteligência é considerada como um recurso, tanto social como empresarial, envolvendo a competição por melhores oportunidades de progresso. Neste contexto, destaca-se, inspirado no pensamento de Prescott e Miller (2002), o conceito de inteligência competitiva (IC) como sendo um processo de coleta, análise, monitoramento e uso legal e ético de informações relativas ao ambiente de mercado, especialmente dos concorrentes. A inteligência competitiva se atém a monitorar acontecimentos do ambiente competitivo para que essas informações possam ser utilizadas como vantagem competitiva para o progresso de empreendimentos. No caso de ambientes inovadores, a IC, associada à RS é uma estratégia de negócio, inclusive com vistas a transformar concorrentes em parceiros.

Com foco no perfil de atuação em ambientes produtivos, Pinheiro (2009, p. 1-2) esclarece que “a Responsabilidade Social é distribuída por diferentes agentes e instâncias e, embora o peso de sua contribuição oscile, há uma forte interdependência que converge para o capital humano e o ‘valor coletivo do conhecimento’⁴⁶.” Portanto, quanto mais diversificada e inter-relacionada seja a rede de atores que se forme em torno de iniciativas de RS, maior a tendência à receptividade e à aceitação social do que é ofertado, principalmente em ambientes complexos como os de Inovação.

Saracevic⁴⁷ em 2012 aborda também a questão da Inovação e de seus agentes, que têm a responsabilidade de, atuando em sinergia, promover ações inovadoras. Ele destaca como elementos agentes de Inovação: a informação como fonte geradora de conhecimento, as políticas governamentais como instrumental de apoio às iniciativas de Inovação, um ambiente de comércio e negócios sensível e solícito a aceitar e investir no ‘novo’ e as instituições e a sociedade em geral que almejam o lucro financeiro e o benefício sociocultural, com foco na qualidade de vida.

Inovar, neste sentido, é uma ação social, tanto sob o ponto de vista do processo de produção da Inovação, que ocorre em redes de comunicação, transmissão e

⁴⁶ Termo usado por LEE; BOZEMAN em artigo de 2005.

⁴⁷ SARACEVIC (2012). Disponível em: <<http://comminfo.rutgers.edu/~tefko/articles.htm>>. Acesso em: 20 julho 2012.

construção de conhecimento coletivo, quanto na relação comercial que se estabelece no mercado entre fornecedor e consumidor. O alvo da Inovação é sua aceitação no mercado, agregando produtos e serviços que promovam bem estar e conforto a seus usuários. Portanto, há também por parte das Organizações uma Responsabilidade Social que culmina na fase de difusão da Inovação. E os agentes de Inovação, visando o progresso de suas iniciativas, se comprometem direta ou indiretamente, a ofertar novidade e benefícios ao seu mercado consumidor. Dá-se a intervenção da Inovação numa nova economia que tem o poder de alterar o *modus vivendi* de uma coletividade. Há a oferta de alternativas mais interessantes, mais rápidas, ecologicamente mais limpas e mais baratas, portanto lucrativas, tanto para a empresa quanto para seus *stakeholders*.

Menciona Hjørland (1995), que a Ciência da Informação, por ser uma Ciência Social, está embasada teoricamente para construir princípios que promovam as práticas sociais de natureza informativa, considerando que seu objeto de estudo, a informação, é socialmente produzida, transferida e usada. Segundo Hjørland, a estrutura e organização do conhecimento e os sistemas de informação, a literatura e sua distribuição, são reflexos de trabalho comunitário e também cumprem papel social e, por sua vez, resultam de práticas sociais responsáveis, da interação do indivíduo com o meio.

E com relação a aspectos voltados à Responsabilidade Social no campo de atuação da CI, Silva e Valentim (2015, p. 60) argumentam especificamente que também a disciplina de Organização do Conhecimento na CI precisa estar incorporada à organização de rotinas e a valores intrínsecos vinculados a situações inovadoras. O Saber científico precisa ser regularmente socializado, abastecendo e enriquecendo o repositório de conhecimento e os resultados inovadores gerados. Acrescentam elas que sob esta perspectiva, a Organização do Conhecimento como disciplina precisa estar vinculada não somente a sua capacidade de produção técnico científica, mas também ao seu reconhecimento em contexto global, sobre suas potencialidades de gerar benefícios, suas perspectivas de futuro e ainda sua capacidade de se adaptar e de produzir conhecimento nesta nova economia, ambiente, produtividade e demanda social.

E, como transmitir conhecimento, lembrando artigo de Wersig e Nevelling (1975) é uma responsabilidade social, este deve ser o fundamento de toda a ciência e de toda a Organização, com ou sem fins lucrativos, que pretenda inovar, assim como o é na Ciência da Informação. Pois a Inovação, como domínio de conhecimento, é relevante

quando incorpora o conceito da RS, ao promover o progresso sócio econômico e cultural da sociedade.

O capítulo a seguir apresenta aspectos conceituais da Inovação, a partir de estudo de teóricos e apresentados em revisões de literatura. Informa-se, com abordagem histórica, sobre termos utilizados pela humanidade ao longo do tempo e que têm significação no universo conceitual da Inovação.

3 O SIGNIFICADO DA INOVAÇÃO NO PERCURSO DA HISTÓRIA DA HUMANIDADE

Na atualidade, a utilização do termo Inovação ocorre, tanto na Ciência e Tecnologia, como nas Ciências Sociais, Sociologia, Administração, Psicologia, Política, Economia e Estatística, nas Humanidades e nas Artes. Mas não foi sempre assim. O conceito de Inovação tem um padrão de significação que varia culturalmente no imaginário popular e científico, com o transcorrer do tempo.

A motivação em buscar um resgate histórico para a temática da Inovação se inspira principalmente no pensamento de Capurro e Hjörland (2007, p. 150) de que “a história de uma palavra fornece-nos curiosidades que são tangenciais ao próprio conceito [...] indica uma perspectiva específica, a partir da qual o conceito foi criado”. E ainda que:

[...] no discurso científico, conceitos teóricos não são elementos verdadeiros ou falsos ou reflexos de algum outro elemento da realidade; em vez disso, são construções planejadas para desempenhar um papel, da melhor forma possível. Diferentes concepções de termos fundamentais, são, assim, mais ou menos úteis, dependendo das teorias (e, ao fim, das ações práticas) para as quais espera-se que deem suporte. (CAPURRO; HJÖRLAND, 2007, p. 149-150)

Este capítulo analisa a evolução de significado do conceito de Inovação ao longo da história da humanidade, esclarecendo sobre as representações que o termo assumiu neste percurso e os discursos realizados em nome da Inovação. A partir de revisão de literatura apresentada por Godin (2008), complementada por pontos de vista de outros especialistas para aprofundar esclarecimentos sobre a forma como o público, os próprios inovadores, e os acadêmicos, entendem a Inovação, ao longo do tempo. Assim sendo, além de Godin, este capítulo tem a contribuição de: Christopher Freeman e Luc Soete, William J. Abernathy e Kenny Clarke, John Stanley Metcalfe, Joe Tidd, John Bessant, e

Keith Pavitt, Bengt-Åke Lundvall, David Teece, dentre outros. Analisa-se a relação e evolução terminológica, identificada inicialmente como Imitação na Antiguidade, evoluindo e ampliando sua interpretação para Invenção no Renascimento e atribuindo-se na atualidade o nome de Inovação, destacado por conceito e sua interpretação em diferentes nichos socioeconômicos e culturais.

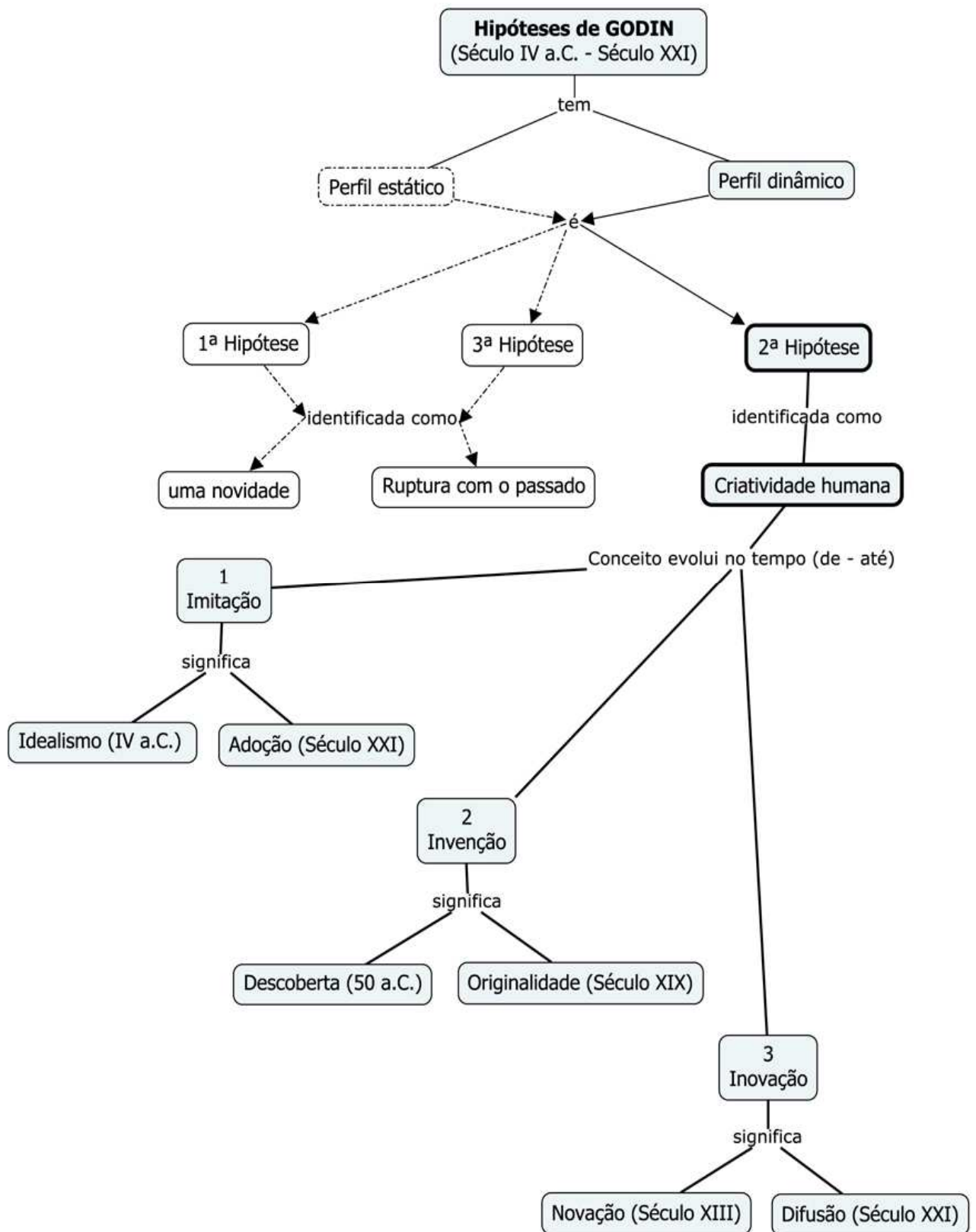
A significação do termo Inovação veio sofrendo alteração, desde o seu primeiro significado, como “idealismo” a partir da Filosofia de Platão até as mais recentes interpretações científicas na Sociologia e na Economia. As relações de significação vinham sendo construídas entre ideias ou fatos, em seus usos e contextos culturais, econômicos e sociais, no transcorrer da história da humanidade.

Em Godin (2008, p. 8-9) são apresentadas três hipóteses para o entendimento da do que seja Inovação como uma categoria de conceitos. Duas destas hipóteses se baseiam em interpretação de conceitos estáticos. Segundo Godin, a primeira hipótese é delimitada pela ideia de que a Inovação é novidade, apenas no sentido de atividade de criação humana; a terceira hipótese referencia a Inovação a um conceito definido pela ideia de uma ação de ruptura com o passado.

Porém em sua segunda hipótese, entendida como a mais interessante para o desenvolvimento desta investigação, o conceito de Inovação assume um perfil dinâmico e se insere em contexto sócio histórico de evolução das atuações de desenvolvimento e criatividade humanos. Sob esta hipótese de Godin, a Inovação tem seu conceito e seus derivativos alterados no tempo.

É possível apreciar esquematicamente pela Figura 3.1, a seguir, as hipóteses levantadas por Godin em suas pesquisas sobre conceitos e terminologia da Inovação. Este esquema informa sobre as três hipóteses expostas em Godin (2008), destacando as possibilidades de hipótese com perfis estático e dinâmico. A primeira hipótese é estática, entendendo ser a Inovação uma novidade implantada em circunstâncias diversas. Na terceira hipótese de Godin a Inovação é considerada uma ruptura com o passado, assumindo um status definido de mudança. Já a segunda hipótese de Godin é dinâmica e apresenta a Inovação numa trajetória histórico-social, identificando uma evolução de terminologia conceitual da Inovação, fazendo cortes no tempo nesta trajetória em três momentos na história da humanidade. Godin identificou os termos

Figura 3.1
Evolução de significados do conceito de Inovação
(Século IV a.C. - Século XXI)



Fonte: Esquema construído pela autora, baseado em GODIN (2008)

Imitação, Invenção e Inovação, como sendo os mais representativos de cada período neste percurso conceitual.

Este capítulo analisa esta segunda hipótese apresentada em Godin (2008) sobre a evolução do uso do termo Inovação, sob os seguintes referenciais de pesquisa:

- Imitação → Invenção → Inovação, detalhados a seguir e apresentados em esquema nas figuras 3.2, 3.3 e 3.4, páginas 61, 69 e 74.

3.1 IMITAÇÃO

A palavra de **Imitação**, apresentada esquematicamente na figura 3.2 é de origem grega, documentada na filosofia de Platão (*República*, Lv. III, 393-398 e X, 595-608), que abriu o debate em torno da Imitação (*mimésis*), afirmando que ela é o “princípio de toda a atividade criativa, artística, e que resulta numa desvalorização da arte.”⁴⁸

Tal significado de arte ganha sentido de *imitatio* como o problema central da arte, em consideração à conotação pejorativa que o termo adquiriu nesta época. Platão entendia a Imitação como **idealismo**, onde a criação no campo das ideias seria uma cópia do que se vê no mundo real, ao contrário de Aristóteles que a defendia como **inspiração**, o instinto primitivo do homem que consiste em usufruir das imitações feitas pelos seus semelhantes. Já para Francis Bacon, o **conhecimento real** da natureza é alcançado quando se imita a própria natureza.

Indo adiante no tempo, na Idade Média o trabalho artesão era transmitido por Imitação natural e assim o artista mudava a natureza das coisas, como é o caso dos alquimistas. Porém, nos séculos XVI e XVII a Imitação era percebida como Invenção, quando resultava em um novo produto. Patentes destes séculos não geravam garantia de prioridade de Invenção para o autor, como acontece hoje em dia, mas sim para os importadores de invenções existentes, que se beneficiavam delas para estimular o desenvolvimento da economia local. Em contrapartida, na Idade Moderna o termo Imitação foi impopular durante séculos e havia um baixo senso de direitos autorais e as acusações de **plágio** abundavam.

O termo Imitação durante séculos teve significação aproximada de Invenção e se constituiu em Invenção em si mesma, como foi comentado anteriormente. Entretanto,

⁴⁸ IMITAÇÃO (2003-2014). Disponível em: <[http://www.infopedia.pt/\\$imitacao](http://www.infopedia.pt/$imitacao)>. Acesso em: 7 jul. 2014.

com o passar do tempo, os conceitos de Imitação e Invenção começam a entrar em choque. Em meados do século XVIII uma Imitação era considerada meramente como uma cópia, enquanto o critério de originalidade passa a ser essencial no conceito de Invenção.

De acordo com muitas teorias, Imitação é somente um instrumental direcionado a **reprodução** de fatos e efeitos. Em busca de *status* social, artistas debateram por séculos sobre como distanciarem seu trabalho do conceito de ser considerado como uma mera **cópia**. Em meados do século XVIII a Imitação era apresentada como uma prática positiva, opondo-se ao sentido destrutivo ou pejorativo que assumiu ao longo do tempo. Para os retóricos da época Imitação era um **método de ensino**, como também, artistas renascentistas usavam a natureza como modelo a ser imitado. Nesta situação, não era uma Imitação servil ou mecânica, mas um **empréstimo seletivo de estilo** ou conteúdo, que gerava uma cópia criativa.

Escritores humanistas, entre pintores, escultores e literatos da renascença faziam uso de autores da antiguidade como **modelo**, como que preservando e enriquecendo a tradição dos saberes. Imitação era uma **redescoberta** do velho que se transformava em algo novo, ainda não visto antes, ao ser copiado. No Renascimento, Imitação era chamada pelos franceses de "*pastiche*" e de cópia ou decalque em Portugal.

No mundo dos bens e serviços Imitação foi também apreciada positivamente. No século XVIII a Imitação substituíu as *commodities* importadas e era uma maneira de se ter acesso a produtos luxuosos para classes sociais menos favorecidas. Assim sendo, a Imitação contribuiu para a redução de custo de produtos e representava oportunidade econômica, o que acontece ainda hoje em dia.

Na história mais recente, a partir do século XIX, a Imitação passa a ser utilizada como **estratégia empresarial**. Nem sempre as empresas conseguem ser pioneiras em produtos e serviços no seu campo de atuação. Muitas das vezes elas são compelidas a utilizarem a Imitação como estratégia de sobrevivência e crescimento.

A Imitação requer trabalho, experimentação, julgamento e imaginação. Neste enfoque, menciona Godin também que Imitação é **Invenção**, sob o ponto de vista de que, quando se combinam elementos da natureza, se combina o melhor deles. Pelo conceito de **combinação** se explicita a criação de um todo mais perfeito que o original.

A partir do século XX, o conceito de Imitação vem se tornando gradativamente mais complexo; a prática da Imitação aumentou e passa a ser constantemente usada no sentido de **difusão**.

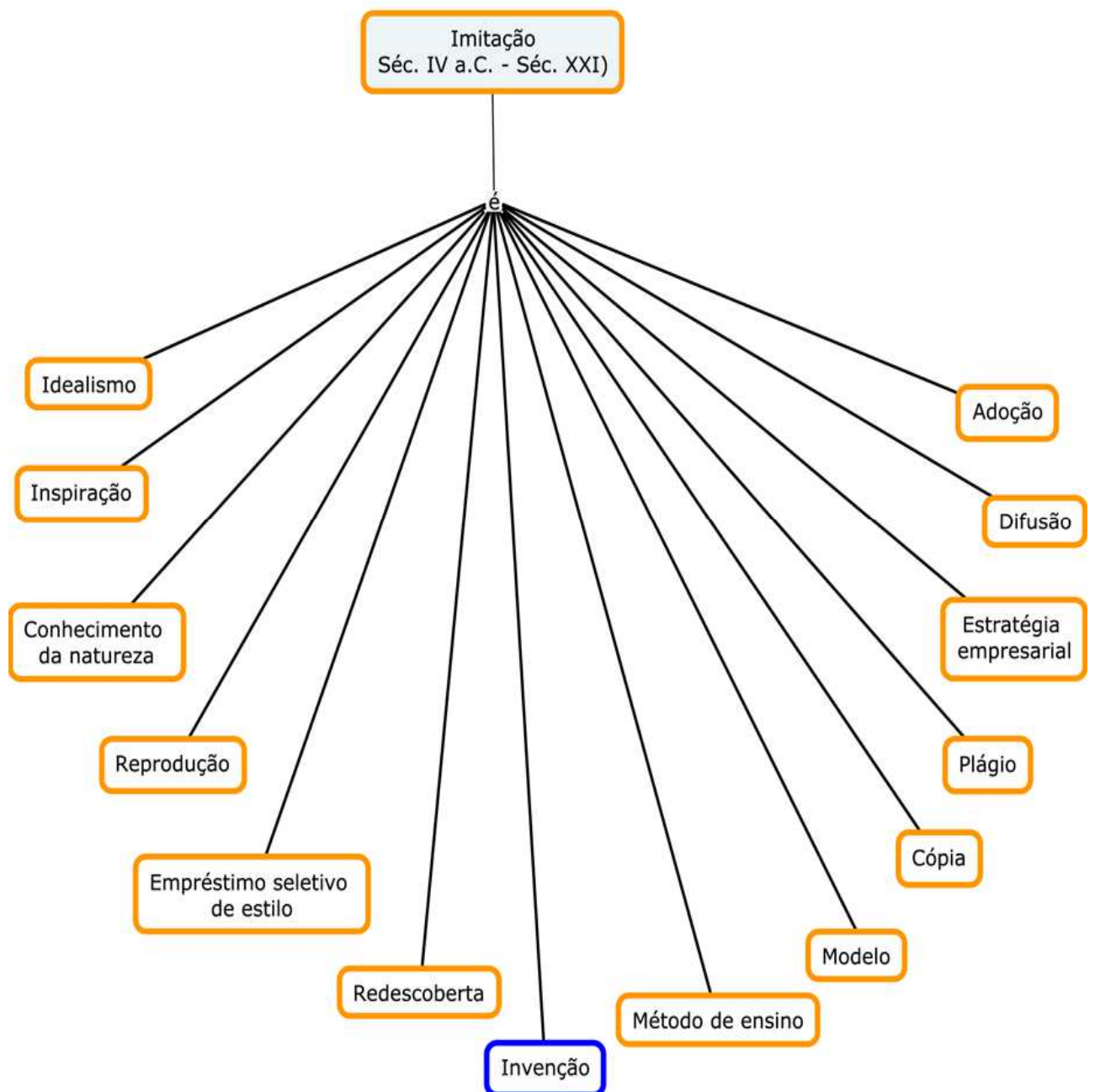
A Figura 3.2, a seguir, resume visualmente o movimento de evolução do pensamento da humanidade sobre o conceito de Imitação no contexto da Inovação, a partir dos anos 300 a.C, evoluindo no tempo da esquerda para a direita, segundo as pesquisas levantadas em Godin (2008). Este estudo de Godin identificou 14 termos, apresentados na Figura 3.2, sem hierarquia ou relação entre si. Foi dado destaque ao termo Invenção, entendido como Imitação nesta primeira fase. Hoje em dia o termo **Invenção** é entendido como **um pré-requisito à Inovação**.

O primeiro dos termos apresentados por Godin (Figura 3.2) sobre esta fase da Imitação é idealismo e relaciona-se à Filosofia de Platão, e o último deles, adoção, é um termo associado à gestão empresarial, sendo utilizado no sentido de estratégia competitiva de mercado, a partir do século XX ou até, sob o aspecto sociológico, o momento em que uma Inovação passa a beneficiar uma comunidade. Ao longo do tempo, o termo Imitação veio assumindo um caráter multi e transdisciplinar, num percurso da Filosofia, para as Artes, Educação, Ciência, Administração e Negócios e Sociologia.

Destaca-se que os termos Invenção e Plágio, ambos adotados na linguagem cotidiana do século XXI, em algum momento da história da humanidade eram entendidos como Imitação. A “Invenção” em fins da Idade Média significava a criação de um novo produto e o termo “Plágio” na Idade Moderna, entendido com Imitação (Figura 3.2), tinha a conotação negativa que hoje lhe é atribuída nos ambientes onde se pratica Inovação.

O subitem a seguir se dedica a apresentar o termo Invenção em seu contexto histórico, semântico e conceitual no percurso da história da humanidade.

Figura 3.2
Conceitos de Imitação no contexto da Inovação
segundo em Godin (2008)



Fonte: Esquema construído pela autora, baseado em GODIN (2008)

3.2 INVENÇÃO

A variação semântica atribuída ao termo Invenção (Figura 3.3, p. 68), ao longo da história da humanidade, segundo Godin (2008), tem sua origem na retórica clássica, com o objetivo de ajudar os comunicadores orais a elaborarem sua linguagem. Cícero (106 a.C. - 43 a.C.) define Invenção como a **descoberta** de um argumento válido ou aparentemente válido para se explicitar uma causa provável. Segundo informa Plebe (1978, p. 39), foi um professor de retórica, o romano Quintiliano (35-95 d.C.), que primeiro sistematizou o uso do termo Invenção como uma das cinco fases da técnica formal da arte da retórica, dividida em: *inventio*, *dispositio* e *elocutio* quanto à elaboração da estrutura linguística do discurso; e *memoria* e *actio* como a expressão oral do discurso. O objetivo desta fase do *Inventio* (Invenção) era **estabelecer o conteúdo do discurso**. O termo vem do latim *invenire*, que por sua vez vem do grego εὑρεσις, que significa "encontrar". Invenção era o momento da **aquisição e seleção de argumentos** adequados pelo orador para a exposição e defesa de sua causa.

Entretanto, na história da Retórica, a Invenção, como então concebida, teve seu conceito incorporado a uma ou mais das quatro divisões da Retórica (arranjo, estilo, memória e entrega).

Em meados de século XIV, o termo Invenção passou, então, a significar **achado** ou descoberta, no contexto da crítica literária e das artes visuais. Mas, a partir do século XVI, o conceito de Invenção começou a ser cada vez mais aplicado ao sentido de **criação** de novos artefatos.

Segundo Godin (2008, p. 14), na Renascença não havia unanimidade no uso do termo Invenção. Alguns dos termos associados à Invenção eram: **divino, ingênuo, fantasia, imaginação**. Porém, no século XVII já era unânime que a Invenção se vinculava a ideia de **novidade** e o conceito passou a ter uma conotação mais concreta, sendo mais adotado na ciência. A literatura científica do século XVII era repleta do termo “**novo**” e também do termo “**revolução**”.

Observa-se então que, ao longo do tempo, da mesma forma que o conceito de Imitação, o de Invenção também teve uma diversidade de significações, sendo frequentemente desacreditado e qualificado pela linha do **esoterismo**. E ainda, o termo era entendido no contexto da **imaginação**, ficando a parte da ciência e do método. De

outra forma, o termo Invenção também se associava a ideia de **excessos, ilusão, distorção** ou usado em retórica e **eloquência**.

A imaginação, na Idade Média, era uma atividade de **reprodução passiva**, em contraposição à ideia de imaginação como faculdade da **fantasia**, associada ao Romantismo. A partir de então, a originalidade se estabelece como caminho para o artista e a metáfora da **criação**, já presente na Mitologia grega, entra no vocabulário comum. Vale destacar que o termo originalidade, assim como Imitação e Invenção carregava uma conotação negativa no século XI; em convívio social uma pessoa original era tida como excêntrica e ridícula.

Foi na Renascença que o poder da imaginação, no contexto da Invenção ressurgiu sob um novo enfoque e passou a ter um contexto científico, sendo retratado por algum tempo como instrumento de **controle de julgamento** das coisas e das regras.

A palavra **originalidade** adquire dois sentidos: significa **origem, fonte** no caso de autoria e influencia a Invenção Tecnológica no século XIX; e também significa **qualidade distinta** de trabalho ou **novidade**, antônimo do termo Imitação adotado na Antiguidade. A palavra originalidade passa a ser usada para caracterizar a qualidade do gênio, uma importante figura da Renascença e dos autores românticos. **Gênio** como conceito se define por espírito que dá **inspiração**, vindo a significar **talento inato** ou **habilidade**, e também uma pessoa com poderes de **criatividade superior**, ao qual a concepção romântica adicionou a ideia de gênio que desafia a análise racional.

Engenho também é um conceito chave, vinculado à Invenção para identificar o trabalho do artesão, da Idade Média em diante; primeiramente com o alquimista, que através de sua arte criava novas coisas e fazia arte, mais por sua força criativa do que por Imitação. A seguir, os pintores renascentistas, ceramistas e escultores criavam novas experiências, não somente pela prática da arte imitativa. Esse poder de criatividade sobre a natureza deu origem à figura do inventor, um gênio identificado na figura do cientista e do artista, indistintamente.

Identifica-se o conceito de Invenção pelo lado da divindade, onde Deus era o criador e o responsável por todas as coisas e pelo desenvolvimento das coisas, e a cadeia linear da existência era construída invariavelmente em direção ao homem. Evoluindo aos tempos de hoje, os defensores da Invenção geralmente têm um objetivo ideológico

em torno de distinguir e justificar uma atividade pelo viés da ciência, caracterizando-se por sua dinâmica cumulativa e progressiva.

Já nos primórdios da Renascença a palavra Invenção era aplicada à **engenhosidade**, às **coisas geniais** como **máquinas, artífices, dispositivo, métodos**. Era evidenciada na literatura da época, em tratados e enciclopédias, na qual a palavra **tecnologia** subsequente se torna uma categoria.

Retrocedendo na história à Idade Média, o subitem a seguir destaca o desdobramento de conceitos associados ao termo Invenção (Figura 3.3, p. 69) e sua evolução, associada ao cenário sócio-técnico e cultural que caracterizou sua aplicação pela humanidade.

3.2.1 Invenção Tecnológica e a cultura das coisas

A Invenção Tecnológica começa a se evidenciar como conceito, a partir da distinção entre os termos descoberta no campo da ciência, em contraposição à imaginação no campo da literatura e das artes. O desdobramento do termo Invenção para Invenção Tecnológica começou a acontecer a partir dos séculos XIV e XV, impulsionado pela distinção de privilégios que passou a ser concedido à Invenção de tecnologias dentre as demais invenções, somado à introdução da lei de patentes nesta época. Foi através da institucionalização do sistema de patentes que critérios de identificação de objetos tecnológicos foram estabelecidos e a Invenção Tecnológica realmente foi oficializada. Desde então, a primeira lei de patentes evoluiu e no final do século XVIII a Invenção Tecnológica passou a ser caracterizada por três critérios (ver Figura 3.3, p. 68), que se mantiveram e vigoram na atualidade, que são:

- 1) **originalidade** ou **novidade** como qualidade do trabalho inventivo, a aplicação era examinada antes da patente ser garantida. A Imitação, transformação e aperfeiçoamento de produtos existentes não eram aceitos, a originalidade era uma norma. A Invenção Tecnológica tinha que ser substancialmente nova;
- 2) **origem** ou **prioridade** no campo das ideias, quanto à propriedade intelectual. A partir do século XV a Lei de patentes, promulgada pelo senado veneziano, Itália, em 19 de março 1474, visava proteger os direitos de **propriedade** para Invenção de artesãos vidreiros da ilha de Murano, Veneza. Institui-se com

exclusividade à proteção ao invento e ao inventor, “concedendo licença para a exploração, reconhecendo os direitos autorais e sugerindo regras para a aplicação no âmbito industrial”;⁴⁹

3) **utilidade** como requisito essencial para caracterizar uma Invenção como tecnológica. A Invenção Tecnológica se torna relevante no vocabulário da Invenção principalmente por causa da “cultura das coisas” ou cultura material e o número de patentes registradas era testemunha desse fenômeno.

E foi justamente a partir do sistema de patentes, do desenvolvimento das indústrias baseadas em laboratórios de pesquisa e da comercialização das invenções tecnológicas em larga escala, que se instituiu a concepção da Invenção como Invenção Tecnológica. A Invenção Tecnológica se destacava por ter um caráter utilitário, em contraste com o ponto de vista negativo e pejorativo atribuído à Invenção na Antiguidade.

Vale destacar que na atualidade, segundo a Organização Mundial de Propriedade Intelectual (WIPO), uma invenção, em geral, deve satisfazer algumas condições para ser protegida por uma patente. Deve ser de aplicação industrial e deve mostrar um elemento de novidade, isto é, alguma característica nova que não é conhecida no corpo de conhecimento existente no seu domínio técnico. Este corpo de conhecimento existente é chamado de "arte prévia". A invenção também deve mostrar uma atividade inventiva, o que significa que não ser óbvio para uma pessoa com conhecimento médio obter este domínio técnico. Finalmente, o seu objeto deve ser aceito como "patenteável" de acordo com a Lei. Em muitos países, as teorias científicas, métodos matemáticos, variedades vegetais ou animais, descobertas de substâncias naturais, métodos de negócio, ou métodos para tratamento médico (em oposição a produtos médicos) geralmente não são patenteáveis. (WORD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION, 2015, p.4-7)

Porém, dispendeu tempo na história da humanidade para que o inventor fosse reconhecido positivamente na sociedade. No início do século XIX e depois da comercialização da Invenção Tecnológica, até final do mesmo século, o inventor era uma figura anônima para o comércio e os negócios; eles deixavam de ter influência

⁴⁹ Maiores detalhes, consultar: < http://www.arquivonacionaldepateentes.com.br/s_rp_histpat.htm>. Acesso em: 15 nov. 2015 e CANALLI; SILVA. Disponível em: <<http://www.hcte.ufrj.br/downloads/sh/sh4/trabalhos/Waldemar%20Canalli.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2013.

(reconhecimento) quando a Invenção era comercializada. O reconhecimento do inventor, sendo ele pessoa física ou jurídica, mesmo na atualidade, sofre este mesmo impacto. As instituições de pesquisa tendem a ter menor representatividade para sociedade, em geral, que os fabricantes de bens e serviços.

A origem do termo **cultura das coisas** advém da Renascença, devido às trocas comerciais, exploração e viagens, objetos naturais e artificiais, que tinham muito valor para as artes, a ciência e a vida real. Antes do século XIX a Invenção Tecnológica, normalmente, carregava uma conotação negativa por causa das muitas técnicas difusas existentes na época e das dificuldades gerenciais e financeiras desses empreendimentos e de seus projetistas.

A resistência à tecnologia nos locais de trabalho era outro fator que colaborava negativamente para a aceitação da Invenção. Eram muito polemizadas questões como a ameaça do “desemprego tecnológico”, assim sendo, muitos questionavam os benefícios das máquinas e recusavam violentamente a introdução de novos processos industriais.

Com o passar do tempo, a cultura das coisas foi se desenvolvendo, em função de muitos fatores, identificados didaticamente como componentes que ativaram três revoluções. A primeira delas foi a “**revolução do consumo**”. A partir do século XVI novos produtos foram oferecidos aos consumidores, em resposta às necessidades expressas pela população por melhor qualidade de vida, por anseios de gosto moral e estético e suas manifestações de luxo como novidade. Outro fator foi a chamada “**revolução industrial**” e o uso de tecnologias nos processos industriais. No século XIX a engenharia e o mundo do trabalho destacaram importância à Invenção no campo tecnológico. E a “**terceira revolução ou Inovação**”, ocorreu no final do século XIX e começo do XX, período em que muitas empresas começaram a estabelecer laboratórios de pesquisa como meio de acelerar o seu desenvolvimento industrial.

As atividades de **pesquisa e desenvolvimento (P&D)** passaram a ser essenciais para a sobrevivência das empresas em muitos países. Segundo Dauscha, identifica-se como Pesquisa e Desenvolvimento:

[...] a construção e o teste de um protótipo⁵⁰, se seu objetivo principal é a realização de novos melhoramentos. Essa é geralmente a fase mais

⁵⁰ Um protótipo é um modelo original (ou uma situação de teste) que inclui todas as características técnicas e as funções do novo produto ou processo. A aceitação de um protótipo significa freqüentemente o término da fase de desenvolvimento experimental e o início de uma nova fase do processo de Inovação. DAUSCHA, 2009, p. 27).

importante do desenvolvimento experimental de uma Inovação. A aceitação de um protótipo significa frequentemente o término da fase de desenvolvimento experimental e o início de uma nova fase do processo de Inovação. (DAUSCHA, 2009, p. 27)

A política também foi influenciada pela Invenção Tecnológica, através das atividades de P&D, no transcorrer da história da humanidade. A tecnologia e a arte, tal como a pintura, escultura e arquitetura eram objeto de manifestação de poder político e militar e também contribuíam para o progresso social, situação que veio a favorecer o avanço de P&D. Das corporações medievais ao Mercantilismo e do Iluminismo ao ambiente sócio técnico e econômico do século XX, há registros de progresso e utilidade das invenções tecnológicas, com contribuições ao bem estar social das civilizações, ao comércio e às atividades de manufatura. O conceito era que a modernidade e a tecnologia deveriam servir a todos, pessoas em geral e especialistas.

Avalia-se a Invenção Tecnológica, no âmbito da cultura das coisas, como sendo um processo mais social do que individual. Certamente sem o inventor não haveria invenções, mas não é só o inventor o único agente responsável pela Invenção. Forças sociais como a demográfica, fatores geográficos e o patrimônio cultural fazem parte desse contexto. Como também, a Invenção Tecnológica é social num segundo sentido, por ser cumulativa ou evolucionária, ela é o resultado dos mínimos detalhes de acumulação e de acréscimo em “coisas materiais” e eventos e suas modificações, aperfeiçoamentos e adições, que vão acontecendo ao longo dos séculos, e que ampliam a significação de um momento de criação.

Hoje em dia, a Invenção Tecnológica como cultura, se torna cada vez mais sistematizada. Ela acontece em laboratórios de pesquisa, muitas vezes desterritorializados, organizados e especializados para esse fim. O inventor passa a ser um elemento que transita em múltiplos espaços de conhecimento, num processo de transformação de conceitos até a institucionalização do termo Inovação, como é concebido hoje em dia.

A Figura 3.3, p. 69, resume visualmente o movimento de evolução do pensamento da humanidade sobre o conceito de Invenção, alterando sua significação no tempo da esquerda para a direita, segundo as pesquisas levantadas em Godin (2008). Próximo a Era Cristã associava-se o conceito de Invenção à Retórica, no sentido de descoberta, criação de argumentos para um discurso. No percurso de evolução da história e sistematização do conhecimento na humanidade, o termo e movimenta da

Retórica às Artes e às Ciências. O conceito de Invenção se imbrica entre campos do conhecimento, alterando sua significação como que num passeio pela história da humanidade que assume as qualidades de originalidade, divindade, engenho, força criativa, culminando por intervir na Ciência num processo dinâmico e cumulativo.

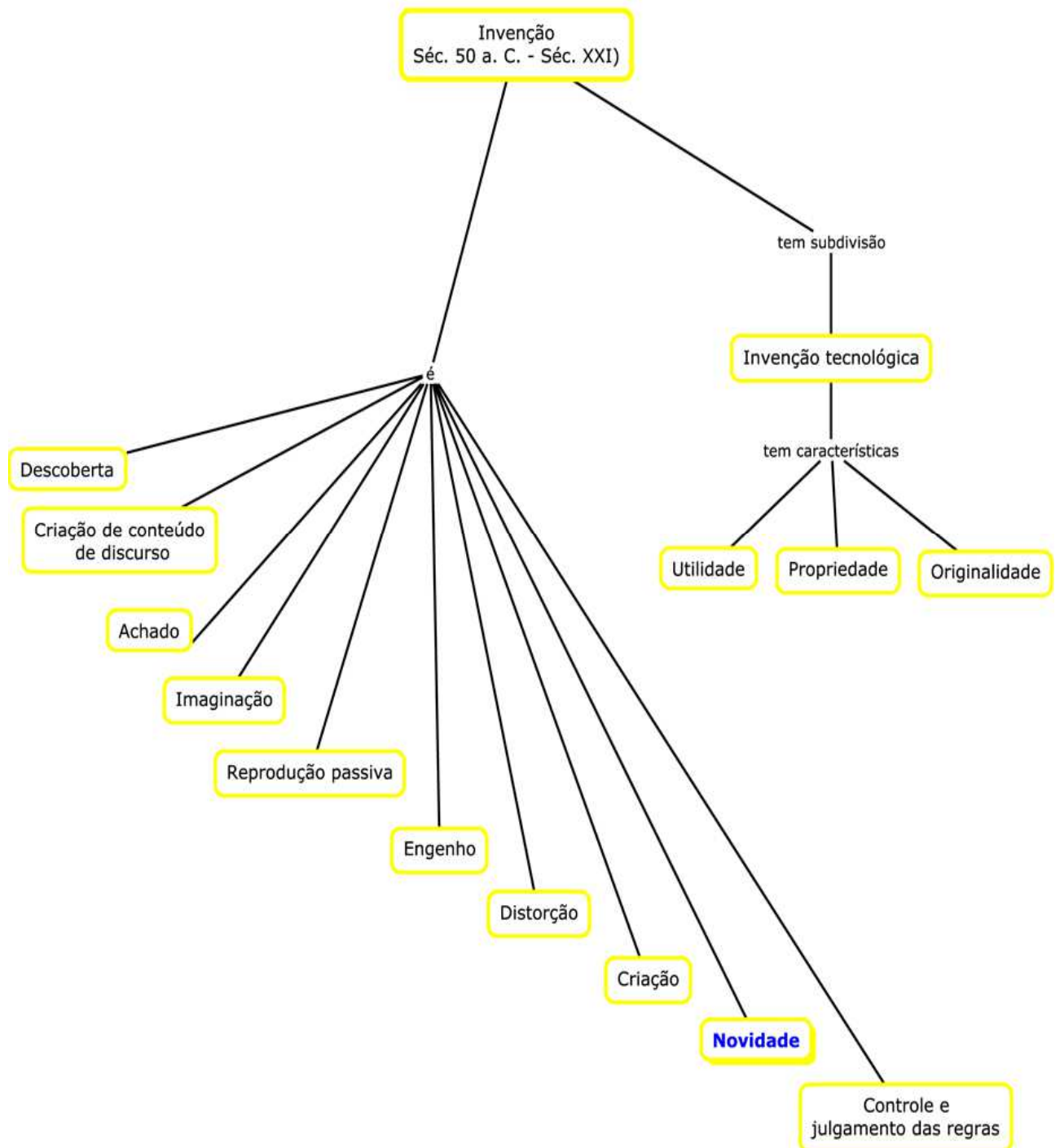
Na Invenção, segundo Godin (2008), percebe-se que há significações diferenciadas daquelas apresentadas na fase da Imitação, como é o que ocorre com o termo **descoberta** associado à **Retórica** e o termo **controle e julgamento de regras**, associado à sistematização da **cultura** e da **ciência** na Renascença. Vale destacar que a patente já era identificada como instrumento de controle de uma criação intelectual no século XV e o termo novidade, entendido como Invenção, a partir da Renascença, tem significação similar ao que se compreende na atualidade.

Associado ao conceito de Invenção (Figura 3.3), Godin identificou 10 termos, quatro a menos que na fase anterior da Imitação, o que sugere que gradativamente o conceito, ao evoluir de Imitação para Invenção, passa a ter um contorno mais delimitado, entrando numa fase de convergência a finalidades específicas, deixando de ter um significado tão abrangente e multidisciplinar como na fase anterior, evoluindo conceitualmente do campo da retórica ao da ciência e tecnologia.

Por esta figura, percebe-se que já há um nível de especialização nesta fase da Invenção, visto a identificação de hierarquias sobre alguns dos termos, segundo Godin, como é o caso da caracterização da Invenção Tecnológica. Esta evidência sugere haver aumento de complexidade nos ambiente onde transita o conceito de Invenção, frente ao avanço das técnicas e do padrão de vida das populações.

A seguir, detalha-se histórica e conceitualmente a evolução do termo Inovação, como ele veio sendo compreendido e adotado ao longo do tempo pela humanidade. Privilegiando a economia e o mercado, segundo Godin (2008), chega-se a significação da Inovação na atualidade.

Figura 3.3
Conceitos de Invenção no contexto da Inovação
segundo Godin (2008)



Fonte: Esquema construído pela autora, baseado em GODIN (2008)

3.3 INOVAÇÃO

Sobre a origem do uso do termo Inovação, destaca-se em Godin (2008) que o termo **novação** foi o primeiro que apareceu em lei no século XIII (Figura 3.4, p. 74). Significava **renovação** de uma obrigação pela troca de um contrato para um novo devedor, no sentido de transferência de responsabilidade sobre uma dívida. O termo Inovação era raramente usado nas várias artes e ciências antes do século XX, mas o termo “**novo**” era utilizado, como já mencionado. Criar e inventar eram palavras preferidas para identificar o poder produtivo humano e suas habilidades criativas.

A partir de suas pesquisas, Godin (2008, p. 24) informa que foram poucos aqueles que utilizaram o termo Inovação antes do século XX, destacando a figura de Francis Bacon, que publicou em 1625 um livro intitulado “Of innovation”, fazendo menção à palavra, com novos comentários sobre o conceito de Inovação no contexto de **novidade** e sobre a resistência das pessoas em aceitá-la. Foi no campo da religião, em meados do século XVII, que ocorreram as primeiras controvérsias com referência ao conceito de Inovação como ideia de mudança, gerando escritos e debates na Inglaterra.

De fato, como ocorreu com os termos Imitação e Invenção, Inovação também teve, quando inicialmente adotado, um conceito pejorativo na sociedade. Até o século XVIII um inovador era ainda uma pessoa suspeita, um “ser desacreditado”. Os inovadores eram contestados por se contraporem à tradição, em questões de política e de religião. A Inovação era identificada como a introdução de algo devastador para os negócios políticos e para a Igreja e era também considerada como **culto a heresia**. E durante o século XVIII, os inventores, chamados na época de **projetores**, se tornaram objeto de sátira por muitos autores por causa da insuficiência científica, má administração e ações de fraude.

Enquanto a Inovação ocupou lugar central nas teorias de mudança social e econômica, a Imitação e a Invenção eram percebidas como conceitos opostos, no âmbito das práticas sociais. No século XVIII o conceito de **originalidade** (Invenção) contrastava com o de **cópia e plágio** (Imitação) em autoria, do mesmo modo que uma propriedade de criação do primeiro inventor dava origem à acusação de roubo (Imitação), a partir da lei de patentes. Muitas das primeiras histórias sobre Inovação explicitam contraste entre os significados de Imitação e Invenção, sendo as primeiras

teorias sobre Inovação entendidas na linha mais psicológica, focadas em **inspiração, imaginação e genialidade**.

O final do século XIX vivenciou a emergência de novas teorias para explicar a novidade, e elas eram de natureza social. A primeira dessas teorias surgiu na Antropologia, que acabou sendo muito pouco usada, seguida pela Sociologia, Economia, envolvendo a Administração e as Finanças.

Inovação, em Godin (2008, p. 30), indicava que o termo significava muitas coisas, uma delas e principalmente, era **novidade**.

Para as teorias sociológicas, o uso do termo novidade era raro e sem maiores desdobramentos. Um segundo significado era para **mudança social**, que envolvia a ideia de **Invenção social** ou **experimentos sociais**, que mais tarde acabou direcionando o seu foco para **Invenção Tecnológica**. Um terceiro significado de Inovação era para o **uso de invenções tecnológicas** e seus efeitos sociais, como por exemplo: para os sociólogos um inovador não era aquele que inventava, mas sim aquele que adotava uma Invenção pela primeira vez. Na literatura econômica, é considerada uma Inovação a primeira introdução comercial bem sucedida de um novo produto, a primeira utilização de um novo método, ou a criação de uma nova forma de atividade empresarial.

A Figura 3.4, p. 74, resume visualmente a movimentação de evolução do pensamento da humanidade sobre o conceito de Inovação, evoluindo no tempo da esquerda para a direita, segundo Godin (2008). Esta é a fase de maior sofisticação e inter-relação entre termos e conceitos, se comparada com as duas fases anteriores: Imitação e Invenção. Em função do avanço da Ciência e da Tecnologia, agregada à proliferação de especialidades multidisciplinares e interdependentes e à exigência por melhor desempenho técnico científico, a significação do termo Inovação para a humanidade foi tendo um foco mais definido e preciso.

Godin (2008) identificou sete significações associadas ao conceito de Inovação na história da humanidade. De 14 associações identificadas na primeira fase, houve um decréscimo para 10 na segunda fase e na terceira fase de estudo desta trajetória conceitual reduziram-se a sete. O decréscimo de termos associados ao conceito de Inovação sugere que o termo passa a ter uma conotação mais específica e a denotar especialidade com relação ao seu significado. Porém, deste decréscimo, os termos vinculados à Inovação se desdobram, subdividem e incorporam novos termos, que na

Figura 3.4 somam 18, o que pressupõe aumento de complexidade conceitual. Em função destes desdobramentos, há uma diversidade de definições para a Inovação na atualidade, em âmbito técnico, científico, cultural, social, política e também ao uso popular do termo.

Destaca-se a dicotomia existente entre a diversidade de aplicação no **segmento** da Inovação e a especificidade desenvolvida no **domínio** da Inovação, típica de ambientes complexos. Por um lado, a Inovação se expande num movimento horizontal pelo Universo do Saber, em condições algumas vezes inter e transdisciplinares. Por outro lado, há um aprofundamento temático no domínio da Inovação com o aprimoramento da ciência e das técnicas, num movimento vertical e interativo entre os campos de conhecimento deste universo.

Na Figura 3.4 destaca-se também que a complexidade que envolve os ambientes de Inovação pode estar associada à estratificação e às hierarquias envolvendo o termo (alguns exemplos - a Inovação no esquema desta Figura “é”, “tem tipo” e “tem aplicação”).

O subitem a seguir destaca sobre abordagens conceituais da Inovação Tecnológica, alguns de seus desdobramentos terminológicos e aplicação em ambiente empresarial e industrial.

3.3.1 Inovação Tecnológica e Difusão da Inovação

A **Inovação Tecnológica** é toda a novidade implantada pelo setor produtivo e adotada nas instituições, por meio de pesquisas ou investimentos, que aumentam a eficiência do processo produtivo ou que implicam em um novo ou aprimorado produto oferecido e consumido pelo mercado, segundo o manual de Oslo.

Sob a vertente de desenvolvimento neo-schumpeteriana da Economia dos anos 80 do século XX, o termo **Inovação Industrial** é destacado por Freeman & Soete (1982) com uma nova significação de aplicação. Surge o conceito de Inovação Tecnológica, como aquele que inclui técnica, design, fabricação, gerenciamento e atividades comerciais pertinentes ao marketing de um produto novo ou incrementado ou como sendo aquele que produz o primeiro uso comercial de um processo ou equipamento novo ou incrementado (Figura 3.4, p. 74). A Inovação Tecnológica atualmente é considerada essencial nas estratégias de diferenciação, competitividade e

crescimento em um número cada vez maior de negócios. Trata-se de um processo bastante dinâmico, incerto, socialmente construído e que geralmente está envolvido em grandes controvérsias. Como, por definição, a Inovação Tecnológica envolve um fato novo ainda não totalmente incorporado entre seus atores, a controvérsia é inerente à Inovação, aplicável a processos e produtos.

Segundo estudos em Godin (2008, p. 39), as teorias de Inovação, combinando a produção de bens e sua distribuição, tem uma longa história no pensamento econômico. Na década de 1940 estas teorias passaram a ser aplicadas à Inovação Tecnológica, popularizando o modelo linear de Inovação. A teoria sugeria que a Inovação Tecnológica deveria seguir, linearmente, o seguinte percurso:

⇒ Pesquisa Básica – Pesquisa Aplicada – Desenvolvimento – Produção – Difusão.

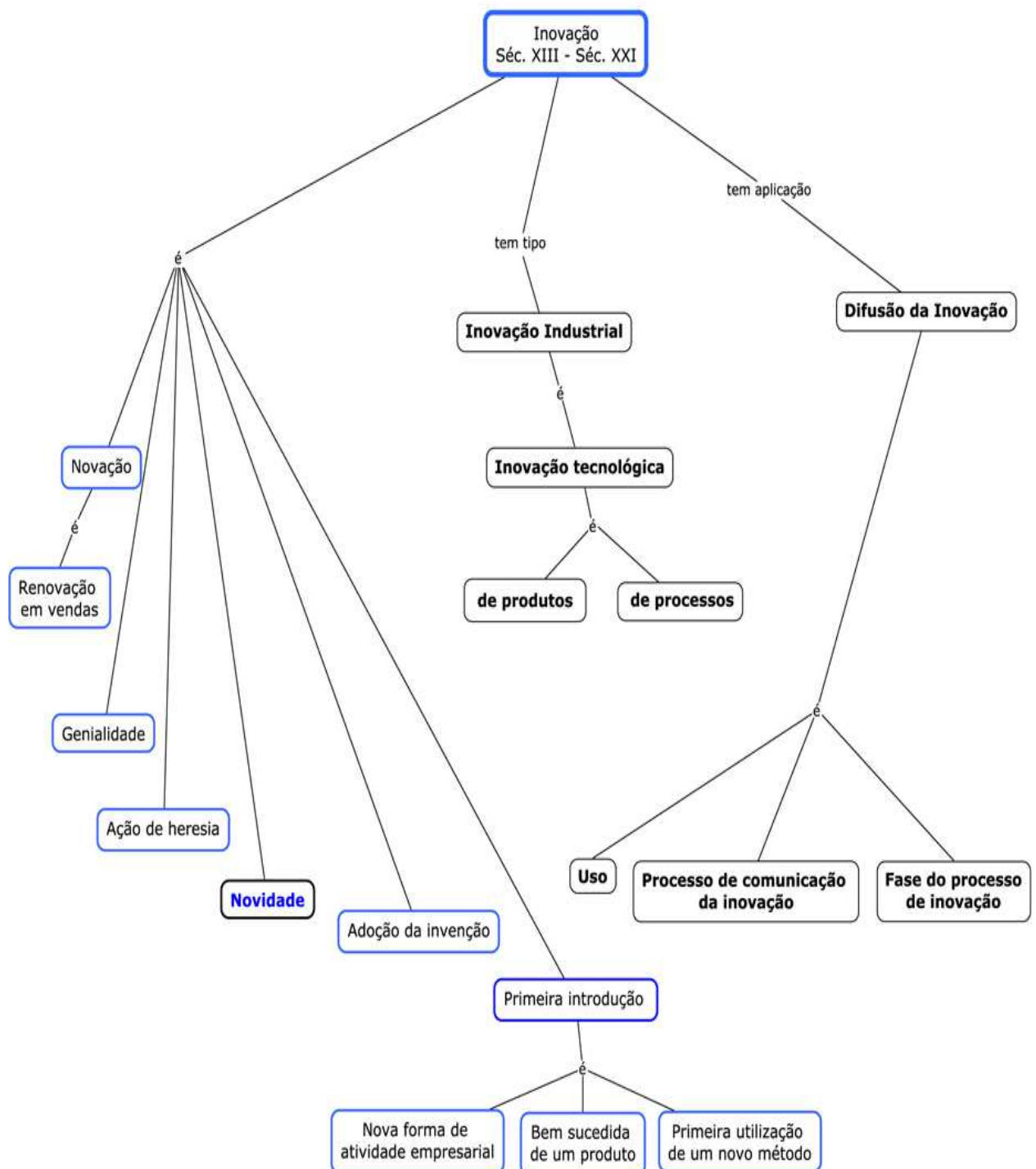
Essa prática de fluxo linear da Inovação veio sofrendo alterações em função do avanço da ciência e da tecnologia e das novas exigências da economia de mercado produtor e consumidor que se tornaram mais complexas e sofisticadas, evoluindo para um fluxo em matriz e descontínuo, evidenciados nos itens a seguir. Uma visão parcial e esquemática, referente ao ambiente complexo onde ocorre a Inovação tecnológica, pode ser apreciada na Figura 4.4, p. 107. Nesta figura é possível a identificação de informações sobre aspectos relevantes referentes à Inovação Tecnológica como: sua origem e atores, seu perfil institucional e de gestão administrativa e tecnológica, seus usos e métricas de desempenho.

O conceito de **Adoção da Inovação** como uma “Invenção Tecnológica usada e adotada” deu origem a estudos sobre **Difusão da Inovação** e sua natureza, com significado no ambiente de **comercialização** da Invenção Tecnológica. Estes conceitos tem entendimento comum entre especialistas, como por exemplo, economistas, antropólogos e sociólogos.

Hoje em dia, o termo Difusão, pelo manual de Oslo é entendido como:

[...] o meio pelo qual as inovações se disseminam, através de canais de mercado ou não, a partir da primeira introdução para diferentes consumidores, países, regiões, setores, mercados e empresas. Sem a difusão a Inovação não tem impacto econômico. (OCDE; EUROSTAT, 1997, p. 24)

Figura 3.4
Conceitos de Inovação, segundo Godin (2008)



Fonte: Esquema construído pela autora, baseado em GODIN (2008)

Em sua pesquisa, Godin (2008, p. 13), informa que o termo **Imitação** deu origem ao termo **Difusão** e que a Imitação era entendida no contexto de Difusão e assim foi interpretado até os anos 1980, na literatura econômica. Para os economistas, tanto o termo Imitação como Difusão, ambos tinham pouco *status* nos estudos de Inovação Tecnológica. Godin argumenta que na atualidade as teorias contemporâneas sobre Inovação entendem a Difusão como **uso** e sendo **uma fase do processo de Inovação**. (Figura 3.4, p. 74)

Interessante destacar que num intervalo de 90 anos, desde que a palavra difusão foi usada pela primeira vez pelo sociólogo Gabriel Tarde nos anos de 1890, seu conceito continua atual na literatura corrente sobre Inovação Tecnológica. A partir dos anos 1980 uma série de estudos começou a aparecer sugerindo que a Difusão, como um processo de **Comunicação da Inovação**, era tão ou até mais importante para o progresso econômico, do que a Invenção em si. Tal é a relevância da Comunicação da Inovação, que hoje em dia os componentes que atuam em um processo de Difusão da Inovação são considerados como indicadores de progresso econômico e social.

Há o entendimento de que os processos de mudança em uma dada comunidade podem ser também esclarecidos por meio dos fenômenos que ocorrem na Adoção e Difusão de uma Inovação, em suas dimensões de oferta e demanda e em sua inter-relação entre aquisição e intensidade de uso de produtos e serviços.

A partir de estudos feitos, principalmente em textos de John Stanley Metcalfe, Bengt-Åke Lundvall, David Teece, conclui-se que a retroalimentação Inovação-Difusão gera indicadores para a promoção de Inovação. A análise de demanda entre modelos e processos de difusão se reflete nas modificações introduzidas em produtos e serviços, nos diferentes aspectos do processo de aprendizagem promovidos pelo seu uso e na incorporação de conhecimentos associados à difusão.

Enquanto a Inovação no contexto da Inovação Tecnológica (e comercializável) entra no domínio da literatura, outras concepções de Inovação começam a se desenvolver, gradativamente, com o passar do tempo: a Inovação Social, Política e Organizacional.

3.3.2 A Inovação em contexto social, político e organizacional

O termo **Inovação Social**, também conhecido como **Invenção Social**, adquire significação com a ideia de novas soluções para problemas sociais e tem foco na transformação das relações sociais e culturais. Este conceito angaria escassos seguidores, mas o fato é que já em 1920 se estudava essa vertente de pensamento no campo político e institucional.

A chamada **Inovação Política**, nesta década de 1920, estudava a Inovação nas instituições públicas, como escolas e agências governamentais. Mais tarde, escolas de gestão e negócios começam a desenvolver estudos sobre **Inovação Organizacional**, na linha de mudanças empreendedoras para empresas, seguindo o pensamento de Schumpeter de que:

[...] o impulso fundamental que põe e mantém em funcionamento a máquina capitalista procede dos novos bens de consumo, dos novos métodos de produção ou transporte, dos novos mercados e das novas formas de organização industrial criadas pela empresa capitalista. (SCHUMPETER, 1961, cap. 7)

Outros pesquisadores, como Abernathy and Clark⁵¹ e Tidd, Bessant e Pavitt⁵², estudaram o comportamento inovativo no **estilo de gestão** e sobre estrutura e desenvolvimento das Organizações.

As atividades de gestão da pesquisa, a partir da Primeira Guerra Mundial, passaram a ter maior importância para as empresas, por contribuir para a melhoria de seu desempenho (produtividade, lucro e fatia de mercado). A Inovação Tecnológica se qualifica pelo quesito eficiência, que interfere no valor do dinheiro ou na produção que vem de investimentos em pesquisa e desenvolvimento. A produtividade científica e tecnológica advém dos laboratórios de P&D e, por isso, estes passam a ser objeto de estudo em si. Psicólogos são os primeiros a realizar esse tipo de estudo chamado de “**Inovação pela Eficiência**”, no contexto da gestão da tecnologia e da avaliação da pesquisa.

Destaca-se que raramente psicólogos fazem uso do conceito Inovação como uma categoria, exceto em estudos organizacionais. Estes pesquisadores passaram a examinar o clima organizacional e as melhores condições para incremento da produtividade

⁵¹ ABERNATHY; CLARK (1985).

⁵² TIDD; BESSANT; PAVITT (2008).

científica e tecnológica e para os incentivos à criatividade. **Criatividade e produtividade** se transformaram em um só fenômeno. De fato, na década de 1960 o conceito de criatividade, com origem na Psicologia, passou a ser um dos jargões da Inovação e passa a ser aplicado em muitos aspectos da pesquisa industrial.

Complementando o estudo analisado em Godin (2008), surge em fins do século XX, um novo conceito de Inovação, que é a **Inovação pelo Compartilhamento**, no contexto da qualificação e da otimização de resultados da Inovação em todas as suas etapas, já mencionadas, da Pesquisa à Difusão. A partir da necessidade de melhoria de desempenho e de fortalecimento das empresas em seus mercados, a Inovação pelo compartilhamento cria uma nova estratégia de **gestão da Inovação**. Institucionaliza-se a ideia das **redes de colaboração da Inovação**, geralmente intensas em conhecimento, entre os atores envolvidos: inventores, clientes, fornecedores, parceiros e concorrentes, intra e extramuros das instituições. Surgem ambientes de Inovação, onde o fluxo da informação é facilitado pelas novas tecnologias de comunicação e informação (TICs), envolvendo, transdisciplinarmente, as categorias de Inovação: social, política e organizacional, e tecnológica.

Na atualidade, a trajetória da Inovação já não evolui seguindo apenas o fluxo de modelo linear apresentado. A Inovação por compartilhamento e sua atuação em rede dinamiza e flexibiliza as etapas de fluxo desse modelo. Esta nova categoria de Inovação agrega seu conceito a ambientes de complexidade, ao mesmo tempo: científica, tecnológica, gerencial e social, que evoluem em função de desafios e oportunidades nesse percurso de progresso da humanidade, em conformação.

Ao longo do século XX, a Inovação de fato tornou-se um conceito político. Psicólogos, sociólogos e pesquisadores da área de gestão, escolas de administração e economistas passaram a atuar como consultores para os Governos, no que concerne às recomendações políticas para engenharia social, produtividade e crescimento econômico, gerando a partir desses estudos os **Sistemas Nacionais de Inovação**.

Essas recomendações eram baseadas em teorias, as mais recentes com arcabouço conceitual voltado à economia baseada no conhecimento, na Economia da Informação, na nova economia de mercado. Estudo de Godin (2008, p. 41), afirma que, ao longo dos últimos 60 anos, os economistas, em geral, têm sido mais solicitados pelos Governos do mundo para atuarem no contexto de gestão da Inovação.

A Inovação, em primórdios dos anos de 1960, tinha um conceito político diferente, associado aos **financiamentos de pesquisa científica** com Inovação Tecnológica. Com o passar do tempo os termos usados continuavam a refletir esse principal objetivo. O que era chamado de **Política Científica** nos anos de 1960, passou à **Política Científica e Tecnológica** nos anos de 1970, e depois nos anos de 1990, **Política de Inovação**.

Entretanto, segundo uma reflexão crítica de Godin (2009, p. 373) sobre a década de 1960, esse nunca foi um período de políticas para a ciência, como foi argumentado por muitos especialistas, e sim um período de ciência para a política. Segundo ele, nesta época, a pesquisa pública em geral e a das universidades eram impelidas a contribuir para a Inovação Tecnológica. A Política Científica era, então, direcionada a atender às finalidades públicas, em contraste, com sua meta original de, implícita ou explicitamente, se construir através de reflexões sobre a contabilidade, o crescimento econômico, a produtividade e a competitividade, com uma finalidade socioeconômica.

O uso da Estatística tem sido o melhor caminho para evidenciar numericamente os resultados da Inovação Tecnológica. Na literatura acadêmica, a Inovação com base em levantamentos estatísticos começou a ser mensurada via patentes, a partir dos anos de 1910. Mas, para muitos, os dados de patentes se relacionam à Invenção, não à Inovação porque não atingem ao comércio.

Nos anos de 1960, a prática de coleta sistemática de dados sobre pesquisa e desenvolvimento (P&D) começou a ser realizada pela *National Science Foundation* americana e depois se consolidou para uso em outros países, a partir das orientações do Manual Frascati da OCDE⁵³. Houve controvérsias com relação à efetividade destes dados, por um lado, os dados de P&D são relevantes para a Inovação porque 2/3 das pesquisas acabavam sendo desenvolvidas como novas tecnologias ou processos; e por outro lado, há críticas de estatísticos e economistas no sentido de que os critérios de escolha de categorias e parâmetros para análise não tinham um padrão normalizado e por isso não tinham qualidade e relevância. Mas é fato que esses estudos contribuíram

⁵³ O Manual de Frascati é um documento-referência que propõe uma metodologia clara para tratar dados e estatísticas referentes à área de P&D e foi preparado e publicado pela OCDE. É, até hoje, a principal referência para estudos, análises, levantamentos e comparações de competitividade entre empresas e países, no que se refere a atividades de P&D. Disponível: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0225/225728.pdf>. Acesso em: Prefácio 2, em: 5 nov. 2014.

para se convencionar uma definição sobre Inovação como Inovação Tecnológica e como um processo que conduz a Inovação para o mercado.

Mais de 20 anos depois, a OCDE publicou a primeira edição do Manual de Oslo, hoje em sua terceira edição, 2005. Este manual é utilizado e aceito como padrão para levantamento de dados de atividades de Inovação em empresas.

Destaca-se que, desde a retórica discursiva da Imitação advinda de períodos a.C. aos manuais de Inovação sistematizados em fins do século XX, como o de Oslo, o estudo evolutivo sobre o conceito da Inovação privilegia, em seus movimentos de mutação, o progresso econômico e social.

Assim sendo, a Inovação, como um domínio de conhecimento socioeconômico e científico, veio sofrendo alteração e expansão de conceitos ao longo do tempo, acompanhando a evolução do pensamento humano de cada época.

O significado atual de Inovação tem uma variedade de interpretações e pontos de vista, dentre os quais:

⇒ **uma nova forma de se fazer as coisas** por Schumpeter⁵⁴, complementada por Saracevic⁵⁵ como **uma forma de ver as coisas não como elas são, mas como elas podem vir a ser** ou ainda como **a busca, descoberta, experimentação, desenvolvimento, imitação e adoção de novos produtos, processos e novas técnicas organizacionais**, por Dosi⁵⁶; e também como **uma exploração bem sucedida de novas ideias, com o desafio de saber lidar com um mundo de incertezas**, por Tidd e Bessant⁵⁷, visto que, na linguagem da teoria da complexidade e na visão de Steven Johnson⁵⁸, “padrões de Inovação e criatividade **são fractais**: eles reaparecem em forma reconhecível quando você faz um *zoom in* e *out*, de molécula para neurônio, do pixel para a calçada.”

⇒ A Inovação é, grosso modo, o resultado de um processo de Invenção que encontrou uma **utilidade prática e demanda no mercado**. É quando um protótipo se transforma em **produto comercializável**. Enfim, “**innovar é mais do que somente ter uma ideia**; também é preciso **trazer todas as outras pessoas**

⁵⁴ MORICOCCHI; GONÇALVES (1994. p. 30).

⁵⁵ em palestra apresentada em seminário internacional no Rio de Janeiro, maio de 2012. Disponível em: <<http://comminfo.rutgers.edu/~tefko/articles.htm>>. Acesso em: 20 julho 2012.

⁵⁶ DOSI (1988).

⁵⁷ TIDD; BESSANT (2009. p. 25).

⁵⁸ JOHNSON (2010. p. 18).

até aonde a sua ideia está” e, complementando, “Inovação é transformar conhecimento em dinheiro”, mencionado em livro do brasileiro Renato Cruz.⁵⁹ (CRUZ, 2011)

Figueiredo, há mais de 20 anos atrás, ao se debruçar sobre este assunto afirma que:

A Inovação é um processo logicamente sequencial, mas não necessariamente contínuo, que pode ser subdividido em séries de estágios independentes, funcionalmente separados e interativos. O processo completo de Inovação pode ser visto como uma rede complexa de caminhos e comunicações, ligando os vários estágios do processo. (FIGUEIREDO, 1994, p. 49)

Estas abordagens sobre a Inovação favorecem uma reflexão sobre vínculos que se possam estabelecer entre alguns fundamentos da Inovação com o campo da Ciência da Informação, o que foi explorado no capítulo 2 deste estudo “Informação, Conhecimento e Inovação”.

Conceitos são dinâmicos, evoluem e tomam novas significações, mas não desaparecem no tempo. Conceitos se transformam e são responsáveis pela produção de novas significações e pelo surgimento de novos termos.

As Figuras 3.2, 3.3 e 3.4, p. 61, 69 e 74, respectivamente, e baseadas em Godin (2008), informam que a alteração de significados da Inovação acontece como em um processo dinâmico e contínuo e que vai se tornando complexo com o passar do tempo, visto as hierarquias que vão surgindo na evolução dos conceitos nas três figuras.

É interessante também observar nestas figuras que conceitos se transversalizam entre os esquemas, respeitando o movimento de evolução do pensamento da humanidade. Entre as três figuras apresentadas, a primeira anuncia a presença da segunda (Imitação = Invenção) e a segunda figura anuncia a presença da terceira (Invenção = Novidade).

Estes pontos de vista se identificam com fenômenos da Física que tratam da conservação da matéria, lembrando Lavoisier que na Idade Moderna afirmou cientificamente que “na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma.”

O capítulo a seguir dá continuidade à temática da Inovação. Com base nos conceitos e terminologias apresentados, estende-se o estudo para a aplicação da

⁵⁹ CRUZ (2011. p.15, 19).

Inovação, que assume características próprias conforme sua natureza, perfil e propósitos a atingir, identificadas por tipologias.

4 TIPOLOGIAS DA INOVAÇÃO

O estudo formal de tipologias se estabelece no contexto da Organização do Conhecimento (OC) em Ciência da Informação. A OC, na visão de Dahlberg (2006, p. 12) se fundamenta na ordenação estruturada de conceitos e sua sistematização de acordo com suas características, e na aplicação de conceitos e classes dos conceitos por indicação de seus conteúdos ou assuntos.

O termo tipologia, intitulado este capítulo, no senso comum pode ser entendido como: separação de um todo em partes que se afinam; organização de algo por características comuns; cisão, disjunção de algum contexto com objetivos definidos; separação entre o “joio e o trigo”. E sob todos estes aspectos há uma forte inter-relação entre cinco substantivos abstratos: Conhecimento, Planejamento, Organização, Classificação e Finalidade, que de forma subliminar estarão dando sustentação aos temas tratados neste capítulo.

A palavra "tipologia"⁶⁰ é de origem grega, deriva-se do substantivo *typos*, termo usado no mundo antigo para indicar a marca de um golpe, uma impressão, a marca feita por um cunho; a tipologia é identificada também como um modelo ou padrão, que é o sentido mais comum na atualidade.

Segundo Bayley e no contexto da ORC, a tipologia juntamente com a taxonomia são as duas abordagens utilizadas em uma classificação. A tipologia é a abordagem essencialmente conceitual da classificação, enquanto a taxonomia é empírica. A modalidade de classificação conceitual tende a ser multidimensional. A Tipologia, segundo Bayley (1994, p. 4) “estuda os tipos e a diferença intuitiva e conceitual de formas e de modelo que são caracterizados por rótulos ou nomes”, distribuídos multidimensionalmente, ou seja, um mesmo rótulo pode estar vinculado a mais de um modelo, atribuindo a este modelo um significado diverso ao que este possui em outras dimensões. A tipologia é muito usada em nível de estudos sistemáticos, para definir

⁶⁰ Disponível em: <<http://www.oxforddictionaries.com/pt/defini%C3%A7%C3%A3o/ingl%C3%AAs-americano/typology>>. Acesso em: 10 out. 2014.

diferentes categorias, tanto para os bens tangíveis quanto para os intangíveis, e até por uma combinação deles. (BAYLEY, 1994, p. 4-5)

Uma tipologia sob o enfoque científico pressupõe a sistematização estruturada de conteúdos temáticos distintos, sob bases terminológicas hierarquizadas, de forma a refletir uma visão consensual sobre uma determinada realidade analisada.

Este capítulo apresenta uma introdução teórica sobre a classificação, no contexto da Ciência da Informação (CI), considerando sua importância como disciplina que possibilita a sistematização do conhecimento, no âmbito da ORC. Destacam-se aspectos sobre análise semântica, conceito e suas relações em níveis e categorias de conhecimento, com base em Gomes; Campos (2003, 2008), Gomes (2009), Campos (1996), Hjörland (2002, 2007), Bowker, Star (2000) e Dahlberg (1978, 1993), dentre outros, que dão suporte teórico ao tema deste capítulo. São apresentadas tipologias de Inovação classificadas em duas categorias (gestão e tecnologia), a maioria destas tipologias se refere ao segmento tecnológico, apresentadas cronologicamente, com base na abordagem de especialistas sobre o tema, principalmente de Coccia (2006), Garcia & Calantone (2002), Dosi (1988) e Pombo (1994).

4.1 A CLASSIFICAÇÃO COMO BASE EM ESTRUTURAÇÃO DE TIPOLOGIAS

Desde tempos remotos existe a necessidade de sistematizar o conhecimento para que seja bem compreendido, aprimorado e, assim, evolua gerando progresso à sociedade. A classificação, sendo uma ação abstrata ou concreta de sistematização de conhecimento, se constitui numa ferramenta essencial para a elaboração, o desenvolvimento, a organização e a disseminação de saberes, quer sejam estes saberes para produção social, técnica, econômica, cultural ou científica.

Bowker e Star (2000, p. 1-2) entendem que a classificação nem sempre tem a configuração de um conhecimento formal e sistematizado. O ser humano “gasta” a maior parte do seu tempo realizando “trabalho de classificação”, geralmente de conhecimento tácito e que envolve fatores externos, onde o ser humano subliminarmente classifica para tomar decisão sobre como melhor conduzir suas ações para alcançar os resultados esperados.

Bowker e Star exemplificam a classificação que inconscientemente é feita na decisão de escolha entre roupas limpas e sujas, emails a responder e descartar, a seleção

de documentos para inclusão em arquivos físicos ou digitais, a combinação entre tamanho do carro e pressão de ar necessária para uso nos pneus, dentre outros exemplos que comprovam que o ato de definir conceitos e classificar exerce muita influência na vida cotidiana. A ignorância com respeito a **conceitos** geram desarmonias funcionais em classificações. Esta afirmativa é exemplificada por esses autores na vivência cotidiana, quanto à classificação de gênero na escolha de banheiro público ou de rótulo na devolução de um livro emprestado a biblioteca errada, ou a destinação incorreta de um documento oficial de Governo por adoção de classificação regional indevida. Imediatamente se evidenciam as distorções.

De forma simplificada, a classificação é definida em Bayley (1994, p. 1-2) como “a ordenação de entidades em grupos ou classes, com base em suas similaridades”, assumindo características de **exclusividade** e **exaustividade**. O ato de classificar busca maximizar a homogeneidade dentro de um grupo e busca maximizar também a heterogeneidade entre todos os grupos de uma classificação. Desta forma, criam-se grupos que são tão distintos (não sobrepostos) quanto possível, com todos os membros de um grupo sendo tão similares quanto possível.

Esclarecem ainda Bowker; Star (2000, p. 10) que uma classificação, “é uma segmentação espaço temporal do mundo”. Entendendo-se aqui mundo como o universo do Saber dinamicamente gerado pela humanidade, que se estratifica em segmentos de conhecimento, por um suposto valor ou necessidade, inclusive, como propõe este estudo, de segmentar o domínio da Inovação por tipos. O ato de classificar têm propósitos definidos de organizar metodologicamente uma informação e gerar, por estratégias variadas, conhecimento para a tomada de decisão.

Conceituando a classificação em padrões internacionais da ISO-TR 14177, 1994, ela é objetivamente “o conjunto de **conceitos organizados** sistematicamente de acordo com critérios ou características escolhidas.” Acrescenta Bayley (1994, p. 3-4) que o ato de classificar pode ser dinâmico se pensado como um processo de construção mental ou estático quando classificar passa a ser a escolha entre entidades/grupos em uma classificação, podendo estes serem unidimensionais (grupos em uma única dimensão⁶¹ ou característica) ou multidimensionais (baseando-se em mais de uma dimensão ou uma

⁶¹ Dimensão, no âmbito da classificação, “é geralmente um dado categorial, sendo uma variável nominal ou ordinal.” Maiores detalhes e aprofundamento sobre este conceito e aplicações em BAYLEY, 1994, cap. 3.

série de dimensões). Quando multidimensional, as dimensões são geralmente estruturadas de forma correlacionada ou relacionada. (BAYLEY, 1994, p. 3-4)

Neste capítulo há destaque à classificação como um **processo de construção mental** que intervém na **distinção** das coisas, seres ou pensamentos. Pelas suas semelhanças ou diferenças, é possível que se estabeleçam relações multidimensionais entre estes elementos com a possibilidade de **agrupá-los** em classes correlacionadas, de acordo com suas **similaridades**. A classificação torna-se, pois, a arte de colocar diversas “coisas” desordenadas em um todo ordenado. (STRAIOTO, 2001)

Complementa Ballesté, (2011, p. 689) que numa classificação “a organização de domínio implica na organização de conceitos em categorias⁶²”, que os distinguem por qualidades peculiares e/ou relações comuns ou de alguma semelhança. Para esse fim são utilizados sistemas conceituais estruturados, que representam domínios de conhecimento sistematizados através de conceitos e suas relações semânticas, disponibilizados principalmente em: glossários, dicionários, listas de autoridades e classificações bibliográficas. Instrumentos de análise de domínio desta natureza tem utilidade na estruturação de sistemas de organização do conhecimento.

Este item apresenta alguns pontos de vista de teóricos sobre a classificação no âmbito da ORC, visando subsidiar a temática da tipologia da Inovação, destacando definição, objetivos, características, natureza, relações e hierarquias.

Nas atividades formais de organização do conhecimento, segundo Langridge, (1992, pt. 1), é possível estratificar uma classificação por tipos entre:

- especializadas e gerais, conforme o teor de seu conteúdo ser genérico ou restrito a campos ou áreas de conhecimento específicos ou mais complexos.
- analíticas e documentais, de acordo o objetivo de sistematização de seu conteúdo, entre um fenômeno físico e sua explicação, chamadas de classificações científicas ou taxonomias ou se pressupõe a classificação de documentos ou outros tipos de informação, utilizadas em bibliotecas, com o

⁶² Categoria, aqui entendida como um agrupamento de conteúdo temático de um dado campo do conhecimento, de uma classe/subclasse num esquema de classificação, que é reunido por afinidade temática por um mesmo princípio de divisão, a partir do qual as relações são explicitadas e os conceitos sistematizados. Como exemplo, as 5 categorias fundamentais na PMEST (Personalidade, Matéria, Energia, Espaço e Tempo), definidas por Ranganathan na Collon Classification.

objetivo principal de facilitar a localização dessa informação, como exemplo, os sistemas de classificação.

- enumerativas e por facetas, que se distinguem entre si pela estrutura de organização do conhecimento estabelecida, se em estrutura decimal, limitada por esquema predefinido e subdividido em classes hierárquica e tematicamente arrançadas; ou se em estrutura analítico sintética, que se cria por combinação de notações com o uso da técnica de fragmentar um assunto complexo em variadas partes constituintes, a partir de suas relações em categorias de conhecimento fundamentais, onde a estrutura torna-se dinâmica, porém de difícil utilização pela complexidade de suas possíveis relações.

Dessa maneira, no âmbito da Informação em Inovação, a classificação facetada é mais adequada do que a classificação enumerativa para classificar assuntos multidisciplinares e de natureza multidimensional em constante renovação de conceitos, face aos avanços técnicos e tecnológicos. A classificação facetada permite maior flexibilidade na definição das classes principais de um tema e suas subdivisões em estrutura pós-coordenada, sendo possível a organização sistematizada de conceitos em estrutura vertical e horizontal, simultaneamente, além de possibilitar a criação de relações sintáticas, que as classificações enumerativas não fornecem.

O conhecimento disponível numa classificação enumerativa, por ser pré-coordenada, tem a vantagem de proporcionar uma visão abrangente do contexto estudado, como um todo inter-relacionado. Em contrapartida, as estruturas classificatórias orientadas por divisão lógica em facetas⁶³ se desenvolvem com a aplicação de uma característica por vez para cada item temático. Nesta forma de classificação por facetas, evitam-se saltos na estrutura lógica de aprofundamento dos temas, favorecendo a flexibilidade ao ato de classificar e evitando ainda que estas subdivisões das categorias sejam exaustivas e desfocadas de seu objetivo.

Considerando ainda, que “as facetas fornecem um ‘lugar’ para qualquer conceito/termo que venha a ser identificado numa área de assunto”. O que torna interessante a teoria da classificação facetada é o fato dela “estabelecer um método de se mapear uma área de assunto independentemente de como este assunto se encontra

⁶³ Faceta, com referência à manifestação de uma mesma categoria ou agrupamento temático. Como exemplo a categoria: Instrumento possui como faceta: Bateria, Guitarra, dentre outros instrumentos.

estruturado na literatura”, por se fundamentar numa estrutura de classificação pós-coordenada. (CAMPOS; GOMES; OLIVEIRA, 2013)

Ranganathan, com base no uso da lógica como um método de raciocínio para explicitar domínios de conhecimento, estabelece princípios e postulados distintos para agrupamento dos conceitos em hierarquias no plano das ideias, no plano verbal e também no plano notacional, em busca de uma integridade estrutural para o sistema de classificação facetada. Segundo Mills (2004, p. 541-542), a classificação facetada permite com que, “o posicionamento relativo de informações seja otimizado e previsível.”

Não é meta deste estudo o aprofundamento nos fundamentos da classificação facetada, apenas o destaque de algumas vantagens proporcionadas por seus princípios para o desenvolvimento de tipologias em Inovação. A partir de Coccia (2006), dentre outros, são analisadas a seguir categorias e vários conceitos que se constituem em tipologias em Inovação, que podem entre si, manter vinculações e interações, e não apenas hierarquias.

Apostel (1963, p. 195) esclarece que há cinco características gerais em processos classificatórios, entendendo ele que toda classificação:

- 1) incorpora em si um determinado mecanismo classificador que executa as operações necessárias à classificação;
- 2) busca uma multiplicidade de fins que determinam a sua estrutura;
- 3) exerce uma intervenção sobre um domínio da realidade cujas estruturas internas, visam facilitar as operações necessárias à classificação;
- 4) constrói-se em contexto histórico, através das classificações precedentes do mesmo domínio de conhecimento, ou seja, “há uma inexorável historicidade das classificações ao longo da qual os domínios classificados podem ser modificados”, as divisões podem ser completadas, novos critérios de classificação podem ser acrescentados; e
- 5) gera um produto externo, estabelecendo equivalências e hierarquias entre classes e subclasses pelo mecanismo classificador estabelecido.

Menciona Mills que:

[...] a ação de classificar é uma operação fundamental para a indexação de eventos e o conhecimento das “coisas”. De um modo geral é uma ação de reconhecimento e estabelecimento de grupos de classes de um objeto, as subclasses e membros sobre os quais toda a manifestação, mesmo que em diferentes trajetórias, possui características particulares ou um conjunto em comum dessas características. (MILLS, 2004, p. 542)

De acordo com as abordagens mencionadas, entende-se que a classificação:

- ajuda no arranjo e na estruturação do conhecimento numa ordenação mais eficaz e lógica que uma simples lista de descrições ou conteúdo teórico.
- fornece modelos para ordenar, nomear e articular o conhecimento sobre a diversidade temática da Inovação, organizando estrategicamente o conhecimento, como numa tipologia.
- é sempre altamente desagregadora, tanto nas ciências naturais como nas sociais, porque estratifica o conhecimento para o torná-lo mais útil a propósitos.

Estendendo-se o tema para taxonomia, Coccia (2006, p. 7) esclarece que a taxonomia seja “um ramo de sistemáticas direcionadas à teoria e à prática de produção de figuras de classificação”. A operacionalização da classificação ocorre por intermédio da definição de taxonomias próprias para organizar e hierarquizar o conhecimento em determinado segmento. Dentro desse contexto, construir uma classificação é também um processo taxonômico com regras sobre como formar e representar grupos (taxa) que são então nomeados (nomy).

Assim sendo, reiterando o assunto já abordado no início do capítulo, as taxonomias são destinadas a classificar fenômenos com o propósito de maximizar as diferenças entre grupos e diminuir a complexidade da população estudada dentro de macro classes.

Menciona Coccia (2006) que os tipos de classificação podem ser identificados:

- Como processo – quanto ao uso de teorias e métodos científicos que determinam a sistemática de sua estrutura e escopo, que maximize as diferenças entre grupos nas figuras de classificação.
- Como produto (representando a fase de saída do processo) – quando a classificação é concreta, tangível. Expõe como grupos e classes de entidades são arranjadas, de acordo com uma abordagem taxonômica. É um recurso para

ordenar e representar a informação, considerando seu uso. São os chamados sistemas ou figuras de classificação.

- Por abordagem: (com ênfase às Ciências Sociais)
 - Teórica: pelo desenvolvimento da teoria das diferenças que depois resulta numa classificação de tipos organizacionais (tipologia) que agregam entidades.
 - Empírica: pela coleta de dados sobre entidades em estudo. Os dados são processados por métodos estatísticos que geram grupos de entidades, de acordo com similaridades e estatísticas de frequência de uso. O uso de dados, neste caso, tem o objetivo também de construir - não só de validar as classificações.

Pombo (2002) destaca o ponto de vista de Alwin Diemer sobre quatro níveis de orientação que definem o conteúdo das figuras de classificação:

- 1) ontológica (classificação dos seres); de interesse maior para cientistas ligados aos domínios Biologia, Geologia, Cosmologia, Antropologia ou a tipologia psicológica;
- 2) gnosiológica (classificação das ciências); atividade filosófica, determinada por razões teóricas, especulativas, de compreensão das relações entre os saberes, ou visando efeitos normativos sobre as ciências de cada época;
- 3) biblioteconômica (classificação dos livros) e
- 4) informacional (classificação das informações), as duas últimas de interesse dos classificacionistas; ambas correspondem a constituição de uma ciência da classificação que tem por tarefa o estudo de todos os possíveis sistemas de classificação.

Complementa Pombo (2002, p. 2) que, “embora a emergência de cada uma destas orientações seja correspondente a diferentes fases de desenvolvimento histórico do problema da classificação, todas elas mantêm, ainda hoje, a sua especificidade”. A tipologia no contexto da Inovação, alvo desse estudo, tenderá ao nível de classificação informacional.

Um método que pode auxiliar a seleção conceitual na elaboração de uma estrutura classificatória é a categorização. A categorização como método de classificação permite uma análise conceitual de um domínio, possibilitando um recorte

amplo e permitindo um caminho inicial de divisão, como é o caso do PMEST⁶⁴ de Ranganathan. Para Campos e Gomes (2006) a categorização consiste em identificar as possíveis classes gerais (categorias) de conceitos que uma área do conhecimento comporta. Essa etapa estabelece as bases para seleção dos termos, nas fontes de onde eles são coletados. A categorização é descrita por Campos e Gomes, como:

[...] um processo que requer pensar um domínio de forma dedutiva, ou seja, determinar as classes de maior abrangência dentro da temática escolhida. Na verdade, aplicar a categorização é analisar o domínio a partir de recortes conceituais que permitem determinar a identidade dos conceitos (categorias) que fazem parte desse domínio. (CAMPOS; GOMES, 2008, p. 4)

A definição de elementos de classificação da Inovação é supostamente uma iniciativa complexa, considerando as muitas variáveis e interconectividades envolvidas neste ambiente. É preciso compreender a abrangência de conteúdo das variáveis existentes neste contexto para categorizá-las adequadamente; considerando-se ainda que uma Inovação pode possuir variadas origens e se destinar a diversas finalidades. No âmbito de tipologias em Inovação abordadas neste estudo, com base em Coccia (2006), as classificações são identificadas como processo, com suas teorias e métodos; e como produto, considerando seus aspectos de uso, priorizando a abordagem empírica.

Destaca-se que, quando se trabalha com domínios de conhecimento, a seleção inadequada dos conceitos pode se refletir na qualidade da recuperação da informação; e essa seleção depende se a terminologia é consistente em uma dada área. Smit; Tálamo; Kobashi (2004) apontam que “uma terminologia aberta demais [em um campo ou domínio de conhecimento] e a imprecisão terminológica provocam um retardamento teórico para a área”. Abordam também que a “autonomização da linguagem de especialidade”, afastando-a da linguagem natural, constitui um pressuposto para análise e constituição de campos científicos, útil à consolidação de conceitos e a recuperação da informação. (SMIT; TÁLAMO; KOBASHI, 2004)

É oportuno que se destaque também a importância da classificação no ponto de vista de Souza, reiterando a visão de Langridge no âmbito da ORC, que:

[...] independentemente do fato de que somos levados a admitir que, de alguma forma, toda classificação é arbitrária e que nenhuma categorização é tão perfeita e completa, que satisfaça de forma plena às inúmeras possíveis expectativas de retorno, somos também

⁶⁴ PMEST é sigla que corresponde à categorização do conhecimento proposta por Ranganathan em cinco elementos, que são: Personality, Matter, Energy, Space, Time.

forçados a admitir que *não há substituto à classificação*. (SOUZA, 2004, art. 2 - itálico meu)

Assim sendo, visando introduzir o tema da Inovação de uma maneira resumida e simplificada, Tadeu & Salum (2013, p.63-68), a classificam em três categorias, inspirados no Manual de Oslo (OCDE ; EUROSTAT, 1997) e em Tidd; Bessant; Pavitt (1997), identificando-a por:

- 1) tipos: de produtos e serviços (P&S), processo e modelo de negócio;
- 2) meio [ambientes] para inovar: fechado e aberto; e
- 3) grau de Inovação: incremental e radical.

Estas três categorias sistematizadas por Tadeu e Salum são as categorias básicas que estruturam classificações da Inovação e que serão comentadas ao longo do subitem 4.2, a seguir.

Em relação à estrutura classificatória, este estudo incorpora modelos. Um modelo é uma representação gráfica simplificada de uma realidade mais complexa e seu objetivo é fazer com que uma realidade seja mais facilmente compreendida em suas características essenciais, de modo que modelos possam ser usados para educar ou instruir. Modelos também colaboram na avaliação de qualidade e coerência de conteúdos temáticos e por isso foram adotados neste estudo.

Modelos esquemáticos reproduzem visualmente as especificidades de uma área ou campo do conhecimento e seus domínios, num contexto definido, consensual, sistematizado e resumido, a exemplo do Figura 4.4, p. 107, que informa sobre a Inovação Tecnológica. Os modelos esquemáticos são baseados em similaridades estruturais estabelecidas intuitivamente. As relações semânticas e hierárquicas de conceitos são criadas para organizar o conhecimento, se vinculam por objetivos definidos e se transformam em um conteúdo temático modelado, através de um processo de abstração cognitiva da imagem para a mente humana. (REITZ, 2004, p. 633-634)

Entende-se que gráficos, mapas, figuras, ilustrações sejam tipos de modelos esquemáticos que são úteis por esclarecerem objetivamente estruturas de conhecimento ou a forma como os conceitos se relacionam entre si. Critérios de controle de vocabulário sobre o tema devem ser estabelecidos para garantir a unicidade semântica dos termos modelados. Porém, há restrições ao emprego de modelos esquemáticos na

ciência, considerando a sua condição reducionista do conhecimento que possa resultar na desvalorização da explicação científica. (KUHN; WORBOYS; TIMP, 2003, p. 301-302)

O que se observa é que modelos esquemáticos constroem teorias, porém não as explicam; portanto a organização e a representação do conhecimento associada a modelos e argumentos teóricos seria a melhor opção científica.

A utilização de técnicas de ORC, fundamentadas na Ciência da Informação, tais como: teoria do conceito, método analítico-sintético, teoria da classificação, somadas aos princípios da garantia literária, cultural e científica, são instrumentos técnico-científicos que qualificam modelos esquemáticos, viabilizando o mapeamento da informação com padronização e precisão, independente do conteúdo que se objetive representar.

4.2 CLASSIFICAÇÕES EM INOVAÇÃO

O item apresenta classificações adotadas em Inovação que foram analisadas na literatura científica por categorias de conceitos, almejando identificar seus variados perfis. O objetivo é, a partir da opinião dos especialistas que desenvolveram estes estudos das classificações e seus conceitos, esclarecer sobre as características básicas dos espaços produtivos aptos a inovar, nas modalidades de Inovação fechada ou aberta, determinadas por decisões estratégicas de gestão das Organizações e de acordo com perfis de Inovação identificados.

O modelo de Inovação fechada, sendo a modalidade mais tradicional, limita o processo inovador aos conhecimentos de dentro das Organizações, sem participação externa ao ambiente produtivo. A Inovação aberta, teorizada a partir de 2003 por Henry Chesbrough, considera a possibilidade de inovar por um processo aberto, através da interação entre empresas, academias, fabricantes e consumidores em uma dinâmica de cocriação⁶⁵ e em fluxo contínuo. A Figura 4.1, a seguir, resume esquematicamente este

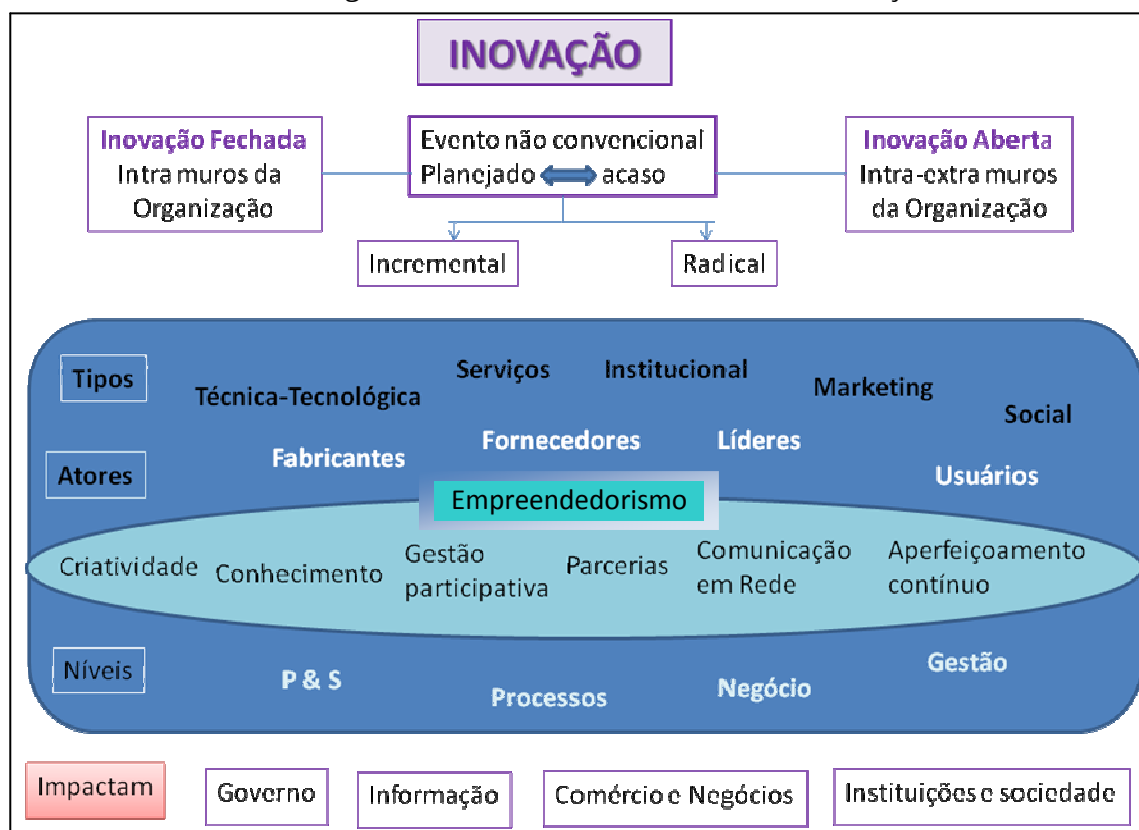
⁶⁵ O termo cocriação passou a ser disseminado mundialmente a partir de 2004, com o lançamento do *best-seller* "O futuro da Competição" escrito por Prahalad e Ramaswamy. A cocriação é um conceito de marketing e negócios que expressa uma forma de Inovação que acontece quando as pessoas de fora da empresa como fornecedores, colaboradores e clientes associam-se com o negócio ou produto agregando Inovação de valor, conteúdo ou marketing, e recebendo em troca os benefícios de sua contribuição, sejam eles através do acesso a produtos customizados ou da promoção de suas idéias. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Cocria%C3%A7%C3%A3o>> e

cenário, informando a Inovação como um evento que ocorre espontaneamente ou de forma planejada e se estabelece por modalidades, tipos, atores, níveis, principais requisitos que movimentam este ambiente e os potenciais agentes que promovem, se beneficiam e impactam a Inovação.

Von Hippel (2007) busca aprofundar esta temática da Inovação aberta, evoluindo para a alternativa de redes usuárias de Inovação. Pelo conceito de **Inovação usuária** ou **Inovação pelo uso**, Von Hippel entende que a melhor e mais efetiva forma de inovar é aquela que é compartilhada livremente por um número cada vez maior de pessoas e por isso tende a ter maiores e mais amplas possibilidades de uso e de geração de facilidades e de benefícios pela Inovação. Para este autor e segundo Maculam, a Inovação pelo uso é o resultado de um:

[...] processo distribuído e depende cada vez mais da participação dos usuários, uma vez que estes, por conta própria e em benefício próprio, tomam a iniciativa de desenvolver soluções novas que aprimoram o desempenho dos bens produzidos e comercializados pelos fabricantes. (MACULAM, 2010, p. 171-172)

Figura 4.1 - O ambiente onde ocorre a Inovação



Fonte: Heloisa M. Ottoni, a partir de leituras feitas sobre a temática da Inovação.

Em contrapartida, na Inovação fechada, segundo Maculan:

[...] a propriedade intelectual era a modalidade privilegiada de proteção contra os riscos de Imitação pelos concorrentes, embora boa parte das patentes não fosse utilizada diretamente pelas empresas detentoras do direito de propriedade. Os benefícios financeiros recebidos em decorrência das inovações comercializadas com sucesso eram reinvestidos em P&D, estabelecendo, dessa maneira, um círculo virtuoso entre P&D e Inovação. (MACULAM, 2010, p. 170)

Porém, na visão de Chesbrough (2003), essa estratégia de proteção e apropriação da Inovação está hoje ineficiente. Muitas das patentes protegidas deixam de ser aplicadas por falta de condições financeiras e/ou operacionais das empresas detentoras destas patentes e acaba ocorrendo um bloqueio de uso de muitas criações patenteadas. Antes da globalização, o cenário de mercado protegido e sedimentado prevalecia. Mas, na atualidade, os cenários inter-relacionados na produção entre agentes e cadeias produtivas em rede se transformam em um mercado mais tecnológico e competitivo. Com um fluxo dinâmico de informação e de conhecimento que ocorre hoje em dia, é praticamente impossível ao mesmo tempo, manter o segredo e explorar comercialmente uma Inovação; a garantia de sigilo se fragiliza.

Sobre este tema, Issberner alerta que:

[...] reconhecendo a insuficiência dos atuais mecanismos de proteção da Inovação, particularmente no âmbito da colaboração nas redes e da Inovação aberta, os estudiosos se dividem quanto à legitimidade e a necessidade de se renovar os instrumentos legais de apropriação dos resultados da pesquisa. De fato, o tema atualiza, mas dentro de novos parâmetros, a antiga questão sobre o quanto de proteção é necessária para estimular a Inovação, garantindo benefícios ao inovador sem comprometer a difusão e o avanço do conhecimento. (ISSBERNER, 2010, p. 27)

Quanto à questão da apropriabilidade das Inovações em ambiente de negócios, entre empresas, ressalta o manual de Oslo que “a capacidade que as empresas possuem de se apropriar dos ganhos provenientes das Inovações é um fator importante com efeitos de progresso [...]”. A ação dos concorrentes, por tradição, é considerada um fator que impacta e fragiliza as empresas e inovar é um fator crítico de sucesso empresarial. (OCDE; EUROSTAT, 1997, p. 129)

Ao mesmo tempo em que a livre competição é uma boa estratégia para a economia de mercado, o patenteamento de criações, por outro lado, dá um monopólio temporário ao inventor de 15, 20 anos de uso, o que é um incentivo que assegura ganhos

a seu favor neste período. A publicação de boas ideias incrementa a velocidade do avanço tecnológico quando se investe e se põe em prática uma Inovação após a outra. Porém, nem sempre as patentes indicam alto índice de Inovação; o que depende de uma série de fatores, destacando-se alguns, como: o nível de risco que interfere no fomento, a política de Estado de apoio à P&D e Inovação, a estratégia das empresas em investir em parcerias para esse fim e em laboratórios de P&D, dentre outros fatores.

E quanto à Inovação Tecnológica (IT), este é um termo normalmente “aplicável a Inovações de processos e de produtos. De modo geral, é toda novidade implantada pelo setor produtivo, por meio de pesquisa ou investimentos, e que aumenta a eficiência do processo produtivo ou que implica um novo ou aprimorado produto, conforme esclarece o Manual de Oslo.”⁶⁶

A Inovação Tecnológica (IT) se destaca como uma temática subordinada ao segmento industrial. Ela é vinculada ao desenvolvimento da indústria no mundo e à necessidade de qualificação de seus processos de trabalho para gerar melhor desempenho para as empresas e satisfação das necessidades de consumidores de produtos e serviços.

A introdução da IT numa coletividade cria uma ruptura em sistemas econômicos, alterando seu estado de equilíbrio para patamares superiores de desenvolvimento e de padrões de produção, o que acentua a diferenciação nos ambientes organizacionais do setor produtivo industrial. Estes passam a ser mais estratificados com o avanço da tecnologia, privilegiando as empresas mais inovadoras.

Portanto, a IT tem papel central no desenvolvimento econômico regional e nacional, além de proporcionar vantagem competitiva, aumenta o lucro das empresas e a sustentabilidade do mercado. A Inovação Tecnológica tem em Schumpeter uma fonte de pesquisa que esclarece sobre este estado de mudanças que tiveram destaque no início do século XX e que passaram a intensificar a utilização do termo e de novos estudos na literatura científica.

O Manual de Oslo, neste contexto de desenvolvimento econômico das empresas, estabelece uma das mais amplas e disseminadas tipologias de classificação da Inovação

⁶⁶ Disponível em: < http://pt.wikipedia.org/wiki/Inova%C3%A7%C3%A3o_tecnol%C3%B3gica>. Acesso em: 31 out. 2014.

(Figura 4.2). Este manual surge em 1990, editado pela OCDE⁶⁷ em cooperação com a União Europeia, hoje em sua terceira edição, 2005. É considerado a principal fonte internacional de diretrizes para coleta e uso de dados sobre atividades inovadoras da indústria, sendo também fonte de orientação para empresas promoverem Inovação. O manual de Oslo objetiva “orientar e padronizar conceitos, metodologias e construção de estatísticas e indicadores de pesquisa em P&D”⁶⁸ e Inovação, visando subsidiar e aferir o desempenho dos processos de Inovação vinculados ao setor produtivo tecnológico (industrial) e não tecnológico (de serviços).



Esclarecendo em OCDE; EUROSTAT (1997, p. 23-27), os conceitos da Figura 4.2, categorizados em seus níveis e dispostos diagonalmente, tem-se:

- 1) Em nível de gestão de negócios: (p. 23)
 - a) Inovação organizacional é a implementação de um novo método organizacional nas práticas de negócio das empresas; e
 - b) Inovação de marketing, com foco em novidades na embalagem de produtos, posicionamento, promoção e fixação de preços.
- 2) Em nível de tecnologia: (p. 23)
 - a) Inovação de produto é a introdução de um bem ou serviço novo ou significativamente melhorado no que concerne a suas características ou usos previstos; e
 - b) Inovação de processos, como sendo a implementação de um método de produção ou de distribuição novo ou significativamente melhorado em técnica, equipamento ou software.

⁶⁷ OCDE é Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico.

⁶⁸ OCDE ; EUROSTAT (1997, p. 9).

E ainda, no Manual de Oslo, a Inovação é classificada:

- 3) Em nível de fonte de Inovação, em (p. 25):
 - a) Pesquisa e desenvolvimento: os que são desenvolvidos e/ou implementados em cooperação com instituições de P&D (universidades, institutos de pesquisa, etc.).
 - b) Não pesquisa e desenvolvimento: a maioria das PMEs inovadoras não está ligada a nenhuma instituição de P&D; poucas têm os seus próprios departamentos de P&D; enquanto outras são inovadoras devido ao seu pessoal especializado.
- 4) Por nível de desempenho, como: (p. 25)
 - a) Bem-sucedidas: por ter levado a implantação, de fato, de Inovação em processo ou produto;
 - b) Abortadas: por cancelamento da implantação de uma ação inovadora no meio do processo de Inovação de produto ou processo por quaisquer que sejam os motivos; e
 - c) Correntes: as inovações que estão sendo estudadas, mas ainda não estão em processo de implantação.
- 5) Em nível do desenvolvimento de Inovação, por: (p. 26)
 - a) Iniciativa própria;
 - b) Cooperação com outras empresas; e
 - c) Adoção realizada por outras empresas, ou seja, o protótipo de uma Inovação ser desenvolvido num ambiente e a criação comercial de produtos ou serviços em outro ambiente.
- 6) Por tipo de novidade implementada (p. 27), apresentado na figura 4.2, p. 95:
 - a) Produto;
 - b) Processo;
 - c) Método de marketing; e
 - d) Mudança organizacional.
- 7) Por interações externas por: (p. 27)

- a) Fontes de informação aberta, ou seja, informações de livre acesso, que não exigem pagamento sobre os direitos de propriedade tecnológica, intelectual ou interação com as fontes;
- b) Aquisição de conhecimento e tecnologia, que provém da compra de conhecimento externo e de bens de capital ou de serviços incorporados no novo conhecimento, sem interação com a fonte; e
- c) Inovação cooperativa, que exige a cooperação ativa com outras empresas ou instituições de pesquisa, podendo compreender a compra de conhecimentos e tecnologia.

As classificações e conceitos de Inovação apresentados no Manual de Oslo, sob aspectos variados, têm vinculação com as classificações da Inovação que serão identificadas a seguir, segundo Coccia (2006) e que podem ser apreciadas na Figura 4.3, p. 106.

Assim sendo, a Inovação foi categorizada com base no manual de Oslo, segundo sua aplicação em duas vertentes: gestão de negócios e nível de tecnologia. As classificações mencionadas na revisão de literatura de Coccia foram agrupadas nestas duas categorias e se ativeram as seguintes temáticas: desenvolvimento econômico, níveis de Inovação, contexto de mudanças técnicas, perfil de comportamento empresarial, gestão de tecnologia (MOT), perfil de mudança técnica, padrão de desempenho tecnológico; e ainda, pelo SEBRAE, a classificação para gestão empresarial.

Não se pretende analisar intrinsecamente o conteúdo de cada uma das classificações da Inovação apresentadas neste estudo. O alvo é informar o que existe na literatura sobre o tema, expondo a diversidade de classificações e terminologia atribuídas à Inovação e também a movimentação que seus conceitos vieram sofrendo ao longo do tempo com a alteração de perfil dos ambientes inovativos. Estão apresentadas terminologias de domínio, principalmente da IT, com focos diferenciados e algumas vezes complementares e repetitivos.

Destacam-se cronologicamente algumas classificações da Inovação nas categorias de Gestão de Negócios e Gestão de Tecnologia, associando-as à terminologia adotada em pesquisas por variados teóricos da Inovação e os termos adotados por cada um deles, distintos em negrito no texto a seguir.

Categoria 1: Gestão de Negócios

a) Desenvolvimento econômico, segundo Schumpeter (1942)

Tratando-se do processo de Inovação, Schumpeter (1988) dividiu-o em três fases: **Invenção** (a ideia potencialmente aberta para a exploração comercial), a **Inovação** (exploração comercial) e **difusão** (propagação de novos produtos e processos no mercado).

Essa tipologia vai ao encontro da melhoria de desempenho das empresas, aumento de produção e de demanda de uso (adoção), como também redução de custos. Schumpeter, referenciado como o pioneiro da Inovação, distingue com clareza a diferença entre Invenção e Inovação, distinção que se mantém em uso na atualidade.

b) A Inovação por níveis, segundo Cooper (1979)

Na Inovação por níveis, segundo Cooper (1979), busca-se aumentar a flexibilidade do processo de Inovação e facilitar o planejamento das ações de Inovação, em função do posicionamento estratégico e do segmento de negócio. Identifica-se a Inovação por níveis **Macro**, que envolve fatores exógenos às empresas e **Micro**, quando se restringe à empresa e/ou para seu consumidor. Os arranjos das empresas, ao longo do tempo, foram expandindo sua complexidade e necessidade de compartilhamento e Cooper passou a analisar os tipos de fluxo de gestão da informação na Inovação. Ele identificou as possibilidades de Inovação aberta e fechada.

c) Comportamento empresarial, segundo Pavitt (1984)

Segundo o perfil de comportamento de empresas, Pavitt (1984) tipifica a Inovação de acordo com o potencial que elas têm de gerar Inovação. Pavitt identifica taxonomias por categorias setoriais, principalmente referentes às grandes empresas industriais, quanto a sua **dependência de fornecedores**, aquelas **especializadas em bens** de capital e equipamentos, outras **baseadas em ciência**, as de **alta escala**, e ainda as empresas **intensivas em conhecimento**. A análise de Pavitt se amplifica por tratar de relacionamentos, modalidade e finalidades de negócio, sob aspectos de gestão e analisados sistemática e hierarquicamente.

d) Gestão de tecnologia – Management of Technology (MOT), segundo Abernathy e Clark (1985)

Considerando estratégias de Gestão de Tecnologia (MOT), segundo Abernathy e Clark (1985), o desempenho das atividades de Inovação Tecnológica pode ser identificado como: **de arquitetura**, que gera impacto no sistema de produção; em **nicho de mercado**, que busca atingir segmentos emergentes de mercado; de **mudanças regulares** e cumulativas; e a **revolucionária**, que rompe com a atual estrutura da produção. Estes autores analisam como a Inovação tecnológica atinge alvos diversos, de acordo com modalidades definidas.

e) Gestão empresarial, segundo CNI. SEBRAE (2010)

O CNI. SEBRAE (2010) tipifica a Inovação por atributos e instâncias, agrupada por funcionalidade da Inovação (atributos) e por tipos de Inovação (instâncias)⁶⁹. A tipologia de Inovação em gestão empresarial, criada pelo SEBRAE, é visualizada no Quadro 4.1, a seguir.

Quadro 4.1 - Classificação da Inovação atributos/instâncias - SEBRAE

Atributos	Instâncias
Natureza	Produto, Processo e Negócio
Forma	Tecnológica ou Organizacional
Abrangência	Na Empresa, no Mercado ou no Mundo
Propósito	Ocasional ou Intencional
Intensidade	Incremental, Semirradical e Radical
Nível de difusão dentro da empresa	Localizada (departamental) ou Sistemática
Uso de sistemas, métodos e ferramentas	Empírica ou Sistemática/Metodológica

Fonte: CNI. SEBRAE. Cartilha de gestão da Inovação (2010, p. 15)

Categoria 2: Gestão de Tecnologia

a) Perfil de mudança técnica, segundo Freeman e Soete (1987)

Freeman e Soete (1987) analisam a Inovação por perfil de mudança técnica, como sendo, **incremental** que ocorre regularmente, **radical**, por eventos descontínuos

⁶⁹ Os atributos descrevem as características que compõem os conceitos e as instâncias; e as instâncias são usadas para representar os elementos de uma ontologia, podem ser as ocorrências dos conceitos até sua individualização. Uma instância é um conceito que pertence a uma classe e possui determinadas propriedades. (CARLAN, 2010)

que criam novos mercados e novos processos de produção, **revoluções tecnológicas**, considerando a mudança de paradigmas técnico econômicos que afeta a economia, e as condições de produção e de distribuição ao setor produtivo e as **constelações de inovações**, que são intensamente inter-relacionadas técnica e economicamente. As constelações de Inovação são os chamados *clusters* tecnológicos, que atualmente vem evoluindo suas abrangências tecnológica e de gestão para produzir Inovação, iniciando por *startups* que em processo de evolução se projeta aos *clusters*, mas que não são alvos deste estudo.

b) Perspectivas de mudança técnica, segundo Durand (1992)

Sob as perspectivas de mudança técnica, segundo Durand (1992), a intensidade e o significado desta mudança se direcionam à condição: **tecnológica**, novidade técnica ou mérito científico, de **competência** em recursos, habilidades, conhecimento, de **Mercado** e de **posicionamento**, com novas estratégias de competitividade. Este autor incorpora tecnologia e gestão da Inovação que em conjunto são responsáveis pelo progresso das empresas.

c) Desempenho tecnológico, segundo Rycroft e Kash (2002)

Considerando o desempenho tecnológico, segundo Rycroft e Kash (2002), a Inovação classificada por análise de desempenho, pode ser **transformacional**, que assume um padrão de transformação e adaptações em função de necessidades, a **incremental**: padrão de alteração por atualização de tecnologia, e a **transicional**, que pressupõe grande reformulação na gestão de mudanças tecnológicas em empresas.

d) Escala de intensidade tecnológica da Inovação, segundo Coccia (2005)

Coccia (2005) tipifica a Inovação por escala de intensidade tecnológica, que mede o impacto econômico da Inovação, visando fornecer uma avaliação dos efeitos da Inovação sobre o sistema geo-econômico. Segundo Coccia, na economia da Inovação, “não há classificações para os efeitos da Inovação no sistema econômico, embora em outros campos do conhecimento haja uma variedade de escalas usadas para classificar e quantificar um evento ou o seu poder de mudança.” (COCCIA, 2006, p. 14). A escala de intensidade tecnológica da Inovação proposta por Coccia utiliza três parâmetros: a **escala de impacto** econômico: baixo, médio e alto impacto, **graus de Inovação** por

nível de impacto: sete graus (3 em baixo impacto; 2 em médio e mais 2 em alto impacto); e **intensidade de Inovação**: mais leve, suave, moderada, intermediária, forte, muito forte e revolucionária. Expõe uma análise com indicadores padronizados, mas que sugere apresentar particularidades que nem sempre podem ser sistematizadas objetivamente, porque dependem do ponto de vista do avaliador.

Com foco na evolução terminológica de todas as classificações da Inovação apresentadas neste estudo entre os anos de 1942 a 2010 é possível se identificar que seus domínios de conhecimento se constroem, segundo Apostel, por necessidades históricas, sociais e econômicas. De forma geral, as terminologias baseiam-se nas classificações precedentes.

Na categoria gestão de negócios em Inovação, as classificações evoluem e se combinam algumas vezes se justapondo. A partir da classificação por **desenvolvimento econômico** (Schumpeter), essencial para a sobrevivência das empresas, as classificações a seguir no tempo especializam-se por **níveis de gestão** (Cooper) e por **comportamento empresarial** (Pavitt), que as distinguem entre si; evoluem mais tarde para **estratégias de gestão de tecnologia** (Alberty; Clark), em função de seus agentes e do lucro que visem as empresas; atingem a um nível de maior abrangente de classificação, que é por **combinação de atributos e instâncias**, incorporando, praticamente, todas as terminologias de gestão de negócios apresentadas anteriormente.

Na categoria de gestão de tecnologia, as classificações analisadas entre os anos de 1987 a 2005 se atem ao **perfil de mudança técnica** (Freeman; Soete), necessária a otimização de processos e identificação de padrões de produção para aumento de agilidade e economia; complementando-se com as **perspectivas de mudança técnica**, envolvendo a intensidade e significação dessas mudanças, evoluindo a classificação para a caracterização do **desempenho tecnológico** da Inovação (Rycroft&Kash), alcançando um nível de maior complexidade com a classificação em **escala de intensidade tecnológica** da Inovação (Coccia), estratificada por atributos, escalas e níveis.

Porém, entre as 16 classificações de Inovação apresentadas, com perfis facetados diversificados, há uma tendência à imprecisão e confusão terminológica, onde, muitas vezes, um mesmo nome e um mesmo tipo de Inovação é classificado de diferentes maneiras, ou em diferentes níveis; a exemplo, tipologias como:

- desempenho tecnológico com a de gestão de tecnologia;
- comportamento empresarial com a de gestão empresarial;
- Inovação por níveis, associada às facetas da tipologia gestão empresarial, como “micro e macro” por um lado e no mesmo nível que é também identificado os termos “na empresa, no mercado ou no mundo” em outra classificação;
- e com referência às facetas/instâncias de classificação: radical, incremental, regular, transformacional, revolucionária, transicional, dentre outras identificadas em tipologias variadas, e muitas vezes com o mesmo significado (mudanças regulares, revoluções tecnológicas, semirradical, condição tecnológica).

Mills (2004) alerta sobre a necessidade de que o posicionamento relativo de informações deva ser otimizado e previsível para que uma classificação facetada tenha sistematização, o que em muitas situações não ocorre entre estas classificações apresentadas.

Os critérios particulares de classificação da Inovação existentes na literatura, segundo diferentes critérios e finalidades de investigação do tema por especialistas, dificultam e muitas vezes inviabilizam uma análise comparativa entre os vários estudos existentes sobre Inovação. Estes critérios particulares de classificar a Inovação sem uniformização terminológica é considerado como um ‘gargalo’ ao desenvolvimento de pesquisas neste segmento.

Por outro lado, o que se percebe na literatura é que a maioria destas tipologias apresentadas, apesar de não seguirem um padrão normativo estabelecido, elas oferecem espaço teórico conceitual para interação e complementariedade entre si. Percebe-se também que a partir de 1985 há maior interesse em tipificar a Inovação sob o enfoque da categoria Gestão de Tecnologia, o que pode sugerir que a partir desse período há aumento de conscientização sobre a prática da Inovação estimulada pelas TICs e, anos depois, sistematizada no manual de Oslo.

Corroborando o pensamento de Coccia (2006), interpretar as mudanças técnicas e temas envolvendo a Inovação é um dos maiores problemas para análise terminológica e para a classificação em ambientes de Inovação, considerando que há muitas variáveis

envolvidas neste contexto. Além do que, a Inovação pode ter diferentes causas e origens e, em função destas, a análise terminológica se expande entre as diferentes tipologias e assim modificam-se significados e estruturas semânticas no âmbito da classificação. Em função disso, destaca-se em Coccia (2006) a importância das taxonomias que classificam fenômenos para maximizar as diferenças entre grupos de termos e, assim, diminuir a complexidade da população estudada nas macro classes.

O Quadro 4.2, p. 105, apresenta uma compilação de todos os termos adotados por seus criadores e identificados por categoria de Inovação neste estudo (definidas como gestão de negócios e tecnologia), procurando chamar a atenção de que as particularidades de muitas instâncias das diversas classificações da Inovação geram incerteza numa análise terminológica (instâncias marcadas na cor amarela no quadro), por provocarem conflitos de significação pela repetição de termos iguais ou similares que são vinculados a classificações diferentes, entre os anos de 1942 a 2010.

A Figura 4.3, p. 106, representa um esquema que esclarece visual e resumidamente o que foi apresentado neste capítulo sobre as tipologias de Inovação identificadas na literatura, principalmente com base no manual de Oslo. Neste esquema se distingue a Inovação:

- como fenômeno produtivo (bem sucedida, em progresso e abandonada)
- por sua origem (P&D e não P&D), âmbito (público, privado ou ONG) e abrangência (local, regional, nacional ou internacional)
- pelos tipos de Inovação desenvolvidas no mercado (para P&D: técnica tecnológica e de serviços; e para não P&D: design, marketing e social)
- por seus níveis de aplicação (para P&D: produto, tecnologia de produto e de processo - TPP e processo; e para Não P&D: organizacional e de negócio).
 - A Inovação de produto e de processo (marcada em vermelho) está inserida em todos os tipos de Inovação, de origem tanto em P&D, quanto Não P&D, conforme indicação do manual de Oslo, por isso há setas dos dois lados no esquema e destaque na cor vermelha.
- como estando no ambiente (para P&D: indústria, institutos de P&D, academia, e para Não P&D: comércio)
- e que tem gestão (fechada, aberta ou em rede)

Por este esquema da Figura 4.3 é possível uma compreensão abrangente de como ocorre a Inovação, identificada por intermédio de classificações e atributos teoricamente estabelecidos na literatura. Destaca-se que, incorporado a cada um destes atributos mencionados na Figura 4.3, há teorias e princípios estabelecidos por manuais e

instruções que orientam sobre sua sistematização para ação como prática produtiva, principalmente o manual de Oslo.

A Figura 4.4, p. 107, se atém à Inovação Tecnológica. Oferece a oportunidade de apreciação à especialização e ilustra o desdobramento de conceitos agregados às tipologias de Inovação apresentadas na Figura 4.3. Revela em IT o aumento de complexidade no contexto da terminologia e com base na literatura estudada, atribuem-se as seguintes características:

- local onde tem origem (empresa, parque tecnológico ou incubadora)
- seus atores (Órgão governamental, entidade de classe, ICT, empresa, ONG ou até pessoa física)
- tipo de uso da Inovação (aquisição de tecnologia, cooperação ou adoção por livre acesso)
- métrica adotada para seu controle (% de vendas, gastos com P&D ou por registro de patentes para Inovação)
- gestão de tecnologia adotada na Inovação: de arquitetura ou em nichos de mercado, de forma regular ou revolucionária)

Nas empresas industriais, que são os maiores alvos de impacto da Inovação Tecnológica e sofrem sua influência, tem-se que estas empresas:

- podem ser gestão *top down* ou *botton up*,⁷⁰
- se estabelecem como de médio e grande portes, de micro e pequenos portes ou também *startups*⁷¹;
- tem perfil institucional de produção como de : alta escala, de máquinas e equipamentos, bens de capital, baseado e ciência e intensivos em conhecimento.

As sistematizações esquemáticas do conhecimento compilado neste estudo sobre classificações e tipologias de Inovação buscaram dar coerência e fluidez à estrutura terminológica analisada, com aprofundamento de análise sobre a IT na Figura 4.4, p. 108, especificando elementos das classificações mencionadas, agentes promotores e consumidores e de gestão da IT.

⁷⁰ Estruturas de gestão *top down*, são aquelas definidas a partir das decisões da alta gestão das empresas, e que devem ser seguidas pelos escalões de gestão abaixo dela. As estruturas *botton up*, são aquelas que ocorrem a partir de resultados gerados em laboratórios, departamentos e oficinas que atuam em Inovação e que influenciam as tomadas de decisão dos escalões de alta gestão nas empresas.

⁷¹ *Startups* são empresas em estágio inicial de atuação. Termo universalmente aceito como empresas novas em um nicho de mercado.

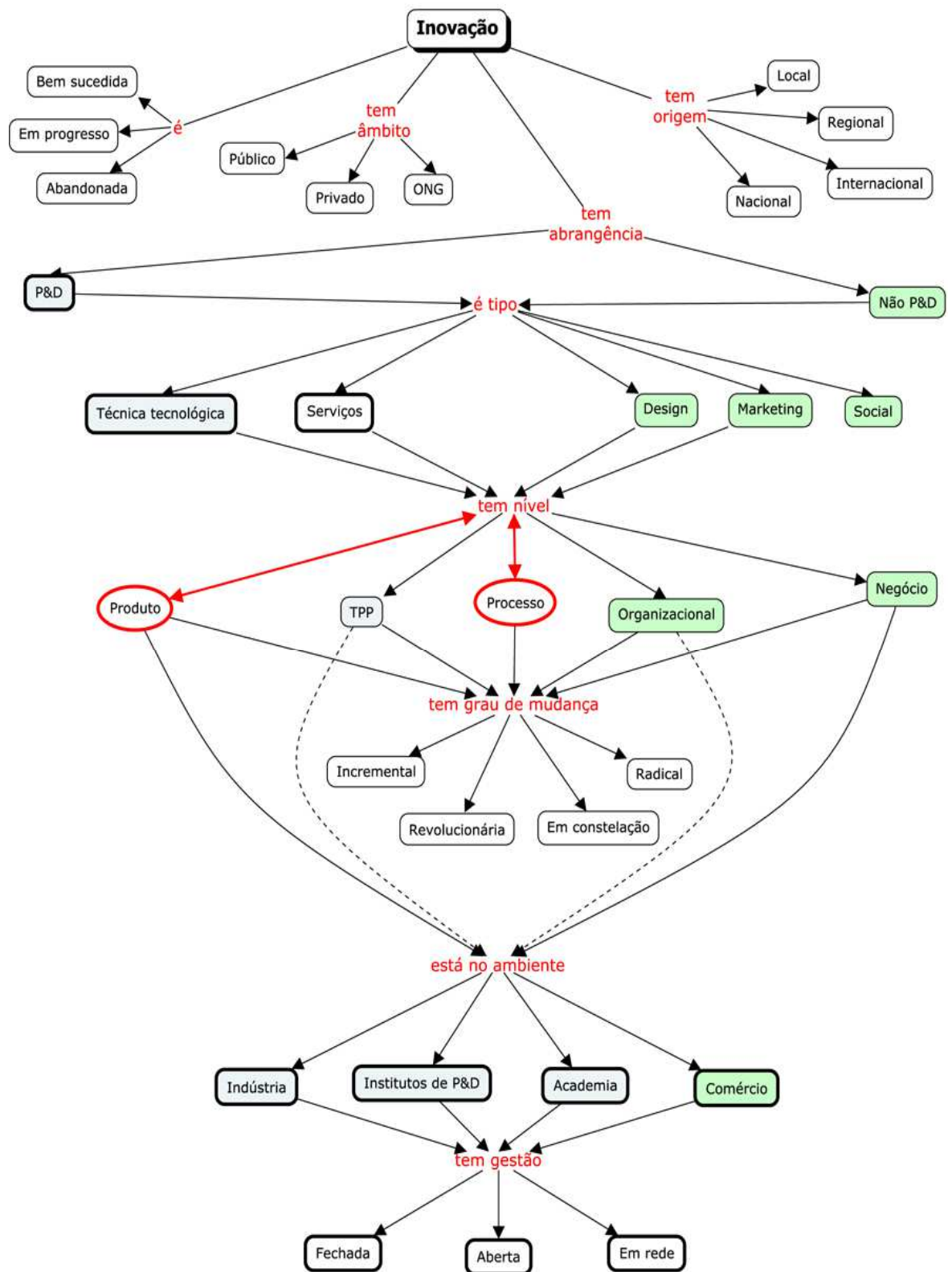
Quadro 4.2 - Evolução da terminologia da Inovação em Empresas

Cronologia anual	Tipologias da Inovação	Categoria Gestão de Negócios	Categoria Tecnologia
1942	<u>Desenvolvimento econômico</u>	Invenção Inovação Difusão	
1979	<u>Inovação por níveis</u>	Micro * Macro *	
1984	Comportamento empresarial	Dependência de Fornecedores Especializada em Bens Baseadas em Ciência De Alta Escala Intensivas em Conhecimento	
1985	<u>Gestão de tecnologia</u>	De Arquitetura Por Nicho de Mercado	De Mudanças Regulares e Cumulativas Revolucionária
1987	Perfil de <u>mudança técnica</u>		Incremental Radical Revoluções Tecnológicas Constelações de Inovação
1992	Perspectivas de <u>mudança técnica</u>	De competência De Mercado De posicionamento	Condição tecnológica
1997	Desempenho das Atividades	Organizacional De Mercado	De Produto De Processo
2002	Desempenho tecnológico		Transformacional Incremental Transicional
2005	Escala de intensidade tecnológica	Escala de impacto	Graus de Inovação Intensidade de Inovação
2010	<u>Gestão Empresarial</u>	Negócio Organizacional Na Empresa, no Mercado ou no Mundo * Departamental ou Sistemática	Produto, Processo Tecnológica Ocasional ou Intencional Incremental, Semirradical e Radical Empírica ou Sistemática

Fonte: O autor, em referência à COCCIA, 2006; SEBRAE, 2010 e OCDE; EUROSTAT, 1997.

Figura 4.3
Tipologias da Inovação

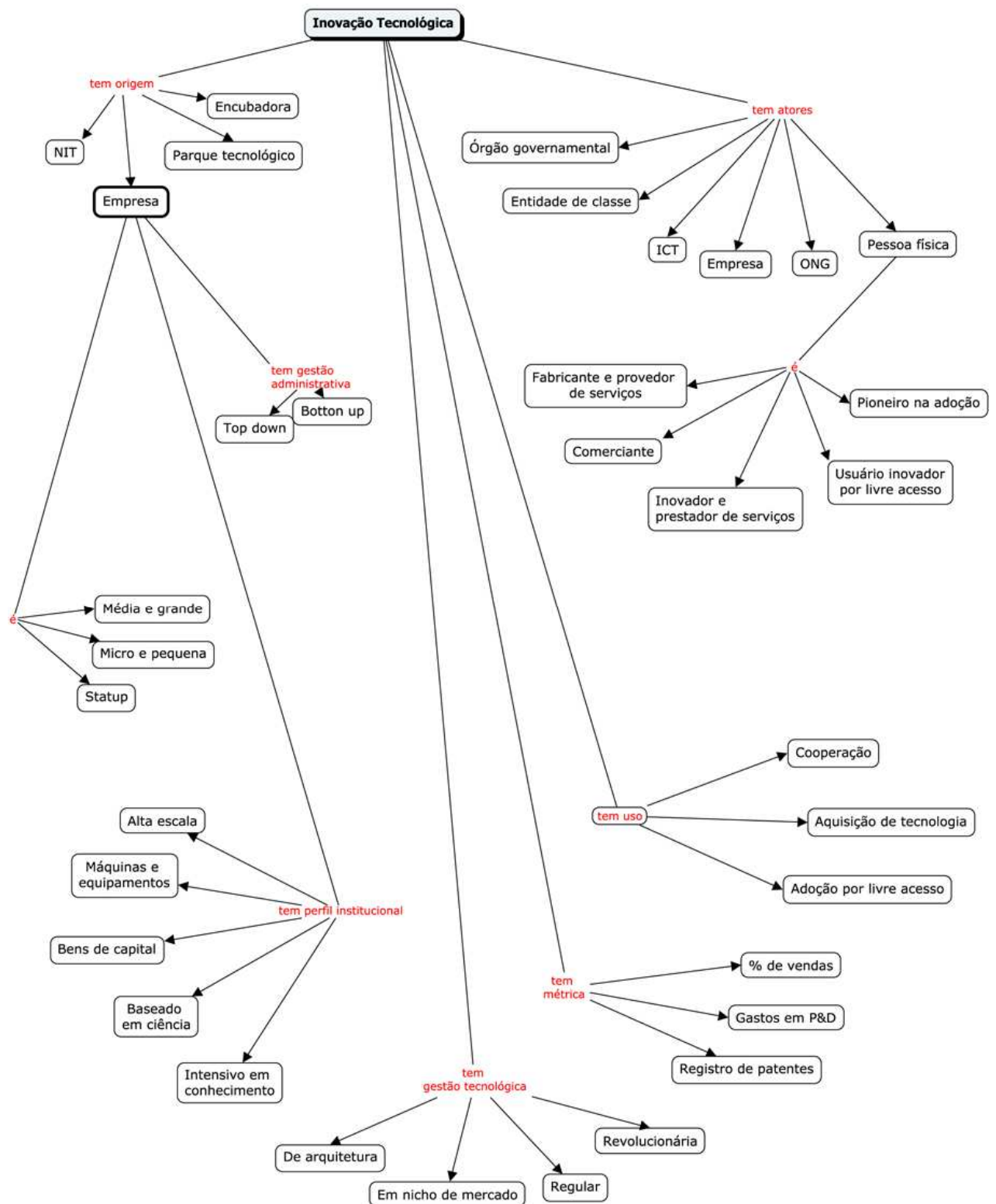
106



Fonte: O autor, com referência à revisão de literatura realizada no capítulo 4 deste estudo.

Figura 4.4
Tipologias da Inovação Tecnológica

107



Fonte: O autor, em referência à revisão de literatura realizada no capítulo 4 deste estudo.

A evolução da terminologia, informada nas tipologias apresentadas neste capítulo e esquematizadas no Quadro 4.2 e nas Figuras 4.3 e 4.4, corroboram com o entendimento de que a Inovação se sofisticava, especializa e aprofunda sua aplicabilidade, agregando valor aos segmentos produtivos como uma ferramenta estratégica em negócio, nos ambientes em que atuam.

É importante evidenciar que este estudo do capítulo 2 ao capítulo 4 tem uma abordagem teórica-conceitual, contextualizando a Inovação com a Informação e o Conhecimento e no âmbito da CI, sua alteração de significado na história das sociedades e as tipologias criadas para formalizar sua aplicação. Nos capítulos subsequentes predomina um conteúdo de natureza empírica, informando sobre instituições e iniciativas que promovem a Inovação e que favorecem o seu desenvolvimento. Destaca o MCTI/Brasil e o fomento promovido à Inovação, o status sobre a Inovação no Brasil e no mundo e exemplos de prática da Inovação em C&T na Física nacional e internacional.

O capítulo 5, a seguir, trata especificamente de iniciativas brasileiras de subsídio à Inovação, seu desempenho e repercussão, tendo como foco o MCTI.

5 A INOVAÇÃO NO BRASIL: INICIATIVAS NACIONAIS E A ATUAÇÃO DO MCTI

Este capítulo apresenta o perfil de atuação brasileiro em Inovação na atualidade, com destaque à Inovação Tecnológica. Busca-se identificar e destacar as principais iniciativas nacionais emergentes de fomento à Inovação, evidenciando a atuação do MCTI na modalidade não reembolsável de fomento, visando a informar sobre desempenho e possibilidades para a sua aplicação.

Esclarecendo, os financiamentos não reembolsáveis são de apoio direto, normalmente concedidos sob a forma de Chamadas Públicas, que preveem apoio financeiro às instituições públicas ou Organizações privadas sem fins lucrativos e empresas brasileiras. Destinam-se a desenvolver projeto de pesquisa científica ou tecnológica ou de Inovação e estudos ou eventos e seminários voltados ao intercâmbio de conhecimento entre pesquisadores, e ainda a contratação de recursos humanos.

A modalidade não reembolsável de fomento do MCTI neste estudo foi oportuna por ser uma iniciativa que, além de dar suporte a todos os tipos de organizações sem fins lucrativos: universidades, centros de pesquisa e empresas de todos os níveis, atende a todas as etapas de desenvolvimento científico, tecnológico, desde a pesquisa básica, à experimental e aplicada e também às iniciativas de Inovação desenvolvidas especificamente por empresas. Como a Inovação ocorre em processo que se inicia normalmente na pesquisa básica, a modalidade não reembolsável de fomento atende a todos os estágios de desenvolvimento produtivo, facilitando a análise da informação. Acrescentando-se ainda que, como fonte de pesquisa, os projetos vencedores tendem a evidenciar o perfil de necessidades e de avanço em segmentos produtivos brasileiros e também evidencia a demanda de uso a estas ofertas.

Nos anos 2000 a Inovação passou a fazer parte da agenda dos ministérios brasileiros, dentre eles, o MCTI. A partir de então se intensifica o grau de articulação entre o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC) e o Ministério da Saúde (MS) em ações de Ciência, Tecnologia e Inovação. A cooperação entre vários ministérios e agências federais foi estabelecida por um conjunto de medidas denominado PITCE (Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior), lançado em novembro de 2003.

O MCTI⁷², como órgão da administração direta do Governo federal, tem como competências estabelecidas pelo Decreto nº 5.886, de 2006 subsidiar os assuntos da política nacional de pesquisa científica, tecnológica e Inovação, no que se refere ao planejamento, coordenação, supervisão e controle das atividades da Ciência e Tecnologia, dentre outras atribuições voltadas a temáticas específicas de Informática e Automação, Biossegurança, Política Espacial e Nuclear e controle da exportação de bens e serviços sensíveis⁷³.

Com a principal meta de intensificar ações cooperativas entre instituições, programas e orçamentos, o Plano Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação, 2007-

⁷² Informações disponíveis em: < <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/337854.html>>. Acesso em: 12 jun. 2014.

⁷³ Bens sensíveis “são todos os materiais, equipamentos e produtos que, de acordo com a Lei nº 9112/95 e seus anexos, são passíveis de utilização em programas de desenvolvimento e fabricação de Armas de Destruição em Massa (ADM) e seus vetores (Mísseis), bem como as tecnologias diretamente vinculadas.” Definição disponível em: <<http://www.comexbrasil.gov.br/conteudo/ver/chave/exportacao-de-bens-sensiveis-r>> Acesso em: 18 jun. 2014.

2010 (chamado de PACTI)⁷⁴ é considerado uma fonte de informação referencial sobre os desafios da CT&I vivenciados no Brasil. Segundo Arbix (2010, p. 26), “o Plano direcionou recursos para investimento e ajudou a triplicar o orçamento do MCT e a elevar os investimentos globais em CT&I de 0,9% em 2002 para estimados 1,4% no final de 2010, em relação ao PIB”.

Entre os principais objetivos deste último PACTI estão a expansão e o fortalecimento: do Sistema Nacional de CT&I; da Inovação Tecnológica nas empresas; da pesquisa, desenvolvimento e Inovação em áreas estratégicas e ainda o incremento da Ciência, Tecnologia e Inovação para o desenvolvimento social. Destaca ainda Arbix (2010, p. 26-27) que esta foi a “primeira vez que um plano de estímulo à C&T, [...] fixou entre suas principais prioridades o apoio à Inovação em empresas” visando estimular um ambiente favorável à Inovação. E, graças aos Fundos Setoriais e às Ações Transversais, que serão abordados a seguir, têm sido possível ao Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) financiar novos projetos em Instituições de Ciência e Tecnologia, (ICTs), que objetivam não somente a geração de conhecimento, mas também sua transferência para o setor produtivo, em cooperação com empresas.

Para promover a articulação e aproximação entre a comunidade científica e tecnológica e as empresas foi criado em 2007 o Sistema Brasileiro de Tecnologia (SIBRATEC). E dois outros programas passaram a existir em 2009: o Programa Nacional de Apoio às Incubadoras de Empresas e Parques Tecnológicos (PNI), de fomento ao empreendedorismo e o Programa Nacional de Sensibilização e Mobilização para a Inovação (Pró-Inova), com alvo em iniciativas de sensibilização, conscientização e mobilização sobre a Inovação como instrumento de crescimento sustentável e competitividade.

Outra iniciativa do Governo para estimular ações cooperativas, envolvendo a Inovação em P&D industrial, foi a criação de parques tecnológicos⁷⁵ (ou de ciência), a partir de 2007. O Governo também implantou o Sistema de Acompanhamento de

⁷⁴ BRASIL. MCTI ([200?]).

⁷⁵ Parques tecnológicos têm como “atividade fim prover ao setor produtivo os serviços, a infra-estrutura e o capital humano adequados à realização de atividades inovadoras. Este modelo permite concentrar, conectar, organizar, implantar e promover a execução de procedimentos inovadores [...]”. (ABDI; ANPROTEC, 2008, não paginado).

Parques e Incubadoras, no Portal Inovação⁷⁶, que na atualidade dá acesso a informações e indicadores de desempenho das incubadoras e das empresas incubadas, de forma padronizada.

Em 2011 foi formalizado o Plano Brasil Maior (PBM), como sendo a nova política industrial, tecnológica e de comércio exterior do Governo Federal, lançada sob o lema "Inovar para Competir. Competir para Crescer"⁷⁷. O PBM tem conformação transversal, integrando iniciativas de vários Ministérios e Órgãos do Governo Federal. Especificamente, a meta do PBM é o fortalecimento da cadeia produtiva do país, a ampliação e a criação de novas competências tecnológicas e de negócios e sua inserção nas empresas, a internacionalização de tecnologia, juntamente com a redução de custos, o aumento da produtividade e a busca de bases mínimas de isonomia para as empresas brasileiras em relação a seus concorrentes internacionais.

E nesta primeira década do século XXI, a importância da Inovação atribuída pelo Governo brasileiro se reflete em iniciativas como em 2010 a criação do dia 19 de outubro como o "Dia Nacional da Inovação" no Brasil, e a incorporação do termo "Inovação" ao Ministério em 2011, passando a denominar-se "Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação" (MCTI) a partir de 02 de agosto de 2011. A elaboração da Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI), em 15 de novembro de 2011, com a participação da comunidade científica e empresarial junto ao MCTI foi também um marco representativo para o avanço da Inovação no Brasil.

Acompanhando as tendências e dificuldades inerentes aos processos de CT&I que ocorrem no Brasil, a Presidência da República sanciona em janeiro de 2016 uma "legislação que regula a relação entre entes públicos e privados, com transparência e segurança jurídica e menos burocracia", nomeado como o "novo Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação". (CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS, 2016)

Em consulta ao documento de planejamento do MCTI 2012-2020, buscando um cenário para reflexão sobre as expectativas de desempenho do MCTI para os próximos anos, destacam-se algumas perspectivas. Consolidar o SIBRATEC, que organiza três

⁷⁶ Portal Inovação, disponível em: <www.portalinovacao.mct.gov.br>.

⁷⁷ BRASIL. MDIC (2014).

tipos de redes temáticas (centros de Inovação⁷⁸, serviços tecnológicos⁷⁹ e extensão tecnológica⁸⁰) é uma destas perspectivas. A criação da Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (EMBRAPII), em 2011, em parceria da Confederação Nacional da Indústria (CNI) e fortalecida pela Mobilização Empresarial pela Inovação (MEI), é uma possibilidade positiva, na expectativa de que a EMBRAPII “atenda a demanda da indústria por Inovação, afastando-se da lógica da oferta, [atuando] como facilitadora da interação entre instituições científicas e tecnológicas e empresas”. (BRASIL. MCTI, p.43)

Nestes últimos anos vem sendo intensificada a articulação entre o Plano Brasil Maior e a ENCTI. O alvo é o uso articulado de instrumentos de incentivos, crédito, subvenção, regulação, poder de compra, mantendo recursos para todas as etapas do ciclo de Inovação, reduzindo assim a defasagem tecnológica em relação a outros países; e prevê-se ampliação de metas compartilhadas entre a iniciativa privada e o setor científico e tecnológico, articulando ações integradas entre seus diversos atores.

Em relação à expectativa de desempenho do MCTI na atualidade, físicos brasileiros em carta aos presidentiáveis em agosto de 2014⁸¹ consideram relevante intensificar a articulação das iniciativas entre as Secretarias Estaduais de Ciência, Tecnologia e Inovação e o meio empresarial para, juntamente com o Governo Federal, ampliar os previstos 1% para 2% do PIB os investimentos totais do país em Ciência, Tecnologia e Inovação.

Nesse sentido, o MCTI na atualidade estuda e negocia com outros Órgãos do Governo Federal a possibilidade de incrementar a receita de alguns dos fundos já existentes, utilizando novos critérios que reorientem essas receitas, além de propor mudanças que atualizem a legislação sobre Inovação no que se refere às necessidades

⁷⁸ Centros de Inovação ou centros tecnológicos são espaços criados para estimular o crescimento e competitividade das micro e pequenas empresas por meio do avanço tecnológico. Adaptado às condições e necessidades locais, o empreendimento concentra e oferece um conjunto de mecanismos e serviços de suporte ao processo de Inovação das empresas, promovendo ainda a interação entre empreendedores e pesquisadores para o desenvolvimento de setores econômicos. Disponível em: <<http://www.desenvolvimento.sp.gov.br/centros-de-inovacao>>. Acesso em: 22 out.2015.

⁷⁹ Os serviços tecnológicos têm como finalidade ofertar às empresas serviços de avaliação da conformidade (calibração, ensaios, análises, certificação) para auxiliá-las na superação de exigências técnicas para o acesso aos mercados interno e externo.

⁸⁰ A extensão tecnológica ocorre quando universidades, empresas e governo estabelecem um elo, criando ambiente de estímulo a processos de Inovação para pequenas e micro empresas. Acontece pela integração entre laboratórios, centros de ensino e de pesquisa regionais e a criação de produtos e serviços, gerando empreendimentos sustentáveis. <http://ois.sebrae.com.br/publicacoes/extensao-tecnologica/>).

⁸¹ Carta na integra encaminhada pela Sociedade Brasileira da Física (SBF), disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/v1/arquivos_diversos/noticias/agosto2014/carta_presidenciais_2014.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2015.

do país e na aplicação de recursos públicos, respeitando a diversidade regional e com ênfase nas parcerias para a formatação de redes e descentralização de programas.

As iniciativas de Inovação hoje em dia fazem parte das diretrizes fundamentais para o desenvolvimento do Brasil.⁸² Gera-se um processo dinâmico (vide Figura 5.1, p. 121), que se constrói no tempo para preencher lacunas e otimizar os programas vigentes para o desenvolvimento sócio econômico do país. O desempenho destas iniciativas mais recentes está atrelado, além das questões de gestão política do país, às condições sócio econômicas locais e mundiais, que são as molas propulsoras que favorecem os atores a investir, a fomentar e a demandar o fomento.

5.1 INICIATIVAS NACIONAIS DE INOVAÇÃO E A ATUAÇÃO DO MCTI

Foi com a atuação cooperativa junto a agências de fomento, como a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e suas unidades de pesquisa, que o MCT passou a intensificar, a partir da década de 1990, o trabalho de execução dos programas e ações que hoje em dia consolidam a Política Nacional de Ciência, Tecnologia (PNCT). De fato, o objetivo dessa política foi transformar e prover gradativamente o desenvolvimento econômico e social do Brasil, ao longo do tempo. E neste período os investimentos do MCT em CT eram gastos basicamente pela Ciência brasileira, sendo que a formalização da Inovação ainda estava em estágio embrionário.

Na Constituição brasileira de 1988, especificamente em seu capítulo 4 que trata da temática de CT, no artigo 218 oficializa-se que “o Estado promoverá e incentivará o desenvolvimento científico, a pesquisa e a capacitação tecnológicas”. A redação deste artigo 218 em 2015, pela Emenda Constitucional 85 (EC85) expande esse compromisso para: “o Estado [...] a pesquisa, a capacitação científica e tecnológica e a Inovação”. E ainda neste artigo, pela EC85, destaca-se: “A pesquisa científica básica e tecnológica receberá tratamento prioritário do Estado [...] O Estado apoiará a formação de recursos humanos nas áreas de Ciência, Pesquisa, Tecnologia e Inovação”. E no artigo 219 deste mesmo capítulo, a EC85 da Constituição brasileira determina que “o Estado estimulará

⁸² Trecho da introdução do relatório do Instituto Inovação, da Inventta Inteligência em Inovação: a eficiência dos mecanismos de fomento à Inovação no Brasil, 2001. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/Inovacao/a-eficincia-dos-mecanismos-de-fomento-inovao-no-brasil>>. Acesso em: 22 jun. 2014.

a formação e o fortalecimento da Inovação nas empresas [...]; e ainda que “O Sistema Nacional de Desenvolvimento de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNDCTI) será organizado em regime de colaboração entre entes, tanto públicos quanto privados, com vistas a promover o desenvolvimento científico e tecnológico e a Inovação”.

A promulgação da EC85 supracitada, em março de 2015, ocorreu motivada por iniciativas do PACTI 2007-2010, que destinou maior atenção à CT&I, inclusive com o desenvolvimento do Sistema Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (SNDCT), que previa uma série de iniciativas para favorecer as empresas a investirem em Pesquisa e Inovação, iniciativas estas que compuseram a EC85.

Dentre os resultados alcançados com o atual SNDCT e os atores envolvidos, há referência no PACTI 2007-2010 sobre:

- Revitalização do Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia (CCT), composto por 13 representantes do Governo Federal, 8 de produtores e usuários e 6 de entidades nacionais representativas dos setores de Ensino, Pesquisa, Ciência e Tecnologia. O CCT tem contribuído para que o diálogo entre os atores se dê em nível estratégico e articulado entre Conselhos Nacionais voltados à CT&I, Academias, Sociedades e Associações Brasileiras de CT e Educação, Fóruns e Agências de CT&I, entre outras instituições;
- Articulação do PACTI com políticas de Desenvolvimento Produtivo, Educação e iniciativas empresariais, em especial com a Mobilização Empresarial pela Inovação (MEI). Formaliza-se esta articulação com propostas de ação e programas de fomento;
- Integração do fomento à Inovação por meio de maior articulação entre a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e a Petrobrás;
- Regulamentação do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), que prevê atuação integrada dos fundos setoriais por meio de ações transversais;
- Aumento do número de bolsas-ano para formação e aperfeiçoamento de pessoal pela CAPES e CNPq; e

- Aperfeiçoamento e consolidação da governança do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI), por meio de marcos legais regulatórios, dos instrumentos da gestão e fomento, e das parcerias institucionais com o setor privado.

Observa-se que as iniciativas atuais do SNDCT para o Governo brasileiro tem alvo em conceitos importantes como **Revitalização, Articulação, Integração, Regulamentação, Aumento, Aperfeiçoamento e Consolidação**. Estes conceitos giram em torno de valores pertinentes a ambientes produtivos e inovadores, associados à novidade, às parcerias, à sistematização, às regras planejadas e ao aperfeiçoamento contínuo, ampliando resultados em torno de melhoria e solidez, considerando os desafios e os riscos envolvidos.

E como as atividades de CT&I contemplam todas as áreas do conhecimento, geram impacto sobre todos os setores econômicos e interferem na qualidade de vida da sociedade. Entende-se que uma articulação estruturada e sistêmica em todos os níveis, relativas a estas atividades, seja necessária para:

[...] a identificação das demandas da sociedade, o mapeamento da oferta de conhecimento e de serviços, o aperfeiçoamento/formulação das políticas e instrumentos e sua efetiva implementação [...], inclusive quanto a programas conjuntos das agências de fomento do MCTI, às Unidades da Federação e quanto à indução da criação e/ou aperfeiçoamento dos marcos regulatórios estaduais, a exemplo das Leis Estaduais de Inovação. (BRASIL. Governo Federal, 2010, p. 217)

O Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI) passou a ocupar uma função relevante no país, dando um impulso no desenvolvimento técnico científico nacional. Neste sentido, DAVIDOVICH⁸³ menciona que:

[...] mais recentemente, instrumentos importantes e originais contribuíram para um aumento dos recursos para ciência, tecnologia e Inovação e para o aprimoramento do arcabouço institucional: a criação dos **Fundos Setoriais**, em 1999, [...] uma poderosa fonte de recursos para a pesquisa científica e tecnológica, da **Lei de Inovação**, em 2004, e da **Lei do Bem**, em 2005, que propiciaram incentivos ao processo de Inovação nas empresas e facilitaram a colaboração entre

⁸³Luiz Davidovich foi Secretário-geral da 4. Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação para o desenvolvimento sustentável, 2010. Possui graduação em Física pela PUC-Rio (1968) e doutorado em Física pela Universidade de Rochester (1975). Atualmente é professor titular da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?metodo=apresentar&id=K4787872H5>>. Acesso em: 15 jan. 2015.

estas e pesquisadores em universidades e institutos de pesquisa, e do **Sistema Brasileiro de Tecnologia (Sibratec)**, cujo objetivo é apoiar o desenvolvimento tecnológico do setor empresarial nacional. (DAVIDOVICH, 2010, apresentação, p. [13]) (grifos meus)

Na realidade, a EC85/15, incorporada ao capítulo 4 da Constituição brasileira, orienta sobre a criação de instrumento de cooperação entre entidades nacionais para fortalecer o Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI). Desta forma, ampliam-se as competências materiais e legislativas nos vários níveis da União (Estados, Distrito Federal e Municípios) para o incremento, não só da Cultura, Educação e Ciência, mas também da Tecnologia, Pesquisa e Inovação. A atuação das iniciativas em sistema possibilitou a transversalidade no remanejamento de recursos de uma categoria de programação para outra, favorecendo projetos restritos a essas finalidades e equilibrando a disponibilização desses recursos, advindos principalmente da FINEP e do CNPq, dentre outras instituições.

Segundo o balanço do Governo 2003-2010⁸⁴:

Um ponto central para a expansão e consolidação do Sistema Nacional de CT&I (SNCTI), previsto no Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Nacional (PACTI/2007) foi o fortalecimento da interação dos atores do SNCTI, visando tanto ampliar a base científica nacional, rumo à consolidação da excelência nas diversas áreas do conhecimento, quanto intensificar a capacitação tecnológica das empresas brasileiras para geração, aquisição e transformação de conhecimento em Inovação. (BRASIL. Governo Federal, 2010, p. 215)

Como ator vinculado ao MCTI, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) na atualidade é uma fundação que tem como principais atribuições fomentar a pesquisa científica e tecnológica e incentivar a formação de pesquisadores. O CNPq tem a missão de “[...] atuar na formulação de suas políticas, contribuindo para o avanço das fronteiras do conhecimento, o desenvolvimento sustentável e a soberania nacional.”⁸⁵ O foco de ação do CNPq amplia-se ao longo do tempo, envolvendo questões econômicas e sociais do país, direcionadas a necessidades específicas de setores técnico científicos, inclusive quanto

⁸⁴ BRASIL. Governo. Balanço do Governo 2003-2010. Pesquisa e desenvolvimento tecnológico. Cap. 5. Disponível em: <https://i3gov.planejamento.gov.br/textos/livro1/1.5_Pesquisa_e_desenvolvimento_Tecnologico.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2015.

⁸⁵ Disponível em: <<http://www.cnpq.br/web/guest/ocnpq;jsessionid=2A7BE93A7DB86A2E2A3179BC7AD247CB>>. Acesso em: 20 jun. 2014.

ao credenciamento de instituições para importar bens com benefícios fiscais em atividades de pesquisa científica e tecnológica.

Nos anos 2000 o CNPq passa a formalizar indicadores de desempenho para CT que hoje são sistematicamente monitorados e que estão disponíveis na página do CNPq, útil para o monitoramento interno e divulgação à comunidade sobre as ações desenvolvidas. A partir desses indicadores, por exemplo, foi possível se obter informações gerais de que, num total de nove áreas do conhecimento alvo do CNPq, a área de Ciências Exatas e da Terra vem obtendo o maior número de projetos aprovados (18%) ao longo destes últimos anos, vindo a seguir o de Engenharias (16%). Em relação a bolsas de estudo o maior número liberado pelo CNPq foi também para a área de Ciências Exatas e da Terra (21%), a seguir as Ciências Agrárias com (16%).

Vinculada ao MCTI, a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) é uma empresa pública brasileira sediada no Rio de Janeiro, que atua no fomento à Ciência, Tecnologia e Inovação em empresas, universidades, institutos tecnológicos e outras instituições públicas ou privadas⁸⁶. A FINEP, como ator do Ministério, passou a ter a missão de promover o desenvolvimento econômico e social do Brasil, por meio do fomento público à CT. Sua atual expectativa é transformar o Brasil por meio da Inovação.⁸⁷

A capacidade de financiar todo o sistema de CT&I, combinando recursos reembolsáveis, não reembolsáveis e de investimento, “proporciona à FINEP grande poder de indução de atividades de Inovação, essenciais para o aumento da competitividade do setor empresarial.”⁸⁸ A FINEP opera seus programas principalmente por três grandes linhas de ação: apoio à Inovação em empresas, apoio às Instituições Científicas e Tecnológicas (ICTs) e apoio à cooperação entre empresas e ICTs.

Na atualidade a FINEP tem uma carteira com 29 fundos: 25 em operação, dois já aprovados pela diretoria e dois encerrados e desenvolve 18 programas e linhas de financiamento no país com esforço em padronizar e aperfeiçoar seus processos internos e sistemas de informações, para racionalizar suas operações.

⁸⁶ Segundo esclarece o Decreto n. 1.808, de 7 de fevereiro de 1996, que aprova o Estatuto da Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP.

⁸⁷ Disponível em: <http://www.FINEP.gov.br/pagina.asp?pag=institucional_empresa>. Acesso em: 27 jun. 2014.

⁸⁸ *Ibidem*.

A FINEP também lançou em 2011 e consolidou em 2013, em conjunto com o BNDES um novo plano de investimento integrado em Inovação do Governo Federal, o Plano Inova Empresa⁸⁹, que prevê a articulação de diferentes atores sociais e a disponibilização de apoio financeiro por meio de crédito, subvenção econômica, investimento e financiamento não reembolsável a ICTs e investimento direto através de programas estruturados e liderados pelos setores produtivos.

O Inova Empresa reforça a atuação do BNDES e da FINEP no financiamento e apoio ao esforço de Inovação das empresas, com prioridade para os setores e as áreas estratégicas definidas na Política de Desenvolvimento Produtivo - PDP (2008-2013) e no Plano Brasil Maior - PBM (a partir de 2013). É uma novidade para o sistema brasileiro de Inovação por prever uma política de integração destes instrumentos de fomento. Segundo Glauco Arbix, Presidente da FINEP:

[...] este novo modelo de suporte à Inovação [...] foi ampliado em 2013 para todos os setores estratégicos das políticas públicas do [Plano Brasil Maior] PBM e da [Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação] ENCTI e pressupõe o crescimento sustentado e harmônico da disponibilidade de recursos disponíveis para as diferentes formas de apoio. (BRASIL. MCTI. FNDCT/FINEP, 2014, p. 166)

Com relação à FINEP, os maiores investimentos dos últimos anos recaem sobre os Fundos Setoriais CTs Infra, Petróleo e o Verde e Amarelo, com privilégio de financiamento às ações transversais com desempenho de 62% em relação às verticais. Informações veiculadas no relatório de gestão 2013 FINEP-FNDCT informa que, de um total geral, de 1242 proposta apresentadas a FINEP neste ano, 524 (42,20%) dirigiram-se a financiamentos não reembolsáveis, sendo 407 destas (77,70%) para chamadas públicas; a maior incidência de solicitação de financiamento dirigiu-se a projetos de Inovação, o que destaca que o país já tem consciência da necessidade de inovar para a manutenção e progresso das empresas. E de um total de 430 projetos aprovados pela FINEP em 2013, 305 deles destinaram-se à modalidade não reembolsável, oferecidos a Instituições de Ciência e Tecnologia (CTs), sendo que 288 foram originados de encomendas, Chamadas Públicas e Cartas-Convite lançadas no mesmo exercício. (BRASIL. FNDCT/FINEP, 2014, p. 32-33). Segundo este último dado, é possível se aferir que as empresas brasileiras tem rara participação direta nestas iniciativas,

⁸⁹ Detalhes sobre a ação deste plano disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Apoio_Financeiro/Plano_inova_empresa/>. Acesso em: 16 maio 2015.

podendo ter com os ICTs vínculos de parceria e subcontratações para a execução dos serviços.

5.1.1 Planos, programas e estratégias de apoio à C&T

Destaca-se que a Inovação se orienta e é conduzida por uma série de planos, programas e estratégias (PBDCT, PACTI, PDP, PBM e ENCTI), que estabelecem compromissos e metas de acordo com as necessidades e possibilidades de desenvolvimento do país, com foco também no cenário internacional (Figura 5.1, p. 121). Sem uma estrutura de planejamento desta natureza, num país de grandes dimensões e peculiaridades regionais como é o caso do Brasil, seria inviável o estabelecimento de políticas de ações efetivas para a Inovação. A efetividade alcançada pela Inovação no Brasil ocorre basicamente porque planos e políticas de ação na atualidade se coadunam e se inter-relacionam em busca de resultados harmônicos e complementares, seguindo as recomendações do Livro Azul⁹⁰ - como é o caso, por exemplo, da ENCTI, que segundo o MCTI, ratifica o papel central da Inovação e foi concebida para ressaltar:

[...] a profícua articulação entre a política industrial brasileira representada pela PITCE de 200 a 2007, pela Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP) de 2008 a 2010 e pelo Plano Brasil Maior (PBM), lançado em agosto de 2011, que têm C,T&I como diretrizes centrais da política de Governo. (BRASIL.MCTI, 2012, p. 23).

Como agentes brasileiros da Inovação nesta Figura 5.1 destaca-se o MCTI com foco na Inovação Tecnológica. O MCTI traça planos de ação de Inovação, seguindo a orientação de uma série de instrumentos legais e de planejamento técnico-financeiro nacional (PNCT, SNCTI, Lei de Inovação, Lei do Bem, PITCE, Marco Regulatório das Organizações da Sociedade Civil). Por este arcabouço de orientações o país garante a disciplina e a padronização de suas ações da Inovação. É a partir destas orientações que as instituições adquirem o conhecimento e a possibilidade de desenvolver sustentabilidade em suas atividades inovadoras no Brasil.

⁹⁰ O chamado Livro Azul reúne as propostas discutidas na 4ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação, convocada por Decreto Presidencial para discutir uma política de Estado para ciência, tecnologia e inovação com vistas ao desenvolvimento sustentável, precedida de encontros estaduais, fóruns de discussão e conferências regionais, o que reforçou ainda mais seu caráter democrático e participativo. Também conhecido como o PAC da Ciência, o Livro Azul inclui elementos importantes de orientação para a superação dos novos desafios da política de ciência, tecnologia e inovação com vistas a uma política de Estado.

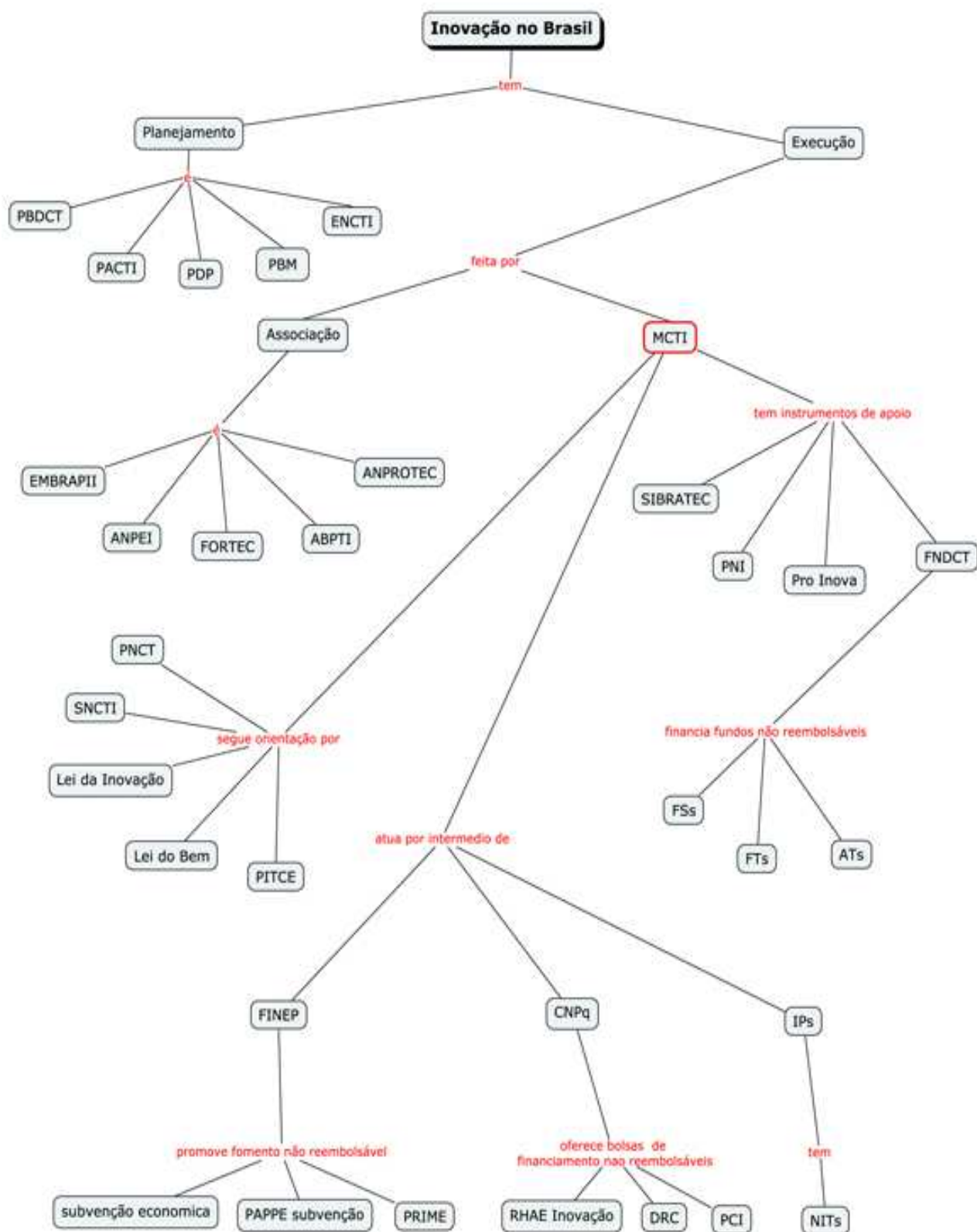
O MCTI, como agente do Governo em Inovação, motiva o uso de instrumentos vinculados ao próprio MCTI de apoio à Inovação. Cada um desses instrumentos foi gerado para atender às necessidades específicas de demandas estratégicas à Inovação (SIBRATEC, PNI, Pro Inova, FNDCT). Relevante destacar o FNDCT por financiar fundos de fomento não reembolsáveis, alvo deste estudo (FSs, FTs, ATs). Sem o FNDCT o destino e a distribuição dos recursos financeiros possivelmente não alcançariam a estabilidade e um desembolso equilibrado entre segmentos produtivos no Brasil, como vem ocorrendo na atualidade. Com a criação dos fundos de fomento houve um benefício geral para o desenvolvimento socioeconômico brasileiro, o que justifica a importância da iniciativa.

A partir da década de 1980, as associações profissionais (EMBRAPII, ANPEI, ABPTI, ANPROTEC E FORTEC), também como agentes de Inovação, passam a atuar como mediadores entre instituições públicas e privadas, buscando o intercâmbio com o Governo, frente ao desempenho da Inovação no país. São importantes representantes e apoiadores nacionais de iniciativas inovadoras, com finalidades e complementares, sendo a mais recente delas a EMBRAPII, fundada em 2013. Sem a atuação destas associações, os programas de Governo neste segmento da Inovação talvez não obtivessem a efetividade que hoje alcançaram com o estreitamento na interlocução das empresas com o Governo e das próprias empresas entre si em conhecer e progredir no domínio da Inovação. Entende-se como meta essencial destas associações o ato de promover a interoperacionalidade.

A participação conjunta entre Governo, MCTI e Representantes destas Associações colabora para que haja uma infraestrutura interligada legal e operacional para a Inovação, em consonância com os planos estratégicos desenvolvidos pelo país. Assim, surgem as políticas, os sistemas e as regras para orientar os processos de Inovação e o MCTI, especificamente, através da FINEP, do CNPq, como entidades vinculadas, e seus institutos de pesquisa colocam em prática as ações de Inovação no país. Estas ações, consideradas principalmente através de fomento não reembolsável, gerado por liberação de bolsas para atualização e intercâmbio profissionais, por desenvolvimento de parcerias e por apoio operacional oferecido pelos Núcleos de Inovação Tecnológica do MCTI às empresas e demais instituições.

Estão apresentadas esquematicamente, na página a seguir, pela Figura 5.2, as iniciativas de fomento reembolsável e não reembolsável, oferecidas pela FINEP, em processo

Figura 5.1
Gestão da Inovação no Brasil



Fonte: O autor, em referência à revisão de literatura realizada no capítulo 5 deste estudo.

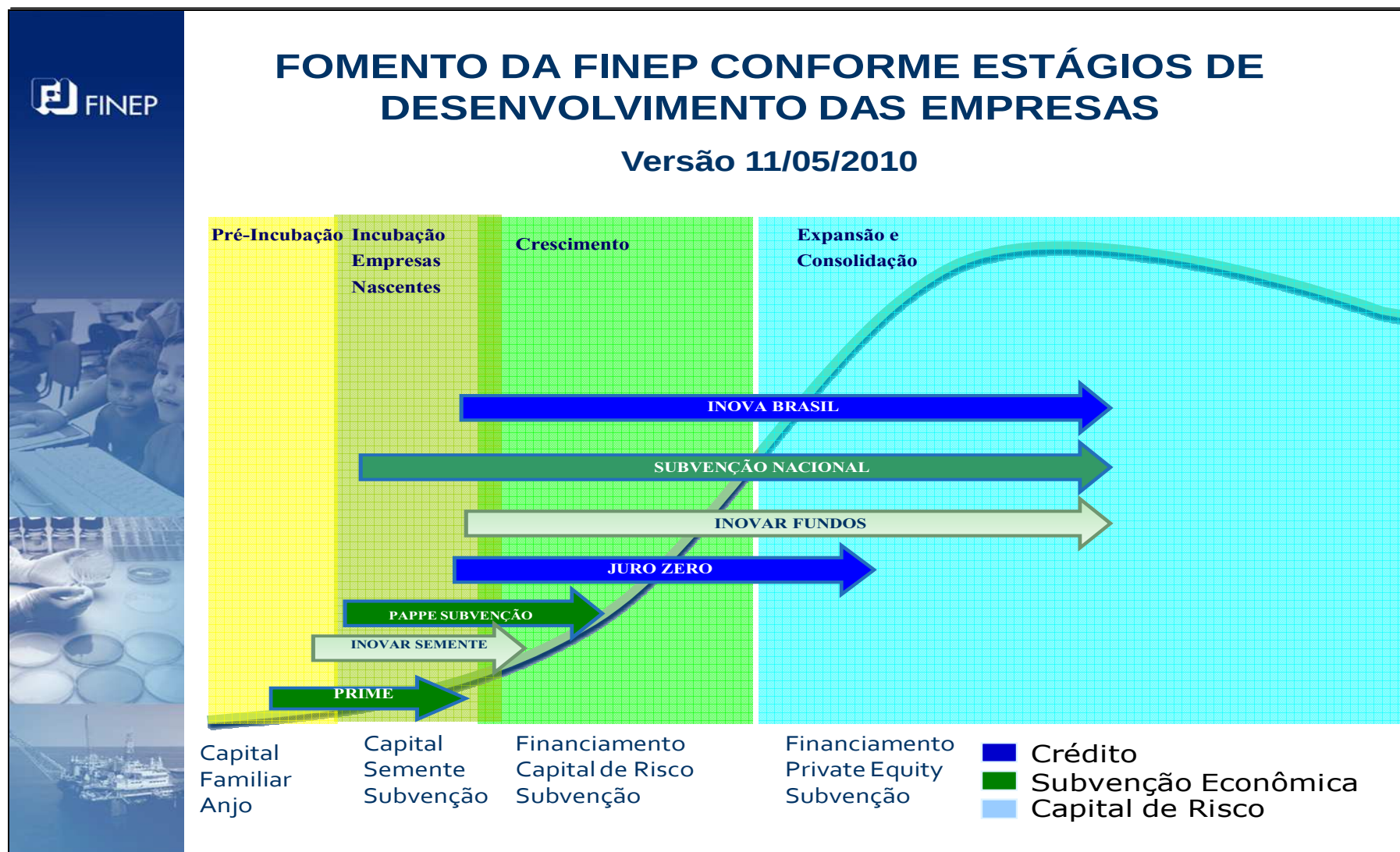
evolutivo de aplicação. Esta figura informa sobre as iniciativas de fomento oferecidas pela FINEP por crédito, subvenção econômica e capital de risco, todas por intermédio do FNDCT. Esclarece sobre as etapas de desenvolvimento de empresas e expõe a existência de fomento do Governo brasileiro em cada uma destas etapas, desde seu processo embrionário até a fase de sua expansão e consolidação. As iniciativas de crédito e capital de risco não foram destacadas neste capítulo, porque não são de apoio direto com financiamento não reembolsável.

Destaca-se, pela Figura 5.2, que na curva de desenvolvimento das empresas/instituições, os programas não reembolsáveis financiados pela FINEP estão presentes em todos os estágios de sua evolução. E pode-se perceber também que o Programa de Subvenção Nacional é o mais abrangente de todos aqueles oferecidos pela FINEP, porque dá suporte desde as iniciativas de encubação até sua expansão e consolidação no mercado. Estas observações sugerem que o Governo opta por assumir uma grande parte dos riscos nos processos de avanço da tecnologia, Inovação e da produtividade no país.

Em relação à formação e qualificação profissional, P&D e Inovação no país, por intermédio da FINEP, o MCTI atua na promoção de fomento não reembolsável, identificado pelos programas: subvenção econômica, PAPPE subvenção e PRIME (Figura 5.2, p. 123). Cada uma destas modalidades de fomento atende a finalidades específicas, atingindo desde as grandes empresas àquelas iniciantes. É fato que estes subsídios têm sido pouco explorados pelas instituições e empresas, por motivos diversos já informados neste capítulo, e que, certamente, se repercute no desempenho global do país em Inovação, frente aos demais países, como informa o Gráfico 5.1, p. 132.

O papel do CNPq, ao ofertar bolsas não reembolsáveis para a formação e qualificação profissional, supre uma lacuna importante nos processos de Inovação no país. Em números absolutos continuam as bolsas de formação e pesquisa liderando as preferências de demanda junto à Academia brasileira. Porém, nestes últimos anos do século XXI a busca por apoio à P&D e Inovação ter aumentado significativamente. Em análise comparativa entre os percentuais dos anos de 2009 e 2014, as bolsas de formação e pesquisa alcançaram 4%, enquanto que as de fomento tecnológico

Figura 5.2 - Iniciativas de Fomento da FINEP



Fonte: Fórum Permanente das MPEs, Brasília-DF, 21 de outubro de 2010. Apresentação feita por Murilo Azevedo Guimarães, Área de Subvenção e Cooperação, FINEP.

alcançaram um patamar de 9%. Pressupõe-se que empresas industriais contribuem para esta mudança de *status*, com tendência ao incremento nos anos a seguir. Busca-se fomento para contratar especialistas nacionais e internacionais para atuar em P&D nas empresas e Universidades, já que, na maioria das vezes, projetos inovadores envolvem muitas etapas de trabalho e despesa adicionais aos compromissos e metas institucionais. (Quadro 5.3, p. 137)

A atuação da FINEP e do CNPq tem papel essencial no fomento à Inovação no país, sem a qual, certamente, o apoio financeiro à tecnologia e qualificação profissional neste segmento seria prejudicado, ou até mesmo nem existiria, se não fosse por subsídio também do BNDES, principalmente os que envolvessem investimentos elevados. Por tradição no país, dificilmente a iniciativa privada, os chamados investidores “anjos”, investem em iniciativas de elevados custos e que representam alto risco financeiro e operacional. Quase sempre, quem arca com este tipo de fomento é o Estado.

Reitere-se que o conhecimento contínuo e atualização profissional agregada às novas tecnologias são fatores críticos de sucesso. O Estado tradicionalmente vem atuando com aumento de eficiência neste sentido. Complementando este apoio profissional advindo das bolsas de fomento, os Institutos de Pesquisa do MCTI, através de seus Núcleos de Informação Tecnológica (NITs) oferecem na atualidade apoio e orientação personalizada às iniciativas de Inovação tecnológica desenvolvidas no país, além de favorecerem a integração entre Institutos de Pesquisa e Universidades com as Empresas.

Por tradição, desde a década de 1970, o SEBRAE⁹¹, mantido por contribuição de empresas brasileiras de médio e grande porte, vem atuando especificamente em apoio ao empreendedorismo e à Inovação nas empresas. Os NITs do MCTI, a partir dos anos 2000, se somam a este esforço do SEBRAE de orientar empresas a inovar, mas com uma missão restrita à Inovação Tecnológica, em apoio à gestão da propriedade intelectual, negociação de parcerias e transferência de tecnologia, entre as instituições participantes. É fato que a abrangência de atendimento do SEBRAE é maior que a dos NITs, em função de suas metas de atendimento mais amplas, o que justifica uma maior demanda de uso a seus serviços, considerando também a questão da tradição da instituição SEBRAE no Brasil há muitas décadas.

⁹¹ Maiores detalhes de informações sobre o SEBRAE disponível em:
<<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae>>. Acesso em: 10 jan. 2016.

Organizações como o SEBRAE e o NIT, com missões institucionais distintas e com perfil direcionado à educação e orientação para a Inovação, são importantes agentes promotores de Inovação, apesar ainda das muitas dificuldades conjunturais e de infraestrutura das empresas no país para inovar.

Apreciando-se esquematicamente o contexto da Figura 5.1, p. 121, tem-se o panorama das principais iniciativas brasileiras de apoio ao desempenho da Inovação na atualidade. Inclui iniciativas que assessoram em nível nacional a Inovação e criam critérios de consecução das metas de promoção de C&T no país. O planejamento de ações de Inovação no Brasil é uma tarefa árdua para um país com suas dimensões continentais e com disparidades regionais de desenvolvimento em C&T. Esses planos visam, além de promover, orientar e também uniformizar a capacidade de geração de Inovação no Brasil. Segundo informam os últimos PINTECs já mencionados neste estudo, há progresso, mas que são tímidos para a diversidade de oferta de fomento em CT&I.

Desta forma, mesmo com a totalidade de iniciativas de Inovação, identificadas pela figura 5.1, em variados níveis e campos de atuação no país, seus resultados de desempenho ainda são considerados inexpressivos em comparação aos países desenvolvidos do mundo, como já analisado neste capítulo sobre o percentual do PIB investido em P&D de vários países (Gráfico 5.1, p. 132), além dos fatores conjecturais do Estado brasileiro e operacionais das empresas, identificados como desfavoráveis ao longo do estudo.

O Governo brasileiro tem consciência desta situação e vem procurando intensificar a adoção de novas estratégias facilitadoras para a Inovação, em busca de minimizar estas dificuldades de desempenho. Um exemplo deste esforço foi a aprovação em janeiro de 2016 do Projeto de Lei da Câmara (PLC) 77/2015⁹², que estabelece uma série de ações para o incentivo à pesquisa e ao desenvolvimento científico e tecnológico no país, o chamado Marco Regulatório das Organizações da Sociedade Civil. Este instrumento tem a função básica de regular a integração entre agentes públicos e privados que compõem o sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação do país nos níveis municipal, estadual e federal, inclusive a participação do Estado no capital social de empresas, além de estratégias para aproximar universidades de empresas e facilitar a isenção de impostos em iniciativas de PD&I, dentre outras. Segundo o MCTI:

⁹² Texto na íntegra que gera a Lei nº 13.243, de 11 de janeiro de 2016. Disponível em: <<http://legis.senado.leg.br/legislacao/ListaTextoIntegral.action?id=250114&norma=269577>>. Acesso em: 20 jan. 2016.

O Marco Legal atualiza a legislação brasileira para facilitar o exercício das atividades de pesquisa científica. O texto prevê a isenção e a redução de impostos para as importações de insumos feitas por empresas na execução de Projetos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação. O marco também amplia o tempo máximo que os professores das universidades federais poderão trabalhar em projetos institucionais de ensino, pesquisa e extensão, ou exercer atividades de natureza científica e tecnológica. (EMPRESA BRASIL DE COMUNICAÇÃO, PESQUISA E INOVAÇÃO, 2016)

Apesar dos obstáculos citados, é reconhecido o progresso da Inovação no país, oficializado pelos números mencionados nas estatísticas apresentadas neste capítulo, mas não na proporção em que ocorre nos Países Desenvolvidos. A diferença de gastos em P&D entre o Brasil e os Estados Unidos, por exemplo, é de pouco mais de 300% (Gráfico 5.1, p. 132), portanto, é previsível que os resultados de desempenho brasileiros em Inovação sejam menores.

Reiterando a análise sobre o desempenho da Inovação no país, com relação ao PIB nacional, argumenta Arbix que:

[...] apesar dos avanços proporcionados pela Lei do Bem, os incentivos efetivamente concedidos foram baixos. Em 2008, o valor desses subsídios foi de aproximadamente 0,08% do PIB [se excluídos os subsídios relacionados com a Lei da informática]. Esse desempenho é apenas um pouco maior do que o do México (0,05%) e muito menor do que o da França (0,18%), dos Estados Unidos (0,22%) e do Canadá (0,23%), países com uma estrutura de apoio à inovação muito mais ampla e completa do que a brasileira. A ampliação desse montante é fundamental para a elevação do nível de Inovação na economia. (ARBIX, 2010, p. 31)

O aumento de investimentos globais do MCTI em P&D para o patamar próximo aos 2% é uma alternativa requerida por sociedades profissionais de pesquisa⁹³, porém é de difícil concretização, face à conjuntura econômica mundial e as próprias dificuldades de gestão do atual Governo Federal.

5.1.2 Panorama de ações de Inovação desenvolvidas no Brasil

Este item apresenta de forma esquemática e classificada, a partir da Figura 5.3, p. 129, um modelo de desempenho da Inovação em C&T no Brasil. Informam-se duas

⁹³ É meta do Governo brasileiro, desde 2003, aumentar os gastos em PD&I para o patamar de 2% do PIB nacional. Disponível em: <<http://www.senado.gov.br/noticias/Jornal/emdiscussao/inovacao/ciencia-tecnologia-e-inovacao-no-brasil.aspx>>. Tema reiterado pelo Presidente da Sociedade Brasileira de Física, disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/v1/index.php?option=com_content&view=frontpage&limitstart=45>. Acesso em: 9 ago. 2015.

sistematizações convergentes e relacionadas à Inovação, que são: referencial temático de C&T e conceito da Inovação. Em apreciação à Figura 5.3 tem-se representada, em sua parte superior, a atuação do Brasil em C&T, a partir de referenciais temáticos, expostos em cinco colunas: Legislação, Agente de Estado, Agente de Empresa, Programa Nacional e Evento Nacional. Na parte inferior desta figura, tem-se representado conceitos que fazem parte do conteúdo deste capítulo cinco e que são classificados no escopo de três processos associados à Inovação: Planejamento, Gestão e Operação.

Cada uma das colunas superiores deste esquema trata de temas essenciais que dão fluência aos processos de Inovação e oferecem informação sobre os principais requisitos que movimentam cada um destes cinco temas.

Quanto aos cinco temas que encabeçam este esquema, resumidamente:

- as **Leis** são importantes instrumentos de regulação técnica, econômica e social e, desta forma, facilitam e dão maior agilidade ao desenvolvimento de projetos tecnológicos de interesse do setor produtivo e do mercado em geral.
- os **agentes de Inovação**, sejam eles do Estado ou da iniciativa privada no Brasil, são os que planejam a oferta de recursos, por um lado, e os que fazem uso destes recursos, por outro lado. É na inter-relação entre estes dois agentes que surgem:
 - o os **programas nacionais de Inovação**, segundo necessidades do segmento produtivo e possibilidades do Estado, desde que ambos favoreçam o cenário produtivo nacional em competitividade com o cenário internacional. O perfil de desenvolvimento da Inovação no país acaba sendo condicionado à oferta de programas de fomento aos agentes inovadores, somado às facilidades regulamentadas pela legislação sobre Inovação.
 - o o dinamismo, a interatividade e a projeção nacional e internacional das iniciativas de Inovação, que dependem da **interlocação** entre seus agentes
 - o em **associações, eventos, conferências** que fazem da Inovação um polo de desenvolvimento e de empreendedorismo no país.

Em apreciação à Figura 5.3, a seguir, é possível se inferir que a inexistência de qualquer uma destas cinco colunas (Legislação, Agente de Ciência, Tecnologia e Inovação, Agente de Empresa, Programa Nacional e Evento Nacional) do cenário de domínio da Inovação resultaria em desequilíbrio para o setor produtivo. Alteraria substancialmente os

conceitos de Inovação esquematizados na parte inferior do esquema que trata de Planejamento, Gestão e Operação. Por exemplo, sem a existência da coluna “Agente de Ciência, Tecnologia e Inovação” nesta Figura 5.3, não seria possível o estabelecimento de uma “Política de CT&I”.

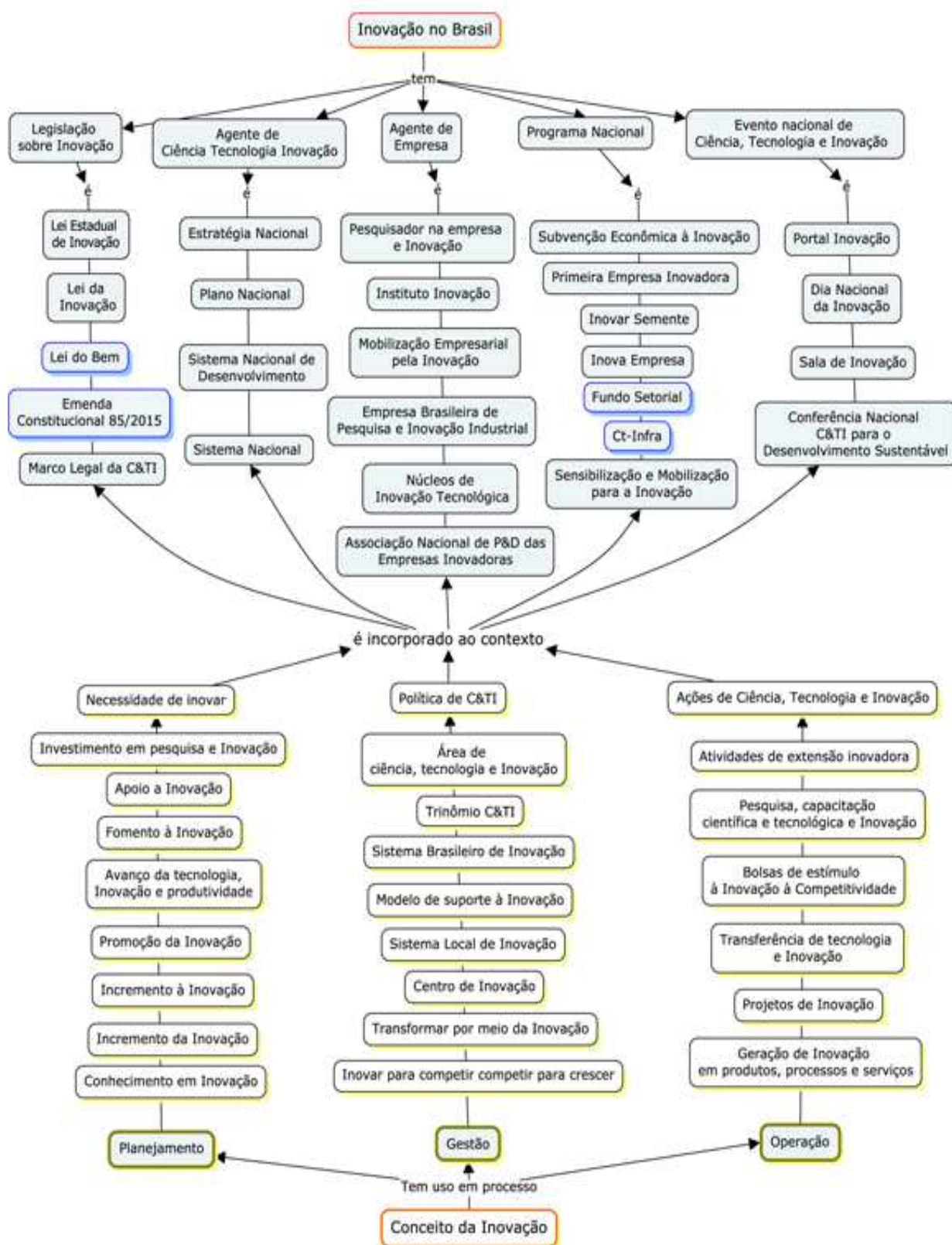
A Lei de Inovação é outro exemplo. Se não fosse criada em 2004, possivelmente o fomento à Inovação e à Pesquisa Científica e Tecnológica seriam afetados nos três processos (Planejamento, Gestão e Operação), vinculados ao conceito de Inovação da Figura 5.3. Nesta situação questiona-se:

- ⇒ Atingiria a produção científica e tecnológica nacional o desempenho que obteve sem o apoio de iniciativas de fomento em P&D e de estímulo ao investimento às empresas, defendidas por esta Lei da Inovação?
- ⇒ Teria hoje em dia a PITCE - Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior a mesma eficiência de estrutura produtiva e capacidade de inovar sem uma regulamentação que privilegiasse a Inovação, que favorecesse a subvenção econômica da forma como previu a Lei do Bem, instituída em 2005?
- ⇒ Estímulos vinculados a Lei do Bem, como exemplo, o abatimento de investimentos em Inovação do Imposto de Renda das empresas, se não existissem, interfeririam no desenvolvimento do país em médio e longo prazos?
- ⇒ Como pôr em prática o mote: “Inovar para competir; competir para inovar” se não houvesse incentivos legais, fiscais e operacionais do Governo, previstos em Lei para gerar Inovação, considerando as já discutidas limitações financeiras e técnico-tecnológicas do segmento produtivo brasileiro?

Estes mecanismos de estímulo à Inovação, apresentados nas colunas da Figura 5.1, p. 121, criados pelo Governo Brasileiro, apesar de não repercutirem em resultados comparáveis aos padrões dos Países Desenvolvidos, apontam que o Brasil desenvolveu uma trajetória de progresso em Inovação. Apesar de existir tradicionalmente no país, uma dificuldade de investimento em C&T e uma deficiência crônica em qualificação de pessoal na maioria das empresas brasileiras, o progresso alcançado por agentes e atores de Inovação, seus programas, legislação e eventos, tornaram a política de CT&I mais próxima de um contexto de competitividade internacional.

Figura 5.3
Domínio e Terminologia da Inovação no MCTI

129



Fonte: o Autor, a partir de terminologia analisada no conteúdo do capítulo 5 deste estudo.

O fato é que a Inovação no Brasil na atualidade não ocorre apenas em empresas multinacionais, como era comum no século XX. Cresce o número de empresas nacionais que inovam. Exemplos na atualidade: Brasken (produção de plástico renovável de baixa densidade); BCMF Arquitetos (construção com energia alternativa); Magazine Luiza (pioneira em loja virtual); Contazul (sistema online que gerencia a gestão de empresas); dentro outras, identificadas como as primeiras no ranking da América do Sul, publicada na revista Exame⁹⁴.

A revista FORBES 2015 destaca várias empresas brasileiras inovadoras, em segmentos produtivos variados: Cristália (fármacos de alta densidade de valor e impacto), Whirlpool (máquina que faz suco, refrigerantes, chás, cafés, frapês, energéticos e até mesmo drinks em segundos, a partir do uso de cápsulas), Elektro (distribuição de energia), Embraer (transporte civil, aerodinâmica com design e arte), Granbio (energia renovável) (FORBES, 2015)⁹⁵.

Sobre financiamento e estímulo à Inovação, menciona o ex-Coordenador Geral do Observatório de Inovação e Competitividade do Instituto de Estudos Avançados da USP, Glauco Arbix, que é atividade essencial no país e que “há lacunas e gargalos enormes, tanto na rede de infraestrutura como nas áreas de pesquisa em fases pré-competitivas das empresas”. Ele evidencia que não há “programas orientados para essa fase pré-comercial no Brasil e que é urgente ampliar o espectro institucional, de modo a:

[...] consolidar um arco diversificado de apoio às atividades de inovação, desde o diagnóstico, passando pelas fases pré-projeto, projeto, execução, incubação e pós-incubação. Sem essa diversidade de instrumentos os esforços de inovação não chegarão até as pequenas empresas, que são fundamentais para liberar o potencial empreendedor da economia. (ARBIX, 2010, p. 32)

Quanto à Organização do Conhecimento, a associação de domínios de conhecimento a conceitos oferece informação e orientação para a tomada de ciência e de decisão em segmentos específicos de conhecimento. O esquema da Figura 5.1, p. 121, visa evidenciar uma das possibilidades de se classificar o domínio da Inovação. Para este estudo, por exemplo, o esquema oferece um panorama sobre o conteúdo denso tratado

⁹⁴ As 10 empresas mais inovadoras da América do Sul. *Revista Exame.com*.

Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/negocios/noticias/as-10-empresas-mais-inovadoras-da-america-do-sul-2/lista>>. Acesso em: 10 fev. 2016.

⁹⁵ 10 empresas mais inovadoras do Brasil em 2015. Brasil Forbes. Disponível em: <<http://www.forbes.com.br/listas/2015/09/10-empresas-mais-inovadoras-do-brasil-em-2015/#foto10>>. Acesso em: 10 fev. 2016.

neste capítulo cinco, alertando que, a exceção de quatro atributos deste domínio da Inovação no Brasil (com marcação em azul), todos possuem raiz ou radical com a palavra Inovação.

Importante ressaltar que os conceitos incorporados à Figura 5.3, p. 129, tem um perfil socio-histórico, portanto, evidenciando que são conceitos dinâmicos e interconectados que se movimentam por necessidades específicas econômicas, sociotécnicas e também culturais.

Contextualizando-se a aplicabilidade das ações de Inovação na indústria, de acordo com o PINTEC⁹⁶ 2011, destaca-se que foram as empresas de médio e grande porte as que mais utilizaram os instrumentos oferecidos pelo MCTI, com primazia ao financiamento destinado para compra de máquinas e equipamentos (25,6%), o que ressalta a preferência das empresas pela compra de tecnologia, ao invés de reforçar seus projetos de geração autônoma de inovações.

Dos programas de financiamento disponíveis, os menos utilizados foram a subvenção econômica (1,0%), talvez pelo desconhecimento das empresas sobre as vantagens desse programa e em como operá-lo; e o financiamento a projetos de P&D e Inovação Tecnológica em parceria com universidades ou institutos de pesquisa (1,3%), constatando ser ainda tênue as relações universidade/CT/empresa.

Comparando o percentual de empresas industriais inovadoras que utilizaram, ao menos, um instrumento de apoio governamental no período 2006-2008 com o resultado observado no período 2009-2011, conclui-se que houve aumento nessa participação: de 22,8% para 34,6%. Cerca de 14.300 mil empresas industriais utilizaram algum incentivo público federal para desenvolver suas inovações de produto e/ou processo nesse último período, número este aproximadamente 64,4% maior do que o verificado no período anterior.⁹⁷

Pelo PACTI de 2007-2010, a meta do MCTI seria investir 1,5 do PIB em P&D, procurando suprir as áreas carentes de desenvolvimento e como também aquelas em que empresas nacionais não querem assumir o risco de investir. Porém, segundo Luiz Antônio Elias, Secretário Executivo do MCTI, houve cortes no orçamento destinado ao setor, e

⁹⁶ A Pesquisa de Inovação (PINTEC) é realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), com o apoio da Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP e do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Disponível em: < <http://www.pintec.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 20 jan. 2015.

⁹⁷ Fonte: BRASIL. MCTI; IBGE; BRASIL. MPOG (2013).

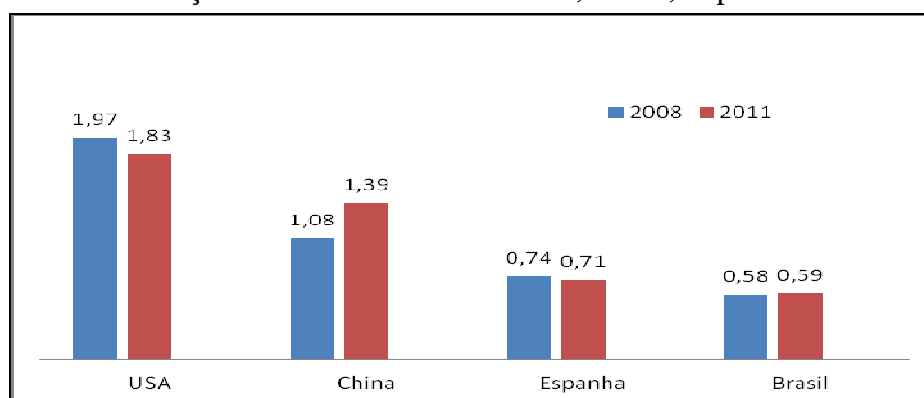
metas estabelecidas antes, como no PACTI 2007–2010, não foram cumpridas. Nesse período, apesar do volume de recursos gastos pela União ter aumentado, a participação relativa global em CT&I não se alterou. Em 2011, o Governo Federal cortou 22,3% do orçamento do MCTI, que ficou em R\$ 6,5 bilhões, abaixo dos R\$ 7,9 bilhões de 2010. Em 2012, os valores foram de novo reduzidos em R\$ 1,5 bilhão, dos R\$ 6,7 bilhões previstos no Orçamento aprovado no Congresso.⁹⁸

Das quatro linhas de PACTIs oferecidas pelo MCTI, o PACTI I, que trata da expansão e consolidação do SNCTI, obteve o maior número de projetos contratados em milhões de reais (R\$ 6.447,54), vindo a seguir o PACTI II, promoção da Inovação Tecnológica nas empresas (R\$4.043,12).

Apesar dos avanços realizados no período recente, o Brasil ainda está em posição desfavorável no que se relaciona ao volume de recursos destinados ao desenvolvimento científico e tecnológico, se comparado a outros países. De acordo com os dados do triênio 2009-2012 da PINTEC informados em De Negri; Cavalcante (2013, p. 3), estes recursos “alcançaram [...] R\$ 24,24 bilhões. Quando comparado ao PIB, esse número representa 0,59% ante 0,58% verificado na edição de 2008 da PINTEC”.

O Gráfico 5.1, a seguir, apresenta dados de 2008 e 2011 do PIB em P&D dos Estados Unidos e China, Espanha e Brasil.

Gráfico 5.1 - Gastos percentuais com P&D empresarial em relação ao PIB 2008 e 2011: USA, China, Espanha e Brasil



Fonte: DE NEGRI; CAVALCANTE (2013, p.7).

⁹⁸ Informação disponível na revista do Senado Federal em: <
http://www.senado.gov.br/NOTICIAS/JORNAL/EMDISCUSSAO/upload/201203%20%20setembro/pdf/em%20discuss%C3%A3o!_setembro_2012_internet.pdf> p. 9. Acesso em: 20 jan. 2015.

A Espanha, que mais se assemelha às condições técnico-econômicas brasileiras, tem entre 0,10 e 0,15 pontos percentuais a mais que o Brasil quanto a investimento em P&D no mesmo período. Destaca-se também que “as empresas arcam com até 75% dos investimentos em P&D no mundo, [enquanto] no Brasil o Estado arca com a metade.”⁹⁹

5.1.3 Bolsas de aperfeiçoamento profissional

É uma constatação conhecida de que uma das principais necessidades de empresas inovadoras é o fomento ao aperfeiçoamento profissional e a especialização (PINTEC, 2011). O MCTI na atualidade oferece cerca de 40 modalidades de bolsas de fomento em várias áreas do conhecimento e em diferentes níveis de escolaridade, com a participação de cientistas e tecnólogos de empresas, de universidades e de institutos de pesquisa. Dentre todas, foram selecionadas aquelas com maior foco na transferência de tecnologia e na Inovação, em três modalidades de bolsa, que são: a RHAIE Inovação, a PCI-D e E e a DCR (Quadro 5.1, p. 135). Há uma breve descrição sobre sua abrangência, a seguir.

O **Programa RHAIE** (CNPq) – Pesquisador na Empresa e Inovação,¹⁰⁰ oferece apoio financeiro, através de bolsas de fomento tecnológico a projetos que objetivem a **inserção de mestres ou doutores em empresas privadas**, de micro, pequeno, médio e grande porte. Este aspecto da intensificação da ciência no ambiente empresarial ainda é débil e representa uma dificuldade para o avanço da Inovação.

Projetos iniciais para estas bolsas RHAIE têm duração de 24 meses e os projetos em andamento, 36 meses. Estão elegíveis para concorrer a esse programa empresas privadas (com fins lucrativos), constituídas sob as leis brasileiras e podem também obter bolsas de longa duração nas modalidades DTI e SET¹⁰¹ os profissionais com vínculo empregatício. Neste caso, o valor da bolsa terá um desconto de 40%, conforme previsto em norma, desde que haja carga horária compatível com o projeto em voga. A desenvoltura deste programa representa a quebra de uma tradição histórica no Brasil, quanto à lacuna no relacionamento

⁹⁹ INVESTIMENTO em pesquisa e desenvolvimento no Brasil e em outros países: o setor privado. *Em discussão*, Brasília, v. 3, n. 12, 2012. Disponível em: <<http://www.senado.gov.br/noticias/Jornal/emdiscussao/inovacao/ciencia-tecnologia-e-inovacao-no-brasil/investimento-em-pesquisa-e-desenvolvimento-no-brasil-e-em-outros-paises-o-setor-privado.aspx>>. Acesso em: 23 jun. 2014

¹⁰⁰ “[...] este programa foi criado em 1987, em uma parceria do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)”. Disponível em: <<http://www.cnpq.br/web/guest/apresentacao14;jsessionid=A0877B5C513965CD7C1C075EC6528C3A>>. Acesso em 23 jun. 2014.

¹⁰¹ DTI é Desenvolvimento Tecnológico e Industrial e SET é Fixação e Capacitação de Recursos Humanos – Fundos Setoriais. Disponível em: <<http://www.memoria.cnpq.br/bolsas/index.htm>>. Acesso em: 19 abr. 2015.

de negócios entre empresa e instituições de ensino e pesquisa; é uma demonstração de que o Governo está atento e entende como prioridade aglutinar estes três os segmentos (empresa, academia e centro de pesquisa)

As **Bolsas DCR** – Desenvolvimento Científico e Tecnológico Regional estimulam a **fixação de recursos humanos em empresas públicas e privadas** de P&D, e microempresas situadas nas regiões e micro regiões com baixo desenvolvimento científico e tecnológico. Estas bolsas do CNPq visam diminuir as desigualdades sócio-técnicas e econômicas no país, priorizando:

- regionalização, quanto às instituições situadas nas regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste (exceto Brasília);
- interiorização com oferta de bolsas em microrregiões de baixo desenvolvimento científico e tecnológico do país; e ainda
- competitividade (DCR empresarial) para atração de doutores, mestres, engenheiros e especialistas em P&D, para que se envolvam em projetos aplicados ao desenvolvimento tecnológico, atividades de extensão inovadora e transferência de tecnologia para empresas destas regiões mais carentes indicadas.

A concessão de bolsas DCR é feita a candidatos formados ou radicados em seus próprios Estados pelo período de até 36 meses, através de cotas administradas por Entidades estaduais de fomento à pesquisa (Fundações de Amparo ou Secretarias Estaduais). Este requisito que favorece a profissionais locais e também incentiva investimentos na formação e qualificação regional, em contraponto aos grandes centros urbanos do país.

O **Programa de Capacitação Institucional (PCI)**, busca a **agregação de especialistas aos Institutos de Pesquisa vinculados ao MCTI**, para viabilizar a execução de projetos científicos e tecnológicos de interesse do MCTI e de acordo com as orientações da Política de CT&I do Governo Federal. Estas bolsas representam a possibilidade de aumentar o nível de qualificação dos projetos gerados pelas ICTs, como também estimula a troca de conhecimentos e a interação entre profissionais. O PCI disponibiliza bolsas de longa duração para recém-doutores nas modalidades:

- Desenvolvimento PCI (PCI-D), com duração de um a 36 (trinta e seis) meses, sendo que profissionais com vínculo celetista ou estatutário não usufruem destas bolsas; e
- Especialista Visitante PCI (PCI-E), com duração de um a 24 (vinte e quatro).

Observa-se a seguir pelo Quadro 5.2, p. 136, que, dentre todas as bolsas oferecidas pelo MCTI nas modalidades de pesquisa e de tecnologia, a maior demanda em concessão de bolsas pelo CNPq no período de 2009 a 2014, foi atribuída à formação e à pesquisa no país (732.414 bolsas-81,11%), frente à modalidade de fomento tecnológico, com uma demanda quase que 4 vezes menor (170.564 bolsas-18,89%). Esta constatação sugere que o MCTI ainda tem um longo caminho a percorrer, com vistas a ampliar o uso de bolsas de fomento à pesquisa aplicada e à transferência de tecnologia.

Quadro 5.1 - Bolsas MCTI para transferência de Tecnologia e Inovação

Modalidade	Objetivo	Período das bolsas
Programa RHAe (CNPq) Pesquisador na Empresa e Inovação	Inclusão de mestres e doutores em empresas privadas	
	• sem vínculo empregatício	Programas iniciais: 24 meses Programas em andamento: 36 meses
	• Com vínculo empregatício: DTI (desenvolvimento Industrial), SET (fixação regional de RH)	36 meses, com 40% de desconto na bolsa
Bolsas DCR – Desenvolvimento Científico e Tecnológico Regional	Estímulo à fixação de RH qualificado em empresas públicas e privadas nas regiões de baixo desenvolvimento em CT	36 meses
Bolsas PCI	Agregação de especialistas nos IPs/MCTI, para aumento no nível de qualificação e troca de experiências nos projetos gerados pelos ICTs	PCI-D: Desenvolvimento: 36 meses PCI-E: Visitante: 24 meses

Fonte: Disponível em < <http://www.cnpq.br/>>. Acesso em 15 nov. 2015.

Ainda, de acordo com o Quadro 5.2, pode-se observar que a concessão de bolsas mantém um ritmo de crescimento ao longo do tempo, com alguns saltos numéricos entre os anos. Entre 2010-2011 houve acréscimo de 6435 bolsas e entre 2013-2014 houve um acréscimo de 3926 bolsas, o que foi quase a metade do ofertado no período anterior. Houve queda na oferta de bolsas em 2009 e 2012, se comparado aos demais anos; em 2009, possivelmente motivada pela crise internacional de 2008, que afetou a CT no Brasil e em 2012 pode ter sido motivada pelo corte no orçamento federal de 2012, onde MCTI perdeu 22% dos valores previstos originalmente por Lei.

Quadro 5.2 - CNPq: número de bolsistas por modalidade de bolsa

Ano	Fomento tecnológico	Form. e pesquisa no país
2009	18.366	99.720
2010	24.307	116.879
2011	30.742	126.265
2012	29.593	128.931
2013	31.815	130.028
2014	35.741	130.591
Total 2009-2014	170.564	732.414

Fonte: MCTI. Plataforma Aquarius. Disponível em:

<<http://aquariusp.mcti.gov.br/app/#/bolsas?t=11>>. Acesso em : 23 jan. 2014

Entre 2009 e 2014 houve destaque a oferta de bolsas pelas Fundações de Amparo à Pesquisa (FAPs) e pelo CNPq como uma das principais fontes de financiamento do Governo brasileiro utilizadas pelas empresas inovadoras, competindo em número com as iniciativas de financiamento para a compra de máquinas e equipamentos. (PINTEC, 2013)

Especialmente nestes últimos anos, tem havido um aumento na demanda de bolsas de pós-doutorado no país, o que é uma evidência de progresso; entretanto, um progresso limitado quanto ao incremento da Inovação nas empresas, visto que “observa-se uma indesejável tendência dos alunos de doutorado a permanecerem no mesmo laboratório onde fizeram o doutorado, muitas vezes continuando o mesmo projeto de pesquisa”. (PENA, 2010, p. 119)

Apesar de a grande maioria dos dados informados, a seguir, no Quadro 5.3 sobre investimento em concessão de bolsas no país de ano para ano, os aumentos percentuais cumulativos referentes aos anos de 2010 e de 2013 informam que apenas as bolsas de estímulo à Inovação (0,8%-1,2%) e as bolsas PCI (1,9%-2,6%), obtiveram aumento percentual. Esta constatação sugere haver um estímulo às ações de Inovação e de capacitação profissional nas instituições, na atualidade. Porém há que se perceber que

existe uma ampla distância percentual entre a modalidade de bolsas para produtividade, tecnologia e Inovação, em relação à de produtividade em pesquisa nos dois anos informados (0,8%-1,2% x 37,3%-31,3%). Por tradição no país, as bolsas para pesquisa continuam sendo as mais demandadas.

Quadro 5.3 – CNPq: Bolsas no país:
investimentos realizados segundo modalidades (2009-2013)

Modalidade		Valor numérico					Valor %	
		2009	2010	2011	2012	2013	2010	2013
Bolsas de Estímulo à Inovação à Competitividade		92.569	116.727	147.698	166.369	203.037	17,5	22,5
Bolsas de Estímulo à Pesquisa		247.073	303.628	336.593	359.504	408.567	45,4	45,2
	Produtiv. e Desenv. Tecn. e Ext. Inovadora	2.002	5.134	7.695	9.976	10.745	0,8	1,2
	Produtividade em Pesquisa	209.289	249.395	266.270	267.899	282.609	37,3	31,3
Bolsas de Form. e Qualificação		225.370	236.031	257.370	259.528	269.429	35,3	29,8
Pós-Graduação	Doutorado	225.370	236.031	257.370	259.528	269.429	35,3	29,8
Outras		12.332	12.530	19.223	21.577	23.228	1,9	2,6
	Capacitação Institucional/PCI	12.332	12.530	19.223	21.577	23.228	1,9	2,6
Total		577.344	668.917	760.885	806.977	904.261	100	100

Fonte: CNPq/AEI.

Valores extraídos de (1.2.1 Mod_PaisExt_9613_)

Notas: Inclui recursos dos Fundos Setoriais.

Não inclui bolsas de curta duração (fluxo contínuo)

Também se destacam outros programas de fomento a bolsas, oferecidos pelas FAPs e pelo Programa Recursos Humanos para Áreas Estratégicas - RHAE-Inovação, do CNPq, o que denota haver maiores exigências de qualificação profissional no mercado.

Este item 5.1 possibilitou uma apreciação das principais iniciativas e desempenho e de investimento em CT&I no país, com foco na atuação do MCTI, ressaltando que este tema vem sendo tratado ao longo de vários subitens deste capítulo.

Com relação às ofertas não reembolsáveis de fomento pelo MCTI à Inovação no país, detalhes sobre esse tema encontram-se no item 5.2 deste estudo, a seguir, sobre iniciativas de fomento e que contemplam os fundos setoriais e as ações transversais.

5.2 O FNCDT E A GERAÇÃO DE FOMENTO À CT&I

Neste item destacam-se iniciativas de fomento que o Governo promove por intermédio dos chamados fundos, que, segundo o BNDES¹⁰² “são fontes de recursos estatutárias ou legais, [sob a forma de dinheiro ou outros valores] com condições e procedimentos operacionais específicos”, para financiar uma necessidade, programa, projeto, geralmente por uma Organização ou Governo. “Os fundos incluem crédito, capital de risco, doações, subvenções, poupança, subsídios e impostos”. Captações tais como doações, subvenções e subsídios que não têm exigência direta para o retorno do investimento são descritos como financiamento não reembolsável.¹⁰³

Desde os primeiros planos de financiamento instituídos no Brasil pelo MCT, a partir do FUNTEC, constituído em 1964, percebe-se que há uma ligação direta entre Governo, Educação, Tecnologia, Inovação e Empreendedorismo, como sendo uma consequência natural do progresso. É fato que as instituições buscam no Estado suprir muitas de suas necessidades emergentes de fomento à CT&I, principalmente quando estas não são suportadas por outros investidores. E ainda pode-se perceber que essas necessidades de fomento vão se movimentando e variando, a partir das características de desenvolvimento que vão sendo alcançadas no país. A maioria dos fomentos promovidos pelo MCTI tem características complementares e cumulativas.

O FNDCT, o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, é de natureza não reembolsável, em vigência no Brasil desde 1969¹⁰⁴ e administrado pela FINEP, a partir de 1971. Desde sua criação, a FINEP tem a meta de financiar a expansão do sistema de CT no Brasil e promover a articulação entre iniciativas de pesquisa, ensino, e aplicações tecnológicas, sendo ainda responsável por todas as iniciativas de natureza técnica e administrativa necessárias à gestão do Fundo.¹⁰⁵ Na atualidade o FNDCT apoia iniciativas que envolvem o Plano Básico de Desenvolvimento Científico Tecnológico (PBDCT) e suas metas são:

¹⁰² BRASIL. BNDES. Programas e fundos. Disponível em: www.bndes.gov.br/siteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Apoio_Financeiro/Programas_e_Fundos/. Acesso em: 20 set. 2015.

¹⁰³ Esclarecimentos em BUSINESS dictionary. Disponível em: <http://www.businessdictionary.com/definition/funding.html>. Acesso em: 29 set. 2015.

¹⁰⁴ Criado pelo Decreto Lei nº 719/69.

¹⁰⁵ Maiores detalhes ver: BARBIERI (1993).

[...] acionar estratégias para ordenar as interações e multiplicá-las, para dirimir conflitos e evitar superposições, para aumentar o fluxo de informações e para estimular a geração e a transferência de tecnologias, endógenas e exógenas, para o setor produtivo [...] tendo agora como focos a produção científica de vanguarda e a geração de inovações em produtos, processos e serviços. Intensifica-se o relacionamento internacional na área. (LONGO; DERENUSSON, 2009, p. 516).

O padrão de financiamento que vigorou do final da década de 1960 até 1997 foi baseado em recursos do orçamento fiscal alocados diretamente no FNDCT e operados pela FINEP, para aplicação direta em projetos de Ciência e Tecnologia (CT). Os recursos foram também utilizados na composição de contrapartidas aos empréstimos externos obtidos nos Organismos internacionais, para complementar os recursos orçamentários, em especial, do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e do Banco Mundial (BIRD), e também em aumento do capital da FINEP. Além disso, como Secretaria Executiva do FNDCT, a FINEP tinha a difícil incumbência de gerenciar e controlar a caixa deste fundo e colaborar com a destinação dos recursos, definindo a maioria das prioridades sobre sua aplicação.

A partir de 1999 com a criação dos Fundos Setoriais¹⁰⁶, o modelo de gestão do FNDCT para estes fundos passou a se constituir por Comitês Gestores multissetoriais, que possibilitaram, de certa forma, a participação de setores da sociedade nas decisões sobre a aplicação dos recursos dos Fundos, permitindo uma gestão compartilhada de planejamento, concepção, definição e acompanhamento das ações de pesquisa, desenvolvimento e Inovação.

Entre 2004 e 2006, a partir da Lei de Inovação¹⁰⁷, esse modelo de gestão aos Fundos, se tornou mais complexo, exigindo maior capacidade de integração e coordenação ao processo de tomada de decisões, para fazer cumprir as determinações da Lei. Tais fundos se originam de fontes diversificadas, fontes estas que até 2007 se beneficiavam das pesquisas para as quais se destinam as suas contribuições; nesta situação, a expectativa era a criação de um círculo virtuoso, no qual a pesquisa e suas fontes de financiamento se fortalecessem mutuamente, criando um mecanismo estável de financiamento de CT e de Inovação Tecnológica.

¹⁰⁶ Os Fundos Setoriais de Ciência e Tecnologia são instrumentos de financiamento de projetos de pesquisa, desenvolvimento e Inovação no país.

¹⁰⁷ A Lei nº 10.973/2004, que dispõe sobre incentivos à Inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo.

Com a regulamentação do FNDCT de 2007, mudanças ocorreram no processo de definição e aplicação dos recursos dos Fundos Setoriais, com a implantação da Lei n.º 11.540, de 12 de novembro de 2007, e do Decreto n.º 6.938, de 13 de agosto de 2009. A administração destes recursos passou a ser feita de forma global. Esta regulamentação, por decisão do Conselho Diretor do FNDCT e dos Comitês de Coordenação dos Fundos Setoriais (CCFs) estabeleceu a atuação integrada dos FSs por meio de ações transversais, o que anteriormente ocorria de forma dispersa e fragmentada. Houve uma desvinculação dos dispêndios à respectiva fonte de arrecadação e foi então criado o Conselho Diretor do FNDCT, composto por membros de Governo, representantes da comunidade científica e do setor empresarial. Este Conselho hoje é responsável pela definição das políticas, diretrizes e normas para a utilização destes recursos do Fundo, visando à consolidação da estrutura de gestão estabelecida no período anterior. E instituiu-se o Comitê de Coordenação dos Fundos Setoriais – CCF e o plano de investimento anual do FNDCT.

E este modelo de governança vem se aperfeiçoando com o tempo e as necessidades de gestão passaram a se alinhar à estratégia nacional de desenvolvimento do Plano Brasil Maior, instituído desde 2001. Processos complexos de planejamento, decisão, alocação e aplicação de recursos, com o envolvimento de vários Órgãos colegiados e instâncias operacionais, tem como meta atender ao último documento da ENCTI (2012-2015), com a finalidade de impulsionar a economia brasileira por meio do trinômio CT&I.

Os recursos do FNDCT hoje em dia são aplicados primordialmente em três segmentos de desenvolvimento no país. O primeiro deles, na expansão e modernização da infraestrutura de pesquisa, na modernização e capacitação de laboratórios e centros de estudos e em pesquisa de universidades e instituições de CT. O segundo segmento de aplicação é em apoio aos Núcleos de Inovação Tecnológica (NITs), à modernização dos institutos de pesquisa para prestação de serviços ao setor produtivo, ao programa de parceria universidade-empresa, ao programa nacional de incubadora, efetivando a Política Industrial Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE). E o terceiro segmento de utilização destes recursos é na defesa e soberania nacionais e na ciência e tecnologia para o desenvolvimento social.

As receitas que alimentam o fundo têm diversas origens: royalties, parcela da receita das empresas beneficiárias de incentivos fiscais, Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico (CIDE), compensação financeira, direito de passagem, licenças e

autorizações, doações e empréstimos, além de devoluções de recursos ao próprio FNDCT. E mais de 95% das despesas do FNDCT é destinada a financiamento de projetos.¹⁰⁸

Os recursos públicos são repassados às instituições por meio de diversos mecanismos de apoio direto e indireto à Inovação, tanto do Governo Federal como dos Governos Estaduais, por meio de agências de fomento e bancos de desenvolvimento. Estes recursos também se destinam a empresas, que por serem reembolsáveis não serão analisadas neste estudo, o chamado capital empreendedor ou de risco, como *seed*¹⁰⁹ e *venture capital*¹¹⁰, *private equity*¹¹¹ e investidores anjos¹¹².

O MCTI é responsável por desenvolver programas de fomento em diversificados setores produtivos, focado nas orientações do Sistema Nacional de CT&I, na promoção da pesquisa e da Inovação em áreas estratégicas, e em infraestrutura¹¹³ para empresas e institutos acadêmicos e de pesquisa. O conteúdo do estudo, a seguir, recairá sobre as linhas da política de CT&I do MCTI na modalidade não reembolsável, a partir de 2009, direcionadas à infraestrutura de CT&I e às iniciativas de transferência de tecnologia para fins industriais, incluindo algumas atuações transversais¹¹⁴ do MCTI.

¹⁰⁸ Disponível em: <http://www.FINEP.gov.br/pagina.asp?pag=fndct_principal>. Acesso em: 5 maio 2015.

¹⁰⁹ O *seed*, conhecido também como capital semente disponibiliza capital para desenvolvimento de uma ideia ou conceito até o momento em que sua viabilidade possa ser avaliada. O investimento é feito na fase inicial do novo negócio. Disponível em: <<http://www.anpei.org.br/modalidades-de-apoio-a-inovacao>>. Acesso em: 5 maio 2015.

¹¹⁰ O *venture capital* investe em empresas novas ou já estabelecidas com a expectativa de ganhos acima da média do mercado. O capital de risco utilizado provém de um fundo de investidores e é direcionado à empresas já estabelecidas de pequeno e médio portes, com potencial de crescimento. Os recursos financiam as primeiras expansões e levam o negócio a novos patamares no mercado. Disponível em: <<http://www.anpei.org.br/modalidades-de-apoio-a-inovacao>>. Acesso em 5 maio 2015.

¹¹¹ O *private equity* investe em empresas já consolidadas e com faturamento expressivo. O objetivo desse tipo de recurso é dar um impulso financeiro à companhia para que ela se prepare para abrir capital na bolsa de valores, por exemplo. (<http://www.anpei.org.br/modalidades-de-apoio-a-inovacao>).

¹¹² Investidores anjos são pessoas físicas que, por meio de uma pessoa jurídica, investem em empresas nascentes (*startups*). Tem normalmente uma participação minoritária no negócio e não ocupa posição executiva na empresa, mas apoia o empreendedor com seu conhecimento, experiência e relacionamento, além dos recursos financeiros. Disponível em: <<http://www.anpei.org.br/modalidades-de-apoio-a-inovacao>>. Acesso em: 5 maio 2015.

¹¹³ Infraestrutura como sendo o conjunto de elementos que possibilitam a produção de bens e serviços de uma sociedade, a expectativa do MCTI neste sentido é “consolidar a infraestrutura de pesquisa científica e tecnológica do País, por meio do fomento a projetos individuais e coletivos, incluindo as redes formadas por universidades, centros de pesquisa e institutos tecnológicos. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/73416.html>>. Acesso em: 23 jun. 2014.

¹¹⁴ Atuação transversal consiste num trabalho desempenhado nos mais diversos Órgãos públicos e na execução das mais variadas políticas de Estado, em busca de gerar e reunir informações relevantes, produzir diagnósticos e cenários de valor estratégico, transmitir boas práticas entre áreas da Administração, bem como auxiliar na previsão e prevenção de gargalos, e na promoção de ajustes na gestão intra e intergovernamental.

Atualmente as diversas ações que incorporam o FNDCT canalizam cerca de 50% de todo o orçamento do MCTI¹¹⁵, e são agrupadas em Fundos de CT, que hoje em dia são 17 que, por categorias, distinguem-se em:

- 15 Fundos Setoriais (FSs), chamados de fundos verticais, que são instrumentos de financiamento de projetos de pesquisa, desenvolvimento e Inovação vinculados a setores específicos, discriminados por áreas de CT's: aeronáutico, agronegócio, Amazônia, aquaviário, biotecnologia, energia, espacial, hidro, info, mineral, petro, saúde, transporte e funtell¹¹⁶ e FSA¹¹⁷. Destes 15 Fundos Setoriais, 13 deles alocam recursos em setores específicos, denominados de ações verticais, a exceção dos CTs de Energia e Saúde.
- 2 Fundos Transversais, que apoiam a integração e a infraestrutura dos Fundos Setoriais: um é o Fundo Verde e Amarelo (FVA), voltado para o apoio à interação universidade-empresa, e o outro o CT-Infra, destinado a apoiar a melhoria da infraestrutura de instituições de pesquisa – Instituições Científicas e Tecnológicas - ICTs. Para cada um desses fundos foi criada uma rubrica orçamentária específica, em virtude de terem programação orçamentária diferenciada no âmbito do FNDCT.

5.2.1 Fundos Setoriais (FSs) e Ações Transversais (ATs)

Os FSs de Ciência e Tecnologia existem desde 1999 e foram criados para garantir investimentos sólidos e permanentes na pesquisa científica e tecnológica do Brasil. Desde sua implantação, os Fundos Setoriais têm se constituído no principal instrumento do Governo Federal para alavancar o sistema de CT&I do país. Eles têm possibilitado a implantação de inúmeros novos projetos nos ICTs que objetivam a geração de conhecimento e sua transferência para as empresas. Projetos em parceria têm estimulado maior investimento em Inovação Tecnológica por parte das empresas, contribuindo para melhorar seus produtos e processos e também equilibrar a relação entre investimentos públicos e privados em Ciência e Tecnologia.

Os FSs têm ainda a peculiaridade de integrar quatro Ministérios em sua gestão (MCT, MEC, Ministério das Comunicações, e Ministério das Minas e Energia), com o

Disponível em: <<http://www.anesp.org.br/files/Proposta%20ANESP%20sobre%20mobilidade.pdf>>. Acesso em: 21 jun. 2014.

¹¹⁵ BRASIL. MCTI. (2012. p. 26).

¹¹⁶ Funtell é Fundo Setorial para o Desenvolvimento Tecnológico das Telecomunicações.

¹¹⁷ FSA é Fundo Setorial do Audiovisual.

benefício de um envolvimento mais abrangente do Estado neste programa, o que potencializa a geração mais eficiente de resultados. Outro aspecto que se destaca é que alguns dos fundos reservam cotas mínimas substanciais para as regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, o que é um passo importante para a desconcentração e a diminuição das disparidades no desenvolvimento da CT&I em território nacional.

Quanto ao nível de solicitação e de liberação de fomento (projetos contratados) no Brasil para a infraestrutura de P&D (Quadro 5.5, p. 147), destaque se dá ao Proinfra, de ação transversal, – Programa de Apoio à Infraestrutura de Pesquisa, por estar no topo da lista dos Fundos Setoriais com maior adoção e aprovação, desde sua criação em 2000. Este programa libera verbas por chamada pública, prevendo recursos não reembolsáveis originários do FNDCT, por intermédio do Fundos Setoriais CT-Infra.

De forma indireta, o ProInfra atua em Inovação, na medida em que favorece a modernização de laboratórios de pesquisa e a participação de mestres e doutores em iniciativas de P&D, além de apoiar projetos de implantação, modernização e recuperação de infraestrutura física de pesquisa à Instituições públicas de ensino superior e de pesquisa e também às Organizações sociais.

Atualmente o ProInfra libera recursos em quatro modalidades: sistêmica - com investimentos para efetivar o compartilhamento em rede de instituições; institucional - para proporcionar condições de expansão e/ou consolidação da pesquisa em P&D, de acordo com a estratégia institucional; fomento qualificado à pesquisa - para uso comum de instituições nacionais em áreas temáticas estratégicas definida pelo MCTI; e projetos inovadores - associados a novas modalidades de atuação em CT, aprovados por concorrência.

O Programa Verde e Amarelo, de ação transversal para a cooperação tecnológica Universidade-Empresa¹¹⁸, é mantido por recursos do Fundo Verde e Amarelo (FVA). Ele age na capacitação das instituições de ensino superior brasileiras em múltiplos aspectos, que segundo informa a FINEP, dizem respeito a:

¹¹⁸ O FVA foi criado por meio da Lei N.º 10.168 de 29/12/2000 e tem como principal objetivo estimular o desenvolvimento tecnológico brasileiro, mediante programas de pesquisa científica e tecnológica que intensifiquem a cooperação de Instituições de Ensino Superior e centros de pesquisa com o setor produtivo, contribuindo assim para acelerar o processo de Inovação Tecnológica no país. Disponível em: <https://www.FINEP.gov.br/fundos_setoriais/verde_amarelo/documentos/ct-fva00diretrizes.pdf>. Acesso em: 15 jan 2015.

[...] o desenvolvimento de empresas de base tecnológica, incubadoras e parques tecnológicos, por meio de incubadoras de empresas, parques tecnológicos, fomento ao desenvolvimento do mercado de capital de risco e do incentivo ao investimento privado em empresas de tecnologia [...] estudos de viabilidade técnica e econômica, desenvolvimento de protótipos e de planos de negócios e apoio a transferência de conhecimento para as MPEs, apoio a organização e consolidação de Arranjos Produtivos Locais (Pólos Industriais ou Tecnológicos, 'clusters' ou Sistemas Locais de Inovação) e Cadeias Produtivas Regionais. (BRASIL. FNDCT/FINEP, 2002, p. 139)

Dentre os dois programas gerados por fundos transversais, o FVA, frente ao Proinfra, tem um desempenho tímido (2,92% X 23,05%), segundo o relatório acumulado até 2014, veiculado na plataforma Aquarius do MCTI. Apesar desse resultado, o FVA ocupa a 6ª posição, considerando os 12 CTs investigados neste relatório. Com a cultura na Inovação se expandindo cada vez mais nas empresas, a demanda por recursos do FVA tende a se intensificar.

Apesar do impacto positivo dos Fundos Setoriais sobre a produção científica, que obteve um aumento em torno de 5% a 6% entre os anos de 2000 a 2008¹¹⁹ e um significativo sucesso para as empresas quanto à qualificação de pessoal e à concessão de crédito entre os anos de 2001 a 2006¹²⁰, argumentam Nascimento e Oliveira que neste período:

[...] as ações apoiadas ainda eram segmentadas e dispersas, careciam de prazos e procedimentos uniformes e de coordenação entre si, além de apresentarem problemas de eficiência na aplicação dos recursos e ainda pouca integração com as políticas então vigentes de desenvolvimento nacional (particularmente a Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior – PITCE). Esse diagnóstico subsidiou mudanças significativas na governança dos Fundos Setoriais já em 2004, em especial a criação do Comitê de Coordenação dos Fundos Setoriais (CCF), a unificação dos calendários das reuniões dos comitês gestores de cada fundo e a instituição das ações transversais. (NASCIMENTO; OLIVEIRA, 2013, p. 76)

Milanez (2007, p. 132-133) também destaca que os elevados custos de transações decorrentes da manutenção de uma estrutura de gestão destes fundos prejudicavam a eficácia de sua operação.

Tentando sanar estas distorções foi criado em 2007 o Conselho Diretor do FNDCT, no esforço estratégico para a solução, principalmente da fragmentação dos recursos e da

¹¹⁹ KANNEBLEY JR.; CAROLO.; NEGRI (2013).

¹²⁰ ARAÚJO (2010).

governança dos FSs, em especial, quanto à operação dos Comitês Gestores específicos de cada fundo, antes sem uma coordenação central.

Os dados informados na Plataforma Aquarius¹²¹ sobre o desempenho do MCTI com os Fundos Setoriais entre os anos de 2009 e 2014 mostram que os recursos foram distribuídos preferencialmente por chamadas públicas e neste período tiveram uma demanda de 16.479 projetos, com valor médio de R\$7.831,62, cada.

Quanto ao uso dos FSs, o Quadro 5.4, a seguir, esclarece sobre o perfil de evolução de seus números e o valor dos projetos contratados. Percebe-se que houve um crescimento expressivo de projetos apresentados entre os anos de 1997 a 2010, declinando a demanda nos últimos quatro anos, sendo a queda abrupta de 2013 em diante ($3.255 > 925 > 883 > 192$). E, com relação aos recursos liberados para os fundos, houve uma variada oscilação de valores no período. Em 2013, apesar do número de projetos ter declinado de 1.925 para 883, o valor de recursos liberados para os projetos se manteve praticamente nos mesmos patamares em milhões de Reais de 1.391,04 para 1.484,62, de 2012 para 2013, respectivamente, com um ligeiro aumento; podendo significar uma tendência do MCTI por concentração dos recursos, considerando a seletividade e a natureza dos projetos aprovados.

Há ainda a evidência de aumento de demanda para os recursos do FNDCT, a partir de 2010, e que deve ter gerado uma minimização dos recursos financeiros para outros programas já agendados; além do que, segundo a opinião de Pedro Wongtschowski¹²² em palestra apresentada em 2014¹²³, houve queda no desempenho dos FNDCT (e consequentemente para os FSs) em função também da perda de recursos do CT-Petro (cerca de 40% do FNDCT), que a partir de 2014 tem seu capital integrado ao Fundo Social do Pré-Sal; somado também a inserção do programa Ciência sem Fronteiras no FNDCT (R\$ 767 milhões), que dispersou os recursos dos FSs; e ainda a previsão de haver os riscos de contingenciamento em tempos futuros.

O investimento do CNPq nos Fundos Setoriais atingiu um percentual de 74,04%. O CNPq investiu quase três vezes mais que a FINEP (25,95%) nesta modalidade de

¹²¹ Disponível em: <aquarius.mcti.gov.br/>. Acesso em: 2 maio 2015.

¹²² Pedro Wongtschowski é mestre e doutor em engenharia pela USP. Atualmente é membro do Comitê Gestor da Mobilização Empresarial pela Inovação (CNI), e dos Conselhos Consultivos da ABIQUIM e da ABIFINA. É ganhador do prêmio Fritz Feigl.

¹²³ WONGTSCHOWSKI (2014, prancha 5).

financiamento, considerando os dados acumulados entre os anos de 1997 a 2014 informados na Plataforma Aquarius.

Quadro 5.4 - Perfil de investimentos dos Fundos Setoriais

Ano de início	Total de projetos	Valor médio (em milhares de R\$)	Valor contratado (em milhões de R\$)
1.997	1	50,00	0,05
1.999	204	441,63	90,09
2.000	656	273,62	179,49
2.001	879	479,98	421,90
2.002	778	375,03	291,77
2.003	1.039	188,79	196,15
2.004	1.940	324,94	630,39
2.005	1.927	352,91	680,06
2.006	2.248	454,60	1.021,95
2.007	4.606	261,78	1.205,77
2.008	5.145	288,45	1.484,08
2.009	4.383	366,08	1.604,53
2.010	5.841	370,25	2.162,65
2.011	3.255	243,76	793,42
2.012	1.925	722,62	1.391,04
2.013	883	1.681,34	1.484,62
2.014	192	2.059,15	395,36

Fonte: MCTI. Plataforma Aquarius. Fundos Setoriais Disponível em:
<<http://aquarius.mcti.gov.br/app/#/fundossetoriais?k=6>>. Acesso em 15 mar. 2015

A seguir, pelo Quadro 5.5, é possível verificar o desempenho em milhões de Reais dos Fundos liberados pelo FNDCT, acumulado de 1997 a 2014, dando destaque ao CT-Infra, CT-Transversal¹²⁴ e Subvenção.

Dos 15 CT's disponíveis no âmbito do FNDCT, o CT-Infra foi o mais movimentado ao longo do tempo, 23,05%, vindo a seguir o CT-Transversal com um percentual de 19,92%. Pode-se aferir que a transversalidade vem se tornando uma possibilidade interessante para financiamento nos FSs.

Analisando-se especificamente os dados apresentados em 2014 pela Secretaria Executiva do MCTI sobre a execução orçamentária de oferta de financiamento às Organizações brasileiras (empresas, universidades e ICTs), tem-se o total geral orçado em R\$3.726.806,40. Destes, foram direcionados aos Fundos Setoriais o montante de

¹²⁴ São programas estratégicos do MCTI, que utilizam recursos de diversos Fundos Setoriais simultaneamente.

R\$1.784.417,60 (47,88% desse total), quase a metade de todo o orçamento do FNDCT, e destes, para as ações verticais de 13 especialidades foi destinado R\$ 628.210,90 (35,20%). Assim sendo, cerca de 65% dos recursos dos FSs em 2014 foram destinados aos fundos transversais como o CT-Infra e CT Transversal, dentre outras aplicações fora do escopo desta pesquisa.¹²⁵ Reitera-se que quase 50% do total anual do FNDCT em 2014 foi destinado aos FSs.

Quadro 5.5 - FNDCT/MCTI: Projetos contratados
(desempenho acumulado 1997-2014)

FNDCT	Valor contratado (em milhões de R\$)
CT-INFRA	3.234,10
CT-TRANSVERSAL	2.794,84
SUBVEN	2.536,23
FNDCT - fonte 100 ¹²⁶	2.529,09
CT-PETRO	799,03
VERDE E AMARELO	409,09
CT-ENERG	402,14
CT-AGRO	281,78
CT-SAÚDE	227,87
CT-HIDRO	203,63
CT-AERO	128,16
CT-BIOTEC	120,58
CT-AQUAVIÁRIO	114,21
CT-INFO	107,29
CT-AMAZONIA	73,59
CT-MINERAL	53,71
CT-ESPACIAL	14,32
CT-TRANSPORTE	3,67
Valor contratado 1997-2014	14.033,33

Fonte: <http://aquarius.mcti.gov.br/app/painel-de-fundos-setoriais/>

Com relação às Ações Transversais (ATs), elas foram definidas em julho de 2004 pelo Comitê de Coordenação dos Fundos Setoriais. São programas estratégicos do MCT que tinham ênfase na Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE) do Governo Federal, à época. Hoje a referência das ATs é o Plano Brasil Maior. Os editais de ATs utilizam recursos de diversos Fundos Setoriais, simultaneamente.

¹²⁵ Dados disponíveis em:

<<http://fndct.mcti.gov.br/documents/296823/299494/Execu%C3%A7%C3%A3o+2014+-+Exerc%C3%ADcio+Fechado.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2015.

¹²⁶ FNDCT-Fonte 100 são aplicações orçamentárias pré-definidas sob a supervisão do FNDCT.

A Associação Nacional de Especialistas em Políticas Públicas e Gestão Governamental - ANESP destaca a atuação transversal do MCTI como sendo:

[...] um trabalho desempenhado nos mais diversos Órgãos públicos e na execução das mais variadas políticas de Estado, em busca de gerar e reunir informações relevantes, produzir diagnósticos e cenários de valor estratégico, transmitir boas práticas entre áreas da Administração, bem como auxiliar na previsão e prevenção de gargalos, e na promoção de ajustes na gestão intra e intergovernamental. (BRASIL. ANESP, 2002, p. 1)

Portanto, as ATs pressupõem interação, compartilhamento e gestão horizontalizada na administração e na operação dos FSs, com foco em finalidades estratégicas ao país na concepção do Estado. A criação das ATs foi uma alternativa encontrada no momento para prover a integração entre os Fundos Setoriais; racionalizar custos administrativos com a redução do número de editais, porque muitos deles passaram a estar vinculados; e ainda aumentar as possibilidades de controle sobre a demanda de recursos para os setores estratégicos de desenvolvimento do país. Neste sentido, as ATs foram instituídas para facilitar a governança dos FSs, que segundo o Governo Federal carecia de “organicidade, uniformidade e coordenação”. (NASCIMENTO; OLIVEIRA, 2013. p. 75).

Fugindo aos padrões de atuação vigentes, a introdução das ATs gerou desconforto na comunidade de CT. Argumenta Nascimento; Oliveira (2013, p. 78) sobre a falta de representatividade do setor produtivo no Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia - CCF. Este comitê é formado por representantes do Governo, incluindo o Secretário Executivo do MCT (que o preside), os Presidentes do CNPq e da FINEP e os Presidentes de cada um dos Comitês Gestores, (em maioria, vinculados ao MCT), sem a representação da iniciativa privada, que contribui com os recursos para os fundos. A falta de foco destas iniciativas de Inovação Tecnológica nas empresas, dando primazia às atividades dos ICTs, desagradou aos representantes do setor produtivo nos Comitês Gestores. E, talvez por conta dessas críticas, a partir de 2005, as ATs passaram a ser discutidas em fóruns, dos quais participavam também os representantes do setor produtivo, antes de serem levadas ao CCF. Mas percebe-se que esta participação ainda é limitada, talvez, por falta de tradição do segmento produtivo privado em atuar em conjunto com o Estado.

E com relação ao apoio aos ICTs, três ações de caráter transversal são contempladas na atualidade: apoio a eventos de CT; financiamento de estudos e projetos de pesquisa, desenvolvimento tecnológico e Inovação em diversas áreas de conhecimento; e fomento à Pesquisa e Desenvolvimento em Áreas Básicas e Estratégicas. Ainda não há um

documento formal estabelecendo diretrizes estratégicas para as ATs e nem uma lei específica regulamentando-as. O único instrumento legal que define, de modo abrangente, o escopo das ATs é a lei que regulamenta o FNDCT (Lei n. 11.540/2007, citada acima), promulgada três anos após a própria instituição das Ações Transversais. O artigo 14 (caput e § 1o) desta lei dispõe sobre os recursos de financiamento do FNDCT para as ATs e esclarece genericamente seu perfil, finalidade e sobre a destinação dos recursos. (NASCIMENTO; OLIVEIRA, 2013, p. 79).

A criação das Ações Transversais teve o objetivo de possibilitar a utilização de recursos de diversos Fundos para suportar iniciativas mais abrangentes do que aquelas de caráter setorial, que puderam ser financiadas com recursos dos Fundos de caráter transversal, já mencionados (Infra-Estrutura e Verde-Amarelo) ou com recursos de mais de um Fundo Setorial.

5.2.2 Projetos de fomento não reembolsáveis

Os projetos de apoio não reembolsáveis (mencionados na Figura 5.2, p.123) são priorizados pela Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior, o PITCE e são disponibilizados pelo FNDCT para o desenvolvimento de produtos e processos inovadores. Atualmente são:

- **Programa de Apoio à Pesquisa em Empresas – PAPPE Subvenção**, que segundo Carrijo e Botelho, (2013), foi criado em 2006 com o repasse de recursos feito diretamente às empresas, não sendo necessário passar por um interveniente, exigência que era feita anteriormente. A lógica da criação do PAPPE é a de descentralização das ações de fomento, para alcançar maior abrangência e capilaridade e, assim, oferecer recursos considerando as necessidades e peculiaridades regionais brasileiras.¹²⁷ O mecanismo de apoio financeiro é feito por chamada pública, direcionada às micro e pequenas empresas (MPEs), critério este definido pela FINEP.
- o **Programa Primeira Empresa Inovadora – PRIME** entrou em operação em 2009 e está temporariamente inativo na atualidade. Ele baseia-se em convênios de

¹²⁷ Em dezembro de 2009, surgiu uma nova modalidade do PAPPE Subvenção, agora denominado de PAPPE Integração, visando atender as MPEs regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste.

cooperação institucional entre a FINEP e as incubadoras-âncoras¹²⁸, escolhidas por meio de edital. Estima-se que, em média, cada rede de incubadoras, centralizada na incubadora-âncora, apoie 100 empresas. A FINEP financia cada incubadora âncora para que estas apliquem a verba nas empresas da rede que atendam aos requisitos do Programa; aquelas com menos de 24 meses de vida, que realizam atividades de pesquisa e desenvolvimento e disponham de um produto viável economicamente. O objetivo é que estas empresas nascentes consolidem com sucesso a sua fase inicial de desenvolvimento e que capacitem novos empreendedores a oferecer produtos e serviços inovadores ao mercado. As empresas beneficiárias do PRIME também podem ser apoiadas por outros programas em capital de risco¹²⁹ da FINEP, em especial o programa INOVAR-Semente, que financia empresas nascentes de base tecnológica em estágio pré-operacional, muitas vezes ainda dentro de incubadoras e universidades. Esta é uma fase de risco elevado, em que a empresa não tem garantias para oferecer aos investidores.

- o **Programa de Subvenção Econômica** à Inovação, em âmbito **nacional**, é operado por meio de chamadas públicas e foi lançado em 2006 pelo MCTI, por meio da FINEP. O objetivo desse tipo de instrumento é compartilhar com as empresas os custos e riscos da atividade de Inovação, contribuindo assim para o aumento de competitividade e desenvolvimento econômico do país. Os recursos para subvenção econômica advêm de programação orçamentária do FNDCT, e o percentual é definido anualmente por meio de Portaria Ministerial do MCTI, Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC) e Ministério da Fazenda. É previsto um percentual específico para micro e pequenas empresas e funciona por meio de editais. As empresas também podem usar a subvenção, quando optarem por participar dos programas integrados, como as chamadas públicas setoriais do Inova Empresa, que articulam diversas fontes de recursos, agências e programas de financiamento à Inovação.

¹²⁸ A incubadora âncora é a empresa que deve ter especialização em gestão de base tecnológica, ser de maior porte que as afiliadas e com experiência em prospectar e selecionar projetos com potencial de mercado, em apoiar e capacitar empresas incubadas e graduar empresas que crescem e se firmam no mercado. Ela deve demonstrar capacidade de promover aumento significativo da taxa de sucesso das empresas incubadas, a partir das atividades propostas no projeto. Disponível em: < www.FINEP.gov.br/...transversal/>. Acesso em: 15 nov. 2014.

¹²⁹ Capital de risco é aquele “vinculado aos resultados financeiros obtidos pela empresa com a execução do projeto de P&D. É um financiamento em que o investidor assume parte do risco tecnológico e comercial do projeto”. (BRASIL. MCTI; ANPEI, 200?, p. 37).

E ainda no escopo do PBM, é importante que se destaque o Programa Inova Empresa, lançado em 2013, já mencionado no item 5.1. Ele tem atuação transversal, com a peculiaridade de oferecer o uso coordenado de instrumentos de financiamento, entre empréstimos não reembolsáveis, subvenção, crédito e renda variável. Este programa promove a gestão integrada para todas estas modalidades de participação por meio da chamada Sala de Inovação, ambiente em que se integram estes instrumentos de fomento para o aumento da eficiência empresarial. Por meio do Inova Empresa, são realizados **Planos Conjuntos**, que consistem em chamadas públicas para a seleção dos projetos que são contemplados pelos mecanismos de apoio disponíveis. É um plano abrangente de apoio à Inovação de produto, processo ou serviço, patrocinado pelo BNDES, FINEP e outros Órgãos públicos. Fomenta projetos em setores estratégicos do país para empresas de todos os portes.

Inúmeras e diversificadas iniciativas de promoção à Inovação estão sendo implantadas e aprimoradas pelo MCTI no país. E, em função dos recursos dos Fundos Setoriais e das Ações Transversais, têm sido possível ao FNDCT financiar novos projetos em Instituições de Ciência e Tecnologia, ICTs, que objetivam não somente a geração de conhecimento, mas também sua transferência para o setor produtivo, principalmente para as empresas.

As Figuras 5.1, 5.2 e 5.3 expõem esquematicamente um panorama de ações de Inovação desenvolvidas no Brasil e identificam terminologicamente os principais conceitos contextualizados neste panorama, comprovando as proposições da hipótese deste estudo.

O capítulo a seguir apresenta um cenário de Inovação, contextualizado no campo do conhecimento da Física, oferecendo a possibilidade de apreciação da importância da pesquisa básica na Física para realizações tecnológicas inovadoras e que resultam em benefício social.

6 INOVAÇÃO NA ATUALIDADE: A FÍSICA EM FOCO

Vivencia-se este início de milênio, um período de grandes transformações científico-tecnológicas e socioeconômicas na humanidade, que se repercute no aprimoramento do meio técnico-científico informacional, já enfatizado em capítulos anteriores. Este cenário emergente, em grande parte, resulta na confluência entre técnica e ciência, fortalecidas pelo fenômeno da globalização e desta forma tem impulsionado o aumento na difusão de inovações, principalmente em relação à Inovação Tecnológica, com base em estratégias de comunicação e de informação.

A Era da Informação¹³⁰, identificada por novas tecnologias aliadas às telecomunicações e à informática, dinamiza o mundo de hoje, ativa a ocorrência de novidades nos modos de se produzir, circular, distribuir e consumir bens, serviços e ideias. Rearranjos da sociedade em torno do movimento da tecnologia incentivam a criação de vínculos de interdependência e de competitividade entre empresas, o que contribui para a expansão da Inovação em dimensões política, econômica e sócio cultural.

Apesar da Inovação ser considerada como fonte de progresso e de melhoria das nações e de suas comunidades, há que se ressaltar que passa a existir maior seletividade e fragmentação em espaços produtivos no mundo contemporâneo. Por um lado, lugares e regiões que são polos de inovações intensificam seu progresso, com a melhoria de produtividade, desenvolvimento de novos processos ou produtos, qualidade de vida, dentre outras. Por outro lado, existem regiões excluídas desse ambiente de progresso. Áreas territoriais que ficam à margem desse progresso evidenciam a existência de desigualdade regional no desenvolvimento de muitas comunidades que sofrem isolamento, com implicações sócio-tecnológicas e econômicas.

Assim sendo, a responsabilidade social sobre as iniciativas de Inovação no mundo contemporâneo, aliada à sustentabilidade é um tema preocupante que já é pauta para muitas entidades e empresas, na tentativa de minimizar essas discrepâncias. Na atualidade, menciona-se a Inovação Reversa como alternativa, onde os países mais desenvolvidos implantam subsidiárias de suas empresas em áreas menos favorecidas. Neste sentido, o alvo é investir em mercados emergentes e em países em desenvolvimento, por motivos

¹³⁰ Era da informação, marcada por avanços tecnológicos em diversas áreas do conhecimento, destacando-se a Computação e as Telecomunicações, que causam significativo impacto sobre o *modus vivendi* das populações.

diversos e de interesse das duas partes. Destaca-se que este é um tema desafiante e que ainda suscita investigação em busca de alternativas efetivas, principalmente para médio e longo prazos.

A escolha da Física para enriquecer este estudo se justifica, por ser uma ciência com tradição secular no mundo, ser interdisciplinar a vários campos da Ciência e da Tecnologia, além de ter aplicação em vários segmentos da indústria, beneficiando a sociedade. Segundo relatório publicado pela CGEE, por iniciativa da Sociedade Brasileira de Física (SBF), justifica-se a importância da Física no país pelo:

[...] papel central que exerce nos programas prioritários da Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação do Governo brasileiro e tem potencial para contribuir para a Inovação e aumento de competitividade dos setores industrial e empresarial do país. (CGEE; SBF, 2012, p. 9)

Este capítulo objetiva contextualizar ocorrências no domínio da Inovação no segmento da Física. Objetiva reforçar o conhecimento apresentado nos capítulos anteriores deste estudo. Os referenciais de pesquisa são o Núcleo de Inovação Tecnológica do Rio de Janeiro (NIT-Rio) e a Rede Nacional de Física de Altas Energias (RENAFAE), com sede no Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas – CBPF; também a Rede Europeia para Terapia Hadrônica, o *European Network for Light Ion Hadron Therapy* (ENLIGHT), com a gestão do *European Organization for Nuclear Research*, o CERN, antigo acrônimo para *Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire*.

A integração entre as áreas de pesquisa com os segmentos industriais impulsiona a Inovação Tecnológica. Para exemplificar aspectos dessa integração, o Núcleo de Inovação Tecnológica do Rio de Janeiro (NIT-Rio), tem papel importante como *locus* de agregação, estímulo e promoção da Inovação. Por seu intermédio é possível apreciar o desenvolvimento de iniciativas de Inovação que efetivamente ocorrem entre os segmentos de pesquisa e indústria e compreender sua importância e abrangência em nível de Estado no país.

Como a atuação em rede de cooperação institucional é uma estratégia básica em processos inovadores, o estudo destaca a importância na Física das iniciativas em rede de cooperação, apresentando dois ambientes distintos que evoluem em rede. Estas duas redes atuam no campo da Física de Altas Energias e estão em operação na atualidade: a RENAFAE (Rede Nacional de Física de Altas Energias), que é uma rede brasileira, e a ENLIGHT (*European Network for Light Ion Hadron Therapy*), que é uma rede

intercontinental europeia. A apresentação da RENAFAE e da ENLIGHT oferece a possibilidade de se conhecer processos de CT&I dentro e fora do país.

Inicialmente o capítulo apresenta um panorama resumido da Inovação em Física no Brasil, com destaque a eventos que aconteceram a partir de 2009, evidenciando a atuação do NIT-Rio e da RENAFAE, com repercussão no campo da pesquisa e da tecnologia para a Inovação no país.

Em âmbito internacional, o capítulo ressalta uma iniciativa de Inovação em rede de cooperação internacional, a rede ENLIGHT, com desempenho plurinacional em C&T aplicada à Medicina para a cura do câncer, uma iniciativa promovida pela União Europeia (UE). O CERN, como um centro de pesquisa franco suíço no campo da Física, tem importante papel nos processos de Inovação gerados em quatro projetos inter-relacionados e multidisciplinares “encampados” na ENLIGHT, que serão informados a seguir.

6.1 PERFIL DE ATUAÇÃO DA FÍSICA BRASILEIRA NO SÉCULO XXI

A Física é a “mais fundamental e abrangente das ciências” e exerce profundo efeito no processo de desenvolvimento científico, em tal amplitude que ela é a correspondente atual do que se costumava chamar de Filosofia Natural, da qual emergiu a maioria das Ciências Modernas. É uma ciência interdisciplinar que tem ênfase no relacionamento com a Engenharia, a Química, a Biologia, a Indústria, a sociedade e a guerra, mantendo estreita relação com a Matemática. (FEYNMAN, 1999, p. 89)

No Brasil, a história da institucionalização da Ciência tem início, basicamente, com o CNPq e a Capes. Enquanto o CNPq passou a fomentar a pesquisa, a Capes se responsabilizava por dar apoio à formação de competências para o desenvolvimento da Ciência. E o processo de institucionalização da pesquisa científico tecnológica iniciou-se no século XX, com a passagem da Era Industrial para a Era da Informação; tardiamente se comparado à Europa e aos Estados Unidos da América do Norte. A evolução tecnológica no país acelerou-se após a institucionalização da ciência (MEIS; LETA, 1996, p. 20-21), conduzindo ao pensamento de que os resultados da pesquisa científica são determinantes nos processos de Inovação Tecnológica. E com relação à Física, ela é “parte fundamental da base científica na qual se apoia a tecnologia contemporânea”. (SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA, 2005, p.15)

Sob o ponto de vista da SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA (2005, p.10), o avanço da ciência que subsidia a Inovação depende da existência de um tripé fundamental, composto pela formação contínua dos quadros científicos de qualidade, pelo apoio consistente aos grupos de cientistas competitivos internacionalmente e pela expansão da infraestrutura de apoio. Compreende-se que “há uma correlação direta entre a rapidez do crescimento econômico e a ação sólida e consistente de Governos que estimulam o avanço científico.” (p. 18). No Brasil, o FNDCT tem subsidiado iniciativas de apoio e fomento neste sentido, já expostas no capítulo 5 deste estudo.

A Física no Brasil, assim como as demais ciências aqui desenvolvidas, está “excessivamente concentrada no Sudeste (cerca de 70-80%)”. A escassez de recursos nas duas últimas décadas para a instalação de novos laboratórios resultou numa atuação “quase que inteiramente teórica” da Física no Norte e no Nordeste. Esta afirmação vem de estudo que foi patrocinado pela Capes em 2007 (SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA, 2007, p. 36). Esta situação perdura na atualidade, segundo a afirmação de que:

[...] apesar dos grandes esforços feitos pelo Governo Federal em anos recentes, com a criação de novas universidades e a contratação maciça de pesquisadores, ainda se verifica uma centralização muito grande do poder de realização científica nas regiões Sul e Sudeste, sobretudo quando nos ramos experimentais. (SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA, 2011, p. 12)

O mencionado estudo da Capes destaca também que a distribuição de atividade dos pesquisadores e engenheiros no Brasil se concentra nas universidades, ao invés de nas empresas, como acontece com os países desenvolvidos. Por este estudo também fica evidente que a Física brasileira tem se destacado internacionalmente, através da expansão e qualificação de sua produção científica; mas, apesar dos progressos na formação profissional de nível superior no país:

[...] o número de mestres e doutores *per capita* no Brasil ainda é muito menor do que o necessário para a implementação de uma indústria inovadora e [...] que o crescimento no número de pesquisadores e na produção científica brasileira tem gerado avanços na geração de tecnologia muito aquém do desejado e do realizável. (BRASIL. MEC. CAPES, 2007, p. 16)

E, de uma forma geral e não só na Física, o atraso no segmento da Inovação e da geração de tecnologia no Brasil é identificado em indicadores mundiais. No *Global*

*Innovation Index rankings*¹³¹, publicado pela Organização Mundial de Propriedade Intelectual (WIPO), vinculada à Organização das Nações Unidas (ONU), o Brasil de 2013 para 2014 teve um avanço neste *ranking*, passando da 64ª posição para a 61ª entre os 143 países incluídos na pesquisa em 2014, que teve foco em RH na Inovação; entretanto, o *score* médio de 2013 para 2014 caiu de 36.33, para 36.29, ambos indicadores considerados baixos numa pontuação de 1 a 100. Em 2015, das 141 nações analisadas sobre a temática de Políticas de Inovação no relatório da 8ª edição *Global Innovation Index*, o Brasil caiu para a 70ª posição entre 141 nações, o que representa uma queda de nove posições em relação ao *ranking* de 2014, decrescendo ainda mais sua pontuação de 36.29 para 34,95 (vide Quadro 6.1). Em todas as três edições deste relatório, a Europa aparece como a região que mais favorece o surgimento de novas tecnologias e serviços.

Quadro 6.1- Índice Global de Inovação (WIPO / ONU)

Ano	Total de nações	Brasil no ranking	Pontos 1-100	Temática
2013	134	64ª	36.33	A dinâmica local da Inovação
2014	143	61ª	36.29 ↓	O fator humano na Inovação
2015	141	70ª	34.95 ↓	Políticas de Inovação efetivas para o desenvolvimento

Fonte: Disponível em: < <http://www.wipo.int/tools/en/gsearch.html>>. Acesso em: 15 out. 2015.

Destaca-se também que, segundo o *ranking* IMD Foundation Board (*World Competitiveness Yearbook*)¹³² 2015, o Brasil ocupa hoje a 56ª posição em competitividade no *ranking* mundial de 61 países pesquisados, estando acima apenas da Mongólia, Croácia, Argentina Ucrânia e Venezuela.

Com relação ao número de patentes válidas geradas no Brasil, o resultado do relatório anual da WIPO 2012 noticiado pela ANPROTEC¹³³ informa que, num *ranking* de 20 países, o Brasil obteve a penúltima posição em produção de patentes válidas (41.453), vindo apenas à frente da Polônia (41.242), tendo a liderança dos Estados Unidos (2,2

¹³¹ JONHSON CORNELL UNIVERSITY; INSEAD; WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION (2013). Disponível em: < <https://www.globalinnovationindex.org/content.aspx?page=GII-Home>>. Acesso em 20 jul. 2015.

¹³² IMD world competitiveness yearbook 2015. Disponível em: <<http://www.imd.org/news/IMD-releases-its-2015-World-Competitiveness-Ranking.cfm>>. Acesso em: 20 jul. 2015.

¹³³ ANPROTEC é a Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores, criada no Brasil em 1987. Tema disponível em: <<http://anprotec.org.br/site/2014/04/brasil-ocupa-penultima-posicao-em-ranking-de-patentes/>>. Acesso em: 9 nov. 2014.

milhões). Acrescenta ainda este relatório que, “no bloco dos BRICs¹³⁴, todos estão na frente [do Brasil]: seguidos pela China (875 mil), aparecem Rússia (181 mil), África do Sul (112 mil) e Índia (42.991).”

No Brasil, as universidades públicas figuram entre os grandes geradores de patentes, por serem os maiores empregadores de cientistas, mesmo não sendo a geração de tecnologia a missão dessas instituições. Situação que vai ao encontro da opinião de Mariana Mazzucato¹³⁵, de que o financiamento de Inovação pelo Estado é determinante nos processos de Inovação e tende a aproximar o Brasil às economias desenvolvidas, e mesmo à China.

Existe ainda no país uma falta de motivação das empresas para investirem em Inovação, talvez por não vislumbrarem com clareza o ganho financeiro e o progresso que pode advir de uma Inovação, com relação aos custos de produção. O que se arbitra para Física e demais Ciências é que o baixo desempenho do Brasil em Inovação e em desenvolvimento de tecnologia pode ser atribuído ao pequeno valor dos dispêndios feitos em P&D no país, em torno de apenas 1,1 % do seu PIB, enquanto as nações que têm tido um bom desempenho em geração de tecnologia gastam com P&D o dobro (ou mais) desse percentual.

Apesar desta constatação, é fato que a maior parte dos gastos feitos no Brasil com P&D vem do Estado, e não das empresas, situação inversa do que ocorre no resto do mundo, onde a empresa se sobressai nos investimentos de P&D. No Brasil, segundo informa o relatório da Capes de 2007, cuja situação estimativamente persiste aos dias de hoje, o Estado arca com cerca de 60% dos dispêndios em P&D, enquanto às empresas cabe não mais do que 40% desses gastos. (BRASIL. MEC. CAPES, 2007, p. 19)

Esse cenário revela-se ainda mais grave quando se considera que os gastos que muitas empresas contabilizam como Inovação, na realidade, não representa desenvolvimento de atividade inovadora gerado no país. Em muitos casos, é identificada como dispêndio de Inovação a capacitação de pessoal para a “operação de equipamentos importados (treinamento de pessoal etc.), adaptações de pacotes tecnológicos – adquiridos de empresas estrangeiras – às condições de operação da empresa local, e até mesmo a aquisição de equipamentos”. Em contrapartida, “laboratórios de pesquisa tecnológica, em

¹³⁴ BRIC é a sigla da palavra inicial dos países: Brasil, Rússia, Índia, China.

¹³⁵ Disponível em: < <http://www.valor.com.br/cultura/3192022/inovacao-assunto-espera-de-uma-retorica-esclarecedora>>. Acesso em: 20 julho 2015.

que mestres e doutores desenvolvem novos produtos ainda são raros na indústria brasileira”, incluindo nas atuações da Física. Acrescentando-se ainda que, segundo a Capes, ainda hoje “as normas industriais brasileiras são tão permissivas que as empresas estrangeiras podem industrializar seus produtos no Brasil sem qualquer esforço significativo para adaptá-los às nossas normas” (BRASIL. MEC. CAPES, 2007, p. 22).

Existem também outras informações que mascaram o perfil da Inovação no país. Segundo informa a Capes em BRASIL. MEC. CAPES (2007, p. 22), algumas despesas ligadas à Educação são contabilizadas como dispêndios em P&D dos pesquisadores brasileiros que atuam nas universidades e nos institutos de pesquisa do Governo. E o pequeno percentual (11%) de pesquisadores que trabalham na indústria comprova o fato de que muito poucas empresas brasileiras contabilizam como dispêndios em P&D e Inovação o que é realmente destinado à pesquisa tecnológica.

Mesmo com a evidência das distorções supramencionadas, a Física brasileira vem alcançando maturidade e qualidade, que explicam a sua crescente inserção em grandes projetos internacionais, envolvendo a indústria, como:

[...] Gemini, SOAR e ESO – na astrofísica –, o projeto Auger e as várias colaborações com o CERN, Fermilab e Brookhaven – nas áreas nuclear e de partículas –, e justifica sua ousadia em lançar-se em projetos experimentais de porte no país, como o que visa detectar ondas gravitacionais. (BRASIL. MEC. CAPES, 2007, p. 34)

A Sociedade Brasileira de Física tem acompanhado e analisado regularmente o desempenho da Física no Brasil e suas perspectivas de futuro; há uma comissão multidisciplinar que se reúne para esse fim (BRASIL. MEC. CAPES, 2007, p.5). Comentários e reflexões ocorridos nestas reuniões resultam na formalização de estudos hoje disponíveis para consulta e que serão referenciados a seguir. Evidenciam-se dois destes estudos: o primeiro deles, SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA, 2011, com o comentário de que este foi um “texto em que estive envolvido, preparado pela Capes [...] e que deu origem ao programa EMBRAPII do MCTI de hoje”¹³⁶ e o outro estudo é BRASIL. MEC. CAPES, 2007.

Apresenta-se a seguir iniciativas da Física Experimental e Aplicada, considerando seu perfil interdisciplinar, que favorece a diversidade de aplicação em Inovação.

¹³⁶ Comentário feito por Ronald Cintra Shellard, doutor em Física pela Universidade da Califórnia, Los Angeles (1978). Atualmente é pesquisador titular e diretor do Centro Brasileiro de Pesquisas Física/MCTI. É sócio da SBF, SBPC, APS, IOP e AAAS. Tem experiência na área de Física Experimental de Altas Energias e Física das Astropartículas.

6.1.1 Iniciativas nacionais da Física Experimental e Aplicada

Com relação às tipologias de Inovação classificadas no capítulo quatro, e segundo o manual de Oslo, as iniciativas apresentadas a seguir convergem ao nível de tecnologia de produtos. A fonte de inovações ocorre normalmente a partir de iniciativas de P&D bem sucedidas, desenvolvidas em cooperação, iniciativas cujo protótipo pode ser deslocado para ser desenvolvido em empresas. Há motivação de ocorrência de Inovação por livre acesso ou por compra de conhecimento, que gera produção que atende a mercados específicos. Quanto à revisão de literatura sobre tipologias da Inovação, apreciada em Coccia (2006), tem-se prioritariamente, a seguir, iniciativas de Inovação por gestão de tecnologia, considerando o perfil de mudança técnica como incremental, por melhoria contínua, como radical com a criação de um produto novo e também por constelações de Inovação, os clusters, identificados no Brasil como Arranjos Produtivos Locais (APLs), intensamente interrelacionados e pluridisciplinares.

Algumas evidências sobre o avanço da Física no país serão comentadas a seguir, identificando aspectos de empreendedorismo e Inovação.

O Telescópio SOAR (sigla inglesa para Observatório Meridional de Pesquisa Astrofísica), que foi inaugurado em abril de 2004 em Cerro Pachón, nos Andes chilenos (Figura 6.1), “coloca a Astronomia brasileira em pé de igualdade com a dos países desenvolvidos. O SOAR abriga um **telescópio**, cujo espelho de 4,1m foi construído por uma colaboração entre cientistas brasileiros e norte-americanos, sendo que a indústria brasileira contribuiu com vários **componentes** desse instrumento.” (SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA, 2005, p. 18) (negritos meus)

Figura 6.1
Telescópio SOAR



Fonte: Disponível em: < http://www.cnpq.br/web/guest/fotos-institucionais-view/-/journal_content/56_INSTANCE_Jx0V/10157/79554. Acesso em: 10 dez. 2015.

Com relação à participação em projetos multidisciplinares, físicos têm liderado grandes colaborações nacionais, como é o caso do Laboratório Nacional de Luz Síncrotron -LNLS (Figura 6.2, a seguir), construído em sua quase totalidade no Brasil, e que “é hoje usado por pesquisadores do Brasil e de outros países da América Latina para a realização de **pesquisa** em várias áreas da ciência”, abrindo espaço a **iniciativas de Inovação** (BRASIL. MEC. CAPES, 2007, p. 34) (grifos meus).

Figura 6.2
Instalações do LNLS



Fonte: Disponível em:
<<http://cnpem.br/portfolio-item/geral-lnls/>>. Acesso em: 10 dez. 2015.

Experimentos em instrumentação científica têm sido intensificados na Física, muitos destes para aprimoramento de **equipamentos de diagnóstico por imagem**, considerando:

Tomógrafos, que equipam hoje um grande número de **hospitais** no Brasil, têm sua origem em detectores de partículas.

Equipamentos de imagem por ressonância magnética nuclear (NMR na sigla inglesa), capazes de **identificar lesões cancerosas** com dimensões de fração de milímetros, são derivados da pesquisa em Física Atômica e da Invenção do radar.

Aceleradores de partículas, eficientes **no tratamento de alguns tipos de tumores** minimizando os contratempos de tradicionais tratamentos por radiação, vêm do estudo das propriedades microscópicas da matéria.

Além de **diagnóstico médico**, tomógrafos, equipamentos de NMR e aceleradores de partículas, têm ampliado suas **aplicações no setor industrial**. (SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA, 2005, p. 16) (grifos meus)

Com relação a equipamentos de imagem, destaca-se, como exemplo recente, que o Brasil produziu em 2015 seu primeiro equipamento comercial de ressonância magnética nuclear (RMN), totalmente desenvolvido no país: o specfit (Figura 6.3, a seguir). Este

equipamento possui um espectrômetro digital com características inovadoras, financiado pela FINEP e desenvolvido pela empresa *Fine Instrument Technology* (FIT). Com recursos da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, este equipamento foi adquirido pela Coppe/UFRJ para utilização na área de **exploração de petróleo**, em “pesquisas de varredura da estrutura de rochas [...], retiradas durante a perfuração dos poços de petróleo para realizar estudos geológicos”.¹³⁷

Figura 6.3
Equipamento RMN specfit



Fonte: Disponível em:

< <http://agenciabrasil.ebc.com.br/tags/specfit>>. Acesso em: 10 dez. 2015.

Pesquisadores da EMBRAPA que inventaram um sensor gustativo, a chamada língua eletrônica, tem a participação de físicos em sua criação (Figura 6.4, a seguir). Este sensor tem origem em pesquisas e resultados da Física, baseado em filmes ultrafinos de plástico (polímeros), condutores de eletricidade capazes de avaliar padrões de paladar com maior precisão que a língua humana. Esta Inovação representou um grande avanço nos padrões de qualidade para a **indústria alimentícia** na avaliação de bebidas, entre elas, a água, vinho e café. (BRASIL. Comissão de Física para o Brasil, 2005, p. 18)

¹³⁷Disponível em: <<http://www.finep.gov.br/images/revista/revista19/index.html#p=20>>. Acesso em: 5 dez. 2015.

Figura 6.4
Sensor gustativo produzido pela EMBRAPA



Fonte: Disponível em :
<http://www.cnpdia.embrapa.br/noticia_31102006.html>. Acesso em: 10 dez. 2015.

A participação de físicos brasileiros no desenvolvimento da **técnica de enriquecimento de urânio**, utilizada nestes últimos anos no Brasil alcançou avanços que “incomodam alguns dos países mais desenvolvidos do mundo. Tudo indica que a nossa técnica de enriquecimento, mantida em justificável segredo, seja a mais eficiente já criada.” (SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA, 2005, p. 34)

Uma família de instrumentos desenvolvidos por físicos na atualidade permite “a visualização e manipulação de materiais, átomo por átomo”. Esta iniciativa de P&D deu origem a uma recente revolução na ciência e na engenharia dos materiais, resultando nas chamadas Nanociências e **Nanotecnologia** (N&N). Antevê-se que a Nanotecnologia provocará um grande impacto social na humanidade, repercutindo em muitos benefícios à sociedade, a partir de materiais mais avançados, como, por exemplo, em **fármacos** mais eficientes e com menos efeitos colaterais. (SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA. Comissão de Física para o Brasil, 2005, p. 16)

Apresenta-se a seguir a figura de um microscópio eletrônico de transmissão analítica; é utilizado para o estudo da estrutura atômica de uma amostra para **aplicações industriais** diversas, dentre elas, no segmento da Botânica com a **produção de repelentes**, na Área da Saúde em **diagnósticos de doenças** e **terapias quimioterápicas**.

Figura 6.5
Microscópio eletrônico de transmissão analítica



Fonte: Imagem de Thiago Romero, FAPESP, disponível em:
<<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=brasil-ganha-centro-de-estudos-em-nanotecnologia#.Vmrd50orLIU>>. Acesso em: 10 dez. 2015.

Também em pesquisas relativas às propriedades magnéticas dos materiais, vem sendo possível a aplicação da Física para beneficiar o **armazenamento de informação digital**. O processo de “produzir **chips** cada vez mais densos e com maior número de componentes está lastreado em novos métodos desenvolvidos por físicos e engenheiros.” Em poucos anos, os transistores dos “chips estarão atingindo dimensões atômicas, com o domínio regido por leis da chamada Mecânica Quântica.” (SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA, 2005, p. 34) (grifo meu)

A Física também está presente em grande parte dos objetos de uso cotidiano. Um exemplo atual é o **GPS** (Sistema de Posicionamento Global), comumente usado para determinar posições no solo e no espaço, muito utilizado por **motoristas e pilotos**, tem em sua base de funcionamento a partir dos efeitos da relatividade geral, a teoria da gravitação, idealizada por Einstein. Outro exemplo de aplicação são os **métodos de simulação** utilizados pelos analistas de grandes **centros financeiros**, que envolvem conhecimentos da Física e Estatística para prever a evolução dos preços das ações e de outros ativos financeiros. (SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA, 2005, p. 17)

Apesar de boa parte das atuações da Física estar evoluindo em busca de solução para os problemas da sociedade, quase sempre, segundo este relatório da Capes, “o Brasil está mal atendido exatamente nas áreas da física experimental” que têm maior relevância para o avanço da tecnologia. Informa também este relatório da Capes que “estamos muito incipientes em áreas da Física encaradas como fundamentais para a solução do problema energético, o maior de todos os que a humanidade atualmente se depara” (BRASIL. MEC. CAPES, 2007, p. 34).

Ainda destaca a SBF como um grande entrave para o campo da Física “a falta de contato com a indústria brasileira para o desenvolvimento de inovações tecnológicas” (fato considerado cultural no país), embora, por exemplo, “a Física Atômica e Molecular seja uma das áreas mais fecundas nesse sentido, com potencial impacto no desenvolvimento de fármacos, nanotecnologia e biocombustíveis” (SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA, 2011, p. 16). A tendência é que iniciativas de inter-relações e parcerias entre CT e indústria sejam incrementadas, por representarem, inequivocamente, um fator crítico de sucesso para a Inovação, principalmente face às necessidades econômicas pelo qual o país vem passando na atualidade.

Também há uma carência instrumental, sobretudo fora da região Sudeste, e há dificuldades na importação de equipamentos e insumos, o que dificulta o andamento dos trabalhos de pesquisa e de experimentação.¹³⁸ Em contrapartida, nota-se um forte amadurecimento recente da área e uma maior inserção internacional vinculada à participação de vários pesquisadores em comitês científicos, corpo editorial de revistas internacionais e participação em conferências internacionais. (SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA, 2011, p. 61-62)

Dados de pesquisa da Sociedade Brasileira de Física - SBF apresentam que, surpreendentemente, as intervenções, tanto inter quanto multidisciplinaridades, não foram consideradas como prioridade à infraestrutura para estímulo à competitividade na Física brasileira, visto que apenas “metade das comunidades da Física sugeriram áreas diferentes das suas para que a Física brasileira desenvolvesse projetos futuros de pesquisa”. Esta evidência vai de encontro aos ambientes de Inovação, onde a inter-relação entre áreas de C&T:

[...] estimula o espírito de equipe e a receptividade a novas ideias e a outros métodos de pesquisa [...] fundamental para que a Física brasileira alcance uma posição de maior destaque e contribua com os setores industrial e empresarial do país. (SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA, 2011, p.31)

Existe a recomendação explícita desta Entidade de que a Física “se aproxime do setor empresarial e industrial para auxiliar o desenvolvimento nacional, estimulando inovações compatíveis com a sua posição relativa na economia mundial.” (SOCIEDADE

¹³⁸ Maiores detalhes disponíveis em:

<http://www.sbfisica.org.br/v1/index.php?option=com_content&view=article&id=440:abaixo-assinado-impulsiona-liberacao-de-importacoes-cientificas&catid=152:acontece-na-sbf&Itemid=270>. Acesso em: 18 out. 2015.

BRASILEIRA DE FÍSICA, 2011, p. 65)

Segundo a SBF, os desafios apresentados pela Física do século 21 no Brasil requerem soluções de longo prazo e “a única maneira de enfrentá-los é com a preparação de jovens altamente qualificados” em uma universidade “reformatada para ser mais ativa e útil [...] para que sua ação seja mais dinâmica com relação à Sociedade”. (SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA, 2005, p. 88). Portanto, a Educação é a alternativa prioritária para sanar a maioria dos desafios apresentados, e deve ser vivenciada não somente no acúmulo de conhecimento ou de suas práticas, mas na capacidade de estabelecer conexões entre um e outro. A SBF destaca que sem o domínio da Ciência Básica (Ciência Pura ou Ciência Fundamental) não há desenvolvimento tecnológico o que, consequentemente se repercute no estímulo à Inovação.

É útil que se destaque que a **Ciência Básica** dá suporte de conhecimentos fundamentais para o desenvolvimento de teorias e conceitos de uma área científica, ao passo que a **Ciência Aplicada** (Ciência Experimental) tem seu ponto de partida na aplicação de conhecimentos já existentes para criação de novos conhecimentos e a resolução de questões técnico-tecnológicas. As Ciências Básica e Aplicada atuam em transversalidade e dessa atuação compartilhada surge a Inovação. E é fato que muitas das descobertas da humanidade que alteraram conceitos e rotinas de vida de populações nasceram da pesquisa básica, orientada pela curiosidade de algum cientista.

Dando continuidade ao tema deste item, destacam-se a seguir duas iniciativas desenvolvidas dentro das instalações do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF): o Núcleo de Inovação Tecnológica do Rio de Janeiro (NIT-Rio) e a Rede Nacional de Física de Altas Energias (RENAFAE).

Com relação ao CBPF, fundado em 1949, hoje ele é uma das 16 Unidades de Pesquisa do MCTI. Dedicar-se às atividades de Ciência Básica, pesquisa tecnológica, formação de recursos humanos e divulgação de Ciência para o grande público. Os laboratórios do CBPF se concentram em campos em expansão da Física Teórica e Experimental, associados a parques experimentais e laboratórios multiusuários. É um importante polo de visitação de físicos de outros Estados do Brasil e da América Latina, sendo um espaço de circulação de físicos estrangeiros de prestígio internacional. Eventos e cursos são efetivados a partir de muitas dessas visitas, com a participação direta desses estrangeiros, como também são gerados inúmeros documentos e produção escrita a partir

destes eventos. A pesquisa, a qualificação e a atualização profissional são requisitos que interferem nos processos de Inovação e o CBPF prioriza estas iniciativas.

Além de ser palco de inúmeros acontecimentos técnico científicos nacionais e internacionais, o CBPF também é atuante em bureaux científicos e tecnológicos, dentro e fora do país, sendo sede do Centro Latino-Americano de Física (CLAF, 1962-), do Instituto Nacional de Cosmologia, Relatividade e Astrofísica (ICRA, 2004-), do Núcleo de Inovação Tecnológica do Estado do Rio de Janeiro (NIT-RJ, 2007-) e do Laboratório de Nanociência e Nanotecnologia (LABNANO, 2010-). Também é Órgão gestor da RENAFAE, abriga o Instituto Nacional de Sistemas Complexos - INCT-SC e integra-se ao Instituto Nacional de Informação Quântica - INCT-IQ; todos estes segmentos são considerados estratégicos para a ampliação e consolidação do desenvolvimento do país.

Na atualidade, a produção científica do CBPF tem se destacado, sendo apontada pela Scimago¹³⁹ em 2014 a instituição brasileira número 1 em qualidade de pesquisa e inserção internacional. O CBPF divulga toda a sua produção técnico científica no CBPFIndex, um repositório institucional disponível na *homepage* do CBPF que inclui: livros, artigos científicos e capítulos de livros, revistas técnicas, patentes, teses, dissertações e projetos.

A Pós-Graduação Acadêmica do CBPF, com mais de 50 anos de existência, vem recebendo ao longo de muitos anos a avaliação máxima pela CAPES - 7,0. Importante ressaltar também que o CBPF desenvolve, desde o ano 2000, um Programa de Mestrado Profissional em Instrumentação Científica para atendimento à indústria e em segmentos que necessitem de soluções tecnológicas. Este programa tem gerado pedidos de Propriedade Intelectual feitos por estudantes e pesquisadores da instituição.

O CBPF consolida o seu *status* como centro de referência nacional de pesquisa em Física desenvolvendo uma série de projetos individuais e em parceria, a maioria deles subsidiada por Órgãos de fomento do Estado, com vistas à qualificação de seus laboratórios, de suas pesquisas e na geração de tecnologia. Vários projetos são resultado de parcerias com instituições públicas e privadas, tais como: o Instituto Nacional de Tecnologia - INT, Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira - IEAPM, EMBRAPA, INMETRO, UFRJ, USP, CenPRA (Centro de Pesquisas Renato Archer, CERN (Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire - Genebra, Suíça), INFN

¹³⁹ A Scimago é uma organização internacional que qualifica a pesquisa científica em várias instituições do mundo.

(Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Itália), Universidad de La Plata (Argentina), Universidad San Marcos (Lima) entre outras, além das universidades oficiais do país.

No CBPF, a Física Teórica dá suporte ao desenvolvimento experimental em laboratórios que cooperam entre si. O ambiente destes laboratórios tem atuação multidisciplinar, com potencial de agregar resultados através do desenvolvimento de novas tecnologias que possam alcançar o setor produtivo. As pesquisas em laboratório estimulam o desenvolvimento de produtos com conhecimento científico agregado, sendo relevante nos processos de Inovação Tecnológica. Em dezembro de 2010, entrou em operação no CBPF o LABNANO, Laboratório de pesquisa multiusuário de Nanociência e Nanotecnologia, em parceria com as universidades UFRJ, UFF, UERJ, UFES, PUC-Rio e IME, para dar suporte ao desenvolvimento nacional em Ciência, Tecnologia e Inovação na nanoescala, com ênfase em nanofabricação¹⁴⁰.

Com cerca de 60 físicos, 15 engenheiros e 25 técnicos, o CBPF já participou de 48 depósitos de propriedade intelectual no INPI, a partir de 2001 (Quadro 6.2, a seguir); número considerado significativo em 14 anos para uma instituição cuja missão primordial é realizar pesquisa básica “atuando como um instituto nacional de Física do MCT e polo de investigação científica e formação, treinamento e aperfeiçoamento de pessoal científico”¹⁴¹.

Quadro 6.2 - CBPF: Propriedades Intelectuais depositadas no INPI (Período: 2001-2014)

Criações protegidas	Depósitos
Patentes - Invenção	32
Modelo de utilidade	2
Registro de software	4
Marcas	2
Tratado de Cooperação de Patentes-PCT	8
Total	48

Fonte: Plano diretor do CBPF 2011-2015

Na atualidade, cinco grupos do CBPF atuam em P&D tecnológico, envolvendo instrumentação científica, computação, física de neutrinos, nanoestruturas e sistemas de

¹⁴⁰ A nanofabricação trabalha com objetos nas dimensões do milionésimo de metro. Todos os avanços atuais na eletrônica, na fotônica e na computação quântica- a provável a linha de desenvolvimento futuro do hardware - já dependem da nanofabricação. Disponível em: <<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=brasileiro-abre-novas-fronteiras-nanofabricacao&id=010165130416#.Vb7JNPiViko>>. Acesso em: 20 jul. 2015.

¹⁴¹ CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS (2011, p. 14).

detecção de partículas. São desenvolvidas atividades de pesquisa em áreas afins da Física tais como: Biofísica, Geofísica e Ciência dos Materiais. Estes grupos geram projetos que se convertem em normas, protótipos e processos de transferência de tecnologia, com vistas à Inovação para o setor produtivo. (vide algumas identificações de projetos no Quadro 6.3, p. 172).

Nesta última década o CBPF vem desenvolvendo pesquisa fundamental e aplicada em áreas tais como Biomateriais para área médica, processamento de imagens, instrumentação científica e técnicas da Física Nuclear e Altas Energias aplicadas à Física Médica e Saúde¹⁴². E o CBPF também atua como articulador na cooperação interna e externa entre grupos de pesquisa em Física, visando incorporar conhecimento científico ao processo produtivo para a melhoria da competitividade de produtos e serviços das empresas.

Além de atuar na geração de pesquisa e de tecnologia para a Inovação no país, o CBPF também vem participando de iniciativas de cooperação internacional, destacando-se duas delas vinculadas ao CERN, referentes à operação de equipamento e à gestão de dados computacionais.

A primeira destas iniciativas vinculadas ao CERN é referente a detectores de partículas, que abrigam componentes construídos pelo CBPF em parceria com equipes de outras instituições brasileiras, como a UFRJ e a COPPE, dentre outras. São estes detectores o CMS¹⁴³ e o LHCb, equipamentos em uso atualmente no LHC (*Large Hadron Collider*)¹⁴⁴ do CERN. Hoje, o CBPF opera e monitora a qualidade dos dados gerados no CMS, projeto cooperativo envolvendo “cerca de 3.800 físicos de 150 instituições provenientes de 50 países diferentes”¹⁴⁵.

¹⁴² Maiores informações sobre as atividades e projetos que o CBPF desenvolve na área médica, em: BRASIL. MCT. SCUP. *Pesquisa científica e tecnológica em Saúde: programas de pesquisas e ações em Saúde dos Institutos de Pesquisa do Ministério da Ciência e Tecnologia*. Brasília: MCT, 2010. Disponível em: < ftp://ftp.mct.gov.br/Biblioteca/27651-Pesquisa_cientifica_tecnologica_saude.pdf > Acesso em: 1 set. 2015.

¹⁴³ O CMS (*Compact Muon Solenoid*) faz parte de um dos quatro experimentos do LHC e o detector CMS é responsável pelo processamento de dados do experimento LHCb, um dos detectores do LHC.

¹⁴⁴ O LHC é o maior acelerador de partículas do mundo. Ele é formado por mais quatro experimentos: ALICE (*A Large Ion Collider Experiment*), LHCb (*LHC Beauty*), ATLAS (*A Toroidal LHC Apparatus*), e CMS (*Compact Muon Solenoid*). O principal objetivo dos experimentos é investigar e explicar em detalhes como funcionam todas as partículas e forças da natureza no contexto da teoria do Modelo Padrão, a mais completa teoria física já desenvolvida.

¹⁴⁵ Disponível em: < <portal.cbpf.br/grupo-de-pesquisa/cms-lhc/68> >. Acesso em: 28 jul. 2015.

A segunda destas iniciativas é o *grid*¹⁴⁶ computacional do LHC que, a partir de 2008, tem a participação do CBPF no armazenamento dos dados e na execução de trabalhos de simulação para projetos do CERN, envolvendo usuários em todo mundo. O CBPF passou a receber dados brutos, provenientes diretamente das colisões observadas no LHCb¹⁴⁷. Esses dados são processados, analisados e enviados de volta ao CERN. Hoje em dia, o site de *grid* do CBPF dá suporte a várias Organizações virtuais ligadas à Física no mundo (LHCb, Fusion, Auger) e de outras áreas (BIOMED, ENMR; ambas da área de biociências), e os serviços críticos do ROC-LA (Regional Operations Centre - Latin America) que monitora e acompanha a "saúde" de todos os sites de *grid* da América Latina. O CBPF vem ampliando participação em iniciativas internacionais de pesquisa que dão suporte a experimentos de CT e Inovação.

6.1.2 O Núcleo de Inovação Tecnológica do Rio de Janeiro – NIT-Rio

O NIT Rio, Núcleo de Inovação Tecnológica do Rio de Janeiro coordena as atividades de PD&I direcionadas à transferência de tecnologia e geração de patentes (vide Quadro 6.2, p. 167). O NIT-RIO, criado em 2007, é um dos quatro NITs atuantes no MCTI¹⁴⁸ que surgiu de uma parceria entre o Observatório Nacional (ON), o Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC) e o CBPF.

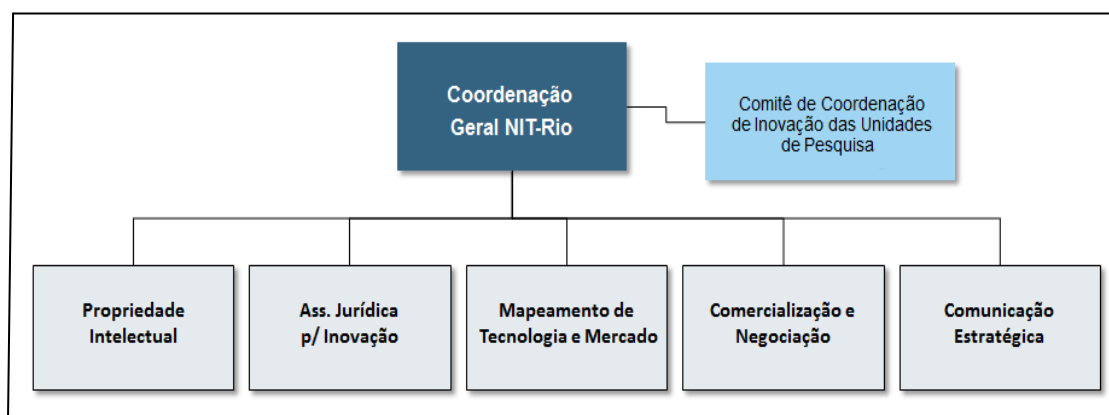
O Arranjo NIT Rio na atualidade compreende as Unidades de Pesquisa do MCTI localizadas no Rio de Janeiro: CBPF, Centro de Tecnologia Mineral (CETEM), Instituto de Matemática Pura e Aplicada (IMPA), Instituto Nacional de Tecnologia (INT), e Museu de Astronomia (MAST), Laboratório Nacional de Ciências da Computação (LNCC) e Observatório Nacional (ON). Estas instituições atuam cooperativamente com o principal objetivo de gerar um fluxo interativo entre conhecimento, mercado e fomento para o desenvolvimento do país, através da transferência de tecnologia às Organizações.

¹⁴⁶O termo "*grid*" foi cunhado em meados da década de 90, inspirado em outros tipos de redes, onde uma particular infraestrutura ou serviço chega ao usuário final, através de uma malha de alta capilaridade, como a rede elétrica, por exemplo. No *grid* computacional, os dados são processados, armazenados e distribuídos por todo o mundo numa única infraestrutura e com agilidade na transmissão destes dados.

¹⁴⁷LHCb, sigla de *Large Hadron Collider beauty*, é um experimento do CERN especializado em investigar as pequenas diferenças entre matéria e antimatéria ao estudar um tipo de partícula chamada "quark belo", ou "b", criado para explorar o que aconteceu depois do Big Bang que permitiu a matéria sobreviver e construir o Universo habitado. Disponível em: < <http://home.web.cern.ch/about/experiments/lhcb>>. Acesso em: 20 ago. 2015.

¹⁴⁸Atualmente, os quatro arranjos de NITs do MCTI são: Amazônia Oriental (Rede Namor), Amazônia Ocidental (Rede Amoci), Rio de Janeiro (NIT Rio) e São Paulo e Minas Gerais (NIT Mantiqueira). Disponível em: <<http://www.mcti.gov.br/>>. Acesso em: 20 ago. 2015.

Figura 6.6 - Organograma do NIT-Rio



Fonte: Disponível em: < http://mesonpi.cat.cbpf.br/_nitrio/?pgn=Equipe>. Acesso em 28 out. 2015.

O NIT-Rio oferece assistência jurídica e mercadológica às empresas interessadas, buscando incentivar a Inovação Tecnológica brasileira e o desenvolvimento de produtos e serviços com ciência agregada e protegidos por Lei. Pela figura 6.6, acima, atribui-se ao NIT as funções relacionadas à comercialização, à negociação e ao estímulo de parcerias estratégicas entre institutos de pesquisa e empresas, de acordo com a Lei da Inovação (Lei 10.973, de 2 de dezembro de 2004). Neste sentido, o CBPF, em parceria com o NIT-Rio, sedia Oficinas de Instrumentação Científica e Inovação Tecnológica, buscando promover a interação entre profissionais, estudantes, professores e empresários e realizar parcerias e convênios nas áreas da Física, Engenharias, Química, áreas ligadas à saúde humana e ciências afins.

Cabe ao NIT-Rio também estimular a participação de empresas inovadoras em projetos internacionais para abertura de novos mercados para ambas, ICTs e empresas. O CBPF, através da atuação do NIT-Rio, dentre outras, vem caminhando nesta direção de desenvolver pesquisa com foco na transferência de tecnologia para a Inovação.

Muitas das iniciativas de Inovação Tecnológica com alto nível de especialização no Brasil se originam do conhecimento produzido em instituições de pesquisa e em laboratórios de P&D de empresas. Com relação à atuação dos NITs, instalados nos ICTs do MCTI, (atores desta cadeia produtiva da IT no país) existem dificuldades identificadas como entraves de **gestão da Inovação Tecnológica** que geram:

[...] instabilidade no cumprimento de sua missão [...] entraves burocráticos na realização de parcerias com o setor privado; falta de continuidade operacional do NIT; alta rotatividade de pessoal, por não ser capaz de oferecer um horizonte de carreira e pela formação de equipes por meio de bolsistas. É urgente que se encontre um novo

posicionamento estratégico e tático [...], e em decorrência, uma Personalidade Jurídica apoiada em um sistema de gestão [...] com sustentabilidade no médio e longo prazo [...], sem descontinuidades e instabilidades como hoje existem. [...] institucionalizados em um modelo de gestão operacional que permita uma maior autonomia e flexibilidade, de modo a permitir resposta rápida e eficaz às demandas do mercado [...]. (NOTÍCIAS, mar. 2011. Disponível em: <<http://www.nitmantiqueira.org.br/portal/>> Acesso em: 15 jun. 2014)

O papel que os ICTs têm na Inovação é buscar de alguma forma agregar Ciência e Tecnologia de ponta à produção das empresas, para estas se tornarem mais competitivas no mercado. Hoje em dia esta integração P&D-Empresa ainda é frágil no país. É importante destacar que o *locus* da Inovação é a empresa, não a instituição de pesquisa ou a universidade. Cabe aos NITs do MCTI empreender a difícil missão de “aproximar as empresas dos grupos de pesquisas das ICTs, apresentando aos pesquisadores e tecnologistas novos desafios tecnológicos provenientes do mercado, que estejam alinhados com o perfil da ICT.”¹⁴⁹.

Quanto à base legal para a Inovação estabelecida no país, o coordenador do Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT) das Unidades de Pesquisas do MCTI no Rio de Janeiro, Marcelo Portes Albuquerque¹⁵⁰, argumenta que a Lei de Inovação tem colaborado para o progresso da Inovação no país, mas que, mesmo assim, há necessidade de maior efetividade de ações em pesquisa e tecnologia. Muitas das políticas públicas estão surtindo efeito, porém os resultados ainda repercutem lentamente por necessidade de transformação cultural no meio produtivo e pela escassez de capacitação em vários setores da sociedade e ainda a alta rotatividade de pessoal. Entretanto, destaca o coordenador do NIT que as ICTs estão sendo cada vez mais procuradas por empresas que almejam parcerias e competências para desenvolver P&D e novos produtos de alta tecnologia. Além disso, vem aumentando o número de pedidos de proteção à propriedade intelectual, nas ICT's, desde que o NIT-Rio foi criado, em 2007. (ALBUQUERQUE, 2013)

O Quadro 6.3, a seguir, informa sobre iniciativas de transferência de tecnologia, com a intervenção do NIT-Rio. Este quadro informa que a atuação do NIT-Rio ocorre em segmentos de pesquisa variados, visando aplicação industrial. As áreas biomédica e ambiental, dentre as outras, envolve instrumentação,

¹⁴⁹ Disponível em: < <http://www.nitmantiqueira.org.br/informativos/56-2013/novembro/255-capa>>. Acesso em: 29 jul. 2015.

¹⁵⁰ Em entrevista concedida ao NIT Mantiqueira em novembro de 2013. O NIT Mantiqueira, no Estado de São Paulo, reúne: CTI, Inpe, LNA e CNPEM, Centro de Pesquisas Avançadas Wernher von Braun e Univap.

Quadro 6.3 - Projetos para a transferência de tecnologia sob a gestão do NIT-Rio/CBPF

Projeto	Finalidade	Benefício social	Parcerias CBPF
LABIOMAT: Biomateriais	Uso médico, hospitalar e odontológico, através de pesquisa e produção de biocerâmica/bioabsorvível para a Rede do SUS ¹⁵¹	Regeneração de tecido ósseo e dentário	• Óssea Technology; • UFRJ-Instituto Nacional de Traumatologia-Ortopedia; • UFRJ-Instituto de Ciências Biomédicas
	Uso farmacêutico por nano estruturados/nanopartículas; aplicação a Medicina Preventiva	Liberação de fármacos e nanotoxicologia	USP -Centro Interdisciplinar de Terapia Gênica.
	Uso médico-ambiental	Imobilização de metais pesados em rejeitos e águas poluídas	• Rede de Bioengenharia do Rio de Janeiro; • INMETRO; • UFRJ; UFF; IME; • UFF - Hospital Antônio Pedro; • UFF – Biotério; • Empresas.
Caipora: monitoramento remoto de parâmetros físico químico	Controle de poluição ambiental, através de equipamento modular para uso industrial e ambiental	Monitoramento de efluentes industriais e controle em tempo real de parâmetros no processo de produção	• INT.
Detector de Neutrinos	Monitoramento em tempo real do fluxo de neutrinos emitidos por reatores nucleares	Avanço da tecnologia de funcionamento de reatores nucleares	• USP; • UNICAMP.
Aplicações tecnológicas da mecânica estatística não extensiva	Uso médico, mercado financeiro, Geologia	Precisão em processamento de imagem, reconhecimento de padrões de análise em modelagem geológica	• Petrobrás; • ANP.
Pierre Auger: detectores de radiação	Aplicações tecnológicas para a indústria	Desenvolvimento de novos métodos de fabricação industriais de grande porte	• USP; • UNICAMP; • Baterias Moura; • Rotoplastyc; • Orbital.
Cherenkov – Observatório de Raios Cósmicos			
LABNANO: aplicações industriais	Solução de problemas de todas as áreas do setor produtivo	Serviços de fabricação de nanocomponentes, semicondutores	Disponibilização das instalações a empresas de todo o país.

Fontes: Disponível em: <www.cbpf.br e www.ifsc.usp.br/~enfi/apresentacao/9h-MarceloPortesdeAlbuquerque.pdf>. Acesso em: 29 jul. 2015

¹⁵¹ SUS é Sistema Único de Saúde.

técnicas e materiais para uso preventivo, terapêutico e reparador visando à melhoria da qualidade de vida das populações. Importante ressaltar por este quadro que estas iniciativas apresentadas são multidisciplinares entre universidades, indústrias e centros de pesquisa e evidenciam avanços da CT em Inovação para o desenvolvimento sócio-técnico do país.

6.1.3 A Rede Nacional de Física de Altas Energias – RENAFAE

A RENAFAE, Rede Nacional de Física de Altas Energias, instituída em maio de 2008 pelo então MCT, faz parte de iniciativas estratégicas do Brasil, associadas à Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior. Visa, principalmente, a agregar grupos de pesquisa em experimentos de Física Nuclear e Altas Energias, como também tornar mais eficazes as colaborações científicas internacionais brasileiras em FAE e sua inserção no cenário internacional. Por intermédio desta rede aumentam-se as possibilidades de estabelecimento de convênios multilaterais entre centros de excelência no Brasil e exterior, propiciando um maior intercâmbio científico e tecnológico. (SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA, 2011, p. 111-112)

As atividades da RENAFAE têm sede no CBPF, onde há empenho em ativar um programa de mobilização de empresas instaladas no Brasil. O foco é o desenvolvimento de Inovação em instrumentação e software para as colaborações internacionais da área da FAE, contando prioritariamente com recursos das agências de fomento do MCTI e de outros Órgãos de fomento federais e estaduais.

A RENAFAE atua como um canal facilitador de intercâmbio da Inovação em Física dentro e fora do país, no contexto da investigação das propriedades das partículas e suas interações fundamentais. Esta rede tem desempenhado um papel relevante na expansão e consolidação da participação brasileira, não só nos experimentos desenvolvidos no CERN, mas também em outras grandes colaborações internacionais em Altas Energias, como o Observatório Pierre Auger na Argentina.

No segmento da FAE a pesquisa científica e tecnológica tem vários campos de aplicação passíveis de gerar benefícios sociais na área de Ciências Exatas e da Terra e na área da Saúde, como já exemplificado neste capítulo, principalmente no contexto da concepção, construção, instalação e aperfeiçoamento da instrumentação associada a experimentos e investigações técnico-científicas. Cabe à RENAFAE:

[...] promover [e consolidar] o avanço científico e tecnológico da investigação sobre as propriedades das partículas e suas interações [...]

através da] coordenação de atividades dos grupos atuantes em Física de Altas Energias e, em particular, as atividades associadas as grandes colaborações internacionais [...] ampliar a pesquisa e expandir a capacitação científica e técnica necessária para explorar os benefícios resultantes dos desenvolvimentos associados e suas implicações tecnológicas (BRASIL. MCTI, 2008, p 20, art. 2)

Cabe ainda à RENAFAE criar e incentivar a estruturação de mecanismos para a interação entre a indústria e as demandas dos experimentos de desenvolvimento da instrumentação e de software para as colaborações internacionais que promovam, além do avanço da FAE, também benefícios sociais. (BRASIL. MCTI, 2008, p 20)

Na atualidade a RENAFAE administra projetos com variadas colaborações. No Quadro 6.4, p. 175, a seguir, destacam-se iniciativas de FAE desenvolvidas pela rede, seus focos de pesquisa, os locais de funcionamento e as parcerias (cooperações) que se movimentam nos projetos. Estes projetos, globalmente, visam ao avanço científico e tecnológico da investigação das propriedades das partículas e suas interações fundamentais, ampliando possibilidades de produção de Inovação em FAE, relacionada principalmente à instrumentação científica. Destas oito iniciativas apresentadas no Quadro 6.4, em cinco delas há participação direta do CBPF.

Esta rede tem desempenhado um papel relevante na consolidação da participação brasileira, não só nos experimentos desenvolvidos no CERN, mas também em outras grandes colaborações internacionais neste segmento da Física de Altas Energias. O detector do CMS e o *grid* computacional, iniciativas já mencionadas neste capítulo, são exemplos de atuação inovadora desenvolvida no país em rede por um grupo de pesquisadores brasileiros, sob a coordenação da RENAFAE.

A Física de Altas Energias, também identificada como Física de Partículas, é dependente de grandes projetos, como, por exemplo, os desenvolvidos no Fermilab¹⁵² e no CERN. A necessidade de financiamento para projetos deste porte ocorre não só em Países em Desenvolvimento como o Brasil, mas em demais países que se dedicam à FAE em pesquisas e transferência de tecnologia. São empreendimentos onerosos, de longa duração e de alta tecnologia, envolvendo equipamentos de grandes dimensões. Normalmente, tipos de empreendimentos desta natureza se concretizam com maior investimento do Estado que de empresas.

¹⁵² FERMILAB é a sigla do laboratório especializado em Física de Altas Energias Fermi National Accelerator Laboratory, USA, em funcionamento desde 1967.

Quadro 6.4 - A RENAFAE: projetos e colaboradores

Projeto	Finalidade investigativa	Local do experimento	Colaborações
ALICE (A Large Ion Collider Experiment)	Formação de nova fase da matéria (plasma quark-gluon), a partir de interações fortes da matéria em densidades extremas de energia.	CERN, Meyrin, Suíça	USP, UNICAMP, UFABC
ALPHA (Antihydrogen Laser Physics Apparatus)	Simetrias fundamentais entre matéria e antimatéria, pela comparação entre hidrogênio e anti-hidrogênio em estudo gravitacional e inércia.	CERN, Meyrin, Suíça	UFRJ/IF
ATLAS (A Toroidal LHC Apparatus)	Novas descobertas com colisões frontais de prótons em muito altas energias, em aprofundamento aos resultados do bóson de Higgs.	CERN, Meyrin, Suíça	UFRJ-Coppe, UFJF, USP, UFF, UFRS
AUGER (Pierre Auger Observatory)	Correlações entre as direções de chegada dos eventos de neutrinos IceCube e raios cósmicos de ultra-alta energia detectado por Telescópio.	Pierre Auger Observatory, Pampa Amarilla, Argentina	CBPF, USP, UNICAMP, UEFS, UFB, UFABC, UFRJ, UFF
CMS (Compact Muon Solenoid)	Modelo padrão e novas teorias da FAE, através de detector de imagens das colisões de partículas do LHC.	CERN, Meyrin, Suíça	CBPF, UERJ, UNESP, UFABC
CTA (Cherenkov Telescope Array)- Gamma Ray	Raios gama de muito alta energia visando ao conhecimento sobre a origem, papel e natureza dos raios cósmicos no Universo. (ainda em fase de P&D)	Observatórios abertos de base terrestre, situados nos Hemisférios Norte (Ilhas Canárias) e Sul (Chile)	CBPF, UFRJ, USP, UFS, USP, UFABC
LHCb (Large Hadron Collider beauty)	Medidas precisas da violação da simetria CP^{153} e decaimentos raros de mésons com o quark b ou anti-b, um conjunto conhecido por 'méson b'.	CERN, Meyrin, Suíça	CBPF, PUC-Rio, UFRJ-Lape, UFTM
Neutrinos	Interação do neutrino com outras partículas por meio de interação gravitacional gerada na natureza e o potencial de aplicação do neutrino com suas características extremas: leveza, abundância e interação débil. Sete experimentos têm sido desenvolvidos em laboratórios brasileiros com grupos específicos de pesquisa, alguns destes com participação de profissionais da Fermilab (Fermi National Accelerator Lab.)	Fermilab, Batavia, Estados Unidos	CBPF, PUC-Rio, UFABC, UNICAMP, UNIFAL-MG, UEFS, UFG, USP

Fonte: Informações extraídas de: <<http://mesonpi.cat.cbpf.br/renafae/?pgn=inicio>>. Acesso em: 5 dez. 2015.

Esta evidência consolida o ponto de vista de Mazzucato (2014) de que o Estado é o

¹⁵³ A simetria CP é uma simetria quase exata das leis da natureza sobre o efeito da transformação entre partículas em antipartículas, a assim chamada conjugação de Carga, e a inversão das coordenadas espaciais, a Paridade. Disponível em: <http://revistafisica.blogspot.com.br/2015_07_01_archive.html>. Acesso em 15 dez. 2015. Acesso em: 5 dez. 2015.

maior empreendedor em projetos inovadores que representam maior risco para os investidores, como também em grandes empreendimentos, que são normalmente subsidiados através de financiamentos não reembolsáveis pelas agências nacionais de fomento. Segundo Mazzucato, existem vários exemplos no Brasil e no exterior que constata na prática que o Estado é o empreendedor dos maiores avanços em CT e na maioria das vezes não é reconhecido com tal.

Redes como a RENAFAE, por exemplo, se estruturam a partir da interação do conhecimento científico e tecnológico. Há um fluxo interligado de atuações que se inicia com estudos e pesquisas cooperativas de físicos teóricos e experimentais, que geram aplicações tecnológicas, que se transformam em testes e protótipos que promovem a Inovação para produção industrial.

De fato, a prática da Inovação pressupõe a existência de redes de conhecimento científico e tecnológico, que cumprem certos requisitos referenciados por Maculan como sendo:

[...] adquirir competências específicas, buscar e articular, entre si, conhecimentos de natureza e origem diversas; alguns públicos e explícitos, outros, tácitos, vindo da experiência, cuja transmissão, assimilação e utilização são bastante complexas. (MACULAN, 2005, p. 2)

Atualmente a RENAFAE atua com 15 instituições públicas associadas: 13 universidades, um centro de formação profissional e um centro de pesquisa. Até o ano de 2015 participaram da RENAFAE 242 físicos, entre os profissionais da equipe dos projetos, pós-doutores e alunos. De 2010 a 2015 a colaboração brasileira em projetos internacionais de FAE, sob a coordenação da RENAFAE, tem um custo total na ordem de € 4.351.000,00, discriminado no Quadro 6.5, a seguir, onde é possível verificar que os investimentos feitos à rede advem de fomento público, com maior participação por dotação orçamentária do MCTI e por fomento da FINEP, ambos participando com € 1.371.000,00 cada, além do CNPq (€ 1.152.000,00) e de Agências Estaduais-FAPERJ nos dois últimos anos (€ 457.000,00). Em 2015 o financiamento público à RENAFAE obteve um aumento percentual de cerca de 40% em relação a 2014, o que tende a evidenciar a importância desta rede para o país.

Quadro 6.5 - Custos totais estimados - RENAFAE (2010-2015) em Euros (€)

Ano	Orçamento MCTI	FINEP	CNPq	Outras Agências	TOTAL
2010	228.500,00	457.000,00	220.000,00		905.500,00
2011	228.500,00		220.000,00		448.500,00
2012	228.500,00		220.000,00		448.500,00
2013	228.500,00	457.000,00	164.000,00		849.500,00
2014	228.500,00		164.000,00	228.500,00	621.000,00
2015	228.500,00	457.000,00	164.000,00	228.500,00	1.078.000,00
Total	1.371.000,00	1.371.000,00	1.152.000,00	457.000,00	4.351.000,00

Fonte: MACIEL (2015, p. 47)

O esforço da RENAFAE em participar de grandes colaborações internacionais tende a se reverter em geração de conhecimento científico e de Inovação pela comunidade brasileira de FAE. Neste sentido, acrescentam os associados da SBF que:

[...] a estratégia para o aumento da relevância brasileira deve ser o de agrupamento dos experimentais de altas energias em poucos grupos e a formação de fenomenólogos atrelados exatamente aos experimentos em que esses grupos estarão atuando [...] neste sentido já vem sendo iniciada pela formação da RENAFAE. (SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA, 2011, p. 168)

A RENAFAE vem cumprindo o papel de agregar grupos de pesquisa em FAE. Porém, há argumentos entre físicos sobre a necessidade de políticas de CT brasileiras mais claras e metas mais específicas, com objetivos continuados. Questiona-se sobre a eficácia dos mecanismos de avaliação de propostas de projetos e de sua execução e sobre a necessidade de aumento de intercâmbio com outras áreas e instituições. Priorizar e articular iniciativas entre grupos de FAE e instituições do segmento são metas para a retenção de conhecimento no país, com a participação da indústria. (SBF, 2011, p. 169-170).

A Figura 6.7, p. 179, expõe uma visão panorâmica de alguns projetos desenvolvidos no Brasil, no âmbito de atuação do NIT-Rio e da RENAFAE. Apesar das duas iniciativas terem propostas de trabalho e missões distintas, uma privilegiando o Desenvolvimento e a Inovação e a outra a experimentos de FAE, ambas possuem pontos de interação (destacadas na cor azul na figura).

O experimento promove e utiliza novas tecnologias e a Inovação Tecnológica estimula e necessita da geração de novos experimentos. Esquemáticamente, destaca-se que a pesquisa experimental na RENAFAE tem interface com a pesquisa aplicada gerida no NIT-Rio. São exemplos desta interface, a tecnologia de instrumentação (detector de

neutrinos) e métodos de fabricação industrial (detectores de raios cósmicos) dos experimentos do Auger, CTA e Neutrinos, além do *grid* computacional que tem ampliado sua aplicação entre ciência experimental e aplicada. Segundo entrevista com o físico Ronald Shellard, há expectativa de se transformar a tecnologia de produção de detectores do CMS e do LHCb e o desenvolvimento da eletrônica de detectores em aplicações industriais, sendo portanto iniciativas que potencialmente podem vincular a RENAFAE ao NIT-Rio. (Quadro 6.3, p. 172 e Figura 6.7, p. 179). Evidencia-se o caráter aplicativo dos cinco projetos encampados pelo NIT-Rio em temáticas emergentes para o país, enquanto que na RENAFAE destacam-se oito experimentos internacionais com a participação do Brasil, em cooperação com quatro instituições (CERN, CTA, Observatório Auger e Fermilab).

No item a seguir serão apresentados genericamente conceitos e explicações sobre a FAE em C&T, a Física Médica, instrumentação e terapias. Destaca-se o CERN como instituição atuante em FAE.

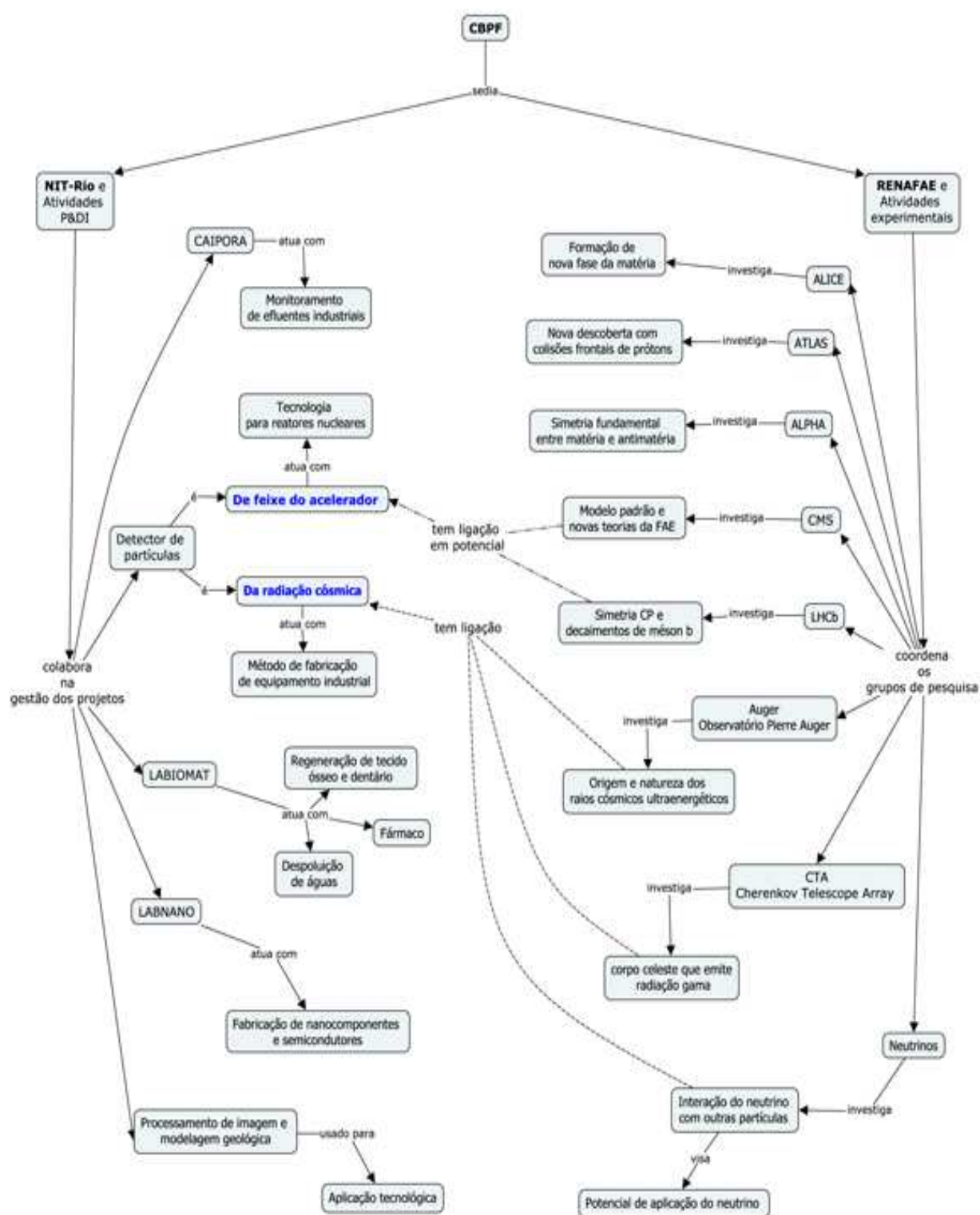
6.2 A FÍSICA DE ALTAS ENERGIAS E A FÍSICA MÉDICA

A Física de Altas Energias (FAE) ou Física de Partículas é um campo da Física Quântica que investiga as partículas fundamentais que constituem a matéria e as interações existentes na natureza, com a finalidade de explorar a fronteira do conhecimento sobre a estrutura da matéria, seus componentes e interações. É chamada de Física de Altas Energias porque muitas partículas elementares só podem ser criadas e analisadas a partir de processos em energias elevadas, logo a detecção destas partículas também só pode ser possível a partir de altas energias de aceleração. Destas partículas fundamentais, apenas o elétron e o próton foram aceleradas na atualidade. Este item tem foco nas pesquisas de aceleração de prótons. (SIQUEIRA, 2006, p. 20-21)

O mais complexo aspecto da Física de Partículas é a dicotomia que se estabelece em seu campo de atuação na pesquisa, onde as menores dimensões da matéria são estudadas em enormes aceleradores de partículas. Considerando ainda que o avanço das teorias e experimentos neste campo do conhecimento depende cada vez mais da construção de aceleradores maiores. (SIAS; SAMPAIO; MÜTZENBERG, [s. d.])

A Pesquisa em FAE é a missão principal do CERN, Centro Europeu para Pesquisa Nucleares, que se situa na fronteira entre a Suíça e a França. Físicos e engenheiros atuam de grande porte, que são os aceleradores e os detectores de partículas de alta energia, os

Figura 6.7
Projetos Brasileiros de Pesquisa em C&TI
sediados no CBPF



Fonte: O autor, a partir de terminologia analisada no capítulo 6.

na investigação da estrutura fundamental do universo, utilizando instrumentos científicos mais complexos do mundo. O CERN é um laboratório internacional que reúne Pesquisa, Educação e Tecnologia de forma integrada. Na Educação são realizados estágios para estudantes de todos os níveis e nacionalidades e outras atividades que complementam a Escola e dão início à profissionalização do estudante. No segmento da Tecnologia, várias metodologias são desenvolvidas para que o conhecimento novo, adquirido através de pesquisas, retorne à sociedade, transformado em produto comercial. Na opinião do físico brasileiro Santoro¹⁵⁴ em coluna apresentada na Assessoria de Imprensa da Universidade Federal de Campina Grande¹⁵⁵, “é absolutamente necessário a ação integrada entre estas três vertentes [Pesquisa, Educação e Tecnologia] para manter a qualidade da pesquisa fundamental”.

Para a investigação de pequenas escalas e grandes energias da matéria, vêm sendo desenvolvidas diferentes gerações de aceleradores de partículas durante o último século. Atualmente, o mais avançado instrumento científico existente é o *Large Hadron Collider* (LHC) do CERN, localizado nas proximidades de Genebra, na fronteira Franco-Suíça. Seu principal componente é um acelerador circular de 27 km de comprimento, instalado a 100 metros de profundidade, responsável pelo estágio final da aceleração de feixes de prótons ou íons pesados. Esses feixes se cruzam em quatro áreas de colisão, identificadas por quatro experimentos¹⁵⁶, onde diferentes detectores coletam e analisam os resultados das colisões. Grupos de pesquisa do Brasil participam de todos os quatro experimentos (vide Quadro 6.5, p. 177). O principal objetivo dos experimentos é investigar a origem do Universo e aumentar o conhecimento sobre a natureza.

A participação dos brasileiros nestes experimentos envolve pesquisadores, professores, estudantes de universidades e institutos de pesquisa do Brasil. Atualmente, por exemplo, o grupo de física nuclear da USP participa do experimento ALICE, os físicos e engenheiros do CBPF e UFRJ, participam do LHCb, os grupos do CBPF, UFRJ e COPPE, do CMS, e os grupos do CBPF, UERJ, UNESP, UFRGS e CEFET participam do

¹⁵⁴ Alberto Franco de Sá Santoro, doutor em Física pela Université Paris VII, trabalhou como cientista convidado do FERMILAB, USA, tornando-se membro da Comissão Executiva do Fórum Internacional de Física da American Physical Society e Diretor da LISHEP – International School on High Energy Physics. Atualmente coordena três projetos no LHC.

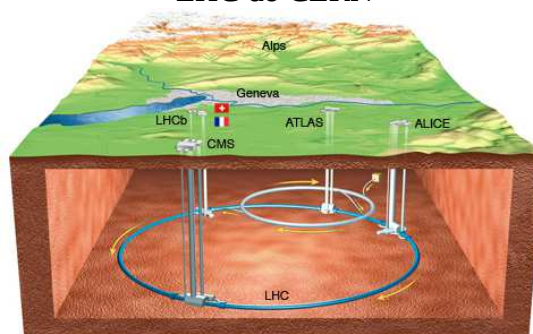
¹⁵⁵ Informação completa disponível em:

<www.ufcg.edu.br/prt_ufcg/assessoria_imprensa/mostra_noticia.php?codigo=7645>. Acesso em: 10 ago. 2015.

¹⁵⁶ ALICE (A Large Ion Collider Experiment), LHCb (LHC Beauty), ATLAS (A Toroidal LHC Apparatus), e CMS (Compact Muon Solenoid)

experimento ATLAS.¹⁵⁷

Figura 6.8
LHC do CERN



Fonte: Imagem disponível em:
<mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/lhc-maior-acelerador-particulas-mundo.htm>.
Acesso em 10 nov. 2015.

O projeto, desenvolvimento e implantação de aceleradores de partículas e seus detectores é de elaboração multidisciplinar, envolvendo a Engenharia Mecânica, Elétrica, Eletrônica e Informática, as Ciências da Terra (Geodésia), Ciência dos Materiais, Supercondutividade e Criogenia, ultra-alto vácuo, detecção de radiação, Computação de alto desempenho e redes ópticas.

A alocação de recursos para a construção e manutenção de instalações voltadas à pesquisa e à instrumentação científica é considerada como ação prioritária para a Ciência e a Inovação do século XXI, segundo a agenda americana de Ciência e Tecnologia.¹⁵⁸ A instrumentação científica envolve complexas redes de sensores, bancos de dados e uma estrutura avançada de processamento e transmissão de dados cada vez mais baseada na integração computacional. O objetivo é simplificar o controle e aprimorar a coleta e análise de dados. A operação desses equipamentos é cada vez mais sofisticada e requer uma capacitação profissional que permita ao pesquisador dominar as técnicas envolvidas na utilização desses recursos.

Essa instrumentação sofisticada pode ser empregada para variados fins, a partir da pesquisa experimental em Física. A exemplo, equipamentos para aplicação em imagens médicas como o “MRI (*Magnetic Resonance Imaging*), o PET (*Positron Emission*

¹⁵⁷Maiores detalhes disponíveis em:

<<http://www.memoria.cnpq.br/saladeimprensa/noticias/2008/0905g.htm>>. Acesso em: 11 nov. 2015.

¹⁵⁸RISING above the gathering storm: energizing and employing America for a brighter economic future. In: Committee on Prospering in the Global Economy of the 21st Century: an agenda for american science and technology. Washington: National Academies Press, 2007.

Tomography), o SPECT (*Single Photon Emission Computed Tomography*), e no tratamento oncológico, através da Radioterapia baseado em feixes hadrônicos (*hadrontherapy*)”, utilizado em Medicina de precisão. (GLASHOW, 2005. p. 3-4)

A Física de Partículas e a Física Médica tem em comum a necessidade crescente de Inovações Tecnológicas que aprimorem os meios de detecção de radiação, possibilitando diagnósticos rápidos e precisos. A Sociedade Brasileira de Física (SBF) conceitua a Física Médica como sendo:

[...] o ramo da Física que compreende a aplicação dos conceitos, leis, modelos, agentes e métodos da Física para o diagnóstico e tratamento de doenças, desempenhando uma importante função na assistência médica, na pesquisa biomédica e na otimização da proteção radiológica. (SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA, 2010)

A Física Médica, sendo um campo científico multi e interdisciplinar, fortalece a base científica para o avanço das modernas tecnologias direcionadas ao diagnóstico e à terapia, estabelecendo os critérios para assegurar a correta e efetiva utilização de profissionais, agentes da Física na Medicina.

Nas décadas de 60 e 70 foram criadas legislações que estabeleceram a presença deste profissional em algumas áreas médicas, como em Radioterapia e Medicina Nuclear. No Brasil, a área se consolidou a partir da criação da Associação Brasileira de Física Médica (ABFM), em 1969. A demanda por profissionais qualificados nessa área deve-se, principalmente, ao avanço tecnológico crescente dos equipamentos utilizados pelo Setor da Saúde. A tomografia computadorizada, a aplicação de laser no tratamento dermatológico, a medicina nuclear e o tratamento radioterápico do câncer, entre outros, são exemplos de áreas de atuação da Medicina que necessitam de um profissional qualificado em Física para sua operacionalização e desenvolvimento. Atualmente a Física Médica é desenvolvida principalmente nas áreas de Radiologia diagnóstica e intervencionista, Medicina Nuclear, Radioterapia, Radiocirurgia, Proteção Radiológica, Metrologia das Radiações, Biomagnetismo, Radiobiologia, Processamento de Sinais e Imagens Biomédicas, Clínica e Epidemiológica. (SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA, 2010)

Muitas das tecnologias derivadas da FAE, em que o CERN vem trabalhando na atualidade, têm ênfase no recente desenvolvimento de detectores de radiação e da Microeletrônica. A utilização da radiação controlada por equipamentos tem importância terapêutica e é utilizada no diagnóstico de determinadas patologias. A sua utilização é comumente associada à determinação de dose aplicada a um doente, uma vez que existe

uma proporcionalidade entre a quantidade de radiação aplicada e a dosagem referente, ao longo do tempo.

O câncer na atualidade é uma das doenças que tem gerado grande preocupação à sociedade moderna e a terapia por radiação tem vital importância em seu tratamento. A finalidade deste tipo de terapia é estabelecer o controle no local e na extensão da área do tumor, que pode resultar em sua cura. As terapias de radiação convencionais, aquelas que utilizam feixes de fótons, elementos radiativos, como raios-X ou raios gama, atingem o tumor, como o previsível. Entretanto, tais técnicas inevitavelmente depositam alguma dose de radiação para uma extensa área de tecido saudável e em alguns casos este tipo de radiação pode causar efeitos secundários desagradáveis e ocasionalmente permanentes.

A terapia moderna por hadrons (hadronterapia ou terapia hadrônica) é uma modalidade de tratamento de doenças por radiação de alta energia, diferenciada destas técnicas convencionais. Utiliza feixes de prótons ou de íons leves, que têm propriedades físicas e radiobiológicas únicas e tem várias vantagens sobre as terapias com raios-X. Em particular, prótons e íons leves penetram no corpo humano com pouca perda de energia inicial, e nenhuma dose é depositada para além da área do tumor, poupando a maior parte do tecido saudável. Acrescentando-se ainda que a ação dos prótons cessa após atingir seu alvo principal, afetando muito menos as células saudáveis e, conseqüentemente, causando menores danos a tecidos e abrandando os efeitos colaterais. Um feixe de prótons ou de íons leves permite, assim, uma terapia de tumores altamente adaptada, variando o local do tratamento de uma área superficial da pele às mais profundas com uma precisão milimétrica. É uma alternativa efetiva para o tratameto do câncer e que gera menos efeitos colaterais do que as fontes eletromagnéticas utilizadas na Radioterapia. (enlight.web.cern.ch/what-is-hadron-therapy)

Manjit Dosanjh¹⁵⁹, fazendo menção à história da hadronterapia em conferência em Predeal, Romania 2009, ela informa que o primeiro paciente a ser tratado com hadronterapia ocorreu na Inglaterra, em Berkeley no ano de 1954. E, dando-se um salto na história, em 1997 já havia 22 mil pacientes tratados, dos quais 18.300 com prótons e em

¹⁵⁹ Manjit Dosanjh é Conselheira do CERN em Ciências da Vida e líder do Grupo de Transferência de Conhecimento e Coordenadora do ENLIGHT. Disponível em: < <http://knowledge-transfer.web.cern.ch/our-team>>. Acesso em: 14 ago.2015

2008 este número subiu para 63 mil pacientes (55.000 destes tratados com prótons) e a tendência é de crescimento nesta última década.¹⁶⁰

O aumento na utilização da hadronterapia se justifica pelo alto padrão tecnológico desta terapia que, por ser de radiação de alta precisão, permite:

1. obter informações sobre parâmetros relevantes do tumor (volume, posição, topologia, densidade - também do tecido circundante) durante cada momento da irradiação terapêutica;
2. adaptar o plano de tratamento em tempo real; e
3. controlar o dispositivo de irradiação com efetividade para compensar eventuais desvios em relação ao plano de tratamento original.

Porém, apesar dos benefícios deste tipo de tratamento, ele ainda é muito mais oneroso que os tratamentos convencionais. A adoção da hadronterapia nos Sistemas de Saúde no mundo é recente e está em processo de ajuste entre operacionalidade, custo e benefícios, e ainda demanda investigação sobre alguns aspectos de solução incerta. Por exemplo, a distorção da amplitude dos feixes em tecidos humanos não homogêneos, o problema dos cânceros que se movem com a respiração e a busca de maior precisão quanto à energia mais vantajosa para a incidência dos feixes (os chamados Picos de Bragg) sobre a área afetada. Para tornar o tratamento menos oneroso e mais eficaz, em custo-benefício, é necessário ampliar as pesquisas sobre a racionalização nas escalas de dose de radiação e de uma mudança no sentido de minimizar o tempo de exposição aos tratamentos.

Na Inglaterra a hadronterapia só é oferecida pelo sistema de saúde público aos pacientes que sofrem de câncer ocular¹⁶¹, embora eventualmente pessoas que sofram de outras enfermidades também possam ter a aplicação desta terapia.

A Figura 6.9, p. 186, apresenta um resumo comparativo entre o tratamento do câncer convencional e o inovativo, à base de terapia hadron. Com relação aos dois tratamentos, são apresentados no esquema, termos que têm conceitos convergentes e divergentes no fluxo da informação, com destaque em **negrito** aos principais pontos convergentes e divergentes do esquema. Tem-se, então, como termos:

¹⁶⁰ Disponíveis em:

<<http://www.icrsh.ro/en/res/10ENLIGHT%20and%20Specific%20Projects%20PARTNER%20ULICE%20ENVISION.pdf>>. Acesso em: 14 ago. 2015.

¹⁶¹ Notícia veiculada em: <<http://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2014/09/mais-cara-e-menos-danosa-terapia-com-protons-abre-polemica-na-europa.html>>. Acesso em: 11 ago. 2015.

- convergentes:
 - Física - Espaço, Tempo, Medida - **Física de Partículas - tratamento do câncer**, e
- divergentes:
 - **Mecânica Quântica**: matéria, partícula, hadron, próton, carbono, acelerador, hadronterapia;
 - **Teoria da Relatividade**: radiação, fóton, raio gama, elemento radiativo, fonte eletromagnética, radioterapia.

Na figura 6.9, a partir do termo ‘Física de Partículas’, os conceitos divergem e fluem em linha paralela no esquema, com identificação de cores entre o preto (radioterapia) e o azul (hadronterapia), de acordo com a terminologia básica que converge por ambas a se vincularem ao ‘tratamento do câncer’. A figura oferece uma visão abrangente das diferenças no uso de tecnologias e na utilização de constituintes elementares da Física de Partículas a estas tecnologias.

Vale ressaltar que os dois tratamentos são eficientes e devem ser utilizados, com foco em suas especificidades. Estes tratamentos sofrem, ao longo do tempo, inovações incrementais para seu aprimoramento. O que se observa na atualidade é a tendência de que o tratamento inovativo por hadronterapia venha a crescer gradativamente pelos menores efeitos colaterais provocados à saúde, independente de seu alto custo de tratamento. (enlight.web.cern.ch/what-is-hadron-therapy)

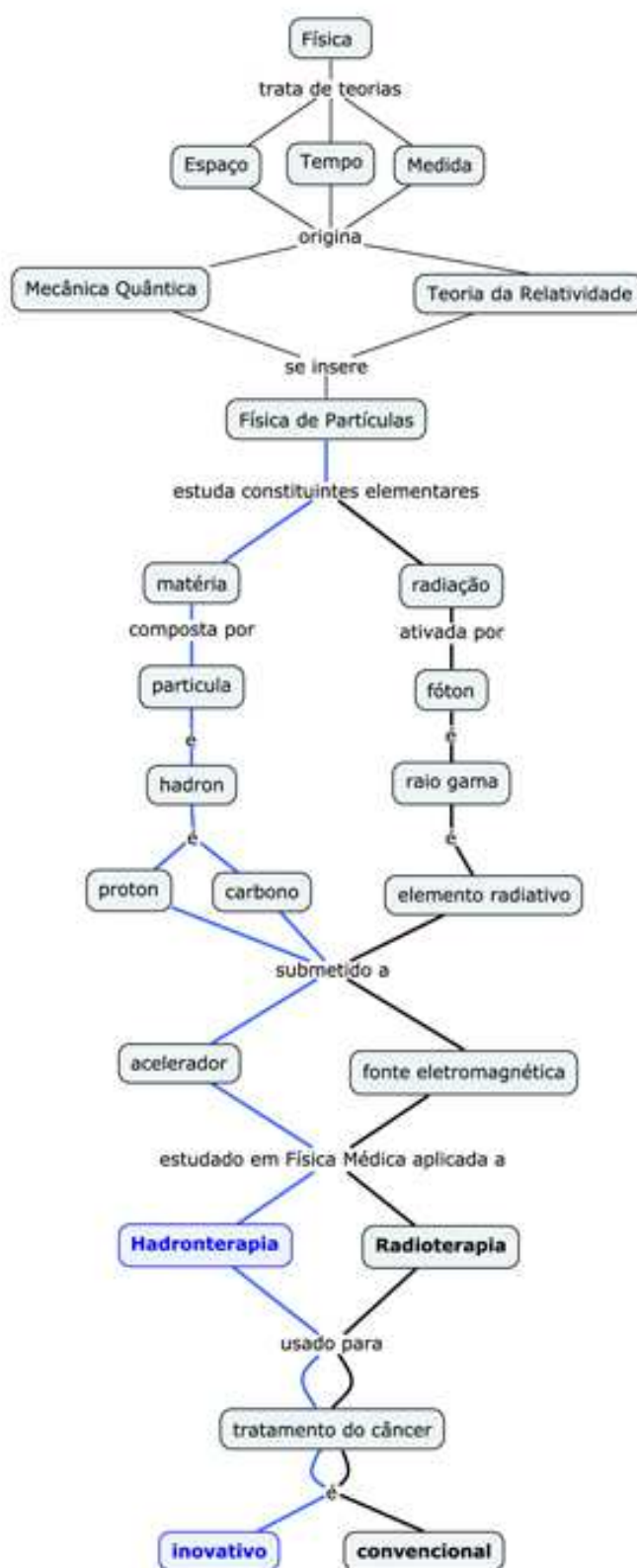
Em vista da ampla potencialidade da terapia hadrônica e da necessidade de aprofundamento em P&D sobre o tema, a União Europeia financia na atualidade vários projetos para a pesquisa e a coordenação das iniciativas nesta direção na Europa, e que se repercutiu na criação da ENLIGHT, que é apresentada no item a seguir.

6.2.1 A Rede Europeia para Terapia Hadron de Íons Leves – ENLIGHT

A ENLIGHT é uma rede que administra vários projetos inovadores de Física Médica, desenvolvidos na Europa para o tratamento do câncer. Baseada na tecnologia da Física de Partículas do hadron, desenvolvida nas pesquisas realizadas no CERN, junto com vários parceiros europeus, buscam-se alternativas tecnológicas para aprimorar os processos de pesquisa com os prótons¹⁶², nos aceleradores do CERN.

¹⁶² Hadrons são partículas de interação forte, como exemplo, os Prótons.

Figura 6.9
Aplicação da Física no tratamento do câncer



Fonte: O autor, em referência à revisão de literatura realizada no capítulo 6.

A Rede Europeia para Terapia Hadron de Íons Leves - *the European Network for Light Ion Hadron Therapy*, a ENLIGHT, foi criada em 2002 para coordenar os esforços europeus envolvendo a pesquisa em Física e em Medicina, conjuntamente. A ENLIGHT é uma rede internacional e multidisciplinar com plataforma interdisciplinar, formada por mais de 300 participantes de 20 países europeus, que juntos formam a Comunidade de Terapia Europeia a Hadrons. A grande conquista da ENLIGHT tem sido juntar comunidades tradicionalmente separadas, de tal forma que médicos, físicos, biólogos e engenheiros, com experiência e interesse no trabalho de terapia de partículas, trabalhem juntos.

Os projetos da ENLIGHT tem um planejamento de quatro anos de operação, que ocorreu entre os anos de 2008 a 2011 e que vem progredindo como uma iniciativa de sucesso em gestão estruturada do conhecimento por uma plataforma informacional em rede, que reúne pessoas de diversas especialidades e países da Europa. Dosanjh; Jones; Meyer (2010), afirmam que os resultados positivos alcançados neste projeto advêm da gestão eficiente do conhecimento. Suas bases de dados são suportadas pelo intercâmbio regular e organizado de dados, informações e melhores práticas, como também, da definição e adoção de procedimentos estratégicos com visão de futuro, referentes à pesquisa e ao desenvolvimento tecnológico no campo da terapia hadrônica. Assim sendo, na prática, segundo esses autores, processos de Inovação estão diretamente associados à gestão padronizada do conhecimento, que se combina entre o tácito e o explícito. Processos inovadores, onerosos e complexos como os projetos da ENLIGHT têm um fluxo interoperável de informações, são padronizados em redes e tecnicamente normalizados.

Em 2006, a comunidade da ENLIGHT concluiu que os objetivos da rede seriam melhor atingidos a partir de duas abordagens independentes e complementares: **P&D** em áreas necessárias para que a terapia hadron se tornasse altamente eficaz; e implementação de um **modelo padrão de protocolos em rede** para o tratamento dos pacientes. A meta é entender as diferenças que caracterizam cada tumor, segundo o tipo de célula maligna, sua localização e morfologia, segundo o perfil do paciente e seu condicionamento físico, para que o tratamento seja efetivo. Portanto, como já é preconizado no segmento científico, o **mapeamento de informações** em projetos é fundamental para o desempenho de pesquisas e da análise de seus resultados.

Segundo Manjit Dosanjh, coordenadora do ENLIGHT, a principal missão desta rede é desenvolver estratégias para assegurar o financiamento necessário para a

continuação de operação dos projetos sob estes dois aspectos fundamentais mencionados: pesquisa e intercâmbio em rede. Informa o CERN Courier¹⁶³ em novembro 2012 que o financiamento à rede está na ordem de **24 milhões de euros**. Grande parte deste valor vem sendo subsidiado por verbas públicas de Órgãos oficiais da Comunidade Europeia, reiterando o aspecto de que o Estado é o maior financiador de iniciativas inovadoras, segundo argumento defendido em Mazzucato (2014).

Atualmente, sob a égide da ENLIGHT estão vinculadas quatro redes de informação em C&T, financiados pela União Europeia, formando uma estrutura identificada como “o guarda-chuva da ENLIGHT” (Figura 6.10, p. 191). São eles: PARTNER (*Particle Training Network for European Radiotherapy*), ULICE (*Union of Light Ion Centres in Europe*), ENVISION (*European NoVel Imaging Systems for Ion Therapy*) e ENTERVISION (*European Training Network in Digital Medical Imaging for Radiotherapy*).¹⁶⁴

A PARTNER é uma rede inter e multidisciplinar iniciada em 2008 sob a coordenação do CERN, com um financiamento total de 5,6 milhões de euros. Abrange um conjunto único de competências, conhecimentos, infraestrutura e possibilidades de formação e capacitação de profissionais pesquisadores para atuar nas instalações europeias programadas no projeto. O objetivo é melhorar a eficiência global da terapia hadrônica no tratamento do câncer e promover desenvolvimentos clínicos, biológicos e técnicos em nível pan-europeu. O projeto reúne institutos acadêmicos, centros de pesquisa e duas principais empresas europeias na terapia de partículas (IBA-*Ion Beam Application* e Siemens), envolvendo a terapia de partículas sob os aspectos: clínico, radiobiológicos e tecnológicas.

A rede ULICE, com início de atividades em 2009, é coordenada pelo *Centro Nazionale di Adroterapia Oncologica Italiano* (CNAO). Recebeu até o momento um financiamento de 8,4 milhões de euros da Comunidade Europeia. Ela se desenvolve num espaço de instalação de terapia hadron italiano que é utilizado por 21 instituições europeias. O trabalho desta rede é desenvolvido nas instalações de íons leves existentes no CNAO, juntamente com as instalações de dois outros centros de pesquisa de Física, o do

¹⁶³ O CERN Courier é o international journal of High-Energy Physics, periódico corrente publicado pelo CERN desde 1959.

¹⁶⁴ Maiores informações no portal da ENLIGHT, disponível em: <enlight.web.cern.ch>. Acesso em: 10 out. 2015.

CERN e o de *Gesellschaft für Schwerionenforschung Biophysik* (GSI), com a participação das empresas SIEMENS e IBA. O projeto da ULICE está estruturado por três pilares:

1. Pesquisa cooperativa, para melhorar o desempenho operacional das instalações e minimização de seus custos, lida com questões técnicas de Anatomia e de infraestrutura da pesquisa clínica.
2. Divulgação dos resultados dos trabalhos em rede para a comunidade mais ampla de pessoas envolvidas no tratamento do câncer.
3. Acesso transnacional, liderado pelo centro alemão *Heidelberg Ion-Beam Therapy* (HIT), que vem proporcionando acesso a investigadores externos à ENLIGHT nas instalações de terapia íon existentes. Nestas instalações há a oportunidade para investigadores externos realizarem suas próprias pré-pesquisas clínicas, além de produzirem protocolos acordados para os ensaios clínicos multicêntricos. Permite-se que os investigadores clínicos externos participem nesses ensaios. O objetivo é maximizar a disponibilidade deste recurso, que é escasso, para a utilização de todos os investigadores europeus interessados. A ULICE utiliza tecnologia *grid* no armazenamento e gestão de seus dados, o que denota o desenvolvimento sistemático de métodos de pesquisa avançados.

A ENVISION, coordenada pelo CERN, atua no desenvolvimento de sistemas de imagem para uso em hadronterapia. Ele foi iniciado em 2010 com um financiamento de 6 milhões de euros da Comunidade Europeia, tendo a participação de 17 organizações europeias e mais a Siemens e a IBA. O ENVISION tem o objetivo de garantir e melhorar o desempenho de equipamentos utilizados na hadronterapia, que assegure também a qualidade das imagens em tempo real dos procedimentos. São realizados testes de qualidade nestes equipamentos sobre novas modalidades da imagem que garantam uma melhor avaliação destes procedimentos e, conseqüentemente, a geração de indicadores mais precisos para o estabelecimento da dose a ser liberada, em situações específicas de tratamento.

A ENTERVISION foi criada em 2011, com financiamento de 4.750 milhões euros em resposta à necessidade de reforçar a investigação em imagem 3D digital on-line e capacitar pessoal para atuar na detecção precoce e tratamento mais preciso dos tumores. Tem estreita ligação com a ENVISION e a PARTNER, relacionando o treinamento na utilização dos equipamentos médicos ao aperfeiçoamento da instrumentação científica de

imagem 3D. É uma iniciativa interdisciplinar (Física, Medicina, Eletrônica, Informática, Radiobiologia, Engenharia) e multinacional para pesquisadores que irão ajudar na evolução técnica em nível pan-europeu, em benefício de toda a Europa. A ENTERVISION reúne dez instituições acadêmicas e centros de investigação de excelência e uma empresa europeia líder em terapia de partículas¹⁶⁵.

Os projetos da ENLIGHT, envolvendo vários países e com o patrocínio da União Europeia, exemplificam a tendência de cooperação internacional em situações de Inovação Tecnológica com intensa complexidade, sofisticação, alto nível de cooperação em rede, custos elevados e benefícios sociais globais. Segundo informação em entrevista em maio de 2015 com a coordenadora técnica da ENVISION, líder da Seção de Aplicações Médicas do Grupo de Transferência de Conhecimento do CERN, Manuela Cirilli¹⁶⁶, os quatro anos de atuação do projeto ENLIGHT geraram quatro patentes para o CERN, uma para o ULICE, duas para o ENVISION e uma para o ENTERVISION, todas em atividade na atualidade. Estas patentes criadas através da ENLIGHT envolvendo o CERN sinalizam que há expectativa de aplicabilidade e de desdobramento comercial destes projetos para a sociedade.

Com relação às patentes, vale ressaltar o ponto de vista de David Mazur¹⁶⁷ de que há a tendência nos Países Desenvolvidos em disseminar e/ou licenciar o conhecimento patenteado. É considerada uma estratégia para fortalecer a imagem das instituições, principalmente as de pesquisa, como criadoras de conhecimento e como disseminadoras de tecnologia para a sociedade, com vistas à pesquisa e ao progresso tecnológico. Porém, em determinadas situações em que há potencial comercial para incorporação e venda de uma criação em mercados específicos, deve-se buscar o patenteamento, como, por exemplo, no CERN, os que se referem a experimentos de imagem médica.

Segundo Mazur, mais de 60% da carteira de patentes do CERN tem sido objeto de concessão de licenças. As instituições que licenciam patentes têm a vantagem econômica ampliada, quer pela sua venda, quer por serviços de consultoria e de qualificação

¹⁶⁵ Disponível em: <<http://entervision.web.cern.ch/entervision>>. Acesso em: 12 ago. 2015.

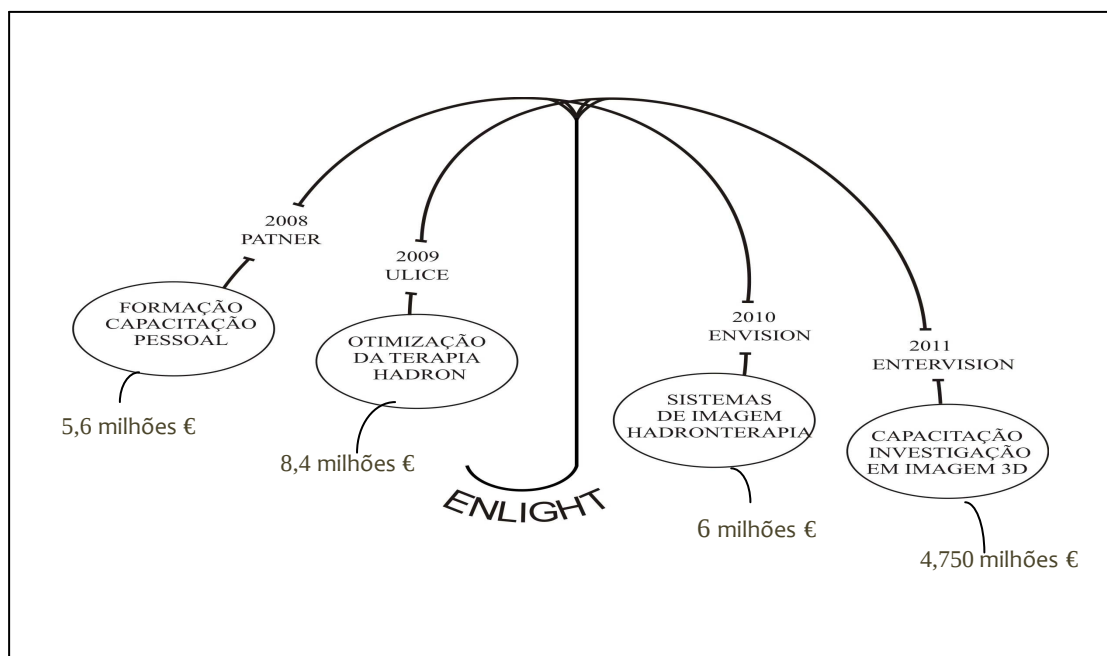
¹⁶⁶ Manuela Cirilli tem PhD em Física de Partículas pela Scuola Normale Superiore de Pisa (Itália) e Mestrado em Ciências da Comunicação e Jornalismo pela Università di Ferrara (Itália). Ela tem uma vasta experiência no detector e comissionamento gatilho, análise de dados e bancos de dados. Disponível em: <<http://knowledgetransfer.web.cern.ch/our-team>>. Acesso em: 12 ago. 2015.

¹⁶⁷ David Mazur é gerente do portfólio de Patentes do CERN, atuando desde 2014 em gestão da disseminação de propriedade intelectual no CERN. (<http://knowledgetransfer.web.cern.ch/technology-transfer/ip-management/ask-an-expert>). Informações disponíveis a partir de entrevista concedida no CERN em maio de 2015.

profissional gerados a partir das patentes, ambos agregados a sua produção nas fábricas e à busca de soluções para as criações licenciadas. Além do que, o licenciamento é considerado uma estratégia econômica favorável para o CERN, porque manter o patenteamento de criações é oneroso e só há interesse em patentear criações com potencial de uso efetivo e repercussão direta para o CERN. Afirma Mazur que o mais importante num licenciamento de patente é conhecer a procedência de seu usuário e sua finalidade de uso, de forma que promova o CERN como uma instituição séria de pesquisa e de transferência de tecnologia.

Na ENLIGHT as temáticas dos projetos são interdisciplinares e sistematizadas, segundo a *International Standard Organization-ISO*¹⁶⁸, tendo o Estado como o financiador majoritário. É um exemplo de rede internacional de conhecimento e Inovação, que partilha, ao mesmo tempo, processos de gestão do conhecimento e de infraestrutura hospitalar, associando-os a especialidades técnico-científicas diversas e interdependentes. Esta rede ainda administra espaços físicos integrados, envolvendo a atualização e a capacitação constante de pessoal para atuar em P&D.

Figura 6.10 - O guarda-chuva da ENLIGHT



Fonte: O autor, a partir de pesquisas feitas no site do CERN.
Disponível em: <<http://www.enlight.web.cern.ch/>>. Acesso em: 10 out. 2015

¹⁶⁸ A norma ISO que trata desse tema é a ISO/IEC WD 19763-13. (IEC. *Information technology: metamodel framework for interoperability (MFI)*. Geneve: ISO, 2013. Part 13: Metamodel for form registration - Date: 2013-05-13. JTC 1/SC 32/WG 2 N1780).

A ENLIGHT, identificada como a haste do guarda-chuva da Figura 6.10, busca fomento, cria, organiza, administra e dá suporte aos sistemas de conhecimento gerados pelos projetos que ela encampa. A articulação multidisciplinar e interativa gera eficiência em custo-benefício global em seus processos de Inovação.

Destaca-se que, dos quatro projetos do guarda-chuva da ENLIGHT, o mais oneroso é o que requisita a existência de instalações e equipamentos de última geração (8,4 milhões de Euros). Destaca-se também que o primeiro e o último destes projetos se ativeram em iniciativas de capacitação de especialistas e que estes dois juntos tem um valor de financiamento maior que os demais projetos (103,50 Euros).

Com relação à temática deste capítulo, que evidencia a Física no contexto da Inovação, foi possível identificar na prática aspectos que foram tratados em capítulos anteriores. Buscou-se associar os processos de Inovação em Física a aspectos teóricos referentes ao conhecimento como indutor de Inovação. Houve enfoque da Física a inter e multidisciplinaridade no contexto das redes de alta tecnologia. O capítulo corrobora com o ponto de vista de que a Inovação é um processo contínuo que surge da prática da pesquisa básica que evolui para as aplicações industriais, onde universidades, institutos de pesquisa e empresas são colaboradores. Terminologicamente, o capítulo apresentou uma riqueza de conteúdo, favorecendo associação às tipologias apresentadas no segmento da Inovação tecnológica e em P&D nos capítulos iniciais deste estudo (origem, atores, âmbito, abrangência, tipos, nível, gestão, uso, perfil, métrica).

A Inovação Tecnológica de processos e de produtos na Física brasileira pôde ser apreciada na prática, exemplificada pelas ações do NIT-Rio na atualidade; seus parceiros, seus avanços e dificuldades, caracterizando a Inovação como um domínio multidisciplinar e complexo, mas que gera resultados sociais importantes para o progresso em inúmeros segmentos da indústria, com repercussão nos mercados como bens sociais.

A tendência à Inovação aberta e multiespacial, abordada teoricamente neste estudo, foi destacada nas iniciativas em rede na FAE. Foram abordados temas como projetos inovadores de alto custo financeiro, com gestão sistematizada e apoio do Estado, evidenciando a necessidade de capacitação profissional junto a parcerias nacionais e internacionais, exemplificados com a RENAFAE e a ENLIGHT.

A RENAFAE tem uma repercussão em IT menor que a ENLIGHT. A ENLIGHT é uma rede intercontinental com a missão concentrada no combate ao câncer, encampando

sua gestão e operação a centros de pesquisa, empresas de tecnologia e hospitais de Países Desenvolvidos da Europa, tem uma ampla infraestrutura de apoio e parceria. A RENAFAE, por outro lado, é uma rede que atua em diferentes iniciativas cooperativas internacionais, basicamente com a função colaborativa de apoio ao desenvolvimento de PD&I do FERMILAB, CERN e Laboratório Pierre Auger, quanto à projetos para a construção de equipamentos de alta tecnologia, aplicação de novas tecnologias em instrumentação e em gestão e distribuição de dados de pesquisa em *grid* computacional às instituições nacionais e internacionais parceiras em FAE.

O exercício da pesquisa científica e da prática de laboratórios experimentais em Física exemplificaram diferentes possibilidades de concretização da Inovação Tecnológica, conforme a constituição, a estruturação e sua gestão em redes cooperativas.

7 CONCLUSÃO

A tese investigou a Inovação como um domínio de conhecimento, destacando a abrangência terminológica e a diversidade de pontos de vista de aplicação nas áreas e campos do conhecimento em Ciência e Tecnologia.

A literatura científica nacional e internacional sobre Inovação confirma que a informação e o conhecimento (capítulo 2), subsidiados pela excelência na formação profissional e na pesquisa, são os principais indicadores que promovem a Inovação, associados a iniciativas propícias, como programas de fomento do Estado a projetos de CT&I, bolsas de apoio à CT, dentre outras identificadas para ambientes inovadores (capítulo 5).

A metodologia escolhida para a pesquisa permitiu o delineamento de uma base teórico-conceitual sobre a Inovação. Foram identificados vínculos entre a Ciência da Informação e a Inovação, ou seja, foi possível perceber que há afinidade teórica entre o objeto de estudo e os fundamentos da CI com as diretrizes fundamentais da Inovação como um domínio de conhecimento. A Informação e o Conhecimento são objetos de estudo e são as principais ferramentas que fundamentam a atuação de ambas, a CI e a Inovação, sob o enfoque da responsabilidade social (capítulo 2). Destaca-se também a interdisciplinaridade como uma característica importante nos dois contextos.

Em Organização do Conhecimento como uma disciplina da Ciência da Informação foram identificados e detalhados aspectos teóricos que indicam que a Inovação

é um domínio do conhecimento (capítulo 3). A Inovação tem delimitação própria e perfil aplicativo, apto a interferir indistintamente em áreas e campos do conhecimento, com abrangência inter, multi e transdisciplinar. Caracteriza-se pela prática em promover progresso e qualidade de vida para a sociedade com relação à pesquisa científica e à adoção de tecnologia, exemplificada na Física Médica (capítulo 6).

O fato de se conduzir a temática no âmbito da Organização do Conhecimento, no escopo da Ciência da Informação, colaborou para consolidar a base teórica da Inovação em aspectos etimológicos, terminológicos, conceituais, tipológicos e de funcionalidade. O capítulo 4 destaca perfis da Inovação e de seus ambientes, no sentido de endossar aspectos teóricos voltados a classificação do conhecimento e análise semântica. O adensamento desse conteúdo em tipologias colaborou para solidificar teórica e empiricamente o domínio da Inovação e esclarecer sobre sua complexidade e mobilidade em ambientes produtivos.

Foi possível estabelecer uma correlação entre as bases teóricas de um campo de conhecimento (Ciência da Informação) e de um domínio de conhecimento (Inovação), que apesar de ocuparem posições espaciais distintas no universo do Saber, identificado pela ORC em CI, ambas convergiram teoricamente em vários aspectos (capítulo 2).

A relevância da informação e do conhecimento responde pela interferência do fenômeno da complexidade na atualidade, intrínseco aos ambientes de Inovação e da CI. Ambas, a Inovação e a CI são multidisciplinares e se entrelaçam entre campos e áreas para construir conhecimento. Ambas agem em processo intermitente e não linear de coleta, produção, organização e gestão do conhecimento, ocorra este processo no âmbito de fenômenos concretos ou abstratos, cujo objetivo final é beneficiar uma coletividade, seja ela individual, local, regional, nacional ou internacional. Foram apresentados vários exemplos da Inovação (capítulo 6) com meta na Responsabilidade Social, estando relacionada ao desenvolvimento sócio econômico e ambiental.

Conclui-se que a Inovação se insere em ambiente sócio-histórico e cultural polivalente, faz parte e se transforma continuamente em sociedade. Mesmo que a terminologia da Inovação se altere no tempo, há aspectos de significação que coexistem historicamente, como o que ocorre com os conceitos de “Invenção” e “Novidade”, identificados neste estudo (capítulo 2).

Para consolidar conceitos e campo de aplicação, detalhou-se cronologicamente a origem, a evolução e as tipologias da Inovação (capítulos 3 e 4), que elucidam que esta

temática é complexa, abrangente e apresenta diferentes interpretações, conforme a finalidade de aplicação. Vários exemplos de iniciativas de Inovação puderam ser apreciados no capítulo 6.

As tipologias apresentadas (capítulo 4) conduzem ao pensamento de que a Inovação no universo do conhecimento tem inter e multifacetados campos de atuação em C&T. Enriquece e impulsiona a aplicação do conhecimento em variados segmentos, níveis e ambientes produtivos. Interfere na gestão, economia, cultura e progresso das empresas, modificando gradativamente o *modus vivendi* da humanidade, principalmente no âmbito da Inovação Tecnológica.

Desta forma, a Inovação é um domínio decisivo para o aprimoramento do conhecimento ‘para e inter’ nações, assumindo muitas vezes significações controvertidas por sua ampla abrangência de aplicação e de permeabilidade nos processos produtivos em áreas geográficas diversas. A diversidade de conceitos e de origem das significações em tempo e espaço vem dificultando teóricos e pesquisadores a orientarem e consolidarem suas pesquisas neste tema. Conclui a pesquisa que, teórica e empiricamente há muito ainda a ser investigado sobre a Inovação, tanto em contexto Brasil como internacionalmente. O campo de pesquisa é amplo e se expande continuamente.

Atendendo aos objetivos deste estudo foi possível: caracterizar ambientes inovadores e suas possibilidades de progresso por meios próprios ou por fomento; identificar dificuldades e facilidades nos processos que normalmente ocorrem em contexto característico de C&T; e evidenciar possibilidades de patrocínio à P&D e Inovação, como o avaliado nas iniciativas da FINEP, CNPq, BNDES, EU e de algumas empresas.

Foram apresentados ambientes e contextos da Inovação sobre alguns aspectos no Brasil e no mundo, partindo de projetos de pesquisa básica em C&T. Sobre este enfoque, conclui-se que os processos de Inovação Tecnológica são diversificados, envolvendo ao mesmo tempo iniciativas de pesquisa científica e tecnologias de instrumentação de alta precisão, associadas à educação especializada colaborativa e interdisciplinar, o que endossa a dificuldade em se contextualizar e sistematizar este domínio de conhecimento. As instalações do CBPF e do CERN foram objeto de estudo por serem dois centros de pesquisa geradores de Inovação.

Ações de fomento e subsídios à Inovação pelo MCTI e pela União Europeia foram mencionadas ao longo do estudo e identificam o Estado como o maior incentivador

de iniciativas. Apontou-se barreiras de gestão nos processos de Inovação, sob aspectos políticos, operacionais e financeiros, envolvendo, principalmente infraestrutura, padronização de processos e formação de pessoal (capítulos 5 e 6). Conclui-se que, em termos estruturais no Brasil, cabe ainda ajustar e aprimorar o arcabouço institucional de financiamento para garantir uma maior estabilidade do orçamento público para o suporte à CT&I. A transformação da FINEP em instituição financeira e a criação dos Fundos Setoriais convergiram para suprir a lacuna de recursos públicos em Inovação e tende a contribuir para aumentar a captação de recursos privados destinados a essa atividade. Mais intensamente nestes últimos dez anos, o MCTI vem construindo seu caminho de avanço em CT&I, apesar do cenário sociopolítico e econômico nem sempre favorável, e que, direta ou indiretamente, está identificado ao longo dos textos apresentados neste estudo.

Oportunidades de cooperação interinstitucional, orientação e qualificação oferecidas pelos NITs do MCTI foram identificadas (capítulo 6), mas que são ainda timidamente utilizadas por grande parte do segmento produtivo industrial. Fato este que corrobora com o argumento de que ainda é deficiente o padrão de integração entre os atores das iniciativas de Inovação Tecnológica e que afetam o desempenho dos projetos de Inovação no país. O Plano Inova Empresa BNDES-FINEP, desde 2011 se junta a este esforço de promover esta integração, por intermédio de iniciativas das Salas de Inovação e dos Planos Conjuntos para a criação de projetos inovadores, já mencionados no capítulo 5.

Conclui-se que há descontinuidade nos mecanismos de mobilização para que empresas façam uso de estratégias de orientação à Inovação e de fomento disponíveis no país. As necessidades conjunturais das empresas, como apontadas na PINTEC 2011, nem sempre parecem ser supridas pelas estratégias de fomento oferecidas pelo Estado. As parcerias entre os promotores nacionais de Inovação, como a EMBRAPPII, a ANPROTEC, a CNI, o SEBRAE, os NITs/MCTI, possivelmente conduziram à efetividade, com a meta de criar a cultura do conhecimento interativo e continuado dentro das empresas. Estas parcerias seriam uma estratégia para intensificar a busca por oportunidades de apoio e de fomento à produtividade empresarial, do estágio inicial de criação de tecnologias à fase do pré-comércio e divulgação para o mercado. O detalhamento sobre estas questões não foram alvo deste estudo, mas são importantes fontes de investigação futura.

Reforçando este ponto de vista, mecanismos de divulgação de fomento e de simplificação de seus procedimentos de utilização deveriam ser intensificados, como estratégias facilitadoras para os potenciais usuários de fomento público no país. É

importante que apoios oferecidos à PD&I sensibilizem as empresas a usá-los, principalmente as de pequeno porte.

Estratégias de gestão da Inovação em rede seriam oportunas para convergir esforços por objetivos comuns e partilhados entre seus promotores, dividindo e especializando suas responsabilidades para o fortalecimento destas iniciativas, envolvendo a qualificação e a efetividade para o desenvolvimento da gestão e da aplicação de tecnologias inovadoras no país.

A análise da Física, como segmento de aplicação possibilitou destacar a importância da pesquisa básica como sendo uma etapa decisiva para o desenvolvimento de processos de Inovação, no Brasil e no mundo. Constatou-se, através das iniciativas da RENAFAE e da ENLIGHT, que recursos de fomento do Estado se concentram na pesquisa básica, por seu alto custo de investimento e seu alto risco em gerar oportunidade de negócio.

No Brasil, pelo perfil de atuação do MCTI e a amplitude de possibilidades de oferta de fomento no período estudado, pode-se destacar que a Inovação em C&T é prioridade e gera expectativa de progresso no país, que se repercute internacionalmente. Pelos projetos detalhados nas redes RENAFAE e ENLIGTH (capítulo 6) foi possível identificar, entre ambas, a diferença de missão, o padrão de investimentos e número de colaboradores entre Países em Desenvolvimento e os de Primeiro Mundo. Generalizando, o custo estimado total de participação brasileira em cinco experimentos do CERN – ALICE, ALPHA, ATLAS, CMS E LHCb (€ 4.351.000,00) não atinge o menor valor investido em um dos quatro projetos desenvolvidos pela ENLIGHT – PARTNER, ULICE, ENVISION E ENTERVISION (somente no ENTERVISION foram aplicados € 4.750.000,00).

Apesar de dificuldades técnico-operacionais e financeiras que um País em Desenvolvimento como o Brasil tem, em comparação a outros países, com possibilidades de infra-estrutura reduzidas para o desenvolvimento de P&D e Inovação, os recursos não reembolsáveis ofertados regularmente pelo MCTI e Órgãos de fomento brasileiros promovem a Inovação. Estes resultados foram apresentados em números por indicadores das duas últimas PINTECs realizadas no país pelo IBGE, onde se percebe que houve avanço neste segmento, principalmente através dos Fundos Setoriais.

A RENAFAE é um exemplo da atuação do Governo com os segmentos de Pesquisa e Inovação. Porém, como apontado em entrevista com o secretário da RENAFAE, Arthur

Maciel¹⁶⁹, os recursos nem sempre são liberados conforme os cronogramas previstos, o que dificulta o desenvolvimento das atividades dos projetos.

Foi confirmada a tendência de parcerias e atuação em rede entre Países Desenvolvidos e Em Desenvolvimento, com resultados profícuos. O capítulo 6 apresentou exemplos envolvendo o Brasil, os Estados Unidos e vários países da Europa, como Suíça, França e Itália, dentre outros, atuando em redes nos processos de Inovação.

A experiência do CERN demonstra a importância do uso de metodologias adequadas e critérios padronizados de coleta e sistematização de dados nos ambientes de Inovação que, por produzirem processos de alta complexidade e em rede de atores, tem uma operacionalização criteriosa. A investigação revelou que há necessidade de uma estrutura padronizada e de acompanhamento permanente sobre a administração de equipes, que as tornem mais capacitadas internacionalmente para atuarem em novas aplicações tecnológicas.

O que se infere desta rede europeia de Inovação, a ENLIGHT, é que, apesar de toda a sofisticação em infraestrutura, instalações e de tecnologia existentes em seus projetos, é o ser humano a “mola-mestra” dos processos inovadores. É a qualificação profissional o maior investimento na ENLIGHT, visto que, de todos os seus projetos, o maior dispêndio financeiro recai sobre este segmento (capítulo 6). A informação e o conhecimento sistematizados nesta rede são os elementos basilares da Inovação.

Em Países em Desenvolvimento como o Brasil, a rotina de sistematizar procedimentos de Inovação ainda é incipiente, uma vez que, como constatado nas pesquisas, muitas empresas brasileiras ainda copiam produtos e modelos de sucesso de outros países ou de concorrentes de primeira linha, em detrimento de atividades de P&D e da gestão do conhecimento construído dentro da empresa.

Com relação ao Brasil, os resultados de pesquisa evidenciaram que existe a tendência de que a Inovação ocorra prioritariamente por importação de tecnologia, através da compra de máquinas e equipamentos. Cerca de 52% das empresas avaliadas na última PINTEC inovam a partir do acesso à pesquisa e ao conhecimento tecnológico já disponível

¹⁶⁹ Arthur Kós Antunes Maciel é pesquisador titular do CBPF. Atua na área de Física das Partículas Elementares e Campos, principalmente nos seguintes temas: colisões a altas energias, a quebra da simetria eletrofraca e o setor de Higgs, a física de quarks pesados. Disponível em: <<http://portal.cbpf.br/servidores/pesquisadores>>. Acesso em: 15 jan.2016.

no mercado. É fato que obstáculos de ordem econômica interferem nestes resultados e foram apontados nas últimas quatro PINTECs (capítulo 5).

Estudiosos de gestão da Inovação, como Tidd & Bessant & Pavitt (1997) destacam que as maiores dificuldades técnicas nos processos de Inovação e sua maior incidência de insucessos recaí sobre a capacidade de gestão de Inovações. Neste sentido, a última PINTEC deixa claro que uma faixa de 70% das empresas hoje em dia atribui às redes de informação customizadas um fator crítico de sucesso para se inovar no âmbito da Indústria, do Setor de Serviços e entre fornecedores e clientes. Desta forma, já se percebe no país que a sistematização de procedimentos em processos de Inovação passa a ser prioridade em ambientes produtivos porque gera lucro operacional e, conseqüentemente, financeiro. Um exemplo neste quesito é a ENLIGHT, que intercontinentalmente customiza seu fluxo de informação, ampliando regularmente esforços para sistematizar procedimentos de trabalho em rede de CT&I.

Através de análise na literatura, foi possível constatar que a maior dificuldade para se inovar no Brasil está relacionada aos elevados custos de seus processos, vindo a seguir a escassez e o desconhecimento sobre fontes apropriadas de financiamento, somado aos riscos econômicos excessivos. E ainda, a falta de pessoal qualificado avançou posições no *ranking* de gargalos à Inovação. Esta tendência foi reforçada na PINTEC (2011), onde a qualificação de pessoal passou a ser considerada a segunda maior dificuldade para as empresas inovarem, depois de questões de ordem econômica, que ocupa tradicionalmente o primeiro lugar. Destaca-se que, pela primeira vez em PINTECs do IBGE, a identificação de uma dificuldade de natureza não estritamente econômica se reflete como um grande obstáculo à Inovação.

Por esta constatação, ressalta-se a importância de uma educação especializada e direcionada aos segmentos tecnológicos para o avanço da Inovação no país, reiterando os resultados da PINTEC 2011. O MCTI vem trabalhando neste sentido, ao introduzir o RHAE Inovação em suas iniciativas de apoio às Organizações, dentre outras. As associações profissionais atuantes em Inovação, juntamente com as empresas, tem um papel importante nos ambientes de Educação Superior, quanto à formação de profissionais compatível com as necessidades do setor produtivo.

A investigação revelou a falta de integração entre os segmentos de ensino, pesquisa e indústria. Este fato aponta para a necessidade de que o segmento empresarial industrial

participe das iniciativas educacionais, onde alunos, empresários, agentes industriais e professores busquem estabelecer parcerias de conhecimento, principalmente nos campos de aplicação da área de Ciências Exatas e da Terra.

A tendência é que as empresas que realizam Inovação de produto e/ou processo obtenham maior participação no mercado, pelo aperfeiçoamento da qualidade dos bens ou serviços ofertados, como também pelo aumento da capacidade de produção e de prestação de serviços. Desta forma, reitera-se a importância do pesquisador dentro da empresa e do empresário dentro da universidade e do centro de pesquisa, ambos estimulados pela simplificação no uso de fomento público, como questões que merecem investigação futura e busca de alternativas. O estudo evidencia que o NIT-Rio vem investindo na qualidade de produto/processo para o avanço tecnológico das empresas envolvidas (capítulo 6).

Em Inovação Tecnológica, o Brasil está abaixo de países de desenvolvimento médio na Europa, como a Espanha, (Gráfico 5.1, p. 132). A diferença do Brasil para os países europeus é que no Brasil, a maior parte da Inovação Tecnológica produzida por empresas ocorre por incorporação de tecnologias importadas. O NIT e a RENAFAE, em sentido oposto a esta constatação, são iniciativas brasileiras que priorizam P&D.

Mudança nesta tendência de importar tecnologia no Brasil pode ser constatada pela iniciativa de desenvolver enriquecimento de urânio no país, reconhecida internacionalmente como uma atividade inovadora de alta tecnologia em P&D. São poucos os países que tem tecnologia neste nível de sofisticação no campo da energia nuclear. É importante mencionar que dentre as atividades do ciclo do combustível, o enriquecimento de urânio é a que reúne a maior complexidade tecnológica, por lidar com exigências técnicas muito estritas, em termos de seleção e desenvolvimento de materiais, em controle de qualidade, diversos métodos e etapas de fabricação eletromecânica, entre outros aspectos.¹⁷⁰

No contexto da Física, se observa um movimento de agregar os resultados das pesquisas ao setor produtivo, tornando-os um elemento relevante nos processos de Inovação - fato observado nas redes RENAFAE e ENLIGHT (capítulo 6). Este é considerado um desafio para a Física brasileira para os próximos dez anos, destacado como um eixo fundamental de ação do CBPF em seu Plano Diretor. A pesquisa constatou que o CBPF é um exemplo de que, além da pesquisa pura e experimental, institutos de pesquisa

¹⁷⁰ Mais detalhes sobre a tecnologia de enriquecimento de urânio, disponível em: <http://ecen.com/eee54/eee54p/enriquec_uranio_brasil.htm>. Acesso em: 15 jan. 2016.

na atualidade vêm desenvolvendo pesquisa aplicada, depósito de patentes no INPI e transferência de tecnologia. O esforço das iniciativas de P&D desenvolvidas em centros de pesquisa, como o CBPF, resultam na criação de invenções, tecnologias, aperfeiçoamento de produtos, enfim, resultam na origem de ideias geradoras de Inovação no país, que se concretizam no consumo, se refletindo no estilo de vida das populações.

Importante ressaltar a Inovação aberta e da Inovação fechada (capítulo 4) em contexto produtivo, cada uma delas atendendo a propósitos específicos, com finalidades tecnológicas e econômicas. Os resultados da pesquisa indicam o valor das patentes no país como instrumentos de proteção à criação intelectual, haja vista a exigência dos Órgãos oficiais do Governo brasileiro neste sentido, e as ofertas de fomento oferecidas pelas instituições do Estado para o desenvolvimento da Inovação no país (capítulo 5). As patentes tem importante vínculo com a Inovação e merecem aprofundamento de investigação sobre sua gestão no país e sua finalidade para os criadores e os usuários, quanto a estratégias de uso e à repercussão por sua não adoção.

Um novo olhar sobre a missão e a importância das patentes é um ponto importante a se refletir e analisar para estudos futuros. A Inovação aberta oferece novos mecanismos de negócio para as patentes e estimula a participação da Empresa junto à Academia e às Instituições de Pesquisa. Há expectativa de lucro financeiro, de oportunidades de parceria em processos industriais inovativos e de visibilidade para o criador de patentes licenciadas e/ou doadas.

Os resultados da análise evidenciaram que o conhecimento tácito e a capacitação desempenham um papel fundamental em P&D, na Educação e na Pesquisa e também no segmento industrial. Concluiu-se neste estudo a importância da formação profissional especializada e compartilhada entre os segmentos que atuam com Tecnologia no domínio da Inovação. Constatou-se que iniciativas multidisciplinares incorporadas a investimento governamental favorecem o avanço científico, técnico e econômico, gerando Inovação a partir da universidade e do instituto de pesquisa para a empresa. (capítulos 5 e 6)

O estudo atendeu aos objetivos de identificar o perfil sobre aspectos inovadores na gestão do conhecimento nacional e internacional, através das experiências práticas do exercício da Física na atualidade. Teórica e empiricamente foram apresentados os requisitos essenciais para geração de Inovação, onde as figuras esquemáticas ao longo do estudo resumiram e contextualizaram este conhecimento. A estrutura de gestão e os

desafios à Inovação em âmbito Brasil foram caracterizados e discutidos, sendo ainda exemplificadas iniciativas de progresso a partir de ações de Inovação, que vêm beneficiando os segmentos de P&D, industriais e as comunidades em geral.

A tese apresenta contribuições à Ciência da Informação e à Inovação. Destaque para a abordagem do conceito de informação e da aquisição de conhecimento como subsídios à Inovação, assim como pela abordagem de identificação terminológica para a diversidade de emprego da palavra Inovação. Destaque também para o aporte referencial e teórico da Organização do Conhecimento que propiciou método relevante de sistematização dos dados para análise que não se esgotam aqui, mas que podem ser ampliados para outras perspectivas de pesquisa do tema Inovação em trabalhos futuros. A temática da Inovação foi apreciada neste estudo como um domínio dinâmico no universo do conhecimento em Ciência e Tecnologia e oferece um campo vasto de pesquisa, possibilitando enriquecer o *status* da Inovação, no engenhoso caminho da Ciência para a Tecnologia, ao alcance do bem estar socioeconômico das comunidades.

REFERÊNCIAS

- ABDI; ANPROTEC. *Parques tecnológicos no Brasil: estudo, análise e proposições*. [Brasília], 2008. Disponível em: <<http://www.abdi.com.br/Estudo/Parques%20Tecnol%C3%B3gicos%20-%20Estudo%20an%C3%A1lises%20e%20Proposi%C3%A7%C3%B5es.pdf>>. Acesso em: 28 set. 2015.
- ABERNATHY, W. J.; CLARK, K. B. Innovation: mapping the winds of creative destruction. *Research policy*, n. 14, p. 3-22, 1985.
- ACADEMA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS. Novos rumos da Física. *Notícias ABC*, 11 nov. 2012. Disponível em: <http://www.abc.org.br/article.php3?id_article=2237>. Acesso em: 7 nov. 2014.
- ALBAGLI, S. Informação, saber vivo e trabalho imaterial. In: _____ (Org.). *Fronteiras da ciência da informação*. Brasília, DF: IBICT, 2013. p. 107-126.
- ALBUQUERQUE, Marcelo P. *Entrevista ao NIT-Mantiqueira*, nov. 2013. Disponível em: <<http://www.nitmantiqueira.org.br/informativos/56-2013/novembro/255-capa>>. Acesso em: 29 jul. 2014.
- ALÉM, A. C.; GIAMBIAGI, F. (Coord.) *O BNDES em um país em transição*. Rio de Janeiro: BNDES, 2010. Pt 3, O BNDES e as bases para o crescimento: Inovação e infraestrutura. p. 181-194.

APOSTEL, L. Le Problème formel des classifications empiriques. In: CENTRE NATIONAL DE RECHERCHE DE LOGIQUE ; SOCIÉTÉ BELGE DE LOGIQUE ET PHILOSOPHIE DES SCIENCES. *La classification dans les Sciences*. Bruxelles: Éditions J. Duculot, 1963. p. 157-230.

ARAÚJO, B. C. et al. Impactos dos fundos setoriais nas empresas. Disponível em: <<http://www.anpec.org.br/encontro2010/inscricao/arquivos/000-d9ef590a37b76a4bd99d9ac90a4ae2f7.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2015.

ARAÚJO, V. M. R. H. Estudo dos canais informais de comunicação técnica: seu papel na transferência de tecnologia e na Inovação tecnológica. *Ciência da informação*, Brasília, v. 8, n. 2, p. 79- 100, 1979.

_____. Informação: instrumento de dominação e de submissão. *Ciência da informação*, Brasília, v. 20, n. 1, p. 37-44, jan./jun. 1991.

_____. Sistemas de informação: nova abordagem teórico-conceitual. *Ciência da Informação*, v.24, n. 1, 1995. Disponível em: <http://www.valdick.com/files/Sistemas_de_informacoes_artigo3.pdf>. Acesso em: 1 maio 2015.

ARBIX, G. Caminhos cruzados: rumo a uma estratégia de desenvolvimento baseada na Inovação. *Novos estudos CEBRAP*, São Paulo, n. 87, p. 1-33, jul. 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-33002010000200002>. Acesso em: 16 mar. 2015.

ASHLEY, P. *Responsabilidade social nos negócios*. São Paulo: Saraiva, 2003.

BAILEY, K. D. *Typologies and taxonomies: na introduction to classification techniques*. Thousand Oaks: SAGE, 1994. (Sage university papers series, 7-102)

BARBIERI, J. C. *Ciência e tecnologia no Brasil: uma nova política para um mundo global*. São Paulo: FGV, 1993. Estudo realizado por solicitação do Ministério da Ciência e Tecnologia e do Banco Mundial, dentro do Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT II).

BERKOVITS, N. J. Novos rumos para a Física. *Notícias da ABC 2013*. Disponível em: <http://www.abc.org.br/article.php3?id_article=223>. Acesso em: 13 ago. 2015.

BRAGA, G. M. Informação, ciência da informação: breves reflexões em três tempos. *Ciência da informação*, v. 24, n. 1, 1995. Disponível em: <<http://revista.ibict.br/cienciadainformacao/index.php/ciinf/article/view/534/486>>. Acesso em 15 jun. 2015.

BRASIL. ANESP. *Política de atuação transversal baseada no interesse público*, de 2 de julho de 2002. Disponível em: <<http://www.anesp.org.br/files/Proposta%20ANESP%20sobre%20mobilidade.pdf>>. Acesso em: 21 jun. 2014.

BRASIL. CNI. SEBRAE. *Cartilha de gestão da Inovação*. Brasília, 2010. (Mobilização empresarial pela Inovação).

_____. Governo Federal. *Balanço do Governo 2003-2010: pesquisa e desenvolvimento tecnológico*. [Brasília: SEPRO], 2010. Cap. 5, p. 214-325. Disponível em: <https://i3gov.planejamento.gov.br/textos/livro1/1.5_Pesquisa_e_desenvolvimento_Tecnologico.pdf>. Acesso em: 22 jul.2015.

_____. *Brasil maior: inovar para competir; competir para crescer: plano 2011-2014*. Brasília, [201?]. Disponível em: <http://www.brasilmaior.mdic.gov.br/wp-content/uploads/cartilha_brasilmaior.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2015.

_____. MCT. SCUP. *Pesquisa científica e tecnológica em Saúde: programas de pesquisas e ações em Saúde dos Institutos de Pesquisa do Ministério da Ciência e Tecnologia*. Brasília: MCT, 2010. Disponível em: <ftp://ftp.mct.gov.br/Biblioteca/27651-Pesquisa_cientifica_tecnologica_saude.pdf> Acesso em: 1 set. 2015.

_____. MCTI. *Ciência, tecnologia e Inovação para o desenvolvimento nacional : plano de ação 2007-2010 investir e inovar para crescer*. Brasília, [200?].

_____. *Estratégia nacional de ciência, tecnologia e Inovação 2012-2015: balanço das ações estruturantes 2011*. Brasília, 2012.

_____. Portaria n. 321, de 28 de maio de 2008. Institui a Rede Nacional de Física de Altas Energias [...]. *DOU*, n. 101, seção 1, p. 20, maio 2008.

_____. FNDCT/FINEP. Programa de estímulo à interação universidade-empresa para apoio à Inovação: documento básico, aprovado pelo Comitê Gestor do Fundo Verde-Amarelo. Brasília, abr. 2002. *Parcerias estratégicas*, n. 15, p. 129-143, out., 2002.

_____. *Relatório de gestão do exercício de 2013*. Rio de Janeiro: FINEP, 2014.

_____.; ANPEI. *Guia prático de apoio à Inovação: onde e como conseguir apoio para promover a Inovação em sua empresa*. [Brasília]: ISAT Comunicação Educação e Tecnologia, [200?].

_____.; IBGE; BRASIL.MPOG. *Pesquisa de Inovação 2011*. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

_____. MEC. CAPES. *Física para um país competitivo: estudo encomendado pela Capes visando maior inclusão da Física na vida do país*. Brasília, 2007. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/v1/arquivos_diversos/publicacoes/FisicaCapes.pdf>. Acesso em 05 nov. 2014.

BORKO, H. Information science: what is it? *American documentation*, v. 19, n. 1, p. 3-5, 1968.

BOWKER, G. C.; STAR, S. L. *Sorting things out: classification and its consequences*. Cambridge, MA: MIT, 2000.

BUCKLAND, M. K. *Information and information systems*. New York: Praeger, 1991a.

_____. Information as a thing. *Journal of the American Society of Information Science*, v.42, n. 5, p. 351-360, 1991b.

BUSINESS dictionary. Disponível em:

<<http://www.businessdictionary.com/definition/funding.html>>. Acesso em: 29 set. 2015.

CAMPOS, M. L. A. Princípios teóricos da organização do conhecimento e sua influência nas novas tecnologias de informação. In: SIMPÓSIO: ESTADO ATUAL E PERSPECTIVAS DA CDU. 1996. Brasília: IBICT, 1996. p. 74-77.

_____; GOMES, H. E. Organização de domínios de conhecimento e os princípios rangathanianos. *Perspectivas em Ciência da Informação*, Belo Horizonte, v. 8, n. 2, p. 150-163, jul./dez. 2003.

_____. Taxonomia e classificação: o princípio de categorização. *DataGramaZero: Revista de Ciência da Informação*, v. 9, n. 4 ago., 2008. Disponível em: http://www.dgz.org.br/ago08/Art_01.htm. Acesso em: 15 out. 2014.

_____; OLIVEIRA, L. L. As categorias de Ranganathan no organização dos conteúdos de um portal científico. *Datagramazero: revista de informação*, v. 14, n. 3, jun. 2013. Disponível em: <www.dgz.org.br/jun1/Art_01.htm R1>. Acesso em: 10 nov. 2015.

CANALLI, W. M.; SILVA, R. P. *Uma breve história das patentes: analogias entre ciência/ tecnologia e trabalho intelectual / trabalho operacional*. Rio de Janeiro: UFRJ, 2011. p. 746-747. Disponível em: <<http://www.hcte.ufrj.br/downloads/sh/sh4/trabalhos/Waldemar%20Canalli.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2013.

CAPURRO, R; HJORLAND, B. O conceito de informação. *Perspectivas em Ciência da Informação*, v. 12, n. 1, p. 148-207, jan./abr. 2007. Tradução do capítulo publicado no *Annual Review of the Information Science and Technology*, Ed. Blaise Cronin, v. 37, cap. 8, p. 343-411, 2003. Trad. de Ana Maria Pereira Cardoso, Maria da Gloria Ferreira e Marco Antônio de Azevedo.

CARLAN, E. *Sistemas de Organização do Conhecimento: uma reflexão no contexto da Ciência da Informação*. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) - UnB, Brasília, 2010.

CARRIJO, M. C.; BOTELHO, M. R. A. Cooperação e Inovação: uma análise dos resultados do programa de apoio à pesquisa em empresas (PAPPE). *Revista brasileira de Inovação*, v. 12, n. 2, jul./dez. 2013. Disponível em: <www.ige.unicamp.br/ojs/rbi/article/view/697>. Acesso em 20 abr. 2015.

CASTELLS, M. *A sociedade em rede: a era da informação, economia, sociedade e cultura*. São Paulo: Paz e Terra, 2002. v. 1.

CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS. *Plano diretor 2011-2015*. Rio de Janeiro, 2011.

_____. Núcleo de Comunicação Social. *CBPFNewsList*, 12 jan. 2016. Disponível em: <<https://p0m1.cat.cbpf.br/imp/dynamic.php?page=message&mailbox=SU5CT1g&uid=50347&uniq=1452777870396>>. Acesso em: 12 jan. 2016.

CGEE; SBF. *Relatório: a Física e o desenvolvimento nacional*. Brasília, 2012. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/v1/arquivos_diversos/publicacoes/Relatorio_SBF.pdf>. Acesso em: 15 out. 2015.

CHESBROUGH, H. The era of open innovation. *MIT sloan managment review*, v. 44, n. 3, 2003.

_____. Open Innovation: a new paradigm for understanding industrial innovation. In: _____.; VANHAVERBEKE, Wim; WEST, Joel. (Ed.). *Open Innovation: researching a new paradigm*. Oxford: Oxford University Press, 2006. p. 1-12.

COCCIA, M. Classifications of innovations: survey and future directions. *Ceris-Cnr*, W.P., n. 2, 2006.

COCCO, G. Indicadores de Inovação e capitalismo cognitivo. In: BASES conceituais em pesquisa, desenvolvimento e Inovação: implicação para políticas no Brasil. Brasília: CGEE, 2010. p. 33-68.

CRUZ, R. *O desafio da Inovação: a revolução do conhecimento nas empresas brasileiras*. São Paulo: Ed. SENAC, 2011.

CUNHA, A. G. *Dicionário etimológico nova fronteira da língua portuguesa*. Rio de Janeiro; Nova Fronteira, 1982.

DAHLBERG, I. Knowledge Organization: its scope and possibilities. *Knowledge Organization*, v. 20, n. 4, p. 211-219, 1993.

_____. Knowledge Organization: a new science? *Knowledge Organization*, v. 33, n. 1, p. 11-19, 1993.

_____. Teoria do conceito. *Ciência da Informação*, v. 7, n. 2, p. 101-107, 1978. Tradução para o português do Prof. Astério Tavares Campos.

DAUSCHA, R. M. Definição de Inovação em negócios para o Brasil. In: PAROLIN, S. R. H.; OLIVEIRA, H. C. (Org.). *Inovação e propriedade intelectual na indústria*. Curitiba: SENAI/SESI, 2010. Parte 1, p. 17-28. Disponível em: <<http://www.sgc.goias.gov.br/upload/arquivos/2011-10/inovacao-e-propriedade-intelectual-na-industria.pdf>>. Acesso em: 20 maio 2015.

DAVIDOVICH, L. Apresentação. *Parcerias estratégicas*, Brasília, v. 15, n. 1, p. 11-15, 2010, ed. especial, pt. 1: consolidação do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI).

DE NEGRI, F.; CAVALCANTE, L. R. Análise dos dados da Pintec 2011. *Nota técnica*, IPEA, Brasília, n. 15, 2013.

AS DEZ empresas mais inovadoras da América do Sul. *Revista Exame.com*, 17 fev. 2014. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/negocios/noticias/as-10-empresas-mais-inovadoras-da-america-do-sul-2/lista>>. Acesso em 10: fev. 2016.

DOCHERTY, M. Primer on open innovation: principles and practice. *Visions*, v. 30, n. 2, p. 13-15, Apr 2006.

DOSANJH, M.; JONES, B.; MEYER, R. ENLIGHT and other EU-funded projects in hadron therapy. *British journal of Radiology*, v. 8, n. 994, p. 811–813, Oct. 2010.

DOSI, G. The nature of the innovative process in Dosi. In: _____ et al. (Org.). *Technical change and economic theory*. Londres: Pinter, 1988.

DURAND, T. Dual technology trees: assessing the intensity and strategic significance of technology change. *Research Policy*, n. 21, p. 361-380, 1992.

EMPRESA BRASIL DE COMUNICAÇÃO. *Pesquisa e Inovação*: Dilma sanciona Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação. Brasília, 11 fev. 2016. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/pesquisa-e-inovacao/noticia/2016-01/dilma-sanciona-marco-legal-da-ciencia-tecnologia-e-inovacao>>. Acesso em: 16 jan. 2016.

FACULTÄT FÜR INFORMATIK. Iniversitat Magdeburg. Disponível em: <<http://www.cs.uni-magdeburg.de/Studium/Studieng%C3%A4nge/Master/mdke-p-426.html>>. Acesso em 21 out.2014.

FERREIRA, A. B. H. *Novo dicionário da língua portuguesa*. 2. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1986.

FEYNMAN, R. P. *Física em seis lições*. Tradução de Ivo Korytowski. Rio de Janeiro: Ediouro, 1999.

FIGUEIREDO, N. *Tópicos modernos em Ciência da Informação*. São Paulo: Centro Cultural Teresa D' Ávila, 1994.

FOSKETT, D. J. Information science as an emerging discipline: educational implications. *Journal of Librarianship*, v.5, n.3, p.161-174, Jul. 1973.

FOX, T.; WARD H.; HOWARD, B. *Public sector roles in strengthening Corporate Social Responsibility: a baseline study*. [Washington D.C.]: World Bank, 2002.

FREEMAN, C. The National System of Inovation in historical perspective. *Cambridge Journal of Economics*, v. 19, p. 5-24, Febr. 1995.

_____. *The economis of industrial innovation*. London : Pinter, 1997.

FREIRE, G. H. Ciência da informação: temáticas, histórias e fundamentos. *Perspectivas da Ciência da Informação*, Belo Horizonte, v.11 n.1, p. 6-19, jan./abr. 2006.

GARCIA, R.; CALANTONE, R. A critical look at technological innovation typology and innovativeness terminology: a literature review. *Journal of product innovation management*, v. 19, p. 110-132, 2002.

GONZÁLEZ DE GÓMEZ, M. N. A informação: dos estoques às redes. *Ciência da Informação*, v. 24, n. 1, 1995. Disponível em: <<http://revista.ibict.br/ciinf/index.php/ciinf/article/view/533/485>>. Acesso em 01-05-2015.

GLASHOW, S. L. *The scientific and technological importance of basic scientific research*. Vienna: International Peace Foundation, 2005.

GODIN, B. *Innovation: the history of a category*. Montreal: INRS, 2008. Project on the Intellectual History of Innovation. 62 p. Working paper 1. Disponível em: <<http://www.csiic.ca/PDF/IntellectualNo1.pdf>>. Acesso em: 25 maio 2013.

_____. *Invention, diffusion and linear models of innovation*. Montreal: INRS, 2013. Project on the Intellectual History of Innovation Working Paper 15. 38 p. Disponível em: <<http://www.csiic.ca/PDF/AnthropologyPaper15.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2014.

_____. *The making of science, technology and innovation policy: conceptual frameworks as narratives, 1945-2005*. Montreal: Institut National de la Recherche Scientifique, 2009. Disponível em: <http://www.csiic.ca/PDF/TheMakingOfScience.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2014.

GOFFMAN, Willian. Mathematical approach to the spread of scientific ideas: the history of mast cells research. *Nature*, n. 5061, p. 449-451, Oct. 1966.

GOMES, H. E. Tendências da pesquisa em Organização do Conhecimento. *Pesquisa brasileira em Ciência da Informação*, Brasília, v. 2, n. 1, p. 60-88, jan./dez. 2009.

GUEDES, V. L. S.; BORSCHIVER, S. Bibliometria: uma ferramenta cientométrica para a gestão da informação e do conhecimento em sistemas de informação., de comunicação e de avaliação científica e tecnológica. In: CINFORM – ENCONTRO NACIONAL DE CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO, 6., Salvador, 2005. *Anais...* Salvador: ICI/UFBA, 2005.

HJÖRLAND, B. Domain analysis in information science: eleven approaches traditional as well as innovative. *Journal of Documentation*, v.58, n.4, p. 422-462, 2002.

_____. Semantics and knowledge organization. *Annual Review of Information Science and technology*, v. 41, n. 1, p. 367-405, 2007.

_____. What is knowledge organization (KO)? *Knowledge Organization*, v. 35, n. 2/3, 2008.

_____; ALBRECHTSEN, H. Toward a new horizon in information science: domain-analysis. *Journal of the American Society for Information Science*, v.46, n.6, p.400-425, Jul.1995.

IMITAÇÃO. In: INFOPÉDIA [em linha]. Porto: Porto Editora, 2003-2014. Disponível em: <[http://www.infopedia.pt/\\$imitacao](http://www.infopedia.pt/$imitacao)>. Acesso em: 7 jul. 2014.

IBGE. *Pesquisa de Inovação [PINTEC] 2011*. Rio de Janeiro, 2013.

INSTITUTO INOVAÇÃO. Inventta. *Relatório da Inventta inteligência em Inovação: a eficiência das mecanismos de fomento à Inovação no Brasil*. Campinas, 2001. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/Inovacao/a-eficincia-dos-mecanismos-de-fomento-inovao-no-brasil>>. Acesso em: 22 jun. 2014.

INVESTIMENTO em pesquisa e desenvolvimento no Brasil e em outros países: o setor privado. *Em discussão*, Brasília, v. 3, n. 12, 2012. Disponível em: <<http://www.senado.gov.br/noticias/Jornal/emdiscussao/inovacao/ciencia-tecnologia-e-inovacao-no-brasil/investimento-em-pesquisa-e-desenvolvimento-no-brasil-e-em-outros-paises-o-setor-privado.aspx>>. Acesso em: 14 maio 2014.

ISO. *Classification of information in the construction industry*: ISO/TR 14177. Geneve, 1994.

_____.; IEC. *Information technology: metamodel framework for interoperability (MFI)*. Geneve, 2013. Part 13: Metamodel for form registration - Date: 2013-05-13. JTC 1/SC 32/WG 2 N1780 - ISO/IEC WD 19763-13.

ISSBERNER, L.-R. Em direção a uma nova abordagem da Inovação: coordenadas para o debate. In: CGEE. *Bases conceituais em pesquisa, desenvolvimento e Inovação: implicações para políticas no Brasil*. Brasília, 2010. p. 11-32.

JAPIASSU, H.; MARCONDES, D. *Interdisciplinaridade e patologia do saber*. Rio de Janeiro: Imago, 1976. (Série logoteca).

_____. *Dicionário básico de Filosofia*. 2. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1991.

_____. *O sonho transdisciplinar e as razões da Filosofia*. Rio de Janeiro: Imago, 2006.

JOHNSON, Steven. *Where good ideas come from: the seven patterns of innovation*. London: Pinguin Books, 2010.

JONHSON CORNELL UNIVERSITY; INSEAD; WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION. *The global innovation index 2013: the local dynamics of innovation*. Edited by Soumitra Dutta and Bruno Lanvin. Geneva, 2013. Disponível em: <<https://www.globalinnovationindex.org/content.aspx?page=GII-Home>>. Acesso em: 20 jul. 2015.

_____. *The global innovation index 2014: the human factos of innovation*. Geneva, 2014. Disponível em: <<https://www.globalinnovationindex.org/content.aspx?page=framework>>. Acesso em: 13 nov. 2014.

KANNEBLEY JR., S; CAROLO, M.; NEGRI, F. Impacto dos fundos setoriais sobre a produtividade acadêmica de cientistas universitários. *Estudos econômicos*, v. 43, n. 4, p. 647-685, out./dez.2013.

KREITLON, M. P. A Ética nas relações entre empresas e sociedade: fundamentos teóricos da responsabilidade social empresarial. ENANPAD, 28., Curitiba, 2004. Disponível em: <www.gestãosocial.org.br/...responsabilidade-social>. Acesso em: 22 set. 2015.

KUHN, W.; WORBOYS, M.; TIMPF, S. (Eds.) . *Spatial information theory: foundations of geophaphic information science*. Berlin: Springer-Verlag, 2003. International Conference, COSIT, 2003.

LANGRIDGE, D. W. *Classification: its kinds, element, systems and applications*. London: Bowker-Saur, 1992.

LEE, S.; BOZEMAN, B. The impact of research collaboration on scientific productivity. *Social Studies of Science*, v. 35, n. 5, p. 667-702. Oct. 2005.

LEMOES, C. Inovação na era do conhecimento. In: LASTRES, H. M. M. e ALBAGLI, S. (Org.). *Informação e globalização na era do conhecimento*. Rio de Janeiro: Campus, 1999. p. 122-144.

- LONGO, W. P.; DERENUSSON, M. S. FNDCT, 40 Anos. *Revista Brasileira de Inovação*, Rio de Janeiro, v. 8, n. 2, p.515-533, jul./dez., 2009.
- MACIEL, A. K. A. *Rede Nacional de Física de Altas Energias-RENAFAE*: apresentação de custos e receitas anuais. Rio de Janeiro: CBPF, 2015.
- MACULAN, A. -M. Capacitação tecnológica e Inovação nas empresas brasileiras: balanço e perspectivas. *Cadernos EBAPE.BR*, Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas, FGV. Edição especial, p. 1-18, 2005.
- _____. A importância das interações para a Inovação e a busca por indicadores. In: CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. *Bases conceituais em pesquisa, desenvolvimento e Inovação*: implicações para políticas no Brasil. Brasília, 2010. p. 165-185.
- MAZZUCATO, M. *O Estado empreendedor*: desmascarando o mito do setor público vs. o setor privado. Tradução de Elvira Serapicos. São Paulo: Portfolio-Penguin, 2014.
- MEIS, L.; LETA, J. *O perfil da ciência brasileira*. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 1996.
- MENOU, M. J. The impact of information, part 2: concepts of information and its value. *Information Processing and Management*, v. 31, n. 4, p. 479–490, 1995.
- MILANEZ, A.Y. Os fundos setoriais são instituições adequadas para promover o desenvolvimento industrial do Brasil? *Revista do BNDES*, Rio de Janeiro, v.14, n.27, p.123- 140, jun. 2007.
- MILLS, J. Facet classification and logical division in information retrieval. *Library trends*, v. 53, n. 3, p. 541-570, Winter 2004.
- MONTEIRO, S. D. ; ABREU, J. G. O pós-moderno e a organização do conhecimento no ciberespaço: agenciamentos maquínicos. *DataGramaZero*: revista de Ciência da Informação, v. 10, n. 6, dez. 2009.
- MORICOCCHI, L.; GONÇALVES, J. S. Teoria do desenvolvimento econômico de Schumpeter: uma revisão crítica. *Informações Econômicas*, São Paulo, v.24, n.8, ago. 1994.
- MORIN, E. *Ciência com consciência*. 6. ed. Tradução de Maria D. Alexandre e Maria Alice Sampaio Dória. Rio de Janeiro: Bertrand, 2002.
- MORIN, E. Da necessidade de um pensamento complexo. Tradução de Juremir Machado da Silva. In: MARTINS, F. M.; SILVA, J. M. *Para navegar no século XXI*: tecnologias do imaginário e cibercultura. 3. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS; Ed. Sulina, 2003.
- NASCIMENTO, P. A. M. M.; OLIVEIRA, J. M. Papel das ações transversais no FNDCT: redirecionamento, redistribuição, indução ou nenhuma das alternativas? *Revista brasileira de Inovação*, Campinas (SP), v. 12, n. 1, p.73-104, jan./jun. 2013.
- NOTÍCIAS NIT Mantiqueira, mar. 2011. Disponível em:
<<http://www.nitmantiqueira.org.br/porta1/>>. Acesso em: 15 jun. 2014.

OCDE ; EUROSTAT. *Manual de Oslo*: diretrizes para a coleta e interpretação de dados de Inovação. 3. ed. Tradução da FINEP. [Rio de Janeiro]: Arti/FINEP, 1997.

PALAZZO, L. A. M. *Complexidade, caos e auto-organização*. Pelotas: Universidade Católica de Pelotas/Escola de Informática. Disponível em: <http://algot.dcc.ufla.br/~monserrat/isc/Complexidade_caos_autoorganizacao.html>. Acesso em: 3 dez. 2012.

PAVITT, K. Sectorial patterns of technical change: toward a taxonomy and theory. *Research policy*, v. 13, n. 6, p.343-373, 1984.

PENA, S. D. J. O estado da ciência no Brasil: como dar um salto de qualidade? *Parcerias estratégicas*, CNCTI, Brasília, v. 15, n. 1, ed. esp., p. 115-128, 2010.

PINHEIRO, L. V. R. Campo interdisciplinar da Ciência da Informação: fronteiras remotas e recentes. IN: _____ (Org.). *Ciência da informação, ciência sociais e interdisciplinares*. Brasília: Rio de Janeiro: IBICT;DDI;DEP, 1999. p. 155-182.

_____. Desdobramentos disciplinares, interdisciplinares e transdisciplinaridade. In: GONZÁLEZ DE GÓMEZ, M. N. ; ORICO, E. G. D. (Org.). *Políticas de memória e informação*. Natal: EDUFERN, 2006. p. 111-142. Disponível em: <<http://www.uff.br/ppgci/editais/lenavanialeituras.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2014.

_____. Ciência da Informação e sociedade: uma relação delicada entre a fome de saber e de viver. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO, 10., 2009, João Pessoa. *Anais...* João Pessoa: UFPB, 2009. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/123456789/73>>. Acesso em: 26 out. 2014.

PLANO DIRETOR DO CBPF, MCT / CBPF. Rio de Janeiro: CBPF, 2006- . v.1, 2006-2010.

PLEBE, A. *Breve História da retórica antiga*. São Paulo: EPU, 1978.

POMBO, O. Interdisciplinaridade: conceito, problemas e perspectivas. In: _____ ; LEVY, T.; GUIMARÃES, H. *Interdisciplinaridade: reflexão e experiência*. 2. ed. Lisboa: Ed. Texto, 1994. cap. 1, p. 8-14.

QUEIROZ, A. *Responsabilidade social das empresas*: dois estudos de caso sobre a aplicação de indicadores. (Dissertação de Mestrado) - Pós-Graduação da FGV/IEAESP São Paulo, 2001, 236 p.

REDLICH, F. Innovation in business: a systematic presentation. *American Journal of Economics and Sociology*, v. 10, n. 3, p. 285–291, Apr. 1951.

REITZ, J. M. *Dictionary of library and information science*. Westport: Libraries Unlimited, 2004.

RISING above the gathering storm: energizing and employing america for a brighter economic future. In: COMMITTEE on Prospering in the Global Economy of the 21st Century: an agenda for american science and technology. Washington: National Academies Press, 2007.

RYCROFT, R. W., KASH, D. E. Path dependence in the innovation of complex technologies. *Technology analysis and strategic management*, v. 14, n. 1, p. 21-35, 2002.

_____. Self-organizing innovation networks: implications for globalization. *Technovation*, v. 24, p. 187-197, 2004.

SANTOS, M. E. R.; TOLEDO, P. T. M.; LOTUFO, R. A. (Org.). *Transferência de Tecnologia: estratégias para a estruturação e gestão de Núcleos de Inovação Tecnológica*. Campinas, SP: Komedi, 2009.

SARACEVIC, T. Information science: origin, evolution and relations. In: VAKKARI, P., CRONIN, B. (Ed.). *Conceptions of Library and Information Science: historical, empirical and theoretical perspectives*. London: Taylor Graham, 1992. p. 5-27.

_____. *Innovation and information: definitions, types, interactions*. In: INTERNATIONAL SEMINAR ON INFORMATION AND INNOVATION, 2012, Rio de Janeiro, IBICT, 2012. [Apresentação oral na abertura do seminário] Disponível em: <<http://comminfo.rutgers.edu/~tefko/articles.htm>>. Acesso em: 20 julho 2012.

SCHUMPETER, J. A. *Capitalismo, socialismo, democracia*. Editado por George Allen e Unwin Ltd. Traduzido por Ruy Jungmann. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1961. Tradução do título original em inglês: *Capitalism, Socialism, and Democracy*, 1942.

_____. *A teoria do desenvolvimento econômico*. São Paulo: Nova Cultural, 1988.

_____. O processo de destruição criadora. In: _____. *Capitalismo, socialismo e democracia*. Editado por George Allen e Unwin Ltd. Tradução de Ruy Jungmann. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, Ordemlivre.org, 1961. cap. 2: Poderá sobreviver o capitalismo?

SIAS, D. B.; SAMPAIO, J.; MÜTZENBERG, L. A. *Introdução à Física de Partículas*. Porto Alegre: UFRS/Instituto de Física/Mestrado profissionalizante em ensino da Física, s. d. Disponível em: <www.if.ufrs.br/mpenf/Hipermidias/Mutzenberg/arq/tr00.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2015.

SILVA, E. M. P.; FAZZIO, A. (Org.). *Talentos para a Inovação em Física*. São Paulo: USP, 2007.

SIMARD, C. Knowledge networks and the geographic locus of innovation. In: CHERBROUGH, H.; VANHAVERBEKE, W.; WEST, J. (Org.). *Open innovation: research a new paradigm*. Oxford: Oxford University Press, 2006. Cap. 2.

SIQUEIRA, M. R. P. *Do visível ao indivisível: uma proposta de Física de Partículas Elementares para o ensino médio*. São Paulo: USP/IF/IQ/IB/FE, 2006. Disponível em: <<http://www.nupic.fe.usp.br/Publicacoes/teses/DissertMAXWELL.pdf>>. Acesso em: 11 nov. 2015.

SMIT, J. W.; TÁLAMO, M. F. G. M.; KOBASHI, N. Y. A determinação do campo científico da Ciência da Informação: uma abordagem terminológica. *DataGramaZero : revista de Ciência da Informação*, v. 5, n. 1, fev. 2004. Disponível em: <http://www.dgz.org.br/fev04/Art_03.htm>. Acesso em: 20 abr. 2015.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA. Física 2011: estado da arte, desafios e perspectivas para os próximos cinco anos. São Paulo: McHilliard, 2011. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/v1/arquivos_diversos/publicacoes/fisica-2011.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2015.

_____. Física Médica: estado da arte. In: CONFERÊNCIA NACIONAL DE CIÊNCIA TECNOLOGIA E INOVAÇÃO, 4., Brasília, 2010. *Anais...* Brasília, 2010. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/v1/arquivos_diversos/4CNCTel/medica.pdf>. Acesso em: ago. 2015.

_____. Comissão de Física para o Brasil. *Pensando o futuro: o desenvolvimento da Física e sua inserção na vida social e econômica do país*. Brasília, 2005. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/v1/arquivos_diversos/publicacoes/FisicaBrasil_Dez05.pdf>. Acesso em: 8 nov. 2014.

SOUZA, R. F. Áreas do conhecimento. *DataGramaZero*: revista de Ciência da Informação, v. 5, n. 2, abr. 2004. Disponível em: <http://www.dgz.org.br/abr04/Art_02.htm>. Acesso em: 10 dez. 2015.

_____, T. C. Capital social e gestão do conhecimento: união responsável socialmente. *Datagramazero*: revista de Ciência da Informação, v.7, n.6, dez., 2006. Disponível em: <www.dgz.org.br/dez06/Art_02.htm>. Acesso em: 23 set. 2015.

STRAIOTO, A. C. *A análise em facetas como dimensão teórica e prática na organização do conhecimento*. 2001. 163 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista, Marília, SP, 2001.

TADEU, H. F. B.; SALUM, F. A. *Estratégia, operações e Inovação: paradoxo do crescimento*. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

TEECE, D. J. Profiting from technological innovation: implications for integration, collaboration, licensing and public policy. *Research Policy*, v. 15, p. 285-305, 1986.

TIDD, J.; BESSANT, J.; PAVITT, K. *Managing innovation: integrating technological market and organizational change*. New York: John Wiley, 1997.

TRISTÃO, A. M. D.; FACHIN, G. R. B.; ALARCON, O. E. Sistema de classificação facetada e tesouros: instrumentos para organização do conhecimento. *Ciência da Informação*, Brasília, v. 33, n. 2, p. 161-171, maio/ago., 2004.

UNESP. Campus Marília. *Apresentação: Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação*. Marília, 2015. Disponível em: <<http://www.marilia.unesp.br/#!/posci>>. Acesso em: 04 jun. 2015.

VIEIRA, R. F. A iniciativa privada no contexto social: exercício de cidadania e Responsabilidade Social. *RP em revista*, v. 5, n. 22, p. 26-42, 2007. Parte: as ações corporativas nos investimentos sociais.

VON HIPPEL, E. Open source projects as horizontal innovation networks by and for users. *MIT Sloan School of Management*. Working Paper 4366-02, June 2002. Advance access published May 16, 2007.

WEAVER, W. Science and complexity. *American scientist*, v. 36, p. 536-544, 1948.

WERSIG, G. Information Science: the study of postmodern knowledge usage. *Processing and Management*, v. 29 n. 2, p. 229-239, 1993.

_____. Knowledge communication as a posmodern phenomenon. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PUBLIC COMMUNICATION OF SCIENCE AND TECHNOLOGY, SCIENCE WITHOUT FRONTIERS, 1998. Wissenschaft, Medien, Oeffentlichkeit, Berlin, 1998. Disponível em: <[HTTP://www.kommwiss.tu.berlin.de/~gwersig/publ-pro/www.knoledgw.htm](http://www.kommwiss.tu.berlin.de/~gwersig/publ-pro/www.knoledgw.htm)>. Acesso em: 14 maio 2000.

_____; NEVELING, U. The phenomena of interest to Information Science. *The information scientist*, v. 9, n. 4, p. 127-140, Dec. 1975.

WONGTSCHOWSKI, P. *Financiamento à Inovação*. Brasília, 2014. Palestra proferida na CNI. Brasília, 2014. 27 pranchas.

WORD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION. WIPO guide to patent information. Geneva, 2015. Disponível em: <http://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/patents/434/wipo_pub_l434_03.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2016.

SÍTIOS REFERENCIADOS

<enlight.web.cern.ch>. Acesso em: 10 out. 2015.

<<http://agenciabrasil.ebc.com.br/tags/specfit>>. Acesso em: 5 dez. 2015.

<<http://anprotec.org.br/site/2014/04/brasil-ocupa-penultima-posicao-em-ranking-de-patentes/>>. Acesso em: 9 nov. 2014.

<<http://aquariusp.mcti.gov.br/app/#/bolsas?t=11>>. Acesso em: 31 ago. 2014.

<<http://aquariusp.mcti.gov.br/app/#/fundossetoriais?k=6>>. Acesso em: 31 ago. 2014.

<<http://entervision.web.cern.ch/entervision>>. Acesso em: 12 ago. 2015.

<<http://knowledgetransfer.web.cern.ch/our-team>>. Acesso em: 14 ago. 2015.

<<http://searchsoa.techtarget.com/definition/field>>. Acesso em: 23 mar. 2013.

<<http://searchsoa.techtarget.com/definition/domain>>. Acesso em: 23 mar. 2013.

<<http://pt.dreamstime.com/foto-de-stock-estrutura-de-bambu-do-guarda-chuva-feito-m%C3%A3o-image43176812>>. Acesso em: 15 jun. 2015.

<<http://www.anpei.org.br/>>. Acesso em: 17 maio 2015.

<http://www.bndes.gov.br/siteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Apoio_Financeiro/Programas_e_Fundos/>. Acesso em: 20 set. 2015.

<<http://www.businessdictionary.com/definition/funding.html>>. Acesso em: 29 set. 2015.

<<http://www.cbpf.br>>. Acesso em: 11 jun. 2014.

<http://www.cnpdia.embrapa.br/noticia_31102006.html>. Acesso em: 10 dez. 2015.

< <http://www.cnpq.br/>>. Acesso em: 15 nov. 2015.

< http://www.cnpq.br/web/guest/fotos-institucionais-view/-/journal_content/56_INSTANCE_Jx0V/10157/79554. Acesso em: 10 dez. 2015.

<<http://www.comexbrasil.gov.br/conteudo/ver/chave/exportacao-de-bens-sensíveis.br.>> Acesso em: 18 jun. 2014.

<<http://www.conceito.de/area>. Acesso em: 22 mar. 2013.

<http://www.embrapii.org.br/wp-content/uploads/2014/09/Embrapii_Relatorio-2013_final.pdf >. Acesso em: 17 maio 2015.

<<http://enlight.web.cern.ch>>. Acesso em: 10 out. 2015.

<http://www.FINEP.gov.br/pagina.asp?pag=fndct_principal>. Acesso em: 5 maio 2015.

<<http://www.finep.gov.br/images/revista/revista19/index.html#p=20>>. Acesso em: 5 dez.

<http://www.icrsh.ro/en/res/10ENLIGHT%20and%20Specific%20Projects%20PARTNER%20ULICE%20ENVISION.pdf>>. Acesso em: 14 ago. 2015.

<<http://www.ifsc.usp.br/~enfi/apresentacao/9h-MarceloPortesdeAlbuquerque.pdf>>. Acesso em 20 out. 2014. <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/337854.html>>. Acesso em: 12 jun. 2014.

<<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=brasil-ganha-centro-de-estudos-em-nanotecnologia#.Vmrd50orLIU>>. Acesso em: 10 dez. 2015.

<http://www.mct.gov.br/upd_blob/0220/220527.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2014.

<<http://www.memoria.cnpq.br/saladeimprensa/noticias/2008/0905g.htm>>. Acesso em: 11 nov. 2015.

<<http://www.nitmantiqueira.org.br/portal/>. Acesso em: 4 nov. 2014.

<<http://www.oxforddictionaries.com/pt/defini%C3%A7%C3%A3o/ingl%C3%AAs-americano/typology>>. Acesso em: 30 ago. 2014.

<<http://www.pintec.ibge.gov.br>>. Acesso em: 4 nov. 2014.

< <http://plataformaitec.com.br/o-que-e.php>>. Acesso em: 10 jan. 2016.

<<http://portal.abipti.org.br/missao/>>. Acesso em: 31 ago. 2014.

<http://revistafisica.blogspot.com.br/2015_07_01_archive.html>. Acesso em: 15 dez. 2015.

<http://www.sbfisica.org.br/v1/arquivos_diversos/noticias/agosto2014/carta_presidenciaveis_2014.pdf>. Acesso em: mar. 2015.

<http://www.sbfisica.org.br/v1/index.php?option=com_content&view=frontpage&limitstart=45>. Acesso em: mar. 2015.

<<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae>>. Acesso em: 10 jan. 2016.

<<http://www.senado.gov.br/noticias/Jornal/emdiscussao/inovacao/ciencia-tecnologia-e-inovacao-no-brasil.aspx>>. Acesso em: 20 jan. 2016.

<http://www.senado.gov.br/NOTICIAS/JORNAL/EMDISCUSSAO/upload/201203%20%20setembro/pdf/em%20discuss%C3%A3o!_setembro_2012_internet.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2015.

<www.ufcg.edu.br/prt_ufcg/assessoria_imprensa/mostra_noticia.php?codigo=7645>. Acesso em: 10 agosto 2015.

<<http://www.valor.com.br/cultura/3192022/inovacao-assunto-espera-de-uma-retorica-esclarecedora>>. Acesso em: 20 julho 2015.

< <http://www.wipo.int/tools/en/gsearch.html>>. Acesso em: 15 out. 2015.

<http://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/patents/434/wipo_pub_l434_03.pdf>. Acesso em: 18 jan.2016.

<mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/lhc-maior-acelerador-particulas-mundo.htm>. Acesso em: 18 jan.2016.