

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SOCIOLOGIA

**Barreiras à operacionalidade dos arranjos colaborativos (multi, inter e
transdisciplinaridade) em INCTs: um estudo de caso**

Guilherme Sydow Nunes Bueno Brandão

PORTO ALEGRE, 2016

Guilherme Sydow Nunes Bueno Brandão

Barreiras à operacionalidade dos arranjos colaborativos (multi, inter e transdisciplinaridade) em INCTs: um estudo de caso

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Sociologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do Grau de Doutor em Sociologia.

Orientadora: Clarissa Eckert Baeta Neves

PORTO ALEGRE, 2016

Guilherme Sydow Nunes Bueno Brandão

Barreiras à operacionalidade dos arranjos colaborativos (multi, inter e transdisciplinaridade) em INCTs: um estudo de caso

Banca Examinadora

Orientadora: Dra. Clarissa Eckert Baeta Neves (PPGS/UFRGS)

Prof. Dr. Marcelo Arnold Cathalifaud (FACSO/UCHILE)

Prof. Dr. Leo Peixoto Rodrigues (PPGS/UFPEL)

Profa. Dra. Maria Estela Dal Pai Franco (PPGEDU/UFRGS)

Prof. Dr. Adriano Premebida (PPGS/UFRGS)

PORTO ALEGRE, 2016

CIP - Catalogação na Publicação

Brandão, Guilherme Sydow Nunes
Barreiras à operacionalidade dos arranjos
colaborativos (multi, inter e transdisciplinaridade)
em INCTs: um estudo de caso / Guilherme Sydow Nunes
Brandão. -- 2016.
223 f.

Orientadora: Clarissa Baeta Neves .

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, Instituto de Filosofia e Ciências
Humanas, Programa de Pós-Graduação em Sociologia,
Porto Alegre, BR-RS, 2016.

1. inovação. 2. interdisciplinaridade. 3.
transdisciplinaridade. 4. barreiras. 5. Niklas
Luhmann . I. Neves , Clarissa Baeta , orient. II.
Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os
dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Dedico esta tese aos meus pais, à Letícia, à Jurema e a tudo que representam.

AGRADECIMENTOS

À Professora Clarissa, pelas lições e pelo respeito ao rigor científico.

Ao Professor Marcelo Arnold, pelos valiosos ensinamentos.

Aos meus professores brasileiros: Renato de Oliveira, Cinara Lerrer Rosenfiel, José Vicente Tavares, Marília Patta Ramos e Soraya Vargas Cortes.

Aos meus professores chilenos: Teresa Matus, Juan Carlos Letelier, Cecilia Dockendorff, Daniela Thumala, Hugo Cadenas, Anahi Urquiza, Aldo Mascareño, Rodrigo Figueroa, Jaime Fierro, Dimas Santibañez e ao Prof. Andrés Weintraub.

À minha turma de Doutorado.

Aos meus amigos: Mariñez, Luiz Augusto, Fábio, Breno, Veronica, Pame e aos mais que amigos.

Aos meus amigos do NIT/INPE.

Ao apoio dos Profs. Dr. Carlos Alexandre Wuensche e Dra. Fatima Mattiello.

Aos professores da banca de qualificação do Projeto.

À Regiane Accorsi pela ajuda de sempre.

À Julia Arduim pela enorme ajuda.

À CAPES e ao PPGS pelo auxílio financeiro.

De ahí que, aunque nos acuse de círculo vicioso, proponemos fundar la objetividad sobre la conducta ajena, o mejor, para confesar de inmediato el giro paradójico de nuestro pensamiento, pretendemos elegir al ojo ajeno – siempre el ojo ajeno – para ver la forma – la forma felizmente abstracta – del fenómeno objetivo: Dime lo que ves y te diré que es. Sólo este circuito en apariencia sin sentido, puede darnos alguna seguridad de que hemos prescindido totalmente de nuestras visiones primeras. Ah! Sin duda no ignoramos nuestra pérdida! De pronto, es todo un universo que se decolora, es toda nuestra comida que se desodoriza, es todo nuestro arranque psíquico que es roto, retorcido, desconocido, desalentado. Nos es tan necesario mantener la integridad de nuestra visión del mundo! Pero es precisamente esta necesidad la que hay que vencer. Vamos! No es en plena luz, sino en el borde de la sombra donde el rayo, al difractarse, nos confía sus secretos. Gaston Bachelard (1884-1962) - "A formação do espírito científico"

Resumo:

Esta tese tem por objetivo estudar as barreiras à operacionalidade da multi, inter e transdisciplinaridade (tratados em conjunto pelo termo "arranjos colaborativos") em 4 Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCTs), escolhidos a partir de seu potencial para operar arranjos transdisciplinares. Com esse intuito foi utilizado o método de estudo de caso, amparado por documentos oficiais e entrevistas semi-estruturadas, foram, também, utilizados métodos cienciométricos para a construção de determinadas categorias analíticas. O referencial teórico utilizado foi a teoria sistêmica de Niklas Luhmann. O universo da investigação foi o sistema nacional de inovação brasileiro, pois, os INCTs operam nesse contexto, acoplados a diversos sistemas funcionais: o sistema científico, o sistema educacional e o sistema político. A partir dessa estrutura, perguntou-se quais são as barreiras à operacionalidade dos arranjos colaborativos e em que medida tais barreiras afetam a produção de inovação baseada em pesquisa. Ao fim concluiu-se, no contexto do caso específico investigado, que diferentes barreiras em sinergia afetam à operacionalidade dos arranjos colaborativos, tais barreiras são reforçadas pela semântica da Academia, a semântica emergente a partir da operação das políticas científica e educacional que amparam a produção científica atual nos INCTs investigados.

Palavras-chave: multidisciplinaridade, interdisciplinaridade, transdisciplinaridade, barreiras, Niklas Luhmann.

Abstract

The current Thesis aims to analyse the barriers to the operability of multi, inter and transdisciplinarity (considered altogether as “collaborative arrangements”) within four National Institutes of Science and Technology (INCTs), chosen from their potential of operating transdisciplinary arrangements. To proceed with such research, the method utilised was “Case Study”, alongside the analysis of official documents and semi-structured interviews; Scientometrics was utilized in order to establish certain analytical categories. The theoretical reference was the German author’s Niklas Luhmann system’s theory. The investigation’s background that sustained the research was the Brazilian National Innovation System, since the INCTs operate within its boundaries, attached to a series of other functional systems, such as the scientific, educational and political. Starting from this pre-existing structure, it was deemed inquired which the barriers to operate collaborative arrangements are, and in which measures these barriers interfere with the production of research based innovation. Lastly, the current Thesis has come to the conclusion that, considering its case study, the synergy among different barriers impacts on the collaborative arrangements. These barriers are reinforced and catalysed by the Academic semantics and also by the uprising structures, all starting from the operation of scientific and political systems, which sustains the INCTs’ current scientific production.

Keywords: multidisciplinary, interdisciplinarity, transdisciplinarity, barriers, Niklas Luhmann

Índice de Ilustrações

Ilustração 1: Evolução dos arranjos colaborativos	110
Ilustração 2: Arquitetura interna, zona de coincidência entre percursos	123

Índice de Tabelas

Tabela 1: Recursos totais envolvidos	24
Tabela 2: Artigos por ano de publicação	87
Tabela 3: Artigos por países	87
Tabela 4: Artigos por disciplinas	88
Tabela 5: Artigos por autores	88

Índice de Quadros

Quadro 1: Definições	16
Quadro 2: Classificações dos arranjos colaborativos presentes na literatura especializada	74
Quadro 3: Fases de Sjölander	76
Quadro 4: Graduação por área INCT A	94
Quadro 5: Doutorado por área INCT A	95
Quadro 6: Graduação por área INCT B	95
Quadro 7: Doutorado por área INCT B	96
Quadro 8: Graduação por área INCT C	97
Quadro 9: Doutorado por área INCT C	96
Quadro 10: Graduação por área INCT D	98
Quadro 11: Doutorado por área INCT D	98

Lista de Abreviaturas e Siglas

CAPES - Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior.

CNPQ - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

CTI - Ciência, Tecnologia e Inovação.

DEA - Danish Energy, Agency.

DNA - Ácido desoxirribonucléico.

EURAB - European Research Advisory Board.

FBE - Danish Forum for Business Education.

INCT - Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia.

MCTI - Ministério de Ciência Tecnologia e Inovação.

NAS - National Academy of Sciences.

NERC - Natural Environment Research Council.

NIH - National Institute of Health.

NSF - National Science Foundation.

OCDE - Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico.

ONU - Organização das Nações Unidas.

P&D - Pesquisa e Desenvolvimento.

SIBRATEC - Sistema Brasileiro de Tecnologia.

UE - União Europeia.

UNESCO - United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

Sumário

INTRODUÇÃO	15
1. Problema de tese	23
2. Objetivos	29
2.1 Objetivo geral	29
2.2 Objetivos específicos	29
3. Hipótese	29
4. Metodologia	30
4.1 Objeto empírico	30
4.2 Procedimentos Metodológicos	36
4.2.1 O estudo de caso	36
4.2.2 Observação de segunda ordem	39
4.2.3 Técnicas de coleta e análise de dados	40
4.2.4 A Cienciometria	42
4.2.4.1 A Natureza reflexiva da Cienciometria	43
4.2.4.2 Citações e medições	45
5. Organização de tese	46
CAPÍTULO 1	47
Referencial Teórico	47
1.1 Sistema: da complexidade/contingência à diferenciação funcional	47
1.1.1 Sistema: comunicação e sentido	52
1.1.2 Sistema e acoplamento	55
1.1.3 INCTS e seus acoplamentos estruturais:	56
CAPÍTULO 2	61
Inovação, arranjos colaborativos e barreiras: a construção das categorias analíticas, a partir dos vários enfoques da literatura especializada	61
2.1 Inovação – evolução epistemológica	61
2.1.1 Inovação - semântica dos artigos mais citados em ISI	63
2.2 Arranjos Colaborativos	70
2.2.1 A utilização do termo arranjos colaborativos	72
2.3 Barreiras	77
2.3.1 Barreiras - semântica dos artigos mais citados em ISI	78
Capítulo 3	92
Contexto da prática: compreendendo as barreiras à operacionalidade dos arranjos colaborativos nos incts investigados a partir da observação dos pesquisadores	92
3.1 INCTs investigados	93
3.2 Surgimento e operacionalidade dos INCTs	101
3.2.1 Surgimento dos INCTS	102
3.2.2 Operação e Comitê Gestor	112
3.2.3 Operação e reuniões dos pesquisadores	114
3.2.4 Operação e dispersão	116
3.3 Definição e operacionalidade dos arranjos colaborativos	126
3.3.1 Arranjos colaborativos e as disciplinas isoladamente consideradas	128
3.3.2 A visão dos departamentos	135
3.3.3 Operacionalidade dos arranjos colaborativos	137
3.3.4 Linguagem comum	143
3.3.5 A produtividade das interações	145
3.3.6 Os temas interação e fronteira do conhecimento	146
3.3.7 A Publicação de Artigos	156
3.3.8 Promoção, Avaliação e Acompanhamento dos arranjos colaborativos	160
3.4 Operacionalidade dos arranjos colaborativos e o ambiente que os envolve	167
3.5 Produção de inovação e operacionalidade dos arranjos colaborativos	173
4 CAPÍTULO	175

INCTS: Arranjos colaborativos, barreiras e inovação	175
4.1 Sistema nacional de inovação contexto de operação dos INCTs	175
4.2 INCTs e as barreiras identificadas	176
4.3 INCTs no sistema nacional de inovação brasileiro	179
4.4 INCTs e o acoplamento com o sistema político	181
4.5 INCTs investigados e o arranjo colaborativo multidisciplinar	182
4.6 Pouca complexidade e semântica acadêmica	185
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	196
6. COMENTÁRIOS ADICIONAIS	200
REFERENCIAS	203
ANEXOS	216

INTRODUÇÃO

Esta tese de doutorado tem como objetivo pesquisar e analisar as barreiras à operacionalidade das investigações multi, inter e transdisciplinares em 4 (quatro) Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (doravante "INCTs") brasileiros. Esses Institutos desenvolvem pesquisas sobre temas relativos às Ciências Exatas e da Terra, Biológicas, Humanas e da Saúde (segundo classificação da Capes) e têm potencial para operar investigações transdisciplinares. Foi investigada, também, a relação que há no Brasil entre a operacionalidade da investigação multi, inter ou transdisciplinar efetuada nos INCTs e a produção da inovação baseada em pesquisa, a partir de entrevistas com pesquisadores que compõem os diferentes Institutos brasileiros observados.

No contexto acima exposto, foi dada especial atenção – com base na observação dos pesquisadores que fazem parte dos INCTs investigados – à coordenação/descoordenação nas relações entre os INCTs e o sistema político acoplado ao seu funcionamento, ou seja, o Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). De maneira mais esmiuçada, o MCTI é responsável pela produção de políticas públicas para a ciência, tecnologia e inovação, enquanto o CNPq realiza o acompanhamento e avaliação das atividades desses Institutos¹.

Nesta tese, o termo “investigação com base em arranjos multi, inter e transdisciplinares” foi tratado a partir de um conceito mais amplo, o de arranjos colaborativos. O termo “team science”, comumente usado na literatura, pode ser utilizado como sinônimo do termo arranjos colaborativos. O termo convergência, quando citado, deve ser entendido nesta tese, também como um arranjo colaborativo, pois, nos EUA, é tratado como sinônimo de transdisciplinaridade e, na Europa, sinônimo de

¹ Nessa investigação, tanto o MCTI, quanto o CNPq serão mais ou menos citados a partir do que for observado pelos pesquisadores em entrevista. Em recente artigo (10/05/2012), intitulado “Ação de acompanhamento e avaliação do programa INCT” publicado NA COMCIENCIA, revista eletrônica de jornalismo científico da UNICAMP, a pesquisadora Maria Carlota de Souza-Paula, assessora do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), onde lidera a Ação de Acompanhamento e Avaliação do Programa INCT, expõe que o CNPq “é o responsável pelo acompanhamento e avaliação (A&A) dos projetos individuais e o CGEE (Centro de Gestão e estudos Estratégicos) pelo A&A do programa.” <http://www.comciencia.br/comciencia/?section=8&edicao=78&id=964> . Os pesquisadores entrevistados não citaram, em momento algum das entrevistas o CGEE.

interdisciplinaridade. Por fim, o termo "pesquisa orientada para problemas" é utilizado nessa tese como sinônimo de interdisciplinaridade (Alpert, 1969).

O termo arranjos colaborativos é utilizado no artigo “Ciência e Complexidade”, de Warren Weaver, publicado originalmente na revista “American Scientist”, no ano de 1948. Assim expõe o autor:

Sugere-se, apenas, que alguns cientistas procurarão e desenvolverão novos tipos de arranjos colaborativos, que esses grupos terão membros provenientes de praticamente todos os campos da ciência e, que estas novas formas de trabalho, instrumentalizadas por enormes computadores, contribuirão significativamente para o avanço, que o próximo meio século, certamente, atingirá, ao lidar com os problemas complexos, mas, essencialmente orgânicos, das ciências sociais e biológicas (Weaver, 1948, tradução nossa)².

Há uma escala ascendente que vai do multidisciplinar, passa pelo interdisciplinar e chega ao transdisciplinar. Deve-se frisar que, apesar do esforço em definir tais conceitos, o termo a ser utilizado nesse trabalho será "arranjos colaborativos". A base teórica para definir os termos mutli, inter e transdisciplinaridade nessa tese é a de Jean Piaget, utilizada em artigo seminal do ano de 1971, e renovada no contexto do Projeto Convergence, no ano de 2014 (Anexo 2):

Quadro 1: Definições

- **Multidisciplinaridade:** justapõe duas ou mais disciplinas focadas em uma pergunta, problema, tópico ou tema. Tal justaposição, probabiliza informação mais ampla, novos conhecimento e métodos, mas, as disciplinas envolvidas permanecem separadas e a estrutura de conhecimento existente não é questionada. Nesse contexto, pesquisadores individuais e até mesmo membros de uma equipe que trabalha em um problema comum (tais como: sustentabilidade ou uma nova iniciativa de saúde pública) trabalhariam separadamente e seus resultados seriam, provavelmente, publicados em separado ou compilados enciclopedicamente ao invés de sintetizados.
- **Interdisciplinaridade:** integra informações, dados, métodos, ferramentas, conceitos e / ou teorias de duas ou mais disciplinas com foco em uma questão complexa, problema, tópico ou tema. O alcance e os objetivos dos programas de investigação interdisciplinares variam em um amplo espectro, que vai da incorporação de ferramentas e métodos emprestados e sua integração na prática de outra disciplina visando gerar novos conceitos ou explicações, até

² Original: It is merely suggested that some scientists will seek and develop for themselves new kinds of collaborative arrangements; that these groups will have members drawn from essentially all fields of science; and that these new ways of working, effectively instrumented by huge computers, will contribute greatly to the advance which the next half century will surely achieve in handling the complex, but essentially organic, problems of the biological and social sciences (Weaver, 1948).

iniciativas de grande amplitude. O conceito chave que define a interdisciplinaridade é "integração", uma mistura de diversos *inputs* que diferem da simples soma dos elementos envolvidos e são mais do que ela. Nesse contexto, os pesquisadores podem trabalhar sozinhos, considerando, todavia, que a pesquisa é cada vez mais baseada em equipe. A colaboração entre pesquisadores introduz a integração social no processo, requerendo atenção na gestão do projeto e na dinâmica comunicacional.

- **Transdisciplinaridade:** transcende abordagens disciplinares mediante o uso de estruturas mais abrangentes, que incluem os paradigmas sintetizantes da teoria geral dos sistemas e da sustentabilidade, bem como a mudança de um modelo de doença para um novo paradigma de saúde e bem-estar. No final do século 20, a transdisciplinaridade tornou-se também alinhada com a investigação orientada para o problema, a qual atravessa as fronteiras das esferas acadêmicas, públicas e privadas. Nesta segunda conotação, a aprendizagem comum, o trabalho conjunto e a integração do conhecimento são chaves para resolver os problemas do "mundo real". Tal construção promove novos domínios e novas visões de mundo, indo além de combinações interdisciplinares já existentes.

Adaptado de Committee on Key Challenge Areas for Convergence and Health; Board on Life Sciences; Division on Earth and Life Studies; National Research Council, 2014, tradução nossa³

No âmbito da ciência brasileira, os arranjos colaborativos adquiriram importância estratégica a partir da instituição do Programa Instituto do Milênio (IM), cujo nome atual é Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (INCT) – objeto empírico da presente tese – conforme Portaria MCT nº 429 de 17 de julho de 2008 que os criou. Deve-se salientar que tanto o Programa IM quanto o Programa INCT partem da interação de grupos de

³ Original: Multidisciplinarity juxtaposes two or more disciplines focused on a question, problem, topic, or theme. Juxtaposition fosters wider information, knowledge, and methods, but disciplines remain separate and the existing structure of knowledge is not questioned. Individual and even members of a team working on a common problem such as environmental sustainability or a public health initiative would work separately, and their results typically would be issued separately or compiled in encyclopedic alignment rather than synthesized.

Interdisciplinarity integrates information, data, methods, tools, concepts, and/or theories from two or more disciplines focused on a complex question, problem, topic, or theme. The scope and goals of research programs range from incorporating borrowed tools and methods and integrating them into the practice of another discipline to generating a new conceptual framework or theoretical explanation and large-scale initiatives. The key defining concept of interdisciplinarity is integration, a blending of diverse inputs that differs from and is more than the simple sum of the parts. Individuals may work alone, but increasingly research is team-based. Collaboration introduces social integration into the process, requiring attention to project management and dynamics of communication.

Transdisciplinarity transcends disciplinary approaches through more comprehensive frameworks, including the synthetic paradigms of general systems theory and sustainability, as well as the shift from a disease model to a new paradigm of health and wellness. In the late 20th century, it also became aligned with problem-oriented research that crosses the boundaries of both academic and public and private spheres. In this second connotation, mutual learning, joint work, and knowledge integration are key to solving “real-world” problems. The construct goes beyond interdisciplinary. (Committee on Key Challenge Areas for Convergence and Health; Board on Life Sciences; Division on Earth and Life Studies; National Research Council, p.32, 2014).

excelência, algo que tem relação com o Programa de Apoio a Núcleos de Excelência (PRONEX), instituído pelo Decreto 1857, no ano de 1996 que continua em vigor. Tal Programa, conforme o Decreto que o instituiu, tinha como objetivo, dentre outros:

2.1 contribuir para consolidar o processo de desenvolvimento científico-tecnológico brasileiro, por meio do apoio continuado e adicional aos instrumentos hoje disponíveis, a grupos de alta competência, que tenham liderança e papel nucleador no setor de sua atuação; 2.2. integrar o esforço do conjunto das agências federais de fomento para o desenvolvimento de ações comuns e complementares, juntando-se a este a ação dos órgãos estaduais e municipais de fomento à pesquisa, e articular-se com o setor produtivo, quando couber (BRASIL, Decreto 1857, 1996).

A relação entre o Programa Instituto do Milênio e os INCTs pode ser observada, com mais minúcia, quando o INCT-INOVAR (Instituto Nacional de Fármacos e Medicamentos), em seu site, afirma que “pretende dar continuidade aos esforços de pesquisa realizados no IM-INOVAR” (INCT-INOVAR, 2011). Essa relação ocorre, também, com o INCT Observatório das Metrôpoles, o qual, em 2005, participava do Programa Institutos do Milênio e, hoje, participa do Programa INCT. Assim como o Instituto Milênio de Fluidos Complexos que, atualmente, opera sob o amparo do Programa INCT, outros tantos podem ser citados.

No Edital de 2008, afirma-se que "Os Institutos do Milênio estabeleceram-se como poderoso instrumento para fazer avançar a Ciência e Tecnologia no país. O MCT propõe-se agora a dar nova dimensão à iniciativa, por meio do programa dos Institutos Nacionais." (MCT, CNPq, 2008). A relação entre os dois Programas, Institutos do Milênio de 2005 e Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCTs) de 2008, será aprofundada mais adiante.

Atualmente, existem 126 INCTs (Anexo V) operando a partir dos mais diversos temas, das mais diversas áreas científicas e sediados em diferentes pontos do Brasil. (<http://estatico.cnpq.br/portal/programas/inct/apresentacao/>).

Conforme exposto no documento “Empoderando cientistas para produzir valor social”⁴ (Science Europe, 2015, tradução nossa), produzido pela Science Europe, a comunidade de inovação “ não é uma entidade institucional específica, mas sim um modelo que reflete a dinâmica da inovação baseada em pesquisa”⁵ (Science Europe, 2015,

⁴ "Empowering researchers to provide societal value" (Science Europe, 2015).

⁵ Original: An innovation community is not a specific institutional entity, but rather a model that reflects the dynamics of research-based innovation (Science Europe, 2015, p. 4).

p. 4, tradução nossa). O documento segue expondo que “comunidades de inovação são extremamente diversas em termos de tamanho, duração e estrutura” (Science Europe, 2015, p. 4, tradução nossa)⁶. Tais comunidades são formadas ao redor de temas específicos como, por exemplo, a comunidade de inovação que estuda a nanotecnologia, a comunidade de inovação que estuda a medicina inteligente, etc. Integram tais comunidades os estudantes do tema específico, professores desse tema, cientistas que o investigam, políticos que trabalham com o tema e, demais interessados (Science Europe, 2015).

Os INCTs operam nesse contexto, acoplados a um ambiente maior: o sistema nacional de inovação brasileiro, no qual operam diferentes comunidades de inovação. Nesta tese o termo “inovação”, largamente utilizado, refere-se à inovação baseada em pesquisa, assim definida:

A inovação baseada em pesquisa é uma tentativa de mudar algo já estabelecido pela introdução de novos serviços, produtos ou processos para empresas, governos ou atores da sociedade civil, com base em conhecimento que não foi previamente usado na área (ou naquele contexto) e que foi adquirido mediante a realização de pesquisa (Science Europe, 2015, p. 6, tradução nossa).⁷

A escolha pelo termo está relacionada à ênfase que ele dá ao conhecimento inovativo e não, apenas, ao viés econômico da inovação. A inovação é, também, parte da definição composta por outros tantos elementos: “A característica essencial da inovação baseada em pesquisa é não ser definida somente pela criação de um novo produto, serviço ou processo, mas também, pelas relações com o novo conhecimento que a torna possível” (Science Europe, 2015, p. 6, tradução nossa).⁸

A inovação atualmente é tratada como objeto sistêmico, dinâmico, complexo e contingente (Lundvall, Johnson, Andersen, 2002; Hekkert, Suurs, Negro, Kuhlmann, Smits, 2007; Asheim, Coenen, 2005; Malerba, 2002; Woolthuis, Lankuizen, Gilsing, 2005). A literatura especializada (revistas científicas ou relatórios governamentais) aponta que a inovação é produzida na fronteira de diferentes disciplinas. A emergência

⁶ Original: Innovation communities are extremely diverse, in terms of, for example, size, duration and structure (Science Europe, 2015, p. 4).

⁷ Original: Research-based innovation is an attempt to change something already established by introducing new services, products or processes to companies, governments or civil society actors, relying on knowledge that was not previously used in this area and that has been acquired through conducting research (Science Europe, 2015, p. 6).

⁸ Original: The essential characteristic of research-based innovation is that it is defined not solely as the creation of a new product, service or process, but also by its relation to the new knowledge that made it possible (Science Europe, 2015, p. 6).

da inovação está atrelada a trabalhos científicos que envolvem cientistas de diferentes searas disciplinares. Ela emerge, portanto, a partir de pesquisas multi, inter e/ou transdisciplinares (National Academy of Sciences, 2004; OCDE, 2004; Holm & Liinason, 2005; Smithsonian 2009; Royal Society, 2010; Blackwell, Wilson, Street, Boulton & Knell, 2009; Jacob & Amos, 2010; Committee on Key Challenge et al, 2014; Science Europe, 2015, Royal Society, 2015). No Brasil, com base em Política específica, tais arranjos são operacionalizados nos INCTs.

A operacionalidade dessas pesquisas altera a lógica do fomento governamental para a ciência, tecnologia e inovação. Tal fomento diverge daquele comumente utilizado para pesquisas tradicionais, aquelas estritamente disciplinares (Royal Society, 2010; Science Europe, 2014; Committee on Key Challenge et al, 2014; Royal Society, 2015). Portanto, esse cenário traz novos desafios para a política científica.

Eventualmente, pode-se imaginar, de maneira ingênua, que os arranjos colaborativos são uma panaceia, que tem o "poder" de resolver todos os problemas. Não é o caso. A operacionalidade dos arranjos colaborativos gera uma expectativa de benefícios que podem não se realizar. Por outro lado, seu desenvolvimento pode, de fato, ampliar os resultados positivos da ciência, pode "solucionar" muitos "problemas". Todavia, aumentará a complexidade social e, assim, gerará outros tantos problemas. Além disso, a operação é um risco, incerta e exige uma série de esforços que, repete-se, podem ou não gerar os resultados almejados.

(...) estimular a inovação a partir de uma nova produção de conhecimento que, entre outras coisas, aposte no aproveitamento dos arranjos colaborativos parece estúpido. No entanto, qualquer política prudente que vise fomentar estrategicamente, promover e incentivar a interdisciplinaridade precisa estar ciente e, tem de abordar, uma série de dificuldades: acima de tudo os arranjos colaborativos requerem alto investimento em tempo e recursos para a obtenção de resultados bastante incertos. Uma vez que são arriscados e confusos por natureza, os arranjos colaborativos podem conduzir a uma menor eficiência na produção de pesquisa. Ironicamente, os arranjos colaborativos podem ser muitas vezes altamente especializados, portanto, não são facilmente compatíveis com outros campos de pesquisa, muito menos com rotinas científicas bem estabelecidas. Além disso, eles desafiam a garantia de qualidade comum e as técnicas de acompanhamento e avaliação que ampliam a excelência da pesquisa como o principal, ou às vezes o único, critério para medição de desempenho e impacto. É por isso que o trabalho dos arranjos colaborativos, também, acarreta riscos muito mais elevados para carreiras acadêmicas do que a pesquisa disciplinar tradicional que, ainda, serve como guardião invisível da academia. Por último, mas não menos importante, os arranjos colaborativos expõem questões complicadas de liderança, resistência organizacional e inércia, enquanto não existem soluções rápidas para seus

problemas de governança, visando torná-los mais eficazes e eficientes (Allmendinger, 2015, tradução nossa).⁹

Em grande medida, o que justifica todo esse esforço, além das expectativas naturalmente geradas - por ser consenso, tanto na literatura especializada quanto em relatórios governamentais, que disciplina nenhuma tem o poder de, isoladamente, resolver os problemas observados na sociedade atual - é que a operacionalidade dos arranjos colaborativos rejuvenesce a ciência, atualiza-a (Eurab, 2004; Rafols, Leydesdorff, O'Hare, Nightingale, Stirling, 2012, Allmendinger, 2015), "o aumento da interdisciplinaridade na pesquisa e na educação não é um objetivo em si, mas, sim, um meio para a criação de novos conhecimentos e competências no mesmo nível dos países mais desenvolvidos do mundo" (DEA, FBE, 2008, p. 5-6, tradução nossa)¹⁰.

A interdisciplina e a transdisciplina atuais são as disciplinas do futuro; assim operou, opera e operará o sistema científico. Existem inúmeras provas para essa afirmação: a Físico-Química de Carnot, a descoberta do DNA de Watson e Crick, a Teoria Geral dos Sistemas de Bertalanffy, Boulding, Gerard e Rapoport, a Cibernética de Von Foerster, Ashby, Beer, Maturana e Varela, entre outras.

Um pesquisador que participa de um arranjo colaborativo volta para a sua disciplina com outro olhar, com outras perguntas, com outras perspectivas, o que amplia a capacidade das disciplinas lidarem com seus problemas básicos. Hoje, essa perspectiva está presente na agenda política de diferentes governos (EURAB, 2004; Royal Society, 2015). Assim, os arranjos colaborativos podem gerar resultados positivos para a sociedade desde o momento em que a política que os ampara começa a ser desenhada,

⁹ Original: To spur innovation through a new production of knowledge, which, among others, bets on harnessing IDR, looks like a no-brainer. Yet any prudent policy that aims to strategically stir, foster, and incentivize interdisciplinarity needs be aware of, and has to address, a number of caveats: Above all, IDR requires high investments in time and resources for highly unclear outcomes. Since it is risky and fuzzy by nature, interdisciplinarity may lead to less efficiency in doing research. Ironically, IDR may often be highly specialized in nature, hence not easily compatible with other research fields, let alone well-established scientific routines. Moreover, it challenges common quality assurance and evaluation devices, which zoom in research excellence as the main, or sometimes only, criteria for measuring performance and impact. This is why interdisciplinary work also carries much higher risks for academic careers than research that is firmly based in traditional disciplines, which still serve as gatekeepers of the invisible college of the academy. And last, but not least, interdisciplinarity raises tricky leadership issues to overcome organizational resistance and inertia while there is no one-size-fits-all solution or quick-fix for these governance problems at hand for making it more effective and efficient (Allmendinger, 2015).

¹⁰ Original: "increased interdisciplinarity in research and education is not a goal in itself, but a means for creating new knowledge and competencies at a world class level" (DEA. FBE, 2008, p. 5-6).

não só ao final de sua execução. Os ganhos ao longo do caminho os justificam, assim como o eventual produto final.

No entanto, é preciso observar que a organização, operação e desenvolvimento de grupos compostos por cientistas advindos de diferentes tradições disciplinares podem enfrentar uma série de barreiras para o seu desenvolvimento, sejam elas disciplinares, epistemológicas, cognitivas, culturais, geográficas, etc. (Lele, Norgaard; 2005; Fry, 2001; Tress, Tress, Fry, 2005; Royal Society, 2010).

A operacionalidade dos arranjos colaborativos levados a cabo nos diferentes INCTs requer ações e processos que exigem dos envolvidos - sejam eles cientistas, operadores da política científica, professores universitários - esforços além daqueles comumente relacionados à pesquisa disciplinar. Essa alteração traz novos desafios para o sistema nacional de inovação em si, considerando-se todos os sistemas que o compõem.

A literatura especializada utiliza o termo "barreiras" para tratar dos desafios que dificultam a evolução dos arranjos colaborativos. O número de artigos e trabalhos governamentais acerca dos arranjos colaborativos e das barreiras à sua operacionalidade é crescente (Klein, 1990; Tress, Tress, Fry, 2007; Buanes & Jentoft, 2009; Kahn, 2011; MIT, 2011; Lyall & Fletcher, 2013; Committee on Key Challenge Areas for Convergence and Health, Board on Life Sciences, Division on Earth and Life Studies, National Research Council, 2014, para citar alguns...). O tipo e número de barreiras apontadas variam segundo os diferentes autores que tratam do tema. Bruun e seus colegas, em trabalho financiado pelo governo finlandês, por exemplo, definem e classificam as barreiras aos arranjos colaborativos, por exemplo, em 7 (sete) grandes grupos: (1) estruturais; (2) cognitivas; (3) culturais; (4) epistemológicas; (5) metodológicas; (6) psicológicas e (7) receptivas (Bruun, Hakkinen, Huutoniemi e Klein, 2005). Outros tantos exemplos de classificação das barreiras poderiam ser apresentados.

Tais barreiras podem ser observadas no Brasil e em outros países, com intensidades e peculiaridades diferentes, impactando de maneira mais ou menos intensa na operacionalidade dos arranjos colaborativos e, assim, no fluxo de conhecimento potencialmente inovativo. Esse fluxo operacionaliza e é operacionalizado no contexto das diferentes comunidades de inovação integradas ao sistema de inovação de um determinado país. A observação sociológica desse processo, no contexto de operação dos INCTs, foi ponto fundamental para a realização dessa investigação.

1. Problema de tese

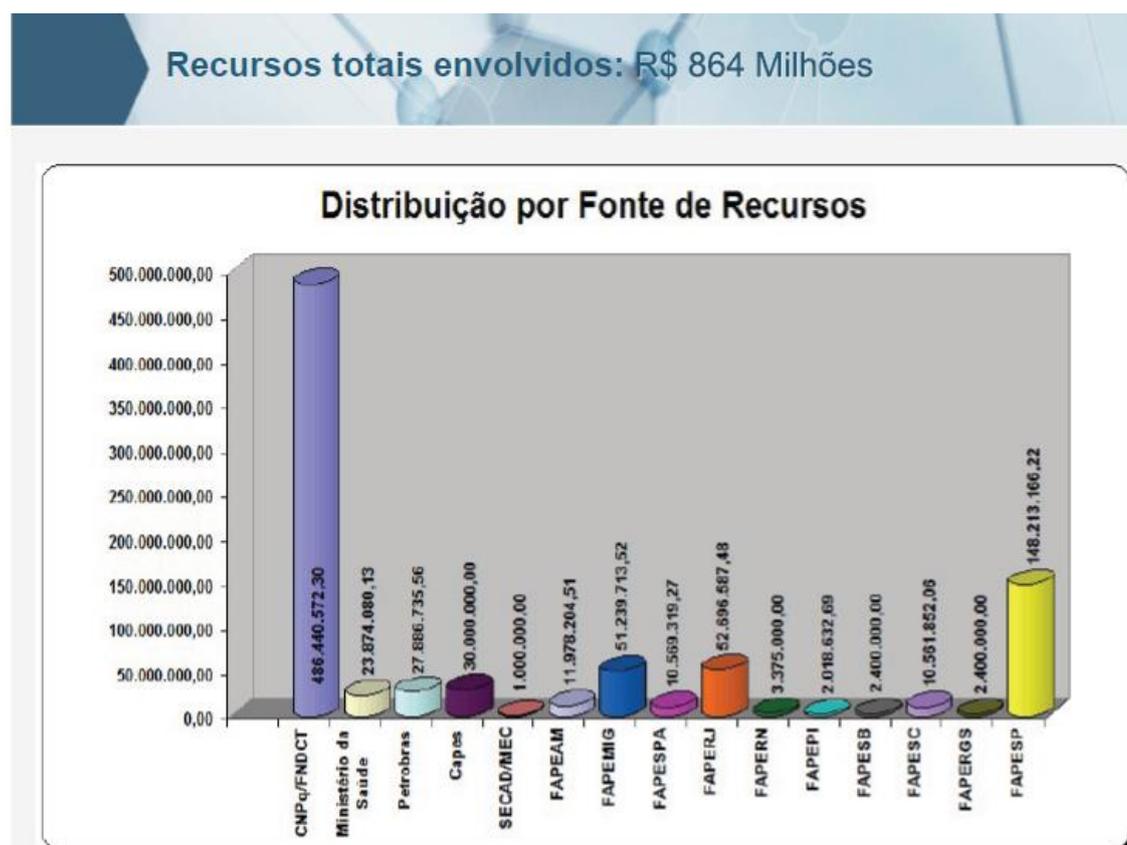
Com base na literatura especializada, em não havendo inovação ou menos inovação do que fora projetado pelo governo como consequência de suas políticas - algo que de fato ocorre no Brasil - pode-se questionar acerca das barreiras à operacionalidade dos arranjos colaborativos. Isso ocorre dada a relação intrínseca existente na literatura especializada entre operacionalidade dos arranjos colaborativos e inovação (National Academy of Sciences, 2004; OCDE, 2004; Holm & Liinason, 2005; Smithsonian 2009; Royal Society, 2010; Blackwell, Wilson, Street, Boulton & Knell, 2009; Jacob & Amos, 2010; Committee on Key Challenge et al, 2014; Science Europe, 2015, Royal Society, 2015). No caso dessa tese, inovação baseada em pesquisa.

O Brasil possui Política específica que relaciona arranjos colaborativos à produção de inovação, o Programa dos INCTs. Ocorre que, no Brasil, os resultados dos esforços políticos e econômicos voltados para inovação estão aquém do projetado, conforme apontam diferentes indicadores de inovação como, por exemplo, o Índice Global de Inovação (WIPO, INSEAD, Johnson Cornell University, 2015), ou a Perspectiva de Fomento para a P&D Global (Batelle, R&Dmag, 2013). Nesse contexto, problematizar a relação entre arranjos colaborativos e inovação e, investigar o Programa dos INCTs parece plausível; é o que se fará nessa tese.

O investimento realizado pelo governo brasileiro em seu sistema de inovação não é eficaz, ou seja, não há disponibilização de novos produtos, processos e serviços à sociedade brasileira na mesma medida do capital investido. Um dos programas mais importantes, senão o mais importante, visando o fomento da inovação no Brasil, é o Programa dos INCTs, o qual, no Edital lançado em 29 de julho de 2008, disponibilizou, para os primeiros 3 anos do projeto, algo em torno de R\$ 600 milhões de reais (unindo fundos de CNPq, FNDCT, CAPES e agências de fomento dos estados participantes) (MCT, CNPq, 2008, p.8-9), conforme extensamente noticiado pelos jornais do país¹¹. Ao final, foram disponibilizados R\$ 864 milhões.

¹¹ http://estatico.cnpq.br/programas/inct/apresentacao/noticias/sumario_inct.pdf

Tabela 1: Recursos totais envolvidos



Fonte: MCTI, CNPq, 2014

Naquele momento, a notícia apontava que “o edital foi o maior da história da ciência e tecnologia no Brasil” (CNPq, 2008). Em 6 de Junho de 2014, com base na nova chamada para os INCTs, foram disponibilizados inicialmente R\$ 641,7 milhões de reais para os próximos 6 anos, conforme apresentação feita em seu lançamento (CNPq, MCTI, CAPES, 2014).

Em que pese os números apresentados anteriormente, o resultado desse investimento não atende as expectativas apresentadas no Edital. Conforme a última Pesquisa de Inovação (PINTEC) (PINTEC, 2011) realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Brasil produz pouca inovação científica e tecnológica com relação aos investimentos realizados e os resultados esperados (SEEP, 2012).

É certo que o Brasil investe menos em inovação do que investem países desenvolvidos. O governo planejou em 2003 gasto equivalente a 2% do PIB em pesquisa e desenvolvimento. Essa projeção foi reduzida para 1,5% do PIB no Plano de ação de Ciência, Tecnologia e Inovação para o período 2007-2010 (PACTI 2007-2010).

Conforme citado na Revista de audiências públicas do Senado Federal denominada *Em discussão*:

no ano de 2010 constatou-se que os gastos totais em Pesquisa e Desenvolvimento foram da ordem de 1,22% do PIB. A média dos países da OCDE é, por exemplo, 2,3 % do PIB, a Coreia do Sul, por sua vez, possui gastos na ordem de 2,68% do PIB (SEEP, 2012, p.24).

Entrevista veiculada no site do NIT Mantiqueira, no ano de 2015, afirma que "Hoje, o Brasil investe cerca de 1,2% do PIB em pesquisa e desenvolvimento"¹². Conforme esses dados, os números estão no nível da discussão de 2003.

As bases para a geração de inovação no Brasil ainda estão em construção. O processo é gerido "com baixo investimento em pesquisa e falhas na educação" (SEEP, 2012, p.18) e outros problemas que resultam em um sistema nacional de inovação pouco eficaz, pouco eficiente e muito pouco efetivo (Senado, 2012). Tudo isso atrelado à descontinuidade de Políticas específicas para o tema. Todavia, não se pode afirmar que não existem ações que buscam alterar essa situação. Assim, com base na relação que há entre arranjos colaborativos e inovação, deve ser citado o esforço da CAPES e do CNPq ao longo dos últimos anos a partir de ações amplas e concretas, como a criação da Área Multidisciplinar em 1999, cujo nome foi alterado em 2008. As ações citadas impulsionaram a criação e o aumento dos cursos interdisciplinares na Pós-Graduação brasileira.

No que tange as dificuldades para geração de inovação no Brasil, tais fatos podem ser mais bem esmiuçados a partir dos diversos indicadores de inovação. Com base no ranking da escola de negócios IMD Foundation Board (Livro Anual de Competitividade Global), pode-se expor, por exemplo, que:

Na versão lançada em 2012, o Brasil ocupa o 46º lugar, atrás de Hong Kong, Estados Unidos, Suíça, Cingapura e Suécia e também de China, Chile, Índia, México, Peru, Malásia e Irlanda. Pior que isso, o Brasil vem perdendo posições no ranking desde 2010, quando apareceu em 38º lugar. Em 2011, caiu para 44º e, agora, perdeu mais duas posições (SEEP, 2012, p.7).

Conforme dados extraídos do Índice Global de Inovação por Guilherme Gorgulho no ano de 2013, publicados no site "Inovação tecnológica", o "Brasil caiu seis posições

¹² <http://nitmantiqueira.org.br/portal/noticias/881-ritmo-de-inovacao-do-brasil-esta-a-3-decadas-do-chines> (13 de agosto de 2015).

em relação a 2012, alcançando o 64º lugar, em movimento semelhante ao da maioria dos países emergentes". O mesmo autor afirma que:

O desempenho do Brasil só não foi pior porque novos critérios de avaliação foram introduzidos e garantiram boas posições relativas ao País. O resultado brasileiro foi particularmente ruim nos índices que avaliam instituições (95º) – ambientes políticos, regulatórios e empresariais –; sofisticação do mercado (76º) – crédito, investimento e competitividade –; pesquisa e capital humano (75º) – educação e P&D –; e resultados de atividade criativa (72º) – ativos intangíveis, bens e serviços criativos e criatividade online. Em 2012, o Brasil era o segundo melhor colocado da sua região, atrás apenas do Chile. O estudo anual vem mostrando uma oscilação da posição brasileira no cenário mundial da inovação: em 2009, no 50º lugar; em 2010, no 68º; em 2011, no 47º; e, em 2012, 58º lugar (Gorgulho, 2013).

No que tange a 2015, os dados são ainda piores. Conforme exposto no site do NIT Mantiqueira, “O Brasil atingiu a pontuação de 34,95 e ficou na 70ª colocação no ranking Global” (NIT Mantiqueira, 2014), o que representa uma queda em relação ao ranking de 2014, de nove posições. No ano de 2014, o Brasil estava colocado no sexagésimo primeiro lugar (dentre 143 países), portanto, melhor que no ano de 2013, quando havia ficado em sexagésimo quarto lugar (dentre 142 países).

Os baixos índices de inovação podem ocorrer por diversos problemas ou barreiras como, por exemplo, interpessoais, disciplinares e epistemológicos, sistêmicos entre outros, caso seja considerado todo o caminho que percorre o conhecimento potencialmente inovativo até chegar à indústria e ser disponibilizado em massa para o mercado, gerando valor, seja ele social ou econômico. De fato, a inovação é produto da interação de diversos sistemas. A inovação, socialmente considerada, resulta da coordenação entre o sistema educacional, científico, político, econômico e jurídico. O Estado tem, dentre outras funções (Constituição Federal de 1988 art. 218 e 219), a de gerar condições – acompanhando-as e avaliando-as - para que o conhecimento potencialmente inovativo probabilize mais e melhor, a inovação.

Uma vez expostas algumas questões relacionadas à produção de inovação no Brasil, cabe mencionar os fundamentos a partir dos quais foi produzida a pergunta de investigação.

A literatura internacional aponta - com certa ênfase - a relação entre os arranjos colaborativos e a produção de conhecimento potencialmente inovativo. Esse conhecimento é capaz de gerar a inovação baseada em pesquisa, indutora de inovação propriamente tal, geradora de desenvolvimento econômico e social de longo prazo.

Assim, é interessante citar trabalhos que ilustram essa afirmação. No ano de 2004, a EURAB, o Conselho Consultivo da Pesquisa Europeia, em documento oficial, apresentava:

Muitos avanços inovadores na ciência ocorrem nos limites ou nas intersecções das disciplinas. Enquanto estudos monodisciplinares continuarão a desempenhar papel importante, tanto na formação de pesquisadores quanto na realização de pesquisas, a solução para muitos dos problemas complexos de hoje em áreas como globalização, meio ambiente, saúde, defesa e segurança devem, por definição, ser abordados a partir de uma abordagem multidisciplinar (EURAB, 2004, p.2, tradução nossa).¹³

A relação existente entre inovação, arranjos colaborativos e o enfrentamento de problemas sociais que caracterizam a sociedade da modernidade tardia é inúmeras vezes apontada, seja em textos científicos publicados na literatura especializada ou em documentos governamentais. Em relatório de 2004, a OCDE amplia mais ainda o escopo social no qual o tema arranjos colaborativos está contextualizado:

A natureza cambiante da pesquisa científica faz distinções anteriores entre pesquisa básica e aplicada menos claras e menos relevante para a Política. Em muitos campos, a investigação é mais interdisciplinar, dirigida pela curiosidade, orientada para objetivos e, os fins lucrativos de P & D são mais interdependentes. Uma interface eficaz entre sistemas de inovação e ciência dos sistemas é mais importante do que nunca para obter um amplo benefício econômico e social do investimento público e privado em investigação, para garantir a vitalidade e a qualidade da própria ciência, melhorar a compreensão pública da ciência e a aceitação social do conhecimento científico e o progresso tecnológico (OCDE, 2004, p. 18, tradução nossa)¹⁴.

Em 2010, a OCDE assim relaciona inovação e arranjos colaborativos:

Eles (os estudantes, nota deste autor) devem concentrar-se mais em conceitos e métodos científicos do que em reter a informação e afastar-se de uma abordagem disciplinar, que dificulta o acesso a áreas interdisciplinares, onde pesquisa e desenvolvimento inovadores são realizados (OCDE, 2010, p. 64, tradução nossa).¹⁵

Em um relatório americano, publicado no ano de 2004, ficou estabelecido que:

¹³ Original: Many major breakthroughs in science take place at the boundaries or intersections of disciplines. While mono-disciplinary studies will continue to play an important part in both the training of researchers and in the conduct of research, the solution to many of today's complex problems in areas such as globalisation, environment, health, defence and security must, by definition, be addressed using a multi-disciplinary approach (EURAB, 2004, p.2).

¹⁴ Original: The changing nature of scientific research makes earlier distinctions between basic and applied research less clear and less policy-relevant. In many fields, research is more interdisciplinary and curiosity-driven, and mission-oriented and profit-driven R&D are more interdependent. An effective interface between innovation and science systems is therefore more necessary than ever to reap broad economic and social benefits from public and private investments in research, to ensure the vitality and quality of the science system itself, and to improve public understanding and social acceptance of scientific and technological progress (OCDE, 2004, p. 18).

¹⁵ Original: They should concentrate more on scientific concepts and methods than on retaining information and move away from a disciplinary approach that hinders access to interdisciplinary areas where much new and groundbreaking R&D is undertaken (OCDE, 2010, p. 64).

Fortalecer a investigação interdisciplinar não é meramente um conceito filosoficamente atraente ou que serve para interesses particulares de alguns campos negligenciados. Tem sido vital desde a criação das nossas universidades de pesquisa - é crítico durante períodos de emergência nacional. Isso levou a criação de novas indústrias, abriu o mundo para a criação de riquezas, colaborações internacionais, tecnologias avançadas e intercâmbios científicos (Committee on Facilitating Interdisciplinary Research, 2004, p. 22, tradução nossa).¹⁶

Por fim, a Royal Society inglesa apresenta, na comemoração de seus 350 anos, em documento oficial, de maneira simples e direta, que “fora das universidades a inovação sempre ocorre na fronteira ou na interação entre disciplinas” (Royal Society, 2010,p.40, tradução nossa)¹⁷. Além disso, ainda frisa o seguinte:

Áreas emergentes como a nanotecnologia e a biologia sintética ampliam as fronteiras entre as ciências físicas e biológicas e, entre a ciência e a engenharia, elas desafiam a forma com que a ciência é financiada, conduzida, comunicada, avaliada e ensinada. Conexões entre as ciências naturais e sociais, artes e humanidades também serão cada vez mais vitais para a inovação, particularmente no setor de serviços (Royal Society, 2010, p.40, tradução nossa).¹⁸

Amparado pelo que foi citado anteriormente, as perguntas que norteiam a presente tese podem ser apresentadas da seguinte maneira: admitindo que no Brasil, assim como em outros países, a interação entre inovação e arranjos colaborativos possui importância crescente, gerando esforços importantes de todos os atores envolvidos; admitindo que esses esforços geram uma grande quantidade de documentos, seminários, congressos e que as barreiras a tais arranjos são frequentemente citadas nesses contextos como fatores que prejudicam a produção de inovação, deseja-se investigar as barreiras à operacionalidade dos arranjos colaborativos, observando, ainda: (a) Quais são as especificidades dos INCTs investigados? (b) De que maneira pesquisadores advindos de diferentes tradições disciplinares interagem em um INCT investigado? (c) De que forma os pesquisadores participantes avaliam sua experiência em seus INCTs? (d) Como os pesquisadores participantes avaliam a relação existente entre operacionalidade dos

¹⁶ Original: Strengthening IDR is not merely a concept that is philosophically attractive or that serves the special interests of a few neglected fields. It has been vital since the creation of our great research universities—and critical during times of national emergency. It has led to major new industries and opened up the world to the creation of wealth, to international collaboration, and to enhanced technology and scientific exchange (Committee on Facilitating Interdisciplinary Research, 2004, p. 22).

¹⁷ Original: Outside universities, innovation often happens at the margins and intersections of disciplines (Royal Society, 2010,p.40).

¹⁸ Original: Emerging areas such as nanotechnology and synthetic biology span the boundaries between the physical and life sciences, and between science and engineering. They challenge the way that science is funded, conducted, communicated, evaluated and taught (see Case study 2.9). Connections with and between the natural sciences and the social sciences, arts and humanities will also be increasingly vital for innovation, particularly in the services sector (Royal Society, 2010, p.40).

arranjos colaborativos e a produção de inovação baseada em pesquisa? Essas perguntas têm o objetivo de, em certa medida, parametrizar o esforço investigativo que pode ou não respondê-las. A pergunta de investigação que guiará a pesquisa é concretamente a seguinte:

Pergunta de investigação: Quais são as barreiras à operacionalidade dos arranjos colaborativos identificadas pelos pesquisadores que compõem os INCTs investigados e em que medida tais barreiras afetam a produção de inovação baseada em pesquisa?

2. Objetivos

2.1 Objetivo geral

Investigar as barreiras à operacionalidade dos arranjos colaborativos nos INCTs escolhidos.

2.2 Objetivos específicos

- (1) observar as práticas operacionais dos INCTs investigados;
- (2) investigar como os pesquisadores entrevistados avaliam as ações do Estado relacionadas à operacionalidade dos arranjos colaborativos;
- (3) investigar, com base na observação dos pesquisadores entrevistados, a operacionalidade do acoplamento estrutural entre os INCTs e o sistema político acoplado ao seu funcionamento;
- (4) investigar, com base na observação dos pesquisadores entrevistados, em que medida tais barreiras afetam a produção de inovação baseada em pesquisa no Brasil.

3. Hipótese

Existem muitas barreiras que afetam a operacionalidade dos INCTs investigados. Aquelas barreiras que mais impactam são a dispersão dos grupos que os compõem em diferentes Universidade e Estados, o que gera um déficit de comunicação, e a dificuldade inerente à construção da linguagem comum, que dificulta a pouca comunicação existente. Tais barreiras afetam os arranjos colaborativos operacionalizados nos INCTs investigados, afetando a produção de conhecimento potencialmente inovativo e a produção de inovação baseada em pesquisa.

4. Metodologia

4.1 Objeto empírico

O objeto empírico desta tese são os **INCTs** criados pela Portaria MCT n° 429 de 2008, em substituição, como já demonstrado anteriormente, aos antigos Institutos do Milênio. Adiante, o contexto de operação dos INCTs será mais bem detalhado, visando apontar o universo dessa investigação.

O Edital dos Institutos do Milênio foi lançado no dia 2 de fevereiro de 2005 e possuía os seguintes objetivos específicos:

(a) o aumento considerável da competência em áreas importantes da Ciência e da Tecnologia, por meio de uma ampla e efetiva participação regional, nacional e internacional; (b) a criação de um ambiente favorável à inovação, prevendo mecanismos de transferência dos conhecimentos gerados para o setor público, visando contribuir para a resolução de grandes problemas nacionais, assim como para o setor privado, visando aumentar a competitividade das empresas brasileiras; (c) a execução de projetos de pesquisas mais abrangentes do que aqueles normalmente contemplados por outros programas; **(d) o desenvolvimento de projetos inter e multidisciplinares, objetivando a integração de sua área principal de competência com outras áreas da Ciência e Tecnologia** (Ref: grifo do autor); (e) a compreensão e solução de problemas que repercutem de forma significativa no país, propiciando o progresso social e econômico da nação; (f) parcerias e capacitação regional de Ciência, Tecnologia e Inovação, por meio de articulação de redes científico-tecnológicas, com participação de centros das diferentes regiões geográficas do país; (g) o desenvolvimento e a fixação de jovens pesquisadores de reconhecido talento; (h) a formação de pessoal especializado assim como o treinamento de técnicos e estudantes em suas áreas de atuação por meio de cursos específicos; (i) a difusão, para o grande público, dos resultados de suas pesquisas (MCT,CNPq, 2005, p.2).

Contendo os objetivos específicos anteriormente mencionados, o Edital destinava-se a "promover a formação de redes de pesquisa em todo o território nacional em busca da excelência científica e tecnológica em qualquer área do conhecimento, assim como em áreas priorizadas pelo Ministério da Ciência e Tecnologia." (MCT,CNPq, 2005). Tais redes deveriam conter "pesquisadores de diferentes regiões do país" (MCT,CNPq, 2005). Ademais, no item 4, denominado "Critérios de Julgamento das propostas", conforme o item "abrangência da proposta", o Instituto do Milênio deveria ter "caráter multi e interdisciplinar". Conforme o Edital, frise-se, as redes de pesquisas, contendo pesquisadores de diferentes regiões do território brasileiro deveriam, entre outros tantos objetivos, desenvolver projetos inter e multidisciplinares, item que foi pontualmente observado pela comissão no ato de julgamento das propostas.

O Edital dos INCTs de 2008 possui um anexo que expõe o seguinte:

Os Institutos do Milênio estabeleceram-se como poderoso instrumento para fazer avançar a Ciência e Tecnologia no país. O MCT propõe-se agora dar nova dimensão à iniciativa, por meio do programa dos Institutos Nacionais (Ref: grifo do autor). O programa, globalmente, tem metas mais ambiciosas e abrangentes em termos nacionais, destacando-se: 1. **Mobilizar e agregar, de forma articulada com atuação em redes, os melhores grupos de pesquisa em áreas de fronteira da ciência e em áreas estratégicas para o desenvolvimento sustentável do País, como definidas no PACTI** (Ref: grifo do autor); 2. Impulsionar a pesquisa científica básica e fundamental competitiva internacionalmente; 3. Desenvolver pesquisa científica e tecnológica de ponta associada a aplicações, promovendo a inovação e o espírito empreendedor, em estreita articulação com empresas inovadoras, nas áreas do Sistema Brasileiro de Tecnologia (SIBRATEC); 4. Promover o avanço da competência nacional em sua área de atuação, criando para tanto ambientes atraentes e estimulantes para alunos talentosos de diversos níveis, do ensino médio ao pós-graduado, e responsabilizando-se diretamente pela formação de jovens pesquisadores. Os Institutos Nacionais devem ainda estabelecer programas que contribuam para a melhoria do ensino de ciências e com a difusão da ciência para o cidadão comum; 5. Apoiar a instalação e o funcionamento de laboratórios em instituições de ensino e pesquisa e empresas, em **temas de fronteira da ciência e da tecnologia** (Ref: grifo do autor), promovendo a competitividade internacional do País, a melhor distribuição nacional da pesquisa científico-tecnológica, e a qualificação do País em áreas prioritárias para o seu desenvolvimento regional e nacional. Pela sua abrangência, não se espera que cada instituto alcance a todas as cinco metas indicadas acima, mas sim a maior parte delas (MCTI, CNPq, 2008).

Com base no trecho anterior, fica patente que, estrategicamente, o governo adota o Programa dos INCTs em substituição ao Programa dos Institutos do Milênio, ampliando-o. Mais além, é importante colocar que tal Edital e seu anexo foram lançados no contexto do "Plano de Ação 2007 a 2010 (PACTI 2007-2010): Ciência, Tecnologia e Inovação para o desenvolvimento nacional", que, ao longo de suas páginas, cita a palavra multidisciplinar ou variantes (multidisciplinares, multidisciplinaridade) 10 (dez) vezes. Além disso, no contexto dessa tese de Doutorado, interessam duas citações específicas, quais sejam: "Os projetos de P,D&I, em geral, necessitam de mobilização de equipes multidisciplinares e multiinstitucionais" (MCTI, 2007, p.249) e "Trabalhar com P, D&I implica a mobilização de equipes multidisciplinares e multiinstitucionais" (MCTI, 2007, p. 253).

A frase adiante caracteriza os temas que dão ensejo a operacionalidade dos INCTs:

Neste Plano, especial atenção é dada a alguns setores intensivos em tecnologia, que apresentam transversalidade setorial, multidisciplinaridade técnico-científica e grande potencial inovador e dinamizador da economia que, aliado ao significativo peso no balanço de pagamentos, justificam sua seleção (MCTI, 2007, p. 54).

Conforme expõe o próprio governo brasileiro, representado pelo MCTI e pelo CNPq, no documento de orientação aprovado pelo Comitê de Coordenação em julho/2008, os INCTs se caracterizam por perseguir:

(...) metas ambiciosas e abrangentes em termos nacionais como possibilidade de mobilizar e agregar, de forma articulada, os melhores grupos de pesquisa em áreas de fronteira da ciência e em áreas estratégicas para o desenvolvimento sustentável do país; impulsionar a pesquisa científica básica e fundamental competitiva internacionalmente; estimular o desenvolvimento de pesquisa científica e tecnológica de ponta associada a aplicações para promover a inovação e o espírito empreendedor, em estreita articulação com empresas inovadoras, nas áreas do Sistema Brasileiro de Tecnologia (Sibratec) (Edital, MCT, CNPq 2008).

Exibe, ainda, o documento, que cada um dos INCTs, visando cumprir com os objetivos traçados pela política pública, deverá ter as seguintes características essenciais:

a) a mobilização e agregação dos melhores grupos de pesquisa, de forma articulada com atuação em redes; b) o desenvolvimento de programa de pesquisa científica e/ou tecnológica bem definido e estruturado que permita avanços científicos substanciais ou desenvolvimento tecnológico inovador; c) a atuação em áreas estratégicas ou em áreas da fronteira da ciência; d) forte interação com o sistema produtivo e com a sociedade; e) a promoção de pesquisa competitiva e relevante para o país; e f) a criação de ambiente atraente e estimulante para alunos talentosos de diversos níveis, do ensino médio a pós-graduação, responsabilizando-se pela formação de jovens pesquisadores (Edital, MCT, CNPq 2008).

As características essenciais acima estão relacionadas ao cumprimento das seguintes missões:

(...) pesquisa, formação de recursos humanos, transferência de conhecimentos para a sociedade. Para aqueles voltados a aplicações da ciência, tecnologia e inovação deve ser atendida uma quarta missão de transferência de conhecimentos para o setor empresarial ou para o governo (Edital, MCT, CNPq 2008).

Em que pese o contexto multidisciplinar dos documentos que amparam o Edital de 2008, a palavra multidisciplinar ou variantes não são expressamente citadas no corpo do Edital como foram no caso dos Institutos do Milênio. O que não tira a importância da operacionalidade dos arranjos colaborativos no ambiente de operação dos INCTs, que, conforme se depreende do Edital, podem ser definidos como: Institutos de pesquisa em **rede** que operam ao redor de **temas** em áreas estratégicas ou em áreas da fronteira da ciência que contam com a **interação** de grupos sediados em diferentes pontos do território nacional visando "estimular o desenvolvimento de pesquisa científica e tecnológica de ponta, associada a aplicações para promover a inovação e o espírito empreendedor, em estreita articulação com empresas inovadoras, nas áreas do Sistema Brasileiro de Tecnologia" (MCT, CNPq 2008). Dito em outras palavras, são institutos que realizam P,D&I, o que "implica a mobilização de equipes multidisciplinares e multiinstitucionais", conforme palavras já citadas do PACTI 2007-2010, documento que embasa o Edital de 2008.

Um dos pesquisadores entrevistados observa que a escolha do Edital por um tema (como, por exemplo: INCT Amazônia, INCT materiais complexos, INCT metrópole...) e não para uma disciplina específica, por exemplo, já aponta para o caráter interdisciplinar (além, portanto, do caráter multidisciplinar frisado nesse Subitem) do Programa dos INCTs. O novo Edital, lançado em 2014, reforça expressa e rigorosamente o caráter multidisciplinar dos INCTs, pois, a multidisciplinaridade será utilizada como critério de julgamento das propostas, conforme se lê no Critério H, do item II,3 denominado "Critérios para julgamento":

Abrangência e sinergia das atividades e dos atores envolvidos na proposta: consideradas a complexidade dos temas abordados, a complementaridade de suas competências e a necessária abordagem **multidisciplinar** para a solução de problemas complexos, incluindo o setor empresarial e sociedade (Edital, 2014, p. 24).

Os objetivos dessa Chamada pouco se diferenciam daqueles traçados no Edital de 2008:

1. Mobilizar e agregar, de forma articulada com atuação em redes, os melhores grupos de pesquisa na fronteira da ciência e em áreas estratégicas que respondam às demandas de políticas públicas ou resultem em desenvolvimento científico e tecnológico inovador; 2. Desenvolver pesquisa de alto impacto científico e/ou tecnológico na fronteira do conhecimento; 3. Promover a interação com grupos internacionais de excelência na área de atuação; 4. Desenvolver pesquisas com potenciais aplicações e que promovam a inovação e o empreendedorismo, em estreita articulação com empresas ou instituições inovadoras, preferencialmente nos temas e instrumentos que constam das políticas públicas de Governo, como a ENCTI, o Plano Brasil Maior (PBM), o Plano Nacional de Educação (PNE), o Plano Nacional da Saúde (PNS); a Agenda Nacional de Prioridades de Pesquisa em Saúde (ANPPS); a Política Nacional para o Agronegócio, ou com políticas públicas estaduais ou regionais para C&T&I, entre outras que possuam forte interface com a área de C&T&I, propondo soluções que podem ser alcançadas por meio de ciência, tecnologia e inovação. Temas voltados para a expansão do conhecimento que resulte em desenvolvimento científico e tecnológico nacional podem ser objeto de pesquisa dos Institutos; 5. Estimular a proteção e a transferência do conhecimento na geração de produtos, processos e serviços; 6. Promover a formação e capacitação de recursos humanos em todos os níveis (especialmente na pós-graduação), para atender às demandas por pesquisa, desenvolvimento e inovação no País. 7. Estabelecer programas que contribuam para a melhoria do ensino e divulgação da ciência para o público em geral. 8. Apoiar a instalação e o funcionamento de laboratórios em instituições de ensino e pesquisa e nas empresas, promovendo a competitividade internacional do País, a melhor distribuição nacional da pesquisa científico-tecnológica, e a qualificação do País em áreas prioritárias para o seu desenvolvimento regional e nacional (MCTI, CNPq, CAPES, FAPs, 2014).

Atualmente, conforme já apontado, existem 126 INCTs em operação no Brasil divididos dentre os mais diversos temas do conhecimento. Segundo informação do site oficial do Programa, os INCTs estão divididos em 8 áreas: agrária, energia, engenharia e

tecnologia da informação, exatas e naturais, humanas e sociais, ecologia e meio ambiente, nanotecnologia e saúde.

Uma vez caracterizados os INCTs, é importante, para mais bem detalhar as conclusões a serem obtidas a partir dessa investigação doutoral, expor classificação baseada em uma estrutura organizacional de centros de investigação, onde operam grupos advindos de diferentes tradições disciplinares.

O documento denominado "Abordando a complexidade: fomentando a colaboração e a pesquisa científica interdisciplinar no Smithsonian" (Smithsonian, 2009, tradução nossa)¹⁹ sintetiza, conforme apresentado em sua pág. iii, "uma série de perspectivas (*insights*) acerca da colaboração entre cientistas e a pesquisa interdisciplinar" (Smithsonian, 2008, p. iii, tradução nossa)²⁰. Nesse relatório, foi apresentada categorização bastante útil para a produção dessa tese, a qual será utilizada quando da análise de entrevistas, visando mais bem caracterizar os INCTs investigados. A classificação está dividida em 5 (cinco) modelos, conforme adiante:

- Modelo baseado nos campi;
- Modelo de pesquisa distribuído;
- Modelo virtual;
- Modelo gerencial matricial; e
- Modelo de consórcio.

O modelo baseado nos campi, conforme categorizado no documento do Smithsonian, é exemplificado a partir de diferentes centros existentes em universidades americanas. Tal estrutura caracteriza-se pelo reagrupamento de tradicionais departamentos em novas ou antigas construções dentro dos campi, operando, ou não, com administração própria. Os professores ligados a esses centros advém de diferentes departamentos. Como exemplo, são citados o Centro Universitário de Harvard para o

¹⁹ Original: Addressing Complexity: Fostering Collaboration and Interdisciplinary Science Research at the Smithsonian (Smithsonian, 2009).

²⁰ Original: This report synthesizes some important insights about collaboration and interdisciplinary scientific research. (Smithsonian, 2009, p. iii).

Meio Ambiente, o Bio-X na Universidade de Stanford, o Centro de Pesquisas Operacionais do MIT, entre outros (Smithsonian, 2009, p.35-36).

O modelo de pesquisa distribuída envolve uma pequena equipe de comando, que administra e possibilita a realização de projetos de pesquisa aprovados e levados a cabo por times de cientistas externos, responsáveis pelos diferentes processos que compõem o projeto. Assim, grande parte dos processos empíricos são realizados nos laboratórios dos cientistas responsáveis, todavia, os envolvidos se reúnem regularmente para compartilhar e sintetizar os resultados obtidos. Como exemplo, é citado o Instituto de Santa Fé (Smithsonian, 2009, p.36-37).

O modelo virtual é o mais disperso, o exemplo dado é o do Instituto Nacional de Astrobiologia americano fomentado pela NASA, no qual estão envolvidos 14 times de pesquisa, 600 investigadores de 150 instituições (Smithsonian, 2009, p.37).

O modelo gerencial matricial emprega, conforme expresso no relatório, processos de planejamento conjunto e dupla atribuição para os gestores. Assim, além de gerir seu departamento, o diretor gestor pode vir a ser responsável, também, por um projeto que engloba especialistas advindos de outros departamentos. O exemplo exposto no documento é a NOAA (Administração atmosférica e oceânica americana) que visa “alinhar seu staff na sua organização de 5 (cinco) áreas (serviço climática, serviços de pesca, serviço oceânico, pesquisa e satélite e serviço de informação) com base nos seus novos objetivos estratégicos orientados para problemas” (Smithsonian, 2009, p.37, tradução nossa).²¹

No Modelo consorcial, os pesquisadores são alocados em diversas equipes que possuem múltiplos pesquisadores responsáveis. A pesquisa em si é estruturada nas instalações das organizações participantes e a troca de conhecimentos entre os pesquisadores ocorre, conforme consta no relatório, além dos encontros presenciais, a partir de relatórios e informações disponibilizadas na internet. O consórcio possui um centro administrativo localizado em uma das organizações participantes. Nesse caso, são apontados como exemplo, os Observatórios Globais da Terra, uma rede de "mais de 2 dúzias de instituições localizadas em 15 países tropicais ao redor do mundo" e o

²¹ Original: to align the staff in its five line organizations (weather service, fisheries service, ocean service, research, and satellite and information service) with its new problem-oriented strategic objectives. (Smithsonian, 2009, p.37)

Consórcio para os códigos de "barras da vida" que "inclui 160 membros de 50 países", o qual estuda o DNA e suas propriedades de identificação, visando a conservação das espécies entre outros (Smithsonian, 2009).

Uma vez apresentadas as características gerais dos INCTs e a classificação a ser usada na análise de entrevistas para categorizar, mais detalhadamente, sua operação, serão apresentados os procedimentos metodológicos utilizados para a realização dessa investigação doutoral.

4.2 Procedimentos Metodológicos

Essa investigação é um estudo de caso, o método utilizado foi o método luhmanniano, ou seja, a observação de segunda ordem, a observação de observações. Ademais, foi utilizado o método cienciométrico para construir os conceitos de inovação e de barreiras, com base na semântica dos artigos mais citados em ISI WOS. O conceito de arranjos colaborativos não foi construído a partir de métodos cienciométricos, mas, sim, a partir de Bibliografia geral citada em ISI WOS e de relatórios atuais de diferentes Governos. Dessa maneira, os procedimentos não foram iguais àqueles utilizados para a construção das categorias inovação e barreiras.

Os métodos cienciométricos são aplicados visando utilizar nessa pesquisa os conceitos de inovação e barreiras com base na semântica das discussões realizadas nos artigos - indexados em ISI WOS - mais citados pelos especialistas no tema.

4.2.1 O estudo de caso

O estudo de caso foi utilizado nessa investigação amparado, dentre outras coisas, na decisão de investigar poucos INCTs que tivessem, conforme seu tema e sua composição multidisciplinar, a probabilidade real de mais e melhor aprofundar a operacionalidade dos arranjos colaborativos, podendo, eventualmente, produzir um arranjo transdisciplinar. As justificativas adiante, para a utilização do estudo de caso, estão amplamente amparadas nos artigos especializados, que corroboram as decisões tomadas no curso dessa investigação. Todavia, antes disso, deve-se frisar que a pesquisa realizada de no ano de 2011 por Lyall, Bruce, Marsden e Meagher por encomenda do Conselho de Pesquisa ambiental do Reino Unido (NERC UK), intitulada "Identificando

os principais fatores de sucesso na busca do conhecimento interdisciplinar" ²² (tradução nossa), utilizou o método de estudo de caso. A justificativa para isso foi: "O método de estudo de caso permite que um tema específico seja analisado em profundidade, em um determinado contexto específico de uma maneira que leve em conta suas interações e complexidade" (Lyall, Bruce, Marsden e Meagher, 2011, p. 8, tradução nossa)²³. Tal concepção bem se adequa ao que foi pensado e realizado durante a produção desta tese de doutorado.

No contexto dos casos à disposição para serem escolhidos visando levar a frente a investigação proposta sobre as barreiras à operacionalidade dos arranjos colaborativos, o caso escolhido: "INCTs que podem, com base na sua constituição multidisciplinar e no seu tema, operar até arranjos transdisciplinares, com base em exemplos da literatura internacional" é um caso limite, admitindo que a transdisciplinaridade é o arranjo mais denso, mais maduro. A investigação de casos limites - ou de casos que podem vir a atingir o limite de teste - autoriza e bem se adequa ao método de estudo de caso, conforme Flyvbjerg (2013).

O método de estudo de caso é indicado para a investigação de objetos amplos e complexos que dependem do seu contexto (Flyvbjerg, 2013; Yin, 1981). Esse é o caso dos INCTs, dinamicamente considerados no ambiente do sistema nacional de inovação brasileiro. Muller e Zenker assim expõem que "As inovações estão, assim, inseridas em contextos sociais, econômicos, políticos e culturais específicos, elas são dependentes de seu contexto e possuem carácter sistémico" (Muller & Zenker, 2001, p.3, tradução nossa)²⁴. Frisando as considerações anteriores, esta tese se relaciona, também, com os conceitos de inovação e de sistema nacional de inovação. Os INCTs são uma organização que opera nesse contexto, o qual emerge a partir de um emaranhado de interações complexas.

²²Original: Identifying key success factor in the quest for interdisciplinary knowledge

²³ Original: A case study approach allows the subject matter to be examined in depth in a particular place, time and specific circumstance in a way that recognizes interactions and complexity (Lyall, Bruce, Marsden e Meagher, 2011, p. 8).

²⁴ Original: "Innovations are thus embedded in specific social, economic, political and cultural contexts, they are context-dependent and have a systemic character" (Muller & Zenker, 2001, p.3)

Então, pode-se dizer que o estudo de caso é indicado para a compreensão de fenômenos em sua dinâmica, no ambiente de suas operações. Isso é confirmado por Kich e Pereira, quando afirmam que:

A importância da utilização do estudo de caso, de acordo com Godoy (2006) se dá pelo entendimento que ele proporciona ao funcionamento das organizações, especialmente indicado quando se deseja capturar e entender a dinâmica da vida organizacional (Di Francesco Kich e Pereira, 2013).

Ora, em grande medida é o que se faz nesta tese. Observar as barreiras à operacionalidade dos arranjos colaborativos em INCTs selecionados é, sim, capturar e entender a dinâmica de uma organização, especificamente um INCT.

Além dessa característica, some-se o fato do INCT ser um objeto novo, constituído por pesquisadores que, em sua maioria, possuem pouca ou nenhuma experiência na realização de investigação com pesquisadores advindos de outras tradições disciplinares, algo que não ocorre só no Brasil. É nesse sentido que o estudo de caso é uma opção plausível (Yin, 1981).

Os INCTs, assim como os arranjos colaborativos, merecem ser mais investigados pelas ciências sociais brasileiras. Apesar disso, deve ser citada a criação da Área Multidisciplinar da CAPES em 1999 que passou a ser “designada Área Interdisciplinar em 2008, compondo a Grande Área Multidisciplinar” (CAPES, 2013) impulsionando a criação de cursos interdisciplinares na Pós Graduação brasileira, assim como, seu expressivo aumento nos anos seguintes (CAPES, 2013). Assim como, deve ser mencionado o esforço que, no ano de 2011, reuniu USP, UERJ, UFSC e CAPES na publicação do livro "Interdisciplinaridade em Ciência, Tecnologia e Inovação", ganhador do Prêmio Jabuti. Além disso. A CAPES realizou Congressos nas diferentes regiões brasileiras, o que deu ensejo à produção de 4 Cartas à interdisciplinaridade, Carta de Belém, Carta de Salvador, Carta de São Bernardo e a Carta de Florianópolis e do Congresso realizado na Universidade Federal de Goiás. Os resultados sociais dessas ações levam tempo e exigem continuidade. O que merece registro é que ações amplas e concretas com resultados palpáveis vêm sendo realizadas há alguns anos.

No contexto desta tese, a combinação dos conceitos de inovação e barreiras à operacionalidade dos arranjos colaborativos, vale dizer, temas complexos e dependentes de seus contextos e a perspectiva de investigações futuras acerca desses temas, apontam

para a validade do uso do método de estudo de caso, que bem suporta esse nível de amplitude e complexidade no nível exploratório.

Fique claro que com essa investigação não se quer generalizar conclusões ou ir além de suas possibilidades. Esse é um dos motivos pelos quais esse método pode ser utilizado. O método do estudo de caso não está, a princípio, desenhado para generalizações; todavia, comporta-as, como definido por Flyvbjerg. Importante mencionar que, no caso dessa tese, existem características específicas comuns aos INCTs, que serão apontadas, as quais permitem que as conclusões expostas ao final dessa tese sejam, parcimoniosamente, ampliadas.

4.2.2 Observação de segunda ordem

Conforme a teoria luhmanniana, a observação de segunda ordem possui propriedades além daquelas possuídas pela observação de primeira ordem. O autor enfatiza a relação operacional entre os dois tipos: a "observação de segunda ordem é, ao mesmo tempo, uma observação de primeira ordem" (Luhmann, 1996, p. 126). Apesar de similitudes entre os dois conceitos, existem diferenças. Luhmann, em seu livro "Sociedade da Sociedade", assim expõe:

O observador de primeira ordem - isto é, a comunicação social normal, - vê o mundo (para retornar a fórmula de Maturana) em um "nicho", por isso, para ele o mundo é dado ônticamente. Sua filosofia seria uma ontologia. O observador de segunda ordem, no entanto, é capaz de reconhecer a relação entre sistema / ambiente que poderia estar organizada em um mundo construído por ele (em seu nicho), também, de outra maneira. Aquilo que o observador de primeira ordem vê e aquilo que ele não vê, para o observador de segunda ordem depende de que distinções são operacionalizadas na base de observação, e estas podem, sempre, ser outras distinções (Luhmann, 2006, p 888, tradução nossa).

A observação de segunda ordem é, portanto, uma ferramenta metodológica. Sua utilização tem como intuito observar observações, mais especificamente, identificar a partir de que distinções o observador realiza suas observações, ou seja, como observa o que observa. A partir disso, é probabilizada a iluminação dos pontos cegos desse observador. A observação de segunda ordem, como método, busca construir, a partir da observação do observador de primeira ordem e do seu contexto de observação, um mundo possível amparado por justificativas exaustivas das distinções utilizadas e dos motivos de sua utilização. Esse procedimento foi realizado ao longo deste processo de investigação.

O efeito de redução e aumento de complexidade é enorme nesse processo, como aponta Luhmann "agora há que contar com uma complexidade em aumento progressivo: a do observador de primeira ordem (esta observação e não outras); e a do observador de segunda ordem (essa observação e não outras)" (Luhmann, 1996, p. 127, tradução nossa). Assim, a observação de primeira ordem é problematizada. Nesse contexto, emergem outras tantas possibilidades de observação, exatamente pela utilização de outra perspectiva pertencente ao observador de primeira ordem, o pesquisador, o qual observa como observa o observador de segunda ordem.

O potencial desta ferramenta, uma vez contextualizada, é interessante. Ela possibilita a emergência de um mundo construído com base em contingências, desprovido de valores, admitindo que a observação de primeira ordem é conduzida com base nos valores os quais dirigem "seu conhecer e seu atuar" (Luhmann, 2006, p.889). No caso da observação de segunda ordem, o que surge como um resultado da operação "de nenhuma maneira se argumenta 'livre de valores'. Se realoca, unicamente, a distinção de valor – a qual opera de forma cega em relação a si mesma (...)" (Luhmann, 2006, p 889, tradução nossa). A partir do método de observação utilizado, as quantidades, as repetições, reiteraões, reincidências são, efetivamente, tão relevantes quanto seus padrões qualitativos e seu contexto de produção.

4.2.3 Técnicas de coleta e análise de dados

Para essa pesquisa foi utilizado o método qualitativo, principalmente, a análise de documentos, análise de conteúdo e entrevistas semiestruturadas respeitadas as peculiaridades do objeto analisado.

Também foram utilizados dados secundários como estatísticas, documentos, dados de sites etc. As estatísticas utilizadas foram sempre de fontes oficiais: relatórios do MCTI, do CNPq, relatórios de acompanhamento e avaliação dos INCTs e outros documentos. Foram fundamentais, também, as informações constantes dos sítios web dos INCTs investigados.

As informações empíricas coletadas consistiram em comunicações, comentários escritos acerca de normas, editais e outros tantos documentos que pudessem gerar conhecimento para a realização dessa investigação.

Existem, atualmente, inúmeros temas que são apontados na literatura como transdisciplinares. As ciências humanas são claramente interdisciplinares, assim como aquelas relacionadas à biodiversidade, podendo atingir a transdisciplinaridade; vale dizer, seus temas básicos probabilizam a emergência de uma linguagem comum, além da linguagem utilizada pelas disciplinas originais em operação naquele contexto. As ciências da vida, assim como as ciências naturais, não possuem, *a priori*, essa facilidade. Seus temas, em que pese outras possibilidades de observação, possuem maiores especificidades disciplinares (unir ciências da vida e ciências naturais atualmente é um dos grandes desafios enfrentados pelos governos dos países desenvolvidos (NESTA, 2008; Science Europe, 2015b; Jakab, Lukic, 2005). Todavia, cuidadosamente, os temas com potencial transdisciplinar emergem com o auxílio da literatura especializada. Nesse contexto foram selecionados 4 INCTs.

Outra fonte de dados, de fundamental relevância, foram as entrevistas semiestruturadas realizadas com os participantes dos INCTs investigados. Para a realização da pesquisa foram escolhidos 4 INCTs dentre os 126 em operação. O critério básico para a escolha foi o potencial para operacionalizar arranjos colaborativos transdisciplinares.

Além da seleção com base no tema, foram escolhidos INCTs cujos membros tivessem tempo e disposição para as entrevistas. Não houve nenhuma entrevista com tempo menor que uma hora e trinta minutos. Além das perguntas que guiaram as entrevistas, outros tantos temas de interesse surgiram e foram aprofundados, visando aumentar o espectro de observação utilizado para produzir os resultados desse trabalho de investigação.

A partir das entrevistas realizadas, foi possível coletar os dados que dão ensejo a essa tese de doutorado. Face aos dados obtidos e a extensão das entrevistas, decidiu-se que não havia necessidade de um número maior de INCTs ou de entrevistas, fundamentalmente, porque as observações dos cientistas entrevistados se repetem, curiosamente, independentemente de sua tradição disciplinar. Isso ficará patente quando da análise de entrevistas.

Foram entrevistados 8 cientistas dos 4 INCTs escolhidos. Em todos os INCTs investigados, foram entrevistados membros do Comitê Gestor, ativos na produção da proposta do INCT quando do Edital de 2008 e também da atual Chamada de 2014,

pesquisadores que participaram das avaliações e que participam ativamente do dia-a-dia dos INCTs dos quais fazem parte.

As entrevistas foram realizadas visando observar, com profundidade, as interações dos pesquisadores nos INCTs investigados. Foram realizadas, também, buscando riqueza de detalhes com intuito de atingir os objetivos almejados nessa investigação. Especificamente no que tange aos cientistas, foi observada e questionada sua interação com cientistas advindos de outras tradições disciplinares no âmbito das operações realizadas nos INCTs investigados, afora outros temas de interesse para essa investigação doutoral.

Todo o cuidado foi tomado para que as entrevistas atingissem os resultados almejados, para que se pudesse observar o grau de maturidade dos arranjos colaborativos e, também, identificar as barreiras que afetam a sua operacionalidade. O grau de maturidade diz respeito à escala ascendente multi, inter e transdisciplinar. O cuidado em questão enriqueceu os resultados dessa tese.

Os conceitos de inovação, arranjos colaborativos e as barreiras são categorias analíticas dessa tese. A partir deles e com base na análise das entrevistas, foram produzidos os resultados apresentados ao final dessa tese de doutorado.

Uma vez expostos os procedimentos metodológicos a partir dos quais foi realizada a investigação, passam a ser explicados os pontos de interesse da Cienciometria, ferramenta utilizada nesta tese.

4.2.4 A Cienciometria

A definição de Cienciometria foi construída nesta tese a partir de sua comparação com a Bibliometria e com a Infometria. Além da relação intrínseca entre seus objetos, a comparação tem razão de ser para apontar e enfatizar a amplitude da Cienciometria como ferramenta científica e as possibilidades por ela geradas. Especificamente, nesta tese, a utilização da literatura mais citada em ISI WOS para a construção de determinadas categorias analíticas.

A Cienciometria emerge e se relaciona desde sempre com a Sociologia da Ciência (Garfield, 2007). O termo Cienciometria é usado pela primeira vez no ano de 1969, sendo, portanto, recente. Esse fato aconteceu na Rússia, no livro denominado "Naukometria" - o

equivalente à Cienciometria - escrito por Nalimov & Mulchenko. Naquela época os autores conceituaram a Cienciometria como "a aplicação de métodos quantitativos que lidam com a análise da ciência vista como um processo informacional"²⁵ (Nalimov & Mulchenko, 1969, tradução nossa).

A tradução do termo em si foi feita pelo cientista Teor Braun com a primeira edição da revista *Scientometrics* ou Cienciometria, que começou a ser publicada no ano de 1978 (Garfield, 2007). Essa revista é considerada a mais importante acerca desse tema.

É difícil expor acerca da Cienciometria sem citar a sua relação com a Bibliometria e a Infometria. Comparando as definições, a Bibliometria tem mais amplitude de objeto, ou seja, refere-se a outros tipos de processos comunicacionais, enquanto a Cienciometria está mais restrita à comunicação científica (Glänzel, 2006). Hood e Wilson (2001) argumentam que, embora "grande parte da Cienciometria seja indiferenciável da Bibliometria", esta tem mais relação com a literatura em si. A Cienciometria tem um espectro mais amplo de objetos, vale dizer, tudo que se relaciona com a ciência, instituições, o seu impacto sobre a renda de um país, sua relação com a tecnologia (Hood e Wilson, 2001).

4.2.4.1 A Natureza reflexiva da Cienciometria

A definição de Cienciometria utilizada nessa tese está amparada nas palavras de Hood e Wilson com base em Nake, infometrista alemão, ao esclarecerem que "(...) um novo termo necessário para distinguir as principais preocupações da Infometria (isto é, a ciência da informação em geral) da Ciência da Ciência²⁶ (ref. do autor: referindo-se à Cienciometria) e da ciência bibliotecária (ref. do autor: referindo-se à Bibliometria)" (Hood e Wilson, 2001, tradução nossa).

Definir a Cienciometria epistemologicamente como ciência da ciência enfatiza o seu caráter reflexivo. O que, também, é frisado por Rip, quando afirma que a "Cienciometria é uma ciência de segunda ordem, no sentido de que os cienciométristas dependem da ciência e da sua operação para executar o seu ofício" (Rip, 1996, tradução

²⁵ Original: the application of those quantitative methods, which are dealing with the analysis of science viewed as an information process (Nalimov & Mulchenko, 1969).

²⁶ Original: ... a new term as necessary to distinguish informetrics' main concerns (ie. with scientific communication) from the science of science and library science (Hood y Wilson, 2001).

nossa)²⁷. E também por Loet Leydesdorff, quando afirma que "a reflexividade tem sido amplamente aceita em seu viés mais qualitativo no campo dos estudos da ciência e na cienciometria" (Leydesdorff & Besselaar, 1997, tradução nossa)²⁸.

Conforme as palavras de Van Raan, tal disciplina tem, como principal interesse, as seguintes áreas:

(1) desenvolvimento de métodos e técnicas para a concepção, construção e aplicação de indicadores quantitativos sobre aspectos importantes da ciência e da tecnologia; (2) desenvolvimento de sistemas de informação em ciência e tecnologia; (3) estudo da interação entre ciência e tecnologia; (4) estudo das estruturas cognitivas e sócio organizacionais dos campos científicos e dos processos de desenvolvimento relacionados aos fatores sociais (Van Raan, 1997, tradução nossa).²⁹

A operacionalidade comum e corrente das estruturas epistemológicas da Cienciometria ajudam e corroboram o uso da teoria luhmanniana, referencial teórico dessa tese, dado o caráter sistêmico de ambas, o que pode ser exemplificado pela citação adiante:

A ciência é examinada como uma sistema auto-organizável, que é controlado por seus fluxos de informação. O desenvolvimento da ciência se estuda como um desenvolvimento de fluxos de informação (Nalimov & Mulchenko, 1969, tradução nossa).³⁰

Além do acima exposto:

Ressaltamos que o conceito de sistema auto-organizável pode significar duas coisas relacionadas, mas, ainda passíveis de serem diferenciadas. Em primeiro lugar, a ideia de ciência e tecnologia como um sistema que se auto-organiza em sentido formal. E em segundo lugar, a utilização de "mecanismos" auto-organizáveis para produzir a estrutura da ciência e da tecnologia (Van Raan, 1997, tradução nossa).³¹

²⁷ Original: that scientometrics is a second-order science, in the sense that scientometricians depend on science and its workings to execute their own craft (Rip, 1996).

²⁸ Original: Reflexivity has been widely accepted, both on the more qualitative side of the fields of STS and in scientometrics (Leydesdorff & Besselaar, 1997).

²⁹ Original: (1) development of methods and techniques for the design, construction, and application of quantitative indicators on important aspects of science and technology; (2) development of information systems on science and technology; (3) study of the interaction between science and technology; (4) study of cognitive and socio-organizational structures of scientific fields and developmental processes, in relation to societal factors (Van Raan, 1997).

³⁰ Original: The science is examined as a selforganizing system, which is controlled by its information flows. The development of science is studied as a development of its information flows (Nalimov & Mulchenko, 1969).

³¹ Original: We emphasize that the concept 'selforganizing system' can mean two related but still discernable things. First, the idea of science and technology as a complex, self-organizing system in the formal sense. And second, the use of self-organizing 'mechanisms' to make a structure of science and technology (Van Raan, 1997).

As definições anteriores acerca da reflexividade dos produtos científicos que unem a Cienciometria, a partir de seu lado quantitativo e a Sociologia da Ciência, no âmbito das suas características qualitativas, - ambas, portanto observando observações da ciência - justificam a seleção da Cienciometria para construir as categorias analíticas inovação e barreira que foram utilizadas nesta tese, na qual a teoria luhmanniana e a cienciometria operam em união.

4.2.4.2 Citações e medições

Um dos traços característicos da Cienciometria é a sua relação com os métodos bibliométricos (Van Raan, 1997; Glänzel, 2006), algo que pode ser observado nos estágios iniciais de sua formalização como disciplinar científica. Aliás, em um dos artigos seminais da disciplina ³², o autor argumenta que:

... (ref. do autor: esse artigo) é uma tentativa de descrever em traços amplos a natureza da rede mundial total de publicações científicas. Vamos tratar de produzir a rede que se obtém mediante a vinculação de cada documento publicado a outros documentos diretamente relacionados com ele. Para isso, consideremos a relação especial que está dada pela citação de um artigo em outro, em suas notas ou referências bibliográficas (Sola Price, 1965, tradução nossa) ³³.

Há também a relação com a Sociologia da Ciência, que "impõe" ao cienciométrista considerações além das quantitativas. Sobre este fato, Leydesdorff expõe considerações epistemológicas, (Leydesdorff, 1997), Phelan apontou de maneira mais direta que os instrumentos bibliométricos são importantes, mas são ferramentas "entre outras, e nessa posição devem permanecer"³⁴ (Phelan, 1999), ou seja, não é plausível crer que a Cienciometria, apenas a partir de ferramentas quantitativas, responderá isoladamente todas as perguntas possíveis acerca de determinada rede de artigos. Rip, corroborando com Phelan, afirmou que "o estudo qualitativo da ciência deve ser parte da arte do cienciométrista maduro, porque a validade e aplicabilidade de seus resultados depende da extensão e do caráter disciplinado da ciência."³⁵ (Rip, 1997, tradução nossa).

³² Original: Original: Networks of Scientific Papers The pattern of bibliographic references indicates the nature of the scientific research front (Derek J. de Sola Price, 1965).

³³ Original: This article is an attempt to describe in the broadest outline the nature of the total world network of scientific papers. We shall try to picture the network which is obtained by linking each published paper to the other papers directly associated with it. To do this, let us consider that special relationship which is given by the citation of one paper by another in its footnotes or bibliography (Sola Price, 1965).

³⁴ Original: "is but one tool among many, and so it should remain" (Phelan, 1998).

³⁵ Original: "qualitative study of science should be part of the craft of the (mature) scientometrician, because validity and applicability of his products depend on the extent of disciplined behaviour in science" (Rip, 1997).

Assim, a Cienciometria opera em conjunto com outras tantas ferramentas científicas com nuances qualitativas que ampliam o espectro de observação de uma dada rede de artigos e, assim, é utilizada nessa investigação. O que permite extrair de tal rede a semântica operante, probabilizando a inclusão daqueles e não de outros artigos semanticamente diversos. É o que ocorrerá nesta tese, na qual a Cienciometria será utilizada em conjunto com a teoria luhmanianna, visando observar a semântica dos artigos mais citados em ISIWOS fundamentais para atingir os objetivos almejados.

5. Organização da tese

A tese ora apresentada, que teve como objetivo fundamental observar as barreiras à operacionalidade dos arranjos colaborativos em 4 INCTs escolhidos, com potencial para desenvolver arranjos colaborativos densos, é formada por 4 Capítulos, Considerações Finais e Comentários Adicionais. No Capítulo 1 é apresentada, no que interessa a essa tese, a teoria social sistêmica do alemão Niklas Luhmann, referencial teórico que ampara esse estudo Doutoral. No capítulo 2 são apresentadas as categorias analíticas: a inovação, os arranjos colaborativos e as barreiras à operacionalidade dos arranjos colaborativos. No Capítulo 3 é apresentada a análise de entrevistas. No capítulo 4 é realizada uma análise da análise de entrevistas, enfatizando os pontos mais importantes para responder a pergunta de investigação, assim como atingir os objetivos traçados. Ao fim, são apresentadas as Considerações Finais e os Comentários Adicionais.

CAPÍTULO 1

Referencial Teórico

A tese de doutorado que se apresenta está amparada pela epistemologia sistêmica e foi utilizada como marco teórico a teoria de Niklas Luhmann. A partir da teoria luhmanniana, serão observados os dados qualitativamente. Abaixo será exposto um panorama da teoria que corresponde às necessidades desta tese. Maior ênfase será dada aos conceitos que a ela frontalmente interessam. Serão expostos os conceitos de (1) operação; (2) semântica; (3) sistema; (4) complexidade; (5) contingência; (6) comunicação; (7) autopoiese; (8) sentido; (9) expectativa; (10) estrutura; (11) diferenciação funcional; e (12) acoplamento estrutural. Após, serão apontados os conceitos de sistema científico, sistema político e organização.

1.1 Sistema: da complexidade/contingência à diferenciação funcional

Luhmann, a partir dos avanços teóricos ocorridos em diferentes searas da ciência, produz uma estrutura teórica de fôlego, com o intuito de trazer para o pensamento social conceitos capazes de lidar com a contingência e a complexidade inerentes à sociedade a partir do século XX. As seleções teóricas feitas ao longo de sua obra reforçam tais palavras. A operacionalidade dos conceitos acima elencados está fundamentada no conceito de sistema, funcionalmente utilizado para reduzir a complexidade e a contingência, conceitos que operam lado a lado.

A teoria luhmanniana em sua prática, dinamicamente considerada, pode ser dividida a partir de uma perspectiva operacional e outra epistemológica. Contudo, por razões que interessam aos objetivos almejados nessa investigação, a teoria do autor alemão será dividida em perspectiva operacional e perspectiva semântica. Acerca dessa relação, assim expõe o autor alemão:

Assim como as observações são operações de caráter específico e nisto consiste sua realidade, semânticas são estruturas de tipo particular. Por isso - e, como consequência da diferença entre a operação e observação - as respectivas estruturas devem ser diferenciadas: as estruturas de diferenciação dos sistemas e as estruturas semânticas que identificam, retém, recordam ou deixam cair no esquecimento o sentido digno de ser conservado (Luhmann, 2007, p.425, tradução nossa).

A perspectiva operacional diz respeito à autopoiese do sistema em si. Está relacionada também às seleções que aumentam e reduzem sua complexidade e, pela própria operação, constituem suas fronteiras de sentido, aquelas que restringem a

operação de um sistema. No entanto, a operação, em que pese a existência da restrição concretizada pela sua fronteira de sentido, é dinâmica. A concretização da seleção que nega a operação sistêmica comum e corrente pode ser estabilizada, alterando, portanto, o sentido das operações que produzem aquele sistema. Assim, altera-se também a estrutura do sistema, tendo como consequência a ampliação de suas fronteiras de sentido. O sistema é, então, o produto das operações que lhe produzem.

A perspectiva semântica pode operar além do sistema propriamente tal. Ela é a cristalização de sentido emergente a partir das diferentes operações sistêmicas levadas a cabo na sociedade e processadas por seus diferentes observadores. Ela registra (1) os rendimentos da operacionalidade daqueles sistemas e (2) o aumento da capacidade seletiva da sociedade funcionalizada por aqueles sistemas. A semântica da operação social em si impacta na operação, na estrutura dos sistemas, mas na medida exata - seja ela qual for - em que é percebida e processada pela autopoiese de um dado sistema. A semântica social é produto e produtor daquela sociedade, daquele sistema social, naquele dado momento da história. A semântica social (semântica social propriamente tal, memória oficial da sociedade) é profundamente mais ampla que a simples semântica sistêmica (semântica estrutural do sistema), que diz respeito ao sentido cristalizado que estrutura a direção, o norte de uma dada operação sistêmica (Luhmann, 2007, p.425).

A sociedade é um sistema, é uma identidade com fechamento operacional e abertura cognitiva. As relações que o sistema possui com a sociedade, ocorrem na medida que sua complexidade absorve ou não o *input* do ambiente no qual está acoplado. Não existe sistema sem o ambiente no qual ele opera. O sistema responde como responde a esse ambiente. É nesse contexto que ambiente e semântica social se relacionam.

Operativamente, o conceito de sistema surge para lidar com o paradoxo da teoria: há coação para selecionar (conceito de complexidade) porque pode ser de outra maneira (conceito de contingência), ou pode ser de outra maneira porque há coação para selecionar. Pilares da teoria luhmanniana são, portanto, os conceitos de sistema, complexidade e contingência.

Assim, o conceito de sistema é utilizado – entre outros motivos – por Luhmann para lidar com a contingência e com a complexidade que é reduzida e posteriormente aumentada em cada processo social. Sistema é fundamentalmente redução de complexidade (Luhmann, 2007). Baseado nisso, o operar do sistema gera mais resultados

sociais quanto mais complexidade é capaz de reduzir. Essa capacidade exige um processo contínuo de complexidade a ser reduzida.

O sistema para Luhmann é uma diferença produzida pelo sentido presente na comunicação. A contradição, a inclusão da negação, vale dizer, a complexidade em si é fundamental para a operacionalidade de sistema. O sistema é resultado do processo contínuo de aumento e redução de complexidade.

A definição de complexidade na teoria de Luhmann é, nesse contexto, operacional orientada para o problema (Luhmann, 1998, p.47)³⁶. O autor define a complexidade a partir da operacionalidade dos elementos que constituem um sistema. Admitindo a existência de um número enorme de elementos interdependentes que constituem um sistema, esses não podem se relacionar todos com todos ao mesmo tempo. Essa situação dá ensejo ao conceito de complexidade conforme definido na teoria luhmanniana, ou seja, a coação de selecionar um elemento para relacionar-se. Efetuada a interação, diminui-se a complexidade, a qual é, posteriormente, aumentada. O autor assim expõe:

quando num conjunto inter-relacionado de elementos já não é possível que cada elemento se relacione em qualquer momento com todos os demais, devido a limitações iminentes à capacidade de interconectá-los (Luhmann, 2007, p. 69, tradução nossa).

Continuar o raciocínio nessa mesma lógica aponta para o conceito de contingência, ou seja, a possibilidade de ser de outra maneira, conforme afirma Luhmann: “contingente é aquilo que não é necessário nem impossível, vale dizer, aquilo que pode ser como é (foi, será), mas que também pode ser de outro modo” (Luhmann, 1998, p.115). Segundo Luhmann, os dois conceitos estão relacionados, ou seja, “complexidade (...) significa coação a selecionar, coação a selecionar significa contingência” (Luhmann, 1998, p.48).

Para Luhmann, o sistema se constitui pela diferença. Sistema é a unidade da diferença entre ele mesmo e o ambiente onde está contido. Diz respeito a gradações de complexidade e contingência. Assim, frise-se, sistema é uma redução de complexidade

³⁶ Todavia, há também, na teoria luhmanniana, a definição epistemológica de complexidade, que diz respeito a observação de um observador que observa como observa o que observa, incluídas aí as contradições, as negações, Luhmann diria que: " Como instrumento de observación y de descripción, el concepto de complejidad puede aplicarse a todos los estados de cosas posibles, con tal de que el observador esté en condiciones de distinguir entre elementos y relaciones respecto de una complejión que él mismo indica como compleja" (Luhmann, 2007, p.103).

limitado pelo sentido da complexidade ali operacionalmente abarcada. A emergência de um sistema exige complexidade como condição de possibilidade:

um sistema só é capaz de evolução, e sê-lo-á sempre, quando determinados problemas internos se agravam a tal ponto que já só podem resolver-se com a ajuda de modificações estruturais. Isto não quer dizer que os problemas produzam as suas próprias soluções e muito menos que regressamos a uma teoria teleológica. Significa, sim, que somente quando surge um problema suficientemente determinado, dependente da estrutura e com possibilidades de soluções muito limitadas, são esboçadas soluções suficientemente específicas... (Luhmann, 2007, p.130, tradução nossa).

No seio do conceito de sistema, Luhmann expõe todo o social, a sociedade mundial, do sistema mais simples (interação) ao mais complexo (social), todavia, não redutíveis entre si. O sistema social, a sociedade mundial, não tem limites terrestres, é formado por subsistemas que ali estão para reduzir a complexidade do sentido da comunicação. O sistema social é condição de possibilidade para a existência de outros tantos subsistemas e estes possibilitam o prolongamento contextual de redução e aumento de complexidade da sociedade em si. O sistema, conforme pensado na teoria luhmanniana, aumenta a capacidade seletiva, funcional da sociedade.

Assim, emerge o conceito de sistema, um agregado de operações que une os elementos e suas potencialidades de forma unitária, padrão baseado na interdependência de elementos, seleções de sentido comunicacional que o produzem como o produzem (autopoiese), criando uma identidade operacional fechada com abertura cognitiva. A autopoiese reiterada dos processos levados a cabo por um sistema dão ensejo a sua (auto)produção. O desenvolvimento desses processos cria suas fronteiras de sentido, limites entre ele mesmo, sistema, e o ambiente a ele acoplado. Tal processo produz os diferentes sistemas e, assim, as diferentes funções sociais. Dessa forma, emerge o conceito de diferenciação funcional, assim, sociedade funcionalmente diferenciada. Portanto, dadas as operações reiteradas que, ao longo da história, cristalizaram o Direito, a Educação, a Religião, o Poder e a Ciência, assim por diante, há sistema jurídico, sistema educacional, sistema religioso, sistema político e sistema científico. Conforme Luhmann:

O ponto de partida é o seguinte: ocorre umnexo entre fechamento operacional e tendência evolutiva para construir auto complexidade (complexidade do sistema). Apenas quando o sistema se isola o suficiente face a seu entorno - apenas quando desiste de desenvolver correspondências próprias para o maior número (senão para todos) de estados do ambiente - só então, é capaz de diferenciar-se mediante uma ordem interna de enlace de elementos. Unicamente a produção de elementos próprios por meio de elementos próprios (autopoiese), impulsionada sobre essa base, pode levar à construção de complexidade própria.... Nesse momento se trata tão somente de limitar-se o

nexo entre fechamento operacional e viabilidade de construção da própria complexidade; porque é esse o nexo que determina o "rumo" da evolução (Luhmann, 2007, p.101, tradução nossa).

Esse ponto é fundamental para essa tese, quando se estudam as barreiras à operacionalidade dos arranjos colaborativos em INCTs escolhidos. A falta de complexidade das relações existentes nos INCTs investigados entre as diferentes disciplinas (que são subsistemas do sistema científico) que neles operam e, *ipso facto*, as poucas contradições entre essas disciplinas, as poucas perguntas em aberto acerca dos temas específicos investigados pelos INCTs, dificultam, quase improbabilizando, o adensamento de tais arranjos. Assim, a multidisciplinaridade não evolui para a interdisciplinaridade, menos ainda para a transdisciplinaridade. Admitindo-se que as disciplinas representam a diferenciação funcional interna do sistema científico, portanto, representam o aumento da capacidade seletiva do sistema científico.

A operacionalidade própria à continuidade da autopoiese sistêmica tem como condição de possibilidade o aumento do seu grau de complexidade, assim como o aumento do volume de comunicação, de contradição e informação produzido a partir da sua própria operação e limitado pelas fronteiras de sentido que geram sua identidade.

Vale frisar que a informação produzida no processo de autorreferência, de autopoiese, é informação para e a partir de um observador. A informação não é absoluta. A informação é informação a partir do processo de observação de uma identidade autônoma denominada sistema, que opera como opera, entende o que entende como entende (Luhmann, 1998). No caso desta tese, a operacionalidade dos arranjos colaborativos nos INCTs investigados é observada a partir das observações dos diferentes pesquisadores que os integram, conforme registradas em entrevistas.

A redução de complexidade e contingência que potencializa o aumento de capacidade seletiva social, a partir da diferenciação, especialização funcional, probabiliza operações em um cenário onde a redução de complexidade não significa reducionismo. Isso ocorre porque tais operações são contingentes e abertas a outras possibilidades, amplas, sistemicamente consideradas. Não obstante, existe um fio recursivamente observável que informa e faz com que o conceito de sistema, sempre em sentido cognitivo, gere condições de possibilidade para a produção de informação. Eis o que interessa para esta tese, a observação das reiterações que ocorrem ou não e expõem a

operacionalidade dos INCTs investigados, probabilizando informações acerca dessas operações.

1.1.1 Sistema: comunicação e sentido

Luhmann será textualmente citado para que se registre a relação entre sistema, sentido e o conceito de comunicação:

Na teoria de sistemas o que se enfatiza é a emergência da comunicação. Não existe, propriamente, transmissão de alguma coisa; aliás, o que há, é uma redundância criada no sentido de que a comunicação inventa sua própria memória que pode ser evocada por indivíduos diferentes, de diferentes maneiras (Luhmann, 2006, p. 221).

O sentido é o substrato de todo significado social possível. Luhmann afirma que “o mundo do sentido é um mundo total (...) até o *nonsense* pode ser pensado e comunicado como forma com sentido nesse meio” (Luhmann, 2007, p.31). Assim, sem fazer uso do sentido, “nenhuma operação da sociedade pode surgir” (Luhmann, 2007, p.27). Os sistemas são parametrizados, restringidos pelas suas fronteiras de sentido. A autopoiese é realizada no contexto dessa restrição, que diz respeito ao sentido presente na comunicação. Complexidade do sentido daquela comunicação que ampara a operação daquele sistema específico, o qual desempenha aquela função social específica.

Na teoria luhmanniana, o conceito de comunicação é fundamental, pois para Luhmann a comunicação é a própria sociedade. A sociedade é produzida e se produz a partir da comunicação. Nesse contexto, o autor estabelece que:

o sistema social não se caracteriza então por uma determinada essência (Wesen), muito menos por uma determinada moral (propagação da felicidade, solidariedade, nivelção de condições de vida, integração por consenso racional, etc.) senão unicamente pela operação que produz e reproduz a sociedade: isto é, a comunicação (Luhmann, 2007, p.48, tradução nossa).

Conforme a teoria luhmanniana, a comunicação é uma sugestão, uma proposta de seleção. Teoria na qual, também, contemplada a improbabilidade de que a informação, o conhecimento seja o mesmo para emissor e receptor. Enfim, conforme as palavras de Luhmann, a comunicação é uma “realidade emergente”, a ela se chega mediante a “síntese de três seleções diferentes, a saber, a seleção da informação, a seleção do ato de comunicar e a seleção que se realiza no ato de entender ou não entender a informação e o ato de comunicar ” (Luhmann, 2006, p. 220). Na teoria luhmanniana, a comunicação é a união inseparável das 3 (três) seleções acima.

Luhmann não se apropria da comunicação a partir do conceito de transmissão. O autor alemão assim enfatiza: “é improvável que alguém compreenda o que o outro quer dizer, tendo em conta o isolamento e a individualização de sua consciência” (Luhmann, 2007, p.42).

A teoria luhmanniana opera com base em um conceito de sistema operacionalmente fechado, apesar de tal sistema possuir abertura cognitiva. Assim, para Luhmann, pensar a comunicação a partir da transmissão de informação possui alguns problemas, vejamos:

(a) comunicar não resulta na perda de algo como, por exemplo, ocorre ao comprar algo. Aliás, a comunicação é um processo que pode estender-se a milhões de pessoas, portanto possui efeito multiplicador não de perda. (b) por outro lado, a pergunta pela transmissão, tem relação eventual com o conhecimento do estado interno daqueles que por ventura participam de um processo comunicacional. Vale dizer, como se mede o estado interno, se é medido o que está dentro de “A” difere do que está dentro de “B” como posso dizer que houve comunicação? (c) outro problema à metáfora da transmissão tem relação mais específica com a comunicação oral, onde o processo comunicacional estaria disposto na simultaneidade entre ato de comunicar e ato de entender, “ao estar ligada a comunicação oral a um espaço delimitado pelas presenças individual, ela se faz dependente do presente (Luhmann, 2006, p. 219, tradução nossa).

Segundo Luhmann, a metáfora da transmissão não gera condições de possibilidade para o entendimento do conceito de comunicação. Na comunicação, conforme operacionalizada na teoria desse autor, não existe transmissão, mas, sim, probabilidade de comunicação, probabilidade de produção de informação. Todavia, importante colocar, a improbabilidade é tão possível e plausível quanto a probabilidade. Conforme expõe Luhmann, "para que a comunicação se efetue, é fundamental que todos os participantes intervenham com um saber e com um não saber" (Luhmann, 2007, p.49). A comunicação distribui saber e não saber. Fundamentalmente, a comunicação necessita de complexidade. Comunicação é redução pontual de complexidade, seguida de posterior aumento. A complexidade (do sentido) é o substrato da comunicação.

A comunicação é um meio para carregar sentido. Esse sentido é o que limita, restringe (estruturas de sentido, fronteiras de sentido) visando guiar, pautar a direção das operações sistêmicas. Isso é importante para essa investigação, pois, assim, registra-se a diferenciação funcional, ou seja, ficam registradas as operações específicas que diferenciam e limitam os diversos sistemas. Além disso, demonstra a importância de observar o sentido da comunicação, que caracteriza a operação sistêmica, com o intuito

de vislumbrar onde há coordenação ou descoordenação entre sistemas e entre sistemas e seu ambiente, a sociedade em si.

O sistema social é aquele formado pela autopoiese da comunicação. Para Luhmann, é a própria comunicação que comunica. Ademais, é o elemento a partir do qual se delimita um sistema frente aos demais. O fechamento operacional e a abertura cognitiva ocorrem a partir da autopoiese (autorreferência)³⁷ da comunicação. Assim, não se pode falar de comunicação sem falar de autorreferência, autopoiese.

Assim expõe Luhmann:

A teoria dos sistemas e a teoria da comunicação, no caso dos sistemas sociais, produzem uma trama bastante compacta: a primeira aporta a especificação de que um sistema deve reproduzir-se por meio de um único tipo de operação (somente um!) e, a segunda trata, precisamente, das características desse tipo de operação. A comunicação possui todas as propriedades necessárias para constituir-se o princípio da autopoiese dos sistemas sociais: é uma operação genuinamente social (e a única, genuinamente social) (Luhmann, 2006, p.217).

A autopoiese na teoria luhmanniana é uma ferramenta para a produção de informações sobre a complexidade social. A não utilização desta ferramenta, conforme o pensamento luhmanniano, impossibilita os sistemas de se comunicarem e co-evoluírem com a sociedade. Ademais da produção de informação, a autopoiese é processo de autorreprodução a partir do qual o sistema, que tem como elemento a comunicação, é produto e produtor de si mesmo.

Para Luhmann, a comunicação reiterada produz a sociedade. A autopoiese da comunicação produz uma identidade operacional que se diferencia de seu ambiente, isto é, um sistema operacionalmente fechado, limitado por fronteiras de sentido. Admitindo que não há transmissão de comunicação e que os sistemas são operacionalmente fechados, compreender a relação entre diferentes sistemas aponta para um aprofundamento do conceito de autopoiese. Pois, para haver possibilidade de interação entre sistemas, a autonomia e a continuidade de suas operações devem ser respeitadas. Tal processo ocorre a partir do que Luhmann denomina acoplamento estrutural.

³⁷ Os conceitos de autopoiese e autorreferência não são propriamente sinônimos, em que pese, muitas vezes serem utilizados como tal. Apesar de guardarem relação profunda, canonicamente a autopoiese diz respeito à autoprodução, os sistemas produzem os elementos que lhes constituem (Corsi, Esposito e Baraldi, 1996, p.31), assim sistemas autopoieticos. Já a autorreferência, indica o fato de que os sistemas se referem a si mesmos em cada operação e, só podem observar a realidade mediante o autocontato (Corsi, Esposito e Baraldi, 1996, p.31).

1.1.2 Sistema e acoplamento

Conforme Luhmann, o acoplamento estrutural "seleciona o que pode produzir efeitos no sistema e filtra o que é conveniente que produza efeitos no sistema" (Luhmann, 1996, p. 204).

A operação de acoplamento estrutural pode ser assim exemplificada: dada uma pretensão social advinda do sistema científico, é produzida, a partir de sua própria operação, uma irritação no sistema político, caso tal pretensão não contrarie essa operação - sistêmica - e, por esse motivo, seja passível de ser nela incluída. Nesse cenário, o sistema político produzirá uma estrutura que "entende como entende" a pretensão, sugestão de relação, pois, o sistema científico não determina a operação do sistema político. Aliás, o sistema científico não opera fora de seus limites de sentido. Assim, o sistema político poderá "responder" para o sistema científico a partir de sua operacionalidade, a partir da Política, satisfazendo ou não tal pretensão. Admite-se que, nesse caso, as operações são bastante diferentes e, fundamentalmente, a agilidade do sistema científico entra em conflito, pela sua própria essência, com a lenta operacionalidade do sistema político. Acerca dessa operação, Luhmann expõe o que segue:

os acoplamentos estruturais não produzem operações (ref. do autor: sistêmicas), produzem somente irritações (surpresas, decepções, perturbações) no sistema. Essas irritações, em razão da estrutura de operações do sistema, podem servir para que o sistema mesmo reproduza as operações seguintes. Um sistema percebe e define seu entorno a partir de irritações. A irritação é, em outras palavras, um processo produzido somente no interior do sistema, que não trará consequências para o ambiente. Apenas quando o sistema processa suas próprias irritações, passa a estar apto para buscar causas, motivos advindos do entorno (Luhmann, 1996, p. 206, tradução nossa).

Dessa maneira, o sistema político "responde como responde", responde politicamente ao sistema científico. O acoplamento estrutural é, portanto, esse processo de interação entre sistemas autopoieticos ou entre o sistema autopoietico e o ambiente onde ele está acoplado. Os sistemas respondem às pretensões da sociedade e de outros sistemas a partir de sua própria operação, restringidos por suas fronteiras de sentido.

O acoplamento estrutural é a operação partir da qual o sistema se relaciona com o seu ambiente, ou seja, todos os outros sistemas que formam a sociedade. No caso desta tese, as disciplinas, por exemplo, a Física e a Biologia, são subsistemas, ambiente interno do sistema científico que se relacionam mediante acoplamento estrutural. O acoplamento ocorre a partir de um tema, não significa a fusão de um sistema em outro, aliás, é um

momento na operacionalidade de um sistema, um possível ponto de contato entre duas operações sistêmicas. A partir de um tema de interesse comum, dois sistemas, pontualmente, podem vir a interagir.

Fundamental acerca do acoplamento estrutural é a não interrupção ou o não confronto com a autopoiese dos sistemas envolvidos. Há um ponto de interesse que une a operação de dois sistemas. Há uma parte do sistema político que "responde" ao sistema científico, não a totalidade do sistema.

Eventualmente, uma pretensão ou sugestão de relação pode vir a gerar apenas ruído, ou seja, para a operação daquele dado sistema, para sua identidade, aquela sugestão pode não importar, pode não ter significado algum, ou o sistema pode “entender o que entende” e a sua eventual “resposta” não significar absolutamente nada para o outro sistema envolvido.

A partir dessa conceituação de acoplamento estrutural, compreende-se como, a partir da teoria luhmanniana, se pode observar a coordenação/descoordenação entre sistemas (por ex. entre o sistema científico e sistema político, entre disciplinas) e como o conceito de sentido, inerente ao conceito de acoplamento estrutural, é importante para essa operação.

Há inúmeras nuances envolvidas na operacionalidade do acoplamento estrutural, vale dizer, o tema específico que une duas operações sistêmicas, a evolução das interações entre sistemas, os eventuais ganhos para os sistemas envolvidos e para a sociedade em si.

No momento do acoplamento estrutural há probabilidade de coordenação entre estruturas, mas, o ruído pode inviabilizar a operação de acoplamento. Assim, as frustrações observadas nas diferentes pretensões de acoplamento estrutural, sejam por ruído ou por outro motivo, dão corpo ao conceito de barreira, categoria analítica utilizada nessa investigação.

1.1.3 INCTS e seus acoplamentos estruturais

Uma vez expostos os conceitos da teoria luhmanniana que importam à realização dessa tese, o sistema político, o sistema científico e o conceito de organização relacionados ao INCT, objeto empírico dessa tese, serão identificados.

O sistema político desenvolve-se a partir da operacionalidade, do exercício do poder, vale dizer, da autopoiese do poder. O poder, conforme definido na teoria luhmanniana, é um meio de comunicação que permite coordenar seleções de seleções que são processadas e formam o contexto operacional do que emerge como sistema político. Assim, a partir do exercício do poder, emergem práticas e instituições que caracterizam o que se observa como sistema político. A porção do sistema político que interessa a essa tese é aquela atrelada ao funcionamento dos INCTs, assim, as agências de fomento, como o CNPQ e o próprio MCTI.

O sistema científico está amparado pela operação da ciência em si. Assim como o poder ampara a operação do sistema político, a verdade ampara a operação da ciência. No sistema científico, a verdade coordena as seleções a partir das quais emergem as práticas e instituições que dão base à operacionalidade do sistema.

A diferenciação do sistema científico ocorre a partir do aumento de sua complexidade, de sua diferenciação do ambiente social ao qual está acoplado. Tal complexificação gera o aumento de capacidade seletiva interna a partir de subsistemas internos. Tais subsistemas são as disciplinas (Luhmann, 1996 b, p. 319). Isso ocorre, visando melhor processar a complexidade interna do sistema científico. Quanto mais complexidade interna, mais sensível é o sistema para processar, executar sua função social. Ou seja, para processar as demandas advindas da sociedade propriamente tal, as quais o sistema entende como entende. A elas o sistema responde, como responde, a partir de sua operação, de sua autopoiese.

Com o passar do tempo, a ciência foi se especializando e passou a responder "melhor" aos desafios que enfrentava. A estrutura disciplinar, em que pese sua validade e sua possibilidade de contribuição ainda hoje para a resolução de problemas sociais, mostrou e ainda mostra os seus limites. É nesse contexto que a multi, a inter e a transdisciplinaridade são uma resposta científica, ou seja, uma "resposta" possível a partir da autopoiese da própria ciência, para os problemas sociais. Assim descreve o autor: "Independentemente do esquema que a disciplina utilize para a subformação determinada pelo teórico, isso não se pode admitir como uma ordem perfeita" (Luhmann, 1996 b p.326). O autor segue essa passagem apontando para a operação limitada, especializada das disciplinas, que tem suas vantagens e desvantagem. Nesse contexto, o autor assim expõe:

Enquanto a disciplina, como neve derretida, vai desaparecendo em seu próprio caminho, o que ocorre? O que acontece com perguntas superiores, que só podem ser trabalhadas quando várias disciplinas intervêm para processar o saber especializado? Fala-se então da investigação interdisciplinar (Luhmann, 1996 b, p.326).

A partir da sua operação, a ciência responde como responde aos problemas enfrentados pela sociedade. Vale dizer, a ciência não responde com dinheiro, a ciência não responde com a lei. A ciência responde cientificamente, a partir de sua operação específica. A partir da possibilidade/impossibilidade de mais e melhor processar a complexidade que lhe diz respeito, a complexidade inerente à produção do conhecimento científico. É nesse cenário que a evolução dos arranjos colaborativos ocorre, na medida em que há mais complexidade para ser processada no sistema científico.

Os INCTs operam acoplados ao sistema político, científico e educacional (admitindo, ainda, seu acoplamento com os sistemas jurídico e econômico que não estão frontalmente relacionados ao escopo dessa tese) devido a sua operação precípua que é produzir conhecimento inovador a partir de uma Política Pública específica, amparada pela interação de diferentes grupos advindos de diferentes tradições disciplinares. A Portaria MCT n° 429 de 17 de julho de 2008, já citada na introdução desta tese, assim traz:

a) a mobilização e agregação dos melhores grupos de pesquisa, de forma articulada com atuação em redes; b) o desenvolvimento de programa de pesquisa científica e/ou tecnológica bem definido e estruturado que permita avanços científicos substanciais ou desenvolvimento tecnológico inovador; c) a atuação em áreas estratégicas ou em áreas da fronteira da ciência; d) forte interação com o sistema produtivo e com a sociedade; e) a promoção de pesquisa competitiva e relevante para o país; e f) a criação de ambiente atraente e estimulante para alunos talentosos de diversos níveis, do ensino médio a pós-graduação, responsabilizando-se pela formação de jovens pesquisadores (Edital, MCT, CNPQ 2008).

Os INCTs foram pensados para atingir os objetivos anteriormente mencionados, assim sendo, eles operam além da ciência estritamente disciplinar, todavia, incorporando-a. Operam acoplados ao sistema político na medida em que executam políticas públicas de ciência, tecnologia e inovação, portanto, estão especificamente relacionados ao sistema científico. Eles estão, também, acoplados ao sistema educacional na medida em que os grupos de pesquisadores que os compõem estão ligados a programas de Mestrado e Doutorado das Universidades mais renomadas do Brasil.

Contextualizando o anterior, é coerente observar os INCTs como organizações transeitoriais que operam no acoplamento dos 3 (três) sistemas acima citados (sistema

científico, político e educacional)³⁸. Dessa maneira, os INCTs são organizações que perseguem um fim, o de "ocupar posição estratégica no Sistema Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT) desenvolvendo Programas de Pesquisas consistentes e prioritários para o desenvolvimento científico e tecnológico e, particularmente, para a sociedade" (MCT, CNPQ, 2008).

Organizações são, conforme a teoria de Luhmann, sistemas sociais de tipo especial, pois, podem comunicar-se com o lado de fora (Luhmann, 2007, p. 668), diferentemente dos sistemas comuns e correntes, os quais interagem com sistemas que estão no seu entorno (Luhmann, 2007, p. 661). No caso dos INCTs, tal comunicação ocorre via disseminação de seus resultados na sociedade em prol do desenvolvimento social e econômico.

Com base na teoria luhmanniana, organizações são espécies de sistemas sociais que realizam sua autopoiese a partir de decisões. As organizações estão orientadas para fins, mobilizam meios para oferecer soluções específicas. Ademais disso, selecionam pessoas e possuem uma estruturação hierárquica (Luhmann, 2008). Institutos e Universidades são identificados, na teoria luhmanniana, como Organizações. Assim, utiliza-se nesta tese o conceito de organização para caracterizar os INCTs. Marcelo Arnold, amparado em Luhmann, assim afirma:

Especificamente, a diferenciação das organizações pode ser observada a partir dos sistemas sociais parciais, como o político, o econômico, o religioso, o educacional ou o jurídico, quando são reespecificados problemas funcionais como o poder, a escassez, a transcendência, a seleção ou a legalidade, até torná-los operacionalizáveis por unidades especializadas de decisão (...) as organizações emergem como sistema quando delimitam suas operações, resultados e eventos temporais executando reflexivamente suas próprias decisões, ou seja, fazendo com que tais decisões atuem sobre si mesmas. Esta autoconectividade libera as organizações dos condicionamentos do mundo e serve para definir e manter seus limites. É deste modo que se constituem como espaços que lhes permite realizar esforços para racionalmente atingir os objetivos propostos, sem ter de decidir permanentemente desde o princípio. Como se vê, os fundamentos das organizações não se encontram pontualmente em seus objetivos, pois, eles são consequências de suas decisões, embora, com isso se define a identidade específica que revela a sua estrutura e, nesse sentido, cumprem uma função reguladora, proporcionando posições para observar e avaliar decisões específicas em um contexto mais amplo, o cumprimento de seus fins declarados (Arnold, 2008, p.94).

³⁸ Frisando que os INCTs também estão acoplados aos sistemas jurídico e econômico não contemplados nessa tese.

Uma vez apresentado o referencial teórico que dá base à produção desta investigação, serão apresentadas, no próximo Capítulo, as categorias analíticas utilizadas nesta tese.

CAPÍTULO 2

2. Inovação, arranjos colaborativos e barreiras: a construção das categorias analíticas, a partir dos vários enfoques da literatura especializada

Neste capítulo, serão apresentadas as categorias analíticas que amparam a produção dessa tese de Doutorado: a inovação, os arranjos colaborativos e as barreiras. Tais categorias foram construídas com relação ao caso concreto, parametrizadas pela semântica dos artigos mais citados e limitadas pelo que diz respeito e frontalmente interessa à investigação ora realizada. Trabalho que será realizado visando melhor produzir as “descrições e interpretações que comporão o exercício de expressar as novas compreensões possibilitadas pela análise” (Moraes, 2003), as quais serão apresentadas na conclusão dessa tese.

2.1 Inovação – evolução epistemológica

Ao longo do século XX, o conceito de inovação evoluiu e foi observado epistemologicamente por diversas lentes. Inicialmente, houve a perspectiva linear, amparada pelo Mecanicismo cartesiano reinante naquela época. Nesse contexto, a inovação era tratada no contexto do ciclo de inovação, o qual compreendia 7 (sete) estágios: pesquisa básica, pesquisa aplicada, invenção, pesquisa industrial (desenvolvimento), aplicação industrial, standardização e produção em massa (Godin, 2009).

Em que pese o conceito de sistema ser muitas vezes utilizado, a inovação é tratada no período que vai dos anos 50 aos anos 80 a partir de uma perspectiva com viés epistemológico estruturalista. Com base nessa perspectiva, o que se observava era a estrutura do país voltada para a produção de inovação. Assim, o que se objetivava era construir uma maneira de observar e avaliar as brechas tecnológicas e de produtividade entre países a partir da infraestrutura instalada capaz de produzir inovação: universidades, laboratórios, centros, empresas. Após isso, formular, implementar, acompanhar e avaliar políticas no sentido de reduzi-las. (Godin, 2002). A inovação era, portanto, observada de maneira praticamente estática, com exceções interessantes.³⁹

³⁹ A pesquisa científica é um processo contínuo (...) cujos elementos que o compõem são inúmeras interações em um sistema contínuo de retroalimentação ativa (Salomon, 1972, p.12-13 in Godin, 2007, p.18).

Anos depois, emerge a perspectiva do sistema nacional de inovação propriamente dito. Em que pese o nome “sistema nacional de inovação”, o conceito de sistema operacionalizado naquele contexto não possuía, ainda, corte sistêmico, mas, sim, estruturalista. Dessa forma, observava-se o sistema nacional de inovação a partir da estruturação dos elementos que o compunham: a estrutura à disposição de um país voltada para produzir inovação, o que pouco se diferenciava daquela perspectiva operacionalizada entre os anos 50 e 80.

Ao final dos anos 90, emerge a perspectiva funcionalista. Nesse período, o sistema nacional de inovação era observado e analisado a partir das funções executadas por seus diferentes componentes. O desenvolvimento dessa perspectiva teórica em combinação com a perspectiva estruturalista ensejou a perspectiva sistêmica atual, conforme se pode observar adiante:

A análise funcional complementa a análise estrutural por ser a manifestação da maneira a partir da qual o sistema de inovação está organizado. A ligação entre função e estrutura é fundamental, porque a função, diferentemente da estrutura, não pode ser modificada por políticas. Podem, contudo, ser úteis para indicar que pode haver um problema com a estrutura de sistemas ou qualquer dos seus elementos. Em outras palavras, elas ajudam a identificar um problema sistêmico (Wieczorek, 2009, tradução nossa).⁴⁰

Os trabalhos importantes no contexto da evolução do conceito de inovação são diversos relatórios governamentais e artigos produzidos por Godin, Freeman, Lundvall, Nelson, Suurs, Negro, Velho, Smits, Kuhlmann, Wieczorek, Hekkert, Bergek entre outros citados ao longo dessa revisão.

Além da apresentação teórica realizada acerca do conceito de inovação, optou-se por demonstrar a semântica do termo em seu estado da arte. Isso será realizado, no próximo item, a partir da observação do tema nos artigos mais citados em ISI WOS, o que coloca essa tese no contexto da discussão atual sobre o tema.

⁴⁰ Original: The functional analysis complements the structural one by being a manifestation of a way in which innovation system is organized. A link between functions and structure is critical because functions, contrary to the structural elements, cannot be modified by policies. They can however be useful to signal that there might be a problem with the systems structure or any of its elements (Wieczorek, 2009).

2.1.1 Inovação - semântica dos artigos mais citados em ISI

Foi realizada investigação no dia 19 de Junho de 2014 a partir dos artigos mais citados em ISI durante o período de 1 de Janeiro de 2000 até a data da busca. Foram utilizados os termos “innovation system” e “system of innovation”, com aspas no sentido de restringir a busca as frases exatas, todavia, buscando, a partir da aba tópico (“topic”), o que abrange título, resumo, palavras-chave de autor e “keyword plus”, ou seja, a busca é categoricamente mais abrangente. O que se pretendeu foi observar a partir de que perspectiva epistemológica os artigos mais citados em ISI WOS tratavam a inovação. Durante a busca, estavam ativadas as seguintes bases: “ISI Web of Knowledge”: Science Citation Index Expanded (SCI – Expanded), Social Sciences Citation Index (SSCI), e Art & Humanities Citation Index (A&HCI).

Foram encontrados, no caso do termo “innovation system”, 1545 resultados, contudo, a análise ficou restrita aos 10 artigos mais citados. Foram analisados os seguintes artigos, citados com nome, nome da revista científica, autor (es) e ano: (1) "Sistemas nacionais de produção, inovação e desenvolvimento de competências"⁴¹ (tradução nossa) citado 236 vezes, publicado na revista *Research Policy*, escrito por Lundvall, Jonhson, Andersen e Dalum, ano de 2002; (2) "Funções dos sistemas de inovação: uma nova abordagem para analisar a mudança tecnológica" ⁴² (tradução nossa) citado 215 vezes, publicado na revista *Technological forecasting and social change*, escrito por Hekkert, Suurs, Negro, Kuhlmann e Smits, no ano de 2007; (3) "A difusão tecnológica da energia renovável: estrutura analítica e questões fundamentais para pesquisa" ⁴³ (tradução nossa) citado 204 vezes, publicado na revista *Energy Policy*, escrito por Johnson, no ano de 2000; (4) "Base de conhecimento e sistemas regionais de inovação: comparando os cluster nórdicos" ⁴⁴ (tradução nossa) citado 203 vezes, publicado na revista *Research Policy*, escrito por Asheim e Coenen, no ano de 2004; (5) "Serviços empresariais como atores na transformação do conhecimento: o papel dos serviços empresarias intensivos em conhecimento nos sistemas de inovação regionais e nacionais" ⁴⁵ (tradução nossa) citado 175 vezes, publicado na revista *Research Policy*, escrito por Mueller e Zenker, no ano de

⁴¹ Original: National systems of production, innovation and competence building.

⁴² Original: Functions of innovation systems: A new approach for analysing technological change.

⁴³ Original: The diffusion of renewable energy technology: an analytical framework and key issues for research.

⁴⁴ Original: Knowledge bases and regional innovation systems: Comparing Nordic clusters.

⁴⁵ Original: Business services as actors of knowledge transformation: the role of KIBS in regional and national innovation systems.

2001; (6) "Comparando sistemas de inovação: modelo e aplicação no contexto de transição chinês" ⁴⁶ (tradução nossa) citado 173 vezes, publicado na revista *Research Policy*, escrito por Liu e White, no ano de 2008; (7) "Analisando a dinâmica funcional dos sistemas tecnológicos de inovação: um esquema de análise" ⁴⁷ (tradução nossa) citado 164 vezes, publicado na revista *Research Policy*, escrito por Bergek, Jacobsson, Carlsson, Lindmark e Rickne, no ano de 2008; (8) "Em que medida são efetivas as incubadoras de tecnologia: o caso da Itália" ⁴⁸ (tradução nossa), citado 101 vezes, publicado na revista *Research Policy*, escrito por Colombo e Delmastro, no ano de 2002; (9) "Sistema de inovação continentais, nacionais e subnacionais - complementaridade e crescimento econômico" ⁴⁹ (tradução nossa), citado 97 vezes, publicado na revista *Research Policy*, escrito por Freeman, no ano de 2002; (10) "Conhecimento empresarial - estratégias de compartilhamento no sistema global de inovação: evidências empíricas da indústria de exibição em tela plana" ⁵⁰ (tradução nossa), citado 92 vezes, publicado na revista *Strategic Management Journal*, escrito por Spencer, no ano de 2003. Observados os artigos citados, é coerente que a semântica do termo "innovation system" seja majoritariamente amparada nas publicações da revista *Research Policy*.

Nos artigos acima citados, assim é tratado o termo inovação:

Parecia óbvio (nota minha: antes da criação do conceito sistema de inovação) que a maioria dos novos conhecimentos necessários para a inovação não vinha diretamente de universidades e da pesquisa técnica e, nem mesmo, de pesquisa e desenvolvimento experimental nas indústrias, mas sim de outras fontes, p.ex., engenheiros da produção, clientes, marketing, etc. O problema era integrar estas contribuições mais amplas em um conceito do processo de inovação (Lundvall, Andersen, Johnson e Dalum, 2002, p.215, tradução nossa).⁵¹

Assim, muito além de a inovação deixar de ser algo restrito à Economia ou à Engenharia, ela ultrapassa outras tantas barreiras disciplinares e sociais/pragmáticas, ou seja, conforme os autores, o termo une diferentes searas disciplinares e diferentes setores

⁴⁶ Original: Comparing innovation systems: a framework and application to China's transitional context.

⁴⁷ Original: Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis.

⁴⁸ Original: How effective are technology incubators? Evidence from Italy.

⁴⁹ Original: Continental, national and sub-national innovation systems - Complementarity and economic growth.

⁵⁰ Original: Firms' knowledge-sharing strategies in the global innovation system: Empirical evidence from the flat panel display industry.

⁵¹ Original: It seemed obvious that most of the new knowledge needed for innovation did not come directly from universities and technical research and in many industries not even from research and experimental development but rather from other sources like production engineers, customers, marketing, etc. The problem was to integrate these broader contributions into a concept of the innovation process (Lundvall, Andersen, Johnson e Dalum, 2002, p.215).

ou sistemas da sociedade. Hekkert, Surs, Negro Kuhlman e Smits, por sua vez, assim definem o termo:

Chamemos esse processo conjunto e interativo de inovação. A inovação pode ser definida como a combinação bem-sucedida de hardware, software e orgware, sendo que orgware, refere-se aos vários componentes do sistema de inovação (Hekkert et al, 2007, p.414, tradução nossa).⁵²

Os autores anteriormente citados enfatizam as inter-relações inerentes, segundo eles, ao processo de inovação, bastante apontadas nos artigos resultantes da busca realizada. Outra característica reiteradamente exposta nos artigos sob análise diz respeito ao caráter dinâmico da inovação, exposto por Asheim e Coenen adiante:

Além disso, nós preferimos argumentar em termos da economia da aprendizagem (learning economy) ... (onde) a inovação é entendida como um processo de aprendizado interativo, social e territorialmente acoplado, cultural e institucionalmente contextualizado (Lundvall, 1992). Enfatizando uma abordagem dinâmica da inovação, em vez da abordagem mais estática adotada na economia baseada no conhecimento (Lundvall e Archibugi, 2001). (Asheim & Coenen, 2005, p.1175, tradução nossa).⁵³

Bergek, Jacobsson, Carlsson, Lindmark e Rickne expõem definição de inovação que respeita, inclusive, os princípios sistêmicos mais formais, no sentido de acomodar interesses contraditórios dos elementos que se inter-relacionam na operacionalidade do sistema ou mesmo apontando o caráter não linear dessas relações:

... o sistema em foco não tem de existir na realidade de maneira plenamente desenvolvida. Em vez disso, ele pode estar em processo de emergência, com interações muito fracas entre seus componentes. Além disso, a interação entre os componentes pode ser não planejada ao invés de deliberada e intencional, mesmo em um sistema de inovação mais desenvolvido. Usar a noção de "função geral" não implica que todos os atores em um sistema específico existem para a finalidade de servir essa função ou são dirigidos por essa função. Atores não compartilham, necessariamente, o mesmo objetivo, e mesmo se eles fizerem isso, eles não têm que trabalhar juntos de forma consciente em relação a ele (embora alguns possam ser). Na verdade, os conflitos e as tensões são parte integrante da dinâmica dos sistemas de inovação (Bergek et al, 2008, p.408, tradução nossa).⁵⁴

⁵² Original: We call this joined and interactive process the innovation process. An innovation can be defined as the successful combination of hardware, software, and orgware, where orgware refers to the various components of the innovation system (Hekkert et al, 2007, p.414).

⁵³ Original: Moreover, we prefer to argue in terms of the learning economy rather than the knowledge-based economy because of its more inclusive and dynamic notion of innovation. In a learning economy innovation is understood as an interactive learning process, which is socially and territorially embedded and culturally and institutionally contextualized (Lundvall, 1992). It emphasizes a dynamic approach to innovation rather than the more static approach adopted in the knowledge-based economy that emphasizes access to a stock of specialized knowledge (Lundvall and Archibugi, 2001). (Asheim & Coenen, 2005, p.1175).

⁵⁴ Original: the system in focus does not have to exist in reality as fully-fledged. Instead, it may be emerging with very weak interaction between components. Moreover, interaction between components may be

Uma vez analisados os 10 artigos anteriormente citados, pode-se expor que não há divergência entre eles. A semântica a partir da qual se define o termo inovação com base no conceito de “innovation system” é sistêmica. A inovação, nesses artigos, é conceituada como processo dinâmico, complexo e não linear. A interação entre os diversos sistemas e operadores envolvidos é apontada pelos autores como importante para produzir inovação. Conforme os artigos analisados, a inovação é um resultado emergente, produzido a partir da interação sinérgica entre diversos elementos. Processo e produto se mesclam, confundem-se. A inovação, conforme a semântica do termo “innovation system”, é um processo acoplado em um ambiente maior, um sistema propriamente tal.

No que tange a frase exata “system of innovation”, foi realizado o mesmo processo descrito anteriormente. A busca em ISI WOS resultou em 200 documentos, foram considerados os 10 mais citados apontados adiante: (1) "A dinâmica da inovação: de Sistemas Nacionais e "Modo 2" até a Hélice tripla baseada nas relações indústria-governo-universidade" ⁵⁵ (tradução nossa) citado 716 vezes, publicado na revista *Research Policy*, escrito por Etkowitz e Leydesdorff, no ano de 2000; (2) "Sistemas setoriais de inovação e produção"⁵⁶ (tradução nossa) citado 344 vezes, publicado na revista *Research Policy*, escrito por Malerba, no ano de 2002; (3) "Sistemas nacionais de produção, inovação e desenvolvimento de competências" ⁵⁷ (tradução nossa) citado 232 vezes, publicado na revista *Research Policy*, escrito por Lundvall, Jonhson, Andersen e Dalum, no ano de 2002; (4) "Localização em relação à vantagem do país de origem" em atividades de P & D: alguns resultados acerca das estratégias de localização das empresas multinacionais " ⁵⁸ (tradução nossa) citado 97 vezes, publicado na revista *Research Policy*, escrito por Le Bas e Siera, no ano de 2002; (5) "A dinâmica industrial da inovação aberta - Evidências a partir da indústria de produtos eletrônicos" ⁵⁹ (tradução nossa) citado

unplanned and unintentional rather than deliberate even in a more developed innovation system. Using the notion of an “overall function” does not imply that all actors in a particular system exist for the purpose of serving that function or are directed by that function. Actors do not necessarily share the same goal, and even if they do, they do not have to be working together consciously towards it (although some may be). Indeed, conflicts and tensions are part and parcel of the dynamics of innovation systems (Bergek et al, 2008, p.408).

⁵⁵ Original: The dynamics of innovation: from National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of university-industry-government relations.

⁵⁶ Original: Sectoral systems of innovation and production.

⁵⁷ Idem a nota 36.

⁵⁸ Original: "Location versus home country advantages" in R&D activities: some further results on multinationals' locational strategies.

⁵⁹ Original: The industrial dynamics of Open Innovation - Evidence from the transformation of consumer electronics.

89 vezes, publicado na revista *Research Policy*, escrito por Christensen, Olesen e Kjaer, no ano de 2005; (6) "Um modelo de Política de Inovação para as falhas sistêmicas"⁶⁰ (tradução nossa) citado 65 vezes, publicado na revista *Technovation* escrito por Woolthuis, Lankhuizen e Gilsing, no ano de 2005; (7) "Estabelecendo um novo regime de direitos de propriedade intelectual nos EUA - origem, conteúdo e problemas"⁶¹ (tradução nossa) citado 50 vezes, publicado na revista *Research Policy*, escrito por Coriat e Orsi, no ano de 2002; (8) " Colaboração universidade-indústria no Japão: o papel das empresas baseadas em novas tecnologias na transformação do sistema nacional de inovação"⁶² (tradução nossa) citado 41 vezes, publicado na revista *Research Policy*, escrito por Motaohashi, no ano de 2005; (9) "A reconfiguração dos sistemas nacionais de inovação - o exemplo da biotecnologia alemã"⁶³ (tradução nossa) citado 41 vezes, publicado na revista *Research Policy*, escrito por Kaiser e Prange, no ano de 2004; (10) "Re-imaginando e rescrevendo o futuro da educação: discursos da Economia de conhecimento global e os desafios para os sistemas de educação"⁶⁴ (tradução nossa) citado 40 vezes, publicado na revista *Comparative Education*, escrito por Robertson, no ano de 2005. Observados os artigos citados, é coerente expor que a semântica do termo "system of innovation" é majoritariamente amparado nas publicações da revista *Research Policy*.

Nos artigos acima citados, assim é tratado o termo inovação: É na literatura dos sistemas de inovação onde se encontra que as inter-relações e redes são elementos-chave dos processos de inovação e produção (Edquist, 1997) (Malerba, 2002, p. 248, tradução nossa).⁶⁵

Como se pode observar, é repetida e reiterada a ênfase no caráter sinérgico, interativo do processo de inovação. Tal ênfase é feita de forma mais minuciosa, com contornos conceituais mais fortes, ou seja, tratando claramente da complexidade, da existência de feedbacks, como se pode notar a partir da citação abaixo:

⁶⁰ Original: A system failure framework for innovation policy design.

⁶¹ Original: Establishing a new intellectual property rights regime in the United States - Origins, content and problems.

⁶² Original: University-industry collaborations in Japan: The role of new technology-based firms in transforming the National Innovation System.

⁶³ Original: The reconfiguration of National Innovation Systems - the example of German biotechnology.

⁶⁴ Original: Re-imagining and rescripting the future of education: global knowledge economy discourses and the challenge to education systems.

⁶⁵ Original: it is in the innovation system literature that one finds relationships and networks as key elements of the innovation and production processes (Edquist, 1997) (Malerba, 2002, p. 248).

a inovação é um processo interativo e não-linear. Em seu contexto, os operadores, por exemplo: empresas, interagem com uma variedade de outras organizações (por exemplo, institutos de pesquisa, clientes, autoridades, organizações financeiras) e instituições (por exemplo, direitos de propriedade intelectual, regulamentos, cultura). Este processo complexo, caracterizado por mecanismos de reciprocidade e feedback, determina o sucesso da inovação (por exemplo, Freeman, 1987, 1988; Lundvall, 1992; Nelson, 1993; Edquist, 1997) (Woolthuis, Lankhuizen e Gilsing, 2005, p.609, tradução nossa)⁶⁶.

Muller e Zenker apresentam o conceito de maneira sistêmica, enfatizando o caráter contextual da inovação: “Inovações estão, então, inseridas em um contexto específico social, econômico, político e cultural, elas são dependentes de seu contexto e possuem um caráter sistêmico”⁶⁷ (Muller & Zenker, 2001, p.1502, tradução nossa). No mesmo contexto, a afirmação reiterada é realizada pontuando que não há inovação em isolamento, ou seja, os diversos componentes do sistema nacional de inovação não produzem inovação isoladamente. Tal declaração não é algo que pode ser exposto de forma absoluta sem gerar discussões, pois, pode-se afirmar que indústrias supostamente poderiam inovar de forma isolada. Todavia, é interessante considerar o argumento refletindo acerca do acoplamento das indústrias em um ambiente social (pontuando interações sociais lato sensu), do grau de escolaridade dos colaboradores que ali operam (pontuando interação entre educação e indústria), entre tantas outras possibilidades.

a inovação não ocorre de forma isolada. A interação é fundamental para o processo de inovação, ou seja, a interação entre os atores, tais como empresas, universidades, intermediários, etc. Para o conceito de interação são fundamentais, tanto a cooperação quanto a aprendizagem interativa (Woolthuis et al, 2005, p.609 - 610, tradução nossa).⁶⁸

A citação que reflete a observação do processo de inovação, conforme retratado na literatura científica paradigmática e operacionalizado nas discussões governamentais tanto dos Estados Unidos quanto na Europa atualmente, pode ser concretizada nas palavras de Etkowitz & Leydesdorff adiante:

As inovações institucionais visam promover relações mais estreitas entre faculdades e empresas. A "fronteira sem fim" da pesquisa básica financiada, como um fim em si mesmo, com resultados práticos esperados apenas no longo

⁶⁶ Original: innovation is an interactive, non-linear process in which actors, e.g. firms, interact with a manifold of other organizations (e.g. research institutes, customers, authorities, financial organizations) and institutions (e.g. IPR, regulations, culture). This complex process, characterized by reciprocity and feedback mechanisms, determines the success of innovation (e.g. Freeman, 1987, 1988; Lundvall, 1992; Nelson, 1993; Edquist, 1997) (Woolthuis, Lankhuizen e Gilsing, 2005, p.609).

⁶⁷ Original: Innovations are thus embedded in specific social, economic, political and cultural contexts, they are context-dependent and have a systemic character (Muller & Zenker, 2001, p.1502).

⁶⁸ Original: that innovation does not take place in isolation. Interaction is central to the process of innovation, i.e. interaction between actors such as firms, universities, intermediaries, etc. Central to the concept of interaction are both cooperation and interactive learning (Woolthuis et al, 2005, p.609/610).

prazo, vem sendo substituída por um modelo de "transição sem fim" em que a pesquisa básica está ligada à prática através de uma série de processos intermediários (Callon, 1998), muitas vezes estimulados pelo governo. O modelo linear também expressado em termos de "market pull" ou "technology push" foi insuficiente para induzir a transferência de conhecimento e tecnologia. (...) As regras e regulamentos devem ser reformuladas e uma estratégia de interface arquitetada a fim de integrar "market pull" ou "technology push" através de novos mecanismos organizacionais (Etkowitz & Leydesdorff, 2000, p.110, tradução nossa).⁶⁹

Uma vez analisados os 10 artigos que representam a semântica do termo "system of innovation", é possível afirmar que há uma ênfase no processo de interação como gerador de inovação, conforme observado anteriormente. Os artigos não se contrariam, pelo contrário, frisam em conjunto a perspectiva sistêmica, complexa do conceito de inovação. Além disso, os artigos expõem tais características, com mais ênfase que na busca anterior, como no caso citado anteriormente por Muller e Zenker, os quais apontam o contexto social e cultural como fundamentais para a inovação. Assim, o conceito de inovação é tomado de forma holística, abrangente, envolvendo inclusive sociedade e cultura. A inovação, no contexto do termo "system of innovation", é um processo epistemológica e semanticamente categorizado como sistêmico, enraizado no contexto que o probabiliza.

Tanto na semântica do termo "innovation system" quanto na do termo "system of innovation", pode-se observar que, nas ciências sociais, as definições de inovação e de sistema nacional de inovação se interpenetram, conforme pode ser observado pelas palavras de Edquist e Borrás: "Sistemas de inovação são determinantes dos processos de inovação e das próprias inovações" (Edquist e Borrás, 2005, p. 1513, tradução nossa)⁷⁰.

A contextualização da semântica dos termos torna plausível observar que, atualmente, a definição de inovação está atrelada ao sistema maior que a abarca. As consequências disso são amplas no que tange a investigação social do desenho, execução,

⁶⁹ Original: The institutional innovations aim to promote closer relations between faculties and firms. The "endless frontier" of basic research funded as an end in itself, with only long-term practical results expected, is being replaced by an "endless transition" model in which basic research is linked to utilization through a series of intermediate processes (Callon, 1998), often stimulated by government. The linear model either expressed in terms of "market pull" or "technology push" was insufficient to induce transfer of knowledge and technology. (...) The rules and regulations had to be reshaped and an interface strategy invented in order to integrate market pull and technology push through new organizational mechanisms (Etkowitz & Leydesdorff, 2000, p.110).

⁷⁰ Original: Innovation systems are the determinants of innovation processes and the innovations themselves (Edquist e Borrás, 2005, p. 1513).

acompanhamento e avaliação de políticas públicas voltadas para a CTI, como é o caso do Programa INCT, objeto desta tese de Doutorado.

2.2 Arranjos Colaborativos

Os arranjos colaborativos são mais uma categoria analítica desta tese. A construção dessa categoria não foi realizada a partir de métodos cienciométricos, mas sim, a partir de Bibliografia geral, que envolve além da literatura especializada, relatórios atuais de diferentes Governos e Organizações internacionais.

Há alguns anos os arranjos colaborativos estão na agenda político-científica do Brasil, já, em 1987, Samuel Sá escrevia sobre eles no contexto do CNPQ (Sá, 1987).⁷¹ O desenho e a execução do Programa INCT, estudado nesta tese, coloca os questionamentos acerca da operacionalidade dos arranjos colaborativos como objeto (provável) de interesse para as ciências sociais brasileiras, exatamente como ocorre em outros países.

As conquistas da ciência a partir do século XIX paradoxalmente trouxeram-lhe problemas cada vez mais complexos, requerendo uma maior necessidade de reflexão dela mesma, a ciência, acerca de sua própria operação. A busca de novas perspectivas metodológicas e epistemológicas foi e é uma constante ainda hoje. Um dos resultados visíveis desse momento de reflexão é o aumento da porosidade entre fronteiras disciplinares, o que possibilita a emergência da multi, da inter e da transdisciplinaridade - tratadas nesta tese em conjunto a partir do conceito de arranjos colaborativos.

Existe, há algum tempo, a relação forte na literatura internacional entre arranjos colaborativos e inovação (National Research Council, 2014; Science Europe, 2015, Royal Society, 2015), eixo central desta tese. Atualmente, a operacionalidade dos arranjos colaborativos, além de probabilizar inovação, expande os horizontes da ciência (EURAB, 2004; Committee on Key Challenge et al, 2014) e é utilizada para enfrentar os problemas da sociedade atual. Nesse contexto, muitas vezes é categorizada como investigação orientada a problemas (Alpert, 1969; Conrad, 2002; Klein, 2008).

O cenário anteriormente descrito refletiu nas publicações científicas – em congressos e seminários – de maneira ainda tímida, todavia crescente, durante o período que se estende dos anos 50 até os anos 80. Após tal intervalo, os dados crescem de maneira

⁷¹ Artigo escrito na Revista Cadernos de Saúde Pública intitulado "Intedisciplinaridade e suas práticas em documentos de "Avaliação e Perspectivas" do CNPQ 1978, 1982.

interessante. Sändstrom e Wadskog (Sändstrom & Wadskog, 2005, p.1) apontam que, durante o período que se estende de 1982 a 2003, “enquanto artigos unidisciplinares tiveram uma média de crescimento anual de 3,07%, artigos em jornais multidisciplinares tiveram uma média anual de crescimento de 8,27%” (Sändstrom & Wadskog, 2005, p.4)⁷². Contudo, dados acerca do período que vai de 1991 até 2005 revelam um impacto ainda maior, ou seja, durante tal lapso de tempo, os artigos que utilizam as palavras multi, inter ou transdisciplinaridade em seu título ou resumo tiveram um aumento de 250%, enquanto o aumento no número total de artigos publicados neste espaço de tempo experimentou um crescimento de 40% (Sändstrom & Wadskog, 2005, p.1).

O fomento às atividades disciplinares e aos arranjos geram diferentes tipos de ações, processos e procedimentos dos governos interessados. Tais ações devem ser executadas em conjunto, vale dizer, de maneira simultânea para disciplinas e arranjos (EURAB, 2004; NAS, 2004; Committee on Key Challenges et al, 2014), tanto para formulação, quanto para implementação, acompanhamento e avaliação. O Brasil vem trilhando esse caminho com maior ênfase desde o lançamento dos Institutos do Milênio em 2005. É sabido que o escopo de ações políticas necessárias para gerir a operacionalidade dos arranjos colaborativos é significativamente mais amplo.

Assim, o interesse de diferentes governos e a existência de programas com financiamentos específicos à operacionalidade dos arranjos no contexto da política pública para a ciência, tecnologia e inovação traz desafios de monta (Marsden et al, 2011; Royal Society, 2010, p. 40). Além disso, existe, conforme exposto na literatura especializada, pouca experiência mundial no manuseio dessas novas variáveis e é coerente afirmar que a manutenção continuada de tais projetos gerará outras tantas dificuldades (Committee on Facilitating Interdisciplinary Research et al, 2004). Portanto, esse desafio não é exclusividade do Brasil. Os países que atualmente obtêm melhores resultados estão trilhando esse caminho a mais tempo ⁷³. No caso específico da operacionalidade dos arranjos colaborativos, os primeiros momentos de execução das políticas – ou até mesmo de seu desenho - são desafiadores, algo que, diga-se de passagem, não se altera ao longo do tempo (EURAB, 2004; Bruun, Hukkinen,

⁷² Original: While single-field articles have an yearly average growth of 3,07 percent articles in cross-field journals have growth of 8,27 percent per year (geometrical mean) (Sändstrom & Wadskog, 2005, p.4).

⁷³ Os NIH americanos, citados nas entrevistas como inspiração para o desenho dos INCTs brasileiros, foram assim oficialmente nomeados pelo Congresso americano no ano de 1930. Todavia, suas raízes remontam o ano de 1887.

Huutoniemi e Klein, 2005; DEA, FBE, 2008), pelo contrário, há grande probabilidade de aumentar com o tempo.

Ademais da dificuldade relacionada ao trato político, há a dificuldade de conceituação dos arranjos colaborativos, da multi, da inter e da transdisciplinaridade, o que será apontado no próximo item.

2.2.1 A utilização do termo arranjos colaborativos

O termo arranjos colaborativos foi usado nesta tese como gênero que engloba as 3 (três) espécies, multi, inter e transdisciplinaridade, fundamentalmente, devido à dificuldade, observada na literatura, para utilização dos termos. Como exemplo do que foi afirmado anteriormente, pode-se expor que:

Os resultados da pesquisa revelaram que em apenas 47% dos projetos pesquisados tinham os membros chegado a um acordo comum sobre esses conceitos de interdisciplinaridade ou transdisciplinaridade, embora 81% dos pesquisadores afirmaram ter discutido tais conceitos com outros participantes em seus projetos (Tress, Tress e Fry, 2004, p. 480, tradução nossa).⁷⁴

Muitas vezes a palavra interdisciplinaridade é usada como gênero, que inclui ela mesma, a multi e a transdisciplinaridade (Holm & Liinason, 2005, Marsden, Lyall, Bruce and Meagher, 2011, Pan e Katrenko, 2015), gerando mais confusões do que soluções (Alpert, 1969; Klein, 1994; Nissani, 1997; Bruun et al, 2005; Klein, 2008). No caso de Bruun et al, 2005, por exemplo, o gênero denominado interdisciplinaridade abarca as espécies multidisciplinaridade, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade, sendo que a espécie interdisciplinaridade é assim grafada "interdisciplinaridade*", ou seja, com um asterisco no final: " A fim de aumentar a clareza, também usamos um asterisco (*) para indicar sempre que a palavra " interdisciplinaridade " é utilizada no sentido mais restrito, como uma subcategoria da interdisciplinaridade no sentido genérico (Bruun et al, 2005, tradução nossa)⁷⁵. Em que pese ser respeitável, tal atitude pouco ajuda. Mormente se pensada face a necessidade de esclarecimento dos termos no sentido de melhor e mais bem fomentar, acompanhar e avaliar investigações financiadas com dinheiro público,

⁷⁴ Original: The results of the survey revealed that in only 47% of the integrative landscape projects surveyed had the members of the project reached a common agreement on these concepts, although 81% of the researchers stated that they had discussed the concepts of interdisciplinarity or transdisciplinarity with other participants in their projects (Tress, Tress e Fry, 2004, p. 480).

⁷⁵ Original: "In order to increase clarity, we also use an asterisk (*) to indicate whenever the word "interdisciplinarity" is used in the more restricted sense, as a subcategory of interdisciplinarity in the generic sense (Bruun et al, 2005).

respeitando as necessidades e peculiaridades de cada um dos arranjos, seja ele multi, inter ou transdisciplinar. Nesse contexto, já foi apontado que:

Mesmo com as oportunidades para a pesquisa interdisciplinar crescendo, persiste a visão de que a avaliação da pesquisa interdisciplinar precisa urgentemente ser adaptada de forma mais adequada. (...) pode ser prejudicial para os padrões genuínos de interdisciplinaridade se os investigadores receberem financiamento para projetos interdisciplinares que são na verdade, apenas, multidisciplinares ou se suposições simplistas são feitas como, por exemplo, a inclusão de ciências sociais em uma proposta de pesquisa científica significa que seus resultados serão politicamente relevantes. É importante distinguir entre o genuinamente interdisciplinar e o uso de interdisciplinaridade como termo geral para descrever investigações complexas ou multidisciplinares (Marsden et al, 2011, tradução nossa)⁷⁶.

Nos artigos ou na prática, a distinção entre inter e transdisciplinaridade é feita, conforme anteriormente citado, com alguma ou muita dificuldade – apesar dos esforços efetuados na Conferência Internacional de Transdisciplinaridade na Suíça, ocorrida durante o período de 27 de Fevereiro a 1º de Março de 2000, buscando, o sempre improvável, consenso acerca do que se define como transdisciplinar (Klein et al, 2001) - e, muitas vezes, os motivos deste ou daquele uso das palavras interdisciplinar ou transdisciplinar não estão claramente expostos. O uso efetivo da palavra transdisciplinaridade, quando o caráter que a diferencia da palavra interdisciplinaridade não é a colaboração de não expertos (o caráter utilizado, seria então a emergência de uma metalinguagem disciplinar que a diferencia das disciplinas que a originou), é difícil de gerar consenso, o que dificulta ainda mais a classificação.

A dificuldade para a utilização dos termos inter e transdisciplinaridade foi observada, mais uma vez, no final de 2014. A convergência, no contexto do Programa Convergence do Governo americano, foi classificada como transdisciplinar nos Estados Unidos:

Como é evidente a partir das descrições, muitas características definidoras da convergência são semelhantes ou mesmo idênticas aos traços característicos da definição de transdisciplinaridade, fundamental entre tais traços, é a fusão

⁷⁶ Original: Even as the opportunities for interdisciplinary research grow, the view persists that evaluation of interdisciplinary research urgently needs to be tailored more appropriately. (...) it can be harmful to standards of genuine interdisciplinarity if researchers receive interdisciplinary funding for projects that are in fact only multi-disciplinary; or if simplistic assumptions are made: for example, the inclusion of social science in a scientific research proposal does not automatically mean outputs will be policy relevant. It is important to distinguish between the genuinely interdisciplinary and the use of interdisciplinarity as a blanket term to describe complex or multi-disciplinary research (Marsden, Lyall, Bruce and Meagher, 2011).

de abordagens distintas em um todo unificado (Committee on Key Challenge et al, 2014, p. 31, tradução nossa).⁷⁷

Por outro lado, na União Europeia, mas especificamente no contexto da Science Europe, o mesmo termo foi definido como interdisciplinar, gerando uma certa contradição:

Neste sentido (ref. do autor: o termo), é muito mais amplo, mais complexo e abrangente do que, simplesmente, a noção de "interdisciplinaridade". Muitas vezes foi afirmado na reunião que "a convergência não é interdisciplinaridade". No entanto, foi notável que mesmo nos debates finais do Workshop muitos delegados referiram-se à convergência como se fosse interdisciplinaridade" (Science Europe, 2014, p. 3 tradução nossa).⁷⁸

Outro problema nesse contexto diz respeito à quantidade de classificações dos termos, conforme ilustrado abaixo (Anexo 3):

Quadro 2: Classificações dos arranjos colaborativos presentes na literatura especializada

Foco de interesse	Autores	Base da categoria	Categorias
Grau de integração disciplinar	OCDE (1972)	Desenvolvimento do conhecimento científico	Multidisciplinaridade, pluridisciplinaridade, interdisciplinaridade (ID), transdisciplinaridade.
	Heckhausen (1972)	Maturação das interdisciplinas	ID indiscriminada, pseudo ID, ID auxiliar, ID composta, ID suplementar, ID unificada.
	Miller (1982)	Ordem conceitual	Foco, preparo profissional, experiência de vida, componentes compartilhados, princípios organizacionais de fronteira, híbridos, grande síntese.
	Stember (1991)	Respostas às insatisfações disciplinares	Intradisciplinaridade, transversalidade, Multidisciplinaridade, interdisciplinaridade, transdisciplinaridade.
	Boden (1999)	Força da ID	ID enciclopédica, ID contextualizadora, ID compartilhada, ID cooperativa, ID generalizante, ID integrativa.
	Karlqvist (1999)	Distância entre campos	Unificação do conhecimento, acumulação do conhecimento, fazendo coisas diferentes, fazendo coisas diferentemente, pensando diferentemente.

⁷⁷ Original: As evident from the descriptions, many defining characteristics of convergence are similar or even identical to defining traits of transdisciplinarity, key among them merging of distinct and diverse approaches into a unified whole (Committee on Key Challenge et al, 2014, p. 31).

⁷⁸ Original: In this sense it is far broader, more complex and wide-ranging than simply the notion of 'interdisciplinarity'. Many times it was stated in the meeting that 'convergence is not interdisciplinarity'. Nonetheless, it was notable that even in the final discussions of the workshop many delegates referred to 'convergence/interdisciplinarity' (Science Europe, 2014).

Práticas interdisciplinares	Rossini e Porter (1979)	Estrutura sociocognitiva para a integração	Aprendizagem do grupo, modelamento, negociação entre experts, integração pelo líder.
	Lenoir et al. (2000)	Representação social da ID	Ecletismo, pseudo- ID, hegemonia, holismo.
	Lattuca (2001)	Questões de investigação	Disciplinaridade informada, ID sintética, transdisciplinaridade, ID conceitual.
	Palmer (2001)	Estratégias cognitivas para a ID	Líder de equipe, colaborador, generalista.
	Bruun et al. (2005a)	Redes de conhecimento	Coordenador, tradutor, pioneiro.
	Bruun et al (2005b)	Interação entre disciplinas	MD enciclopédica, MD contextual, ID metodológica, ID teórica.
	Lengwiler (2006)	Práticas organizacionais	ID metodológica, ID carismática, ID heurística, ID pragmática.
	Pohl et al. (2008)	Formas de colaboração + meios para a integração	Matriz bidimensional a partir das combinações possíveis do item anterior.
Razões da ID	OECD (1982)	Demandas para a ID	ID endógena, ID exógena.
	Klein (1985) Salter and Hearn (1996)	Motivos para a ID	ID instrumental, ID conceitual.
	Bruun et al (2005a)	Finalidade da investigação	ID epistemológica, ID instrumental, objetivos diversos.
	Boix Mansilla (2006)	Abordagem epistemológica da ID	Aproximação conceitual, compreensiva, pragmática.
	Barry et al. (2008)	Lógica que norteia a ID	Contabilidade, inovação, mudança ontológica.

Fonte: Huutoniemi et al, 2010, tradução nossa.

A definição dos termos multi, inter e transdisciplinaridade aponta, portanto, para o respeito à supremacia do interesse público, à transparência da administração frente à sociedade, a eficiência, eficácia e efetividade das políticas com relação ao dinheiro público gasto e ao esforço em produzir leis, normas e regulamentos que os amparem para fomento, acompanhamento e avaliação de projetos multi, inter e transdisciplinares.

Com base no contexto apresentado utiliza-se, portanto, o termo arranjos colaborativos (Weaver, 1947) para indicar as três justaposições disciplinares observadas (multi, inter e transdisciplinaridade), seguindo a nomenclatura utilizada por Warren Weaver no artigo já citado. Assim, no que tange a essa investigação, os arranjos colaborativos estão relacionados às justaposições disciplinares, sejam elas multi, inter ou transdisciplinar presente nos INCTs.

Antes de apresentar a última categoria analítica utilizada nessa tese, qual seja, barreiras, deve-se ainda expor, no que toca aos arranjos colaborativos, a classificação que será utilizada nessa investigação para observar de maneira mais detalhada a operacionalidade dos arranjos colaborativos nos INCTs investigados. O resultado visado é apresentar conclusões mais detalhadas e abrangentes ao final desta tese.

Será utilizada a classificação de Sjölander, utilizada no livro mais citado acerca do tema interdisciplinaridade, escrito por Julie Thompson Klein, denominado “Interdisciplinaridade: História, teoria e prática” (Klein, 1996)⁷⁹. A classificação a ser utilizada possui 10 estágios, abaixo definidos em detalhe que, para fins dessa tese, vão da multidisciplinaridade à transdisciplinaridade. O nível interdisciplinar é atingido ao final da fase 6:

Quadro 3: Fases de Sjölander

Fase 1	Participantes gastam o seu tempo "cantando músicas antigas", apresentando, seu trabalho e suas respostas a qualquer crítica. Reuniões de curto prazo e workshops com a participação de grandes grupos podem nunca superar esta fase.
Fase 2	Indivíduos começam a detectar deficiências em suas posições e nas posições de seus pares, "Todo mundo, do outro lado é um idiota." Muitas pessoas desistem neste ponto, considerando todo o esforço como um desperdício de tempo.
Fase 3	Participantes começam "a recuar em abstrações", a fim de encontrar um terreno comum. As coisas mais abstratas são aquelas que levam mais facilmente os participantes ao acordo. No entanto, o sentimento geral de progresso pode desmoronar assim que as perguntas são feitas sobre os resultados concretos das discussões. Se os participantes são incapazes de explicar o contexto e resultados de discussões, o projeto poderá permanecer indefinidamente nesta fase.
Fase 4	A "doença da definição" ocorre no momento em que os participantes perguntam uns aos outros para definir termos técnicos, apenas para descobrir que o uso de termos mais gerais ou filosóficos. Desenvolver um jargão específico do grupo é uma solução comum, embora tais jargões possam ser um obstáculo para os novos membros.
Fase 5	Os participantes podem começar a se concentrar em áreas de discussão frutíferas, se as etapas anteriores foram ultrapassadas com êxito. As áreas são geralmente bastante díspares, porém: com talvez um cuidando dos métodos, o outro responsável pelo uso de estatísticas, um terceiro com uma postura geral voltada para o trabalho experimental ou em um contexto mais abrangente. Como resultado, a discussão tenderá a saltar de uma área para outra, comparável a "saltar arbustos" em um atoleiro.
Fase 6	Participantes podem jogar "o jogo de contas de vidro". Este é um passo inegavelmente positivo, uma vez que eles estão construindo um jargão comum e um terreno comum. Pode muito bem ser o ponto de partida para algo realmente novo e fecundo. No entanto, este é um processo que consome tempo, e pode revelar-se não mais bem-sucedido do que os métodos anteriores.
Fase 7	"o grande fracasso" muitas vezes aparece. Depois de chafurdar em abstrações e jogar jogos de contas de vidro, os participantes podem desesperar-se por seu tempo e esforço. No entanto, quando solicitados a produzir algum tipo de relatório de suas atividades e resultados, sempre encontram seu interesse reacceso. Considera-se que Projetos que pararam nesta fase, pararam justamente no momento em que poderiam gerar bons resultados.

⁷⁹ “Interdisciplinarity: History, theory and Practice”

Fase 8	"O que está acontecendo comigo?" Eles mudaram mais do que poderiam saber, uma percepção que muitas vezes observam quando retornam ao seu lugar original de trabalho ou quando descrevem os resultados de um projeto para seus colegas de departamento. Em muitos casos, eles se tornaram melhores defensores ou, pelo menos, defensores relutantes das disciplinas com as quais eles interagiram, fortaleceram e reacenderam seu interesse em um trabalho ainda mais interdisciplinar. Aqueles que deixaram um projeto com uma sensação pessimista podem lastimar o fracasso por passar mais tempo no projeto ou por ter uma atividade de acompanhamento, um evento benéfico meses ou mesmo anos depois de um projeto. As avaliações realizadas imediatamente após o término de um projeto podem ser muito mais negativa do que as avaliações que medem o crescimento em longo prazo, uma medida táctica a considerar quando se está à procura de fundos para projetos.
Fase 9	Essa fase pode ser classificada como "conhecendo o inimigo", movendo-se em direção a um conhecimento mais profundo de outras disciplinas, não só por causa do projeto que está em desenvolvimento, mas também para conhecer as estruturas gerais, princípios e modos de pensar em outras disciplinas.
Fase 10	Attingir o estágio 10 não é nem fácil nem inevitável. Além disso, em muitos casos, o grande benefício, como foi demonstrado pelos projetos florestais suecos, não pode ser medido em termos de "sucesso" ou "fracasso" imediato de um projeto, mas, mais benefícios menos tangíveis e "ocultos", especialmente mudanças na forma que os indivíduos pensam e trabalham.

Adaptado de Klein, 1996, tradução nossa

É nesse contexto que o conceito de arranjos colaborativos é uma categoria analítica dessa tese. Com base nas definições apresentadas na introdução desta tese e no quadro anteriormente exposto, serão apontados os arranjos operacionalizados nos INCTs investigados.

Uma vez apresentados os problemas relacionados aos arranjos colaborativos e a classificação que será utilizada nessa tese, pelos motivos já expostos, será apresentado o conceito de barreira.

2.3 Barreiras

Nesta tese de doutorado, as barreiras são, também, uma categoria analítica. A partir da utilização do método cienciométrico, serão analisados os artigos mais citados no tema em ISI WOS e será produzida uma tipologia de barreiras.

A literatura especializada convencionou conceituar como barreiras os fatores que dificultam a evolução, maturação dos arranjos colaborativos. Diferentes autores trabalham esse tema, observando-o a partir de diferentes classificações. Em seu trabalho, desenvolvido para o governo finlandês, Bruun em conjunto com outros pesquisadores (Bruun et al, 2005), divide tais barreiras em 7 grandes grupos, quais sejam: (1) estruturais; (2) cognitivas; (3) culturais; (4) epistemológicas; (5) metodológicas; (6) psicológicas e

(7) receptivas. O termo barreira será utilizado nessa investigação após sua construção baseada na semântica cristalizada pelos artigos mais citados em ISI WOS, conforme detalhado adiante.

2.3.1 Barreiras - semântica dos artigos mais citados em ISI

Foi realizada no dia 13 de novembro de 2013 uma busca em ISI – Web of Science. Foram utilizadas as palavras “barriers” e “interdisciplinarity”. Esse termo foi escolhido, pois, na literatura especializada, em que pese as críticas, o termo “interdisciplinarity” é muitas vezes usado como gênero, conforme já citado nesse trabalho. Assim, a partir da sua utilização, a multi e a transdisciplinaridade – além da interdisciplinaridade – também são contempladas.

Utilizando tal forma, ao invés de “barriers to interdisciplinarity” foram encontrados registros contendo as duas palavras, podendo elas aparecer no mesmo campo tópico ou em diferentes campos. Conforme expõe a Web of Science, na “ajuda” disponível no site, utiliza-se o campo “tópico” para pesquisar os seguintes campos em um registro: Título, resumo, palavras-chave de autor e “keyword plus”, ou seja, a busca foi feita propositalmente mais ampla, no sentido de obter resultado mais abrangente. Caso a busca fosse realizada a partir do campo “título”, o resultado seria de apenas 6 artigos, aliás, artigos incluídos na busca realizada a partir do campo “tópico” dada a sua estrutura, conforme exposto. Na busca realizada em todos os anos disponíveis em ISI WOS, ou seja, de 1945 a 2013, estavam ativadas as seguintes bases: Science Citation Index Expanded (SCI – Expanded), Social Sciences Citation Index (SSCI), e Art & Humanities Citation Index (A&HCI). A busca resultou em 50 artigos.

Um cálculo simples foi realizado para apontar os artigos que deveriam ser analisados. Foram somadas todas as citações feitas nos artigos resultantes da busca em ISI, e tal número foi dividido pelo número de artigos resultantes da busca. O número de citações resultantes foi arredondado. Ao fim, foram analisados os artigos com número de citações maior ou igual ao resultado do cálculo. Com base nessa análise, foi construído o conceito de “barreira” que amparará a investigação ora realizada.

O número de citações encontradas varia de 77 a 0. Somado o número de citações dos 50 artigos, resultam 694 citações, a média do número de citações encontrada é 13,88. Assim, foram analisados artigos citados no mínimo 14 vezes.

A partir do número de citações obtido, foram analisados os 15 (quinze) seguintes artigos, citados com nome, nome da revista científica, autor (es) e ano: (1) "Praticando a interdisciplinaridade"⁸⁰ (tradução nossa) publicado na revista Bioscience, escrito por Lele e Norgaard, no ano de 2005; (2) "Paisagens multifuncionais - sob o aspecto da pesquisa transdisciplinar"⁸¹ (tradução nossa) , publicado na revista Landscape and urban planning, escrito por Fry, no ano de 2001; (3) "Estudos contextuais acerca das paisagens rurais: expectativas políticas e a prática da investigação"⁸² (tradução nossa), publicado na revista Landscape and urban planning, escrito por Tress, Tress e Fry, no ano de 2005; (4) "Parabéns à interdisciplinaridade: o caso do conhecimento interdisciplinar e da pesquisa"⁸³ (tradução nossa), publicado na revista Social Science Journal, escrito por Nissani, no ano de 1997; (5) "Avaliação quantitativa das estruturas interdisciplinares em Ciência e Tecnologia - análise de co-classificação das investigações sobre Energia"⁸⁴ (tradução nossa), publicado na revista Research Policy, escrito por Tijssen, no ano de 1992; (6) "Barreiras à interdisciplinaridade - implicações para os estudos da Ciência, Tecnologia e Sociedade"⁸⁵ (tradução nossa), publicado na revista Science, Technology and Human Values, escrito por Bauer, no ano de 1990; (7) " Ensino superior para a sustentabilidade, a partir de estudos de caso transdisciplinares: uma abordagem inovadora para resolver problemas complexos do mundo real"⁸⁶ (tradução nossa), publicado na revista Journal of Cleaner production, escrito por Steiner e Posch, no ano de 2006; (8) "Análise das barreiras à integração em projetos de pesquisa em paisagens"⁸⁷ (tradução nossa) , publicado na revista Land Use Policy, escrito por Tress, Tress e Fry, no ano de 2007; (9) " Esclarecendo conceitos de pesquisa colaborativa na Ecologia da paisagem "⁸⁸ (tradução nossa), publicado na revista Landscape Ecology, escrito por Tress, Tress e Fry, no ano de 2005; (10) "Barreiras à interdisciplinaridade: discursos disciplinares e a aprendizagem dos estudantes"⁸⁹ (tradução nossa), publicado na revista Journal of

⁸⁰ Original: Practicing interdisciplinarity.

⁸¹ Original: Multifunctional landscapes - towards transdisciplinary research.

⁸² Original: Integrative studies on rural landscapes: policy expectations and research practice.

⁸³ Original: Ten cheers for interdisciplinarity: The case for interdisciplinary knowledge and research.

⁸⁴ Original: A quantitative assessment of interdisciplinary structures in Science and technology – co-classification analysis of energy research.

⁸⁵ Original: Barriers against interdisciplinarity – implications for studies of Science, technology and society (STS)

⁸⁶ Original: Higher education for sustainability by means of transdisciplinary case studies: an innovative approach for solving complex, real-world problems.

⁸⁷ Original: Analysis of the barriers to integration in landscape research projects.

⁸⁸ Original: Clarifying integrative research concepts in landscape ecology.

⁸⁹ Original: Barriers to interdisciplinarity: disciplinary discourses and student learning.

Geography in Higher Education, escrito por Bradbeer, no ano de 1999; (11) "Multidisciplinaridade, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade na pesquisa em serviços de saúde, educação e política: 2. Promotores, barreiras e estratégias de aprimoramento" ⁹⁰ (tradução nossa), publicado na revista *Clinical and investigative medicine*, escrito por Choi e Pak, no ano de 2007; (12) "Desenho e avaliação da E-saúde: desafios e aplicações para o campo interdisciplinar" ⁹¹ (tradução nossa), publicado na revista *Journal of Medical Internet Research* no ano de 2007, escrito por Pagliari; (13) "Barreiras e facilitadores no processo de criação de entendimento compartilhado em projectos de *co-design*" ⁹² (tradução nossa), publicado na revista *Design Studies*, escrito por Kleinsmann, no ano de 2008; (14) "Trabalhando na fronteira - Facilitando a interdisciplinaridade nas pesquisas sobre as mudanças climáticas" ⁹³ (tradução nossa) publicado na revista *Bulletin of the American Meteorological*, escrito por Lynch, Tryhorn e Abramson, no ano de 2008; (15) "Multidisciplinaridade, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade na pesquisa em serviços de saúde, educação e política: disciplinas, distância da interdisciplina e seleção das disciplinas" ⁹⁴ (tradução nossa), publicado na revista *Clinical and investigative medicine*, escrito por Choi e Pak, no ano de 2008.

O artigo "Praticando a interdisciplinaridade" apresenta, de maneira qualitativa, quatro tipos de barreiras diferentes. Inicialmente, exibe como barreira os valores expostos em "cada questionamento e em todos os estágios: na escolha das questões, posições teóricas, variáveis e estilo de investigação" (Lélé & Norgaard, 2005, p.968). Os autores relacionam tal barreira à disciplinaridade, em assim sendo, para fins da presente investigação, tal barreira será definida como barreira disciplinar. A segunda barreira está relacionada, também, à operacionalidade das disciplinas, diferenças teóricas e modelos explanatórios; portanto, classifica-se também como barreira disciplinar. A terceira barreira está mais uma vez relacionada a questões disciplinares, todavia mais profundas, as quais dizem respeito à estrutura epistemológica de cada disciplina, os métodos e demais peculiaridades de seu operar. A quarta barreira citada pelos autores está atrelada à relação existente entre academia/sociedade, vale dizer, o peso que possui a sociedade

⁹⁰ Original:Multidisciplinarity, interdisciplinarity, and transdisciplinarity in health research, services, education and policy: 2. Promotors, barriers, and strategies of enhancement.

⁹¹ Original:Design and evaluation in eHealth: Challenges and implications for an interdisciplinary field

⁹² Original:Barriers and enablers for creating shared understanding in co-design projects.

⁹³ Original:Working at the boundary – Facilitating interdisciplinarity in climate change adaptation research.

⁹⁴ Original:Multidisciplinarity, interdisciplinarity, and transdisciplinarity in health research, services, education and policy: 3. Discipline, inter-discipline distance, and selection of discipline.

nas escolhas da academia, ou seja, “ Fora da academia, forças em ação em uma sociedade moldam a percepção acerca da importância adquirida por uma certa disciplina, ou por um tipo particular de arranjo interdisciplinar” (Lélé & Norgaard, 2005, p.968, tradução nossa)⁹⁵. Assim, as quatro barreiras apontadas podem resumir-se a três, barreiras disciplinares, epistemológicas e sistêmicas (sociais).

O segundo artigo, "Paisagens multifuncionais - sobre a pesquisa transdisciplinar", assim define as barreiras: sociologia da academia, linguagem e sentido, diferenças entre abordagens qualitativas e quantitativas, sistema de méritos e a revisão por pares e a publicação de artigos interdisciplinares. As barreiras citadas nesse artigo são disciplinares e barreiras para a publicação de artigos, admitindo que mérito e revisão são, conforme exposto no artigo consultado, relacionadas à publicação.

O terceiro artigo, "Estudos contextuais acerca das paisagens rurais: expectativas políticas e a prática da investigação", expõe resultados de uma investigação baseada “em revisão de literatura e entrevista com agências de fomento, pesquisadores e líderes de projetos” (Tress, Tress & Fry, 2005, p. 177, tradução nossa) ⁹⁶. Conforme a citada investigação, foram encontradas e comentadas diversas barreiras resultantes das entrevistas. De acordo com que foram apontadas pelos entrevistados, são elas: distância e falta de tempo, pouca frequência de reuniões entre os participantes, problemas de liderança, resultados finais do projeto (os quais merecem ser mais bem esmiuçados e comentados a seguir). Ademais, os autores apontaram ainda as barreiras conforme foram por eles observadas, além daquelas anteriormente citadas. São elas: terminologia comum e expectativas (tanto internamente, entre os pesquisadores envolvidos no projeto, quanto na relação com o sistema político), distância, design do projeto colaborativo, infraestrutura relacionada à administração e liderança. Portanto, o artigo ora analisado cita aspectos materiais, institucionais e culturais, possuindo um viés mais abrangente do que os artigos anteriores.

O artigo "Parabéns à interdisciplinaridade: o caso do conhecimento interdisciplinar e da pesquisa" possui tom mais descritivo. No que tange às barreiras, o artigo cita aquelas relacionadas à universidade e seu viés estrutural disciplinarista que, ao

⁹⁵ Original: Forces at work in a larger society outside academia shape the perception of importance gained by a certain discipline, or by a particular kind of interdisciplinary crossing (Lélé & Norgaard, 2005, p.968).

⁹⁶ Original: we did a literature review and conducted standardised interviews with funding agencies, researchers, and project leaders (Tress, Tress & Fry, 2005, p. 177).

fim e ao cabo, traz consequências ruins do tipo “efeito dominó”: da estrutura acadêmica, para o ensino e pesquisa. A citação abaixo expõe a perspectiva que norteia o artigo:

O caso para a educação interdisciplinar, parece-me, não é tão simples como as suas congêneres de conhecimento e pesquisa. Porque filosofias educacionais são moldadas em parte pela ideologia, intuição e estética, a controvérsia sobre a extensão, o tempo e a necessidade de uma educação holística pode muito bem ser insolúvel. Aqui eu posso fazer mais do que oferecer uma visão pessoal. O curso de ação mais sólido pode envolver novamente enriquecer o vasto arquipélago disciplinar com idiosincrasias e pontes. Em nível global, isso implica uma ampla gama de programas educacionais disciplinares e interdisciplinares. Ao nível institucional, isto implica incentivar os alunos a tomar, conscientemente, pelo menos um curso integrativo (Nissani, 1997, p. 214, tradução nossa).⁹⁷

O quinto artigo, "Avaliação quantitativa das estruturas interdisciplinares em Ciência e Tecnologia - análise de co-classificação das investigações sobre Energia", em que pese estar na lista aqui contemplada, trata do tema a partir da Bibliometria, não definindo o conceito de barreira à investigação baseada em arranjos colaborativos. Dessa maneira, o uso deste artigo está prejudicado para os fins visados nessa investigação.

O sexto artigo, "Barreiras à interdisciplinaridade - implicações para os estudos da Ciência, Tecnologia e Sociedade", possui uma perspectiva ampla do “fazer ciência e tecnologia” a partir da disciplinarização e suas consequências, inclusive políticas e sociais, observadas a partir de hábitos inconscientes dos envolvidos. As barreiras citadas partem, portanto, da disciplinarização e de suas consequências operacionais. O artigo, conforme ele mesmo, pode ser assim resumido:

O trabalho interdisciplinar é complexo, pois a busca do conhecimento em diferentes campos envolve diferentes interesses, diferentes valores; e as diferentes possibilidades de conhecimento sobre diferentes temas também levam a estruturas epistemológicas diferentes. Assim, as diferenças entre especialistas de diversas disciplinas são comuns e adequadamente descritas como culturais. Trabalhos interdisciplinares exigem transcender hábitos inconscientes de pensamento. Quanto mais esses hábitos inconscientes são explicados, quanto mais compreendemos como as características díspares das várias culturas intelectuais estão relacionadas com diferentes interesses, valores, e epistemologias, mais viável torna-se o objetivo de transcender hábitos de pensamento (Bauer, 1990, p. 105, tradução nossa).⁹⁸

⁹⁷ Original: The case for interdisciplinary education, it seems to me, is not as straightforward as its knowledge and research counterparts. Because educational philosophies are shaped in part by ideology, intuition, and aesthetics, the controversy about the extent, timing, and need for holistic education may well be irresolvable. Here I can do no more than offer a personal view. The soundest course of action may again involve enriching the vast disciplinary archipelago with idiosyncrasies and bridges. At the global level, this implies a wide range of disciplinary and interdisciplinary educational programs. At the institutional level, this implies encouraging students to take at least one consciously integrative course (Nissani, 1997, p. 214).

⁹⁸ Original: Interdisciplinary work is intractable because the search for knowledge in different fields entails different interests, and thereby different values too; and the different possibilities of knowledge about different subjects also lead to different epistemologies. Thus differences among practitioners of the various

Conforme a citação anterior, o autor aponta a necessidade de aclarar interesses advindos de “hábitos inconscientes”. A partir dessa operação, poderão ser apontados e "melhor" observados os motivos pelos quais a integração, colaboração entre disciplinas, é um problema complexo, gerando condição de possibilidade para seu enfrentamento.

O sétimo artigo, " Ensino superior para a sustentabilidade, a partir de estudos de caso transdisciplinares: uma abordagem inovadora para resolver problemas complexos do mundo real", trata de um estudo de caso cujo tema é um programa educacional transdisciplinar para o desenvolvimento sustentável, denominado estudo de caso Erzherzog Johann, desenvolvido na Universidade de Graz, na Áustria. Nesse sentido, portanto, tal artigo não será utilizado nessa investigação.

O oitavo artigo, denominado "Análise das barreiras à integração em projetos de pesquisa em paisagens", analisa, de maneira frontal, as barreiras para a investigação baseada em arranjos colaborativos, sendo, portanto, bastante rico no que tange a geração de informação para a continuidade dessa investigação. O artigo descreve estudo realizado para “identificar as barreiras à integração de disciplinas e comunidades de conhecimento conforme expresso por participantes dos estudos colaborativos” (Tress, Tress & Fry, 2007, p. 374, tradução nossa)⁹⁹. Para tanto, realiza entrevistas semiestruturadas e pesquisa na internet respondida por 235 voluntários advindas de 30 países diferentes no período que vai de junho de 2003 a junho de 2004. Em resumo, foram identificadas as seguintes barreiras, expostas em sequência da mais citada a menos citada: (1) exigências de tempo; (2) falta de terminologia comum; (3) tradições acadêmicas distintas; (4) método para formulação do problema; (5) localizações geográficas diversas; (6) trabalhar no projeto em momentos diferentes do tempo; (7) interações entre os participantes; (8) falta de vontade de inovar; (9) pressão das agências fomentadoras; (10) sistema de premiação; (11) falta de conhecimento em outras disciplinas; e (12) dificuldade de interação.

A análise pormenorizada feita pelos autores resultou no adensamento das barreiras em fatores. Foram apontados 3 fatores: fator 1: barreiras interpessoais e organizacionais;

disciplines are pervasive and aptly described as cultural ones, and interdisciplinary work requires transcending unconscious habits of thought. The more those unconscious habits are explicated and the more we understand how the disparate characteristics of the various intellectual cultures are related to the necessarily different interests, values, and epistemologies, the more feasible becomes the goal of transcending thought habits (Bauer, 1990, p. 105).

⁹⁹ Original: we describe a study identifying the barriers to integration of disciplines and knowledge communities as expressed by participants in integrative landscape projects (Tress, Tress & Fry, 2007, p. 374).

fator 2: barreiras externas e de demanda de tempo; fator 3: barreiras epistemológicas e acadêmicas.

A investigação apresentada no artigo produziu resultados que interessam para a presente investigação, vale dizer: “barreiras interpessoais e organizacionais são influenciadas por determinadas características do projeto, como tamanho, orçamento, duração e o grau de integração atingidos no projeto” (Tress et al, 2007, p. 383, tradução nossa).¹⁰⁰

O nono artigo, denominado "Esclarecendo conceitos de pesquisa colaborativa na Ecologia da paisagem", amplia as discussões do oitavo artigo anteriormente citado, enfatizando a barreira relacionada à falta de terminologia comum, ou seja, barreira disciplinar, nesse sentido pouco aprofunda a discussão e tem valor limitado para essa investigação.

O décimo artigo, "Barreiras à interdisciplinaridade: discursos disciplinares e a aprendizagem dos estudantes", trata de barreiras específicas para o aprendizado, assim, não especificamente relacionadas à investigação. Todavia, cabe apontar as barreiras enfatizadas pelo autor, são elas: dificuldade para trabalhar entre disciplinas, dificuldade para trabalhar em diferentes disciplinas, dificuldade para sintetizar diferentes disciplinas (Bradbeer, 1999, p.382). Conforme o autor, tais problemas podem ter relação com diferenças epistemológicas, diferenças em discursos disciplinares, diferenças entre tradições disciplinares relacionadas ao ensino e aprendizagem e, com diferenças nas preferências de abordagem para o ensino e características dos alunos. Dessa forma, as barreiras são disciplinares, epistemológicas e culturais, resvalando no nível interpessoal (Bradbeer, 1999, p.382).

O décimo primeiro artigo, "Multidisciplinaridade, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade na pesquisa em serviços de saúde, educação e política: 2. Promotores, barreiras e estratégias de aprimoramento", possui a perspectiva americana do Team Science, ou seja, há uma certa ênfase na gestão, dando importância ao líder e a formação da equipe. As barreiras são expressamente citadas, são elas: (1) má seleção de disciplinas e de membros da equipe; (2) mau funcionamento dos procedimentos da

¹⁰⁰ Original: Interpersonal and organizational barriers are influenced by project characteristics such as project size, project budget, project duration and the degree of integration that was achieved in the project (Tress et al, 2007, p. 383).

equipe; (3) ausência de medidas adequadas para acompanhamento e avaliação do trabalho interdisciplinar; (4) ausência de diretrizes para publicação de investigações baseadas em arranjos colaborativos; (5) problemas com as diferentes linguagens disciplinares; (6) tempo insuficiente para o projeto; (7) fundos insuficientes para o projeto; (8) restrições institucionais; (9) conflitos disciplinares; (10) conflitos na equipe resultantes de causas internas ou externas; (11) falta de comunicação entre disciplinas; (12) peso diferenciado entre disciplinas.

Os autores, como se pode observar, possuem uma visão bastante abrangente de todo o contexto envolvido na operacionalidade dos arranjos colaborativos. Estão presentes na análise realizada por Choi e Pak diferentes dimensões: da equipe em si, da equipe em contato com seu contexto, da instituição, das disciplinas envolvidas. As considerações minuciosamente expostas no artigo dão insumo para a construção de um conceito de barreira mais denso e abrangente.

O décimo segundo artigo, "Desenho e avaliação da E-saúde: desafios e aplicações para o campo interdisciplinar", expõe o tema de maneira bastante específica, não apresentando de maneira mais abrangente as barreiras em si, dificultando portanto a utilização mais concreta desse artigo. Todavia, vale notar o que segue:

Parte do problema reside nas diferentes linguagens, culturas, motivos e restrições operacionais dos produtores e avaliadores de sistemas e serviços de saúde (eHealth). Este artigo reflete acerca dos benefícios e das barreiras para a colaboração interdisciplinar no contexto da eHealth, com especial atenção na relação entre os desenvolvedores de software e os pesquisadores de serviços de saúde. Os autores argumentam que o padrão comum de trabalho paralelo pode ser melhorado através do desenvolvimento de conhecimento mútuo e de respeito aos métodos, epistemologias e abordagens contextuais uns dos outros e, também, a partir do reconhecimento e aproveitamento das potenciais sinergias (Pagliari, 2007, tradução nossa).¹⁰¹

O décimo terceiro artigo, "Barreiras e facilitadores no processo de criação de entendimento compartilhado em projectos de *co-design*", trata não das barreiras, mas como os envolvidos lidam com elas especificamente em projetos de *co-design* realizados na indústria automotiva (Kleinsmann & Valkenburg). O processo utilizado resultou em

¹⁰¹ Original: Part of the problem lies in the differing languages, cultures, motives, and operational constraints of producers and evaluators of eHealth systems and services. This paper reflects on the benefits of and barriers to interdisciplinary collaboration in eHealth, focusing particularly on the relationship between software developers and health services researchers. It argues that the common pattern of silo or parallel working may be ameliorated by developing mutual awareness and respect for each others' methods, epistemologies, and contextual drivers and by recognizing and harnessing potential synergies (Pagliari, 2007)¹⁰¹.

barreiras fáticas que foram categorizadas em fatores mais genéricos. Em que pese não estar clara a existência de barreiras disciplinares, a barreira relacionada à habilidade do ator para fazer a transição de conhecimento entre áreas de conhecimento diferentes está relacionada aos jargões disciplinares e a dificuldade de produzir o “entendimento compartilhado” (*shared understanding*), como se depreende do artigo:

A comunicação sobre o conteúdo do design com colegas de outras disciplinas é difícil e delicada. O exemplo mostra que os atores tiveram bons argumentos a partir do seu ponto de vista profissional. No entanto, eles não foram capazes de criar um entendimento comum durante a conversa. Isso porque foram usadas diferentes representações do design. Além disso, cada um deles tinha diferentes responsabilidades. O engenheiro elétrico teve que produzir o dispositivo tecnicamente e o ergonomista teve de confeccionar um produto de fácil utilização. Em outras palavras, os interesses de ambos os atores estavam em conflito. Eles não tinham um entendimento comum de que fatores do design eram mais importantes (Ramesh e Tiwana, 1999; Kleinsmann e Valkenburg, 2005). Ademais, eles provavelmente usavam linguagens diferente, a fim de se explicar. Todos estes aspectos complicaram a criação de um entendimento comum entre eles (Kleinsmann, 2008, p. 370, tradução nossa).¹⁰²

Apesar da especificidade do tema, o artigo, apontando não exclusivamente para as barreiras, mas sim para a maneira de enfrentá-las, dá um passo além, sendo nesse sentido importante para a investigação atual.

O décimo quarto artigo, "Trabalhando na fronteira - Facilitando a interdisciplinaridade nas pesquisas sobre as mudanças climáticas", trata do tema barreiras, todavia, sem esmiuçá-lo. Ademais, cita e se baseia no terceiro artigo "Estudos contextuais acerca das paisagens rurais: expectativas políticas e a prática da investigação", já comentado nessa revisão e fundamental para o tema.

O décimo quinto e último artigo, "Multidisciplinaridade, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade na pesquisa em serviços de saúde, educação e política: disciplinas, distância da interdisciplina e seleção das disciplinas", foi, assim como o décimo segundo

¹⁰² Original: Communication on the design content with colleagues from other disciplines is difficult and delicate. The example shows that both actors had good arguments from their professional point of view. However, they were not able to create a shared understanding during their conversation. This was because they used different representations of the design. In addition, they each had different responsibilities. The electrical engineer had to make the hand-held device work technically and the ergonomist needed to make an easy to use product. In other words, the interests of both actors were in conflict. They lacked a shared understanding of which design factors were most important (Ramesh and Tiwana, 1999; Kleinsmann and Valkenburg, 2005). On top of that, they probably used different jargon in order to explain themselves. All these aspects complicated the creation of shared understanding between them (Kleinsmann, 2008, p. 370).

artigo, escrito por Choi e Pak. Diferentemente do citado, o artigo ora comentado não trata especificamente do tema.

Os artigos acima citados e analisados foram produzidos entre os anos 1990 e 2008, distribuídos da seguinte forma, conforme exposto em ISI WOS:

Tabela 2: Artigos por ano de publicação

Campo: Anos de publicação	Contagem do registro	% de 15	Gráfico de barras
2005	3	20.000 %	
2007	3	20.000 %	
2008	3	20.000 %	
1990	1	6.667 %	
1992	1	6.667 %	
1997	1	6.667 %	
1999	1	6.667 %	
2001	1	6.667 %	
2006	1	6.667 %	

Fonte: ISI WOS, 2013.

Conforme os dados, pode-se notar que 66,67% dos artigos estão concentrados no período que se estende entre 2005-2008.

Os artigos foram escritos nos seguintes países, conforme informação disponibilizada em ISI WOS:

Tabela 3: Artigos por países

Campo: Países/Territórios	Contagem do registro	% de 15	Gráfico de barras
NETHERLANDS	4	26.667 %	
NORWAY	4	26.667 %	
USA	3	20.000 %	
CANADA	2	13.333 %	
SCOTLAND	2	13.333 %	
AUSTRALIA	1	6.667 %	
AUSTRIA	1	6.667 %	
ENGLAND	1	6.667 %	
INDIA	1	6.667 %	

Fonte: ISI WOS, 2013.

A União Europeia, representada por Holanda (4), Escócia (2), Inglaterra (1) e Áustria (1), é a maior produtora de artigos sobre o tema. Os artigos somados representam mais de 50% da mostra.

No que tange as disciplinas envolvidas:

Tabela 4: Artigos por disciplinas

<input type="checkbox"/> Visualizar registros <input type="checkbox"/> Excluir registros	Campo: Áreas de pesquisa	Contagem do registro	% de 15	Gráfico de barras
<input type="checkbox"/>	ENVIRONMENTAL SCIENCES ECOLOGY	5	33.333 %	
<input type="checkbox"/>	GEOGRAPHY	3	20.000 %	
<input type="checkbox"/>	PHYSICAL GEOGRAPHY	3	20.000 %	
<input type="checkbox"/>	ENGINEERING	2	13.333 %	
<input type="checkbox"/>	RESEARCH EXPERIMENTAL MEDICINE	2	13.333 %	
<input type="checkbox"/>	URBAN STUDIES	2	13.333 %	
<input type="checkbox"/>	BUSINESS ECONOMICS	1	6.667 %	
<input type="checkbox"/>	EDUCATION EDUCATIONAL RESEARCH	1	6.667 %	
<input type="checkbox"/>	GEOLOGY	1	6.667 %	
<input type="checkbox"/>	HEALTH CARE SCIENCES SERVICES	1	6.667 %	
<input type="checkbox"/>	LIFE SCIENCES BIOMEDICINE OTHER TOPICS	1	6.667 %	
<input type="checkbox"/>	MEDICAL INFORMATICS	1	6.667 %	
<input type="checkbox"/>	METEOROLOGY ATMOSPHERIC SCIENCES	1	6.667 %	
<input type="checkbox"/>	PUBLIC ADMINISTRATION	1	6.667 %	
<input type="checkbox"/>	SOCIAL ISSUES	1	6.667 %	
<input type="checkbox"/>	SOCIAL SCIENCES OTHER TOPICS	1	6.667 %	

Fonte: ISI WOS, 2013.

Ao analisar as informações acima, pode-se observar que o tema interessa e é trabalhado em diversas disciplinas de diferentes campos da ciência. O tema é trabalhado com mais ênfase nas ciências ambientais e na Geografia. Assim, pode-se concluir que, cientificamente, as interações sociais com o intuito de moldar o espaço, considerada sua relação com o meio ambiente, utilizam de maneira mais intensa os arranjos colaborativos e, assim, são mais afetadas pelas barreiras à sua operacionalidade.

E os autores envolvidos:

Tabela 5: Artigos por autores

<input type="checkbox"/> Visualizar registros <input type="checkbox"/> Excluir registros	Campo: Autores	Contagem do registro	% de 15	Gráfico de barras
<input type="checkbox"/>	FRY G	3	20.000 %	
<input type="checkbox"/>	TRESS B	3	20.000 %	
<input type="checkbox"/>	TRESS G	3	20.000 %	
<input type="checkbox"/>	CHOI BCK	2	13.333 %	
<input type="checkbox"/>	PAK AWP	2	13.333 %	
<input type="checkbox"/>	ABRAMSON R	1	6.667 %	
<input type="checkbox"/>	BAUER HH	1	6.667 %	
<input type="checkbox"/>	BRADBEER J	1	6.667 %	
<input type="checkbox"/>	FRY GLA	1	6.667 %	
<input type="checkbox"/>	KLEINSMANN M	1	6.667 %	
<input type="checkbox"/>	LELE S	1	6.667 %	
<input type="checkbox"/>	LYNCH AH	1	6.667 %	
<input type="checkbox"/>	NISSANI M	1	6.667 %	
<input type="checkbox"/>	NORGAARD RB	1	6.667 %	
<input type="checkbox"/>	PAGLIARI C	1	6.667 %	
<input type="checkbox"/>	POSCH A	1	6.667 %	
<input type="checkbox"/>	STEINER G	1	6.667 %	
<input type="checkbox"/>	TJUSSEN RJW	1	6.667 %	
<input type="checkbox"/>	TRYHORN L	1	6.667 %	
<input type="checkbox"/>	VALKENBURG R	1	6.667 %	

Fonte: ISI WOS, 2013.

Uma vez expostos os dados quantitativos disponíveis em ISI, serão analisadas as diferentes formas de tratar o tema barreiras nos artigos selecionados. É importante frisar que as barreiras relacionadas com arranjos colaborativos *lato sensu* são expostas em diferentes artigos, a partir de diferentes perspectivas dos arranjos, sejam eles via interdisciplinaridade, transdisciplinaridade, estudos integrativos em paisagens rurais, colaboração no design de novos produtos, ensino, etc. Tais características apontam a amplitude do tema e seu trato por diferentes searas da ciência a partir de perspectivas diversas.

Uma vez terminada a análise, fica prejudicado o uso dos artigos (5), (7), (9), (14) e (15). O quinto artigo, em que pese estar na lista aqui contemplada, trata do tema a partir da Bibliometria, não definindo o conceito de barreira para a investigação baseada em arranjos colaborativos, portanto, prejudicado seu uso para dessa investigação. O sétimo artigo trata de um projeto educacional de desenvolvimento sustentável transdisciplinar, tal artigo não discute o conceito de barreira, assim, não será utilizado. O nono artigo repisa e alarga as discussões do oitavo artigo anteriormente citado, enfatizando a barreira relacionada à falta de terminologia comum, ou seja, barreira disciplinar. Nesse sentido pouco aprofunda a discussão e tem valor limitado para essa investigação. O décimo quarto artigo trata do tema barreiras, todavia, sem esmiuçar o tema, não sendo, portanto, importante para esta investigação. O décimo quinto e último artigo foi, assim como o décimo segundo artigo, escrito por Choi e Pak. Diferentemente do já citado o artigo ora comentado não trata especificamente do tema.

Além dos artigos citados, indexados em ISI WOS, será utilizado o trabalho de Henrik Bruun, Janne Hukkinen, Katri Huutoniemi e Julie Thompson Klein, produzido para o Governo Finlandês no ano de 2005, e outros tantos trabalhos que possam mais bem amparar os resultados dessa investigação.

Dada a estrutura produzida, a tipologia de barreira levará em conta, além dos resultados dos métodos cienciométricos, sua abrangência inerente (devido aos seus diferentes tipos) e a possibilidade de comparação. Tudo no sentido de gerar condição de possibilidade para melhor observar as peculiaridades das barreiras constatadas nos INCTs investigados em cotejo com aquelas registradas nos artigos mais citados indexados em ISI.

Adiante, será apontada e explicada a tipologia produzida com amparo do método cienciométrico: (1) barreiras interpessoais; (2) barreiras disciplinares; (3) barreiras do projeto; (4) barreiras à recepção; e (5) barreiras organizacionais e sistêmicas.

As *barreiras interpessoais* dizem respeito à interação entre os participantes, a dificuldade de tentar algo novo, problemas com o líder da equipe. Assim, problemas para trabalhar em equipe amplamente considerados que não estejam especificamente relacionados às barreiras disciplinares, pois os dois fatores podem vir a mesclar-se no caso, por exemplo, relacionado à falta de linguagem comum, que eventualmente aponta para a problemas de interação.

As *barreiras disciplinares* são aquelas relacionadas à tradição acadêmica, à formulação dos problemas, levando-se em conta, nesse ponto, teorias, métodos e modelos específicos das disciplinas envolvidas, algo que pode vir a dificultar a emergência de uma linguagem que cristalize comunicação colaborativa, ou seja, comunicação além de concordâncias ou discordâncias que probabilize o diálogo entre as diferentes disciplinas envolvidas. O que se define como comunicação colaborativa é algo que aponta para a compreensão compartilhada do objeto investigado ou para a busca dessa linguagem comum, ponto considerado importante para, por exemplo, a emergência dos arranjos mais densos, leia-se, inter e transdisciplinaridade.

As *barreiras à recepção*, conforme a utilizam Bruun, et al (Bruun et al, 2005), serão observadas e caracterizadas a partir dos relatos dos investigadores envolvidos, especificamente no que toca a aceitação, por revistas especializadas, de publicações produzidas por grupos formados por pesquisadores originários de diferentes tradições disciplinares organizados em arranjos colaborativos densos e as condições e justificativas de eventual aceitação ou rejeição.

As *barreiras do projeto* estão relacionadas ao tempo, fomento, geografia dos participantes, infraestrutura e outras tantas que possam vir a afetar a operacionalidade dos arranjos no nível operacional.

As *barreiras sistêmicas* têm peso extra nessa investigação, pois estão relacionadas às condições institucionais que podem vir a agravar ou a atenuar outras tantas barreiras, pensando não no nível da capacidade de intervenção que tem o sistema político nas instituições que estão sob sua supervisão, mas sim, no nível da

operacionalidade do acoplamento estrutural entre ciência e política. De maneira mais específica, no que diz respeito a essa investigação, no acoplamento entre INCTs e os diversos sistemas nos quais está acoplado.

CAPÍTULO 3

3. Contexto da prática: compreendendo as barreiras à operacionalidade dos arranjos colaborativos nos INCTs investigados a partir da observação dos pesquisadores

Este capítulo tem por objetivo analisar os arranjos colaborativos nos INCTs investigados, buscando compreender sua operacionalidade e as barreiras que existem para o seu desenvolvimento. Parte-se da análise do surgimento e da operacionalidade dos INCTs, seguido da definição e da operacionalidade dos arranjos colaborativos.

Antes da realização da análise de entrevistas, foi realizada a análise das barreiras faticamente encontradas e do comportamento da categorização produzida com base na Cienciometria. Nesse ponto, verificou-se que tal categorização não estava totalmente adequada ao caso dos INCTs investigados.

Existem barreiras mais densas que outras, tais barreiras afetam diferentemente a operacionalidade dos arranjos colaborativos e, fundamentalmente, possuem origens diferentes. Para a produção de uma categorização de barreiras que melhor se adequasse ao caso estudado, foi utilizada a teoria luhmanniana em combinação com os produtos da análise cienciométrica realizada. Com base nessa perspectiva, realizou-se uma divisão entre barreiras operacionais e barreiras semânticas, barreiras que dizem respeito aos INCTs e seus acoplamentos.

As barreiras operacionais emergem a partir da operação dos arranjos colaborativos nos INCTs, já as barreiras semânticas emergem a partir das interações, dos acoplamentos estruturais que realizam os INCTs investigados com os sistemas a eles acoplados, estando, assim, mais frontalmente relacionadas a processos anteriores à criação dos INCTs e, fundamentalmente, fora do controle de sua Direção. Dizem respeito, mais especificamente, ao sentido cristalizado a partir de operações sistêmicas distintas que não se coordenam, portanto, estão relacionadas à semântica estrutural dos sistemas que interagem diretamente com os INCTs investigados, impactando negativamente na sua operação.

As barreiras do gênero operacional (doravante barreiras operacionais) são aquelas que dificultam o desenvolvimento dos arranjos colaborativos na própria

operacionalidade dos INCTs. São barreiras mais fluidas, relacionadas à dinâmica organizacional do INCT, como por exemplo a falta de tempo, as interações entre os grupos que compõem os INCTs. Assim, as barreiras interpessoais e as barreiras do projeto podem ser categorizadas como barreiras operacionais.

Barreiras do gênero semântico (doravante barreiras semânticas) são aquelas que dizem respeito à descoordenação entre operações sistêmicas. São barreiras densas, que se relacionam à necessidade de alterações estruturais na operação do sistema educacional, científico ou até mesmo no sistema político, como por exemplo, a burocracia inerente às operações entre Ciência e Política, a descontinuidade das políticas do Ministério de Ciência. Podem ser categorizadas como barreiras semânticas as barreiras disciplinares, as barreiras à recepção e as barreiras sistêmicas. Com base na categorização apresentada, será realizada a presente análise de entrevista.

Nesta análise buscou-se expor e compreender, da maneira mais fidedigna possível, as entrevistas feitas com os pesquisadores que compõem os INCTs investigados. Foram realizadas observações das observações realizadas pelos pesquisadores durante as entrevistas. À medida que se observava a observação dos pesquisadores acerca da operacionalidade do INCTs, foram observadas observações acerca das barreiras à operacionalidade dos arranjos colaborativos. Para isso, foi utilizado o método luhmanniano por excelência, a observação de segunda ordem. As observações divergentes serão mais bem detalhadas, visando ampliar o contexto de análise e apontar conclusões que melhor retratam o objeto dessa investigação.

3.1 INCTS investigados

Os INCTs investigados possuem diferenças e similaridades entre si. Tais INCTs têm como objeto de pesquisa temas que podem ser relacionados às seguintes áreas da ciência: Exatas e da Terra, Biológicas, Humanas e da Saúde. Com base na ordem apresentada, os Institutos foram classificados em INCT A, INCT B, INCT C e INCT D. Assim, o INCT A possui tema relacionado às Ciências Exatas e da Terra; o INCT B possui tema relacionado às Ciências Biológicas; o INCT C possui tema relacionado às Ciências Humanas; e, por fim, o INCT D possui tema relacionado às Ciências da Saúde.

As características de cada um dos INCTs são apontadas em seus respectivos sítios web¹⁰³, não havendo ali informações sobre a presença de alunos (salvo no INCT C) ou bolsistas. Há apenas informações sobre Mestres e Doutores. Uma vez obtidas tais informações, foi realizada busca individual no currículo Lattes de cada um dos pesquisadores que compõem os diferentes INCTs investigados, visando à obtenção dos dados apresentados adiante.

Conforme descrito em seu sítio web, o INCT A investiga 3 temas interrelacionados. Nessa descrição não consta um problema de investigação que una os temas citados e que, portanto, gere um norte para as ações do INCT. Esse Instituto é formado por pesquisadores provenientes de diferentes áreas de formação na Graduação:

Quadro 4: Graduação por área INCT A

<u>Graduação</u>	<u>n. de graduados</u>
Física	34
Química	5
Biologia	4
Medicina	6
Matemática	1
Estatística	1
Farmácia	1
Biomedicina	1
Eng. Civil	1
Eng. Química	1
Odontologia	1
Nutrição	1
Eng. Elétrica	1
	58

Elaborado pelo autor

Assim, num universo de 59 pessoas (não houve possibilidade de obter a informação acerca da graduação de um dos pesquisadores), constituído por 37 homens (62,7%) e 22 (37,3%) mulheres, abrangendo 13 disciplinas diferentes no nível da graduação, 70,6% advém das ciências exatas e da terra (conforme a classificação CAPES), físicos, engenheiros, matemáticos e estatísticos. Nesse INCT, 21% dos

¹⁰³ As informações foram coletadas nos sítios web dos INCTs investigados de acordo com orientação dos pesquisadores entrevistados. Esses dados representam uma fotografia momentânea da operacionalidade dos INCTs investigados. Registre-se, que a entrada e saída de mestrandos e doutorandos dos quadros dos diferentes INCT é bastante dinâmica.

integrantes tiveram sua formação na área das ciências da saúde. Nenhum integrante teve formação na área das ciências humanas.

A formação dos integrantes deste INCT no nível de Doutorado ocorreu em 8 disciplinas diferentes, com maior destaque para a área das ciências exatas (74,5% se somada a quantidade de Doutores em Física, Química e Estatística).

Quadro 5: Doutorado por área INCT A

<u>Doutorado</u>	<u>n. de Doutores</u>
Física	38
Química	4
Biologia	7
Medicina	5
Estatística	2
Farmácia	1
Biomedicina	1
Odontologia	1
	59

Elaborado pelo autor

O INCT A está distribuído por 9 estados abrangendo 3 regiões geográficas distintas.

O INCT B, conforme exposto em seu site web, possui duas linhas de pesquisa complementares. Além disso, aponta 5 temas nos quais os pesquisadores realizam investigação. Todavia, não expõe um problema de investigação que una os temas citados e que, portanto, norteie as ações deste INCT. Tal Instituto, mais concentrado nas ciências biológicas, é formado por 51 pesquisadores, 32 homens (61,5%) e 19 (39,5%) mulheres. Esse INCT é composto por pesquisadores advindos, no nível de graduação, de 15 disciplinas diferentes pertencentes ao espectro das ciências biológicas (deve-se frisar que não houve possibilidade de obter informações acadêmicas de 1 componente desse INCT), conforme adiante:

Quadro 6: Graduação por área INCT B

<u>Graduação</u>	<u>n. de graduados</u>
Engenharia Mecânica	2
Engenharia Química	12
História Natural	5
Agronomia	4
Biologia	6

Engenharia Metalúrgica	2
Engenharia Agrônômica	1
Química	7
Ecologia	1
Física	4
Engenharia Agrícola	2
Computação	1
Arquitetura	1
Mineralogia	1
Engenharia Civil	1
	50

Elaborado pelo autor

No que tange à formação no nível do Doutorado, a quantidade de disciplinas é reduzida em uma, pois, os pesquisadores entrevistados estavam, no nível de graduação, divididos em 15 disciplinas diferentes e, no Doutorado dividiram-se em 14 disciplinas diversas. Dois pesquisadores não possuíam quando da coleta de dados o grau de Doutor, o que justifica a diferença quantitativa verificada:

Quadro 7: Doutorado por área INCT B

Doutorado	n. de Doutores
Engenharia de Matérias (inclui E. Metalúrgica)	11
Ecologia	4
Biologia	2
Química	7
Agronomia	6
Ecologia	3
Engenharia Química	4
Engenharia Ambiental	3
Engenharia Geotécnica	1
Física	4
Arquitetura	1
Comunicação	1
Bioquímica	1
	48

Elaborado pelo autor

O INCT B está distribuído por 2 estados do Brasil, um na região Sudoeste e outro na região Nordeste. No exterior, o INCT possui parceiros em continentes diversos.

O INCT C, como demonstrado em seu sítio web, possui 4 linhas de pesquisa que se interrelacionam. No caso desse Instituto, as linhas de pesquisas são pontuais e

expressadas na forma de problemas de investigação. Além disso, está claramente delineado um problema, uma pergunta, que guia os trabalhos desse Instituto, vale dizer, o Instituto tem como finalidade gerar respostas para problemas sociais concretos e bem delimitados. Pode-se afirmar que esse INCT realiza, efetivamente, pesquisa orientada para o problema, dada a apresentação de uma pergunta de investigação específica que une as diferentes linhas de pesquisa e ampara as ações do INCT, algo que não se pode afirmar em relação aos outros INCTs investigados.

O INCT C, cujo tema está relacionado às ciências humanas, conforme classificação da Capes, possui 58 pesquisadores, 24 (41, 3%) homens e 34 (58,7%) mulheres. O INCT C é composto por pesquisadores advindos, no nível de graduação, de 14 disciplinas diferentes que envolvem áreas distintas: ciências humanas, sociais aplicadas e da vida. Um pesquisador possui 2 graduações, o que justifica os números apresentados adiante (deve-se frisar que não houve possibilidade de obter informações acadêmicas de 1 componente):

Quadro 8: Graduação por área INCT C

<u>Graduação</u>	<u>n. de graduados</u>
Ciências Sociais	32
Direito	10
Psicologia	4
Medicina	2
Sociologia	1
Ciência Política	1
Enfermagem	1
Jornalismo	1
História	1
Comunicação	1
Filosofia	1
Publicidade	1
Relações Internacionais	1
Terapia Ocupacional	1
	58

Elaborado pelo autor

No total, 15 pesquisadores não possuíam, no momento da coleta de dados, o grau de Doutor, o que altera os dados apresentados no nível da graduação e expressa uma maior concentração de Doutores na área das Ciências Humanas.

Quadro 9: Doutorado por área INCT C

Doutorado	n. de Doutores
Sociologia	27
Direito	5
Saúde Pública	5
Psicologia	2
Ciência da Saúde	1
Antropologia	1
Ciência Política	1
	42

Elaborado pelo autor

O INCT C está espalhado por 4 estados brasileiros: 1 na região Sul, 2 na região Sudeste e 1 na região Nordeste.

Conforme exposto em seu sítio web, o INCT D pesquisa um tema abrangente. O que se observa é o desejo de conhecer melhor e mais amplamente tal tema. A descrição constante do sítio web não aponta um problema específico que norteie as ações dos diferentes grupos que compõem esse INCT. Tal Instituto, está diretamente relacionado às ciências da vida. Possui em seu site 42 pesquisadores registrados, 25 homens (59,5%) e 17 (40,5%) mulheres, distribuídos, no nível de Graduação, em 11 disciplinas diferentes.

Quadro 10: Graduação por área INCT D

Graduação	n. de graduados
Medicina	10
Farmácia	9
Veterinária	1
Biologia	11
Física	2
Enfermagem	1
Química	4
Odontologia	1
Análises Clínicas	1
Genética	1
Ciências	1
	42

Elaborado pelo autor

No que diz respeito ao nível de Doutorado, a alteração é pequena. O Doutorado dos diferentes pesquisadores foi realizado, em sua maioria, em disciplinas pertencentes às ciências da vida.

Quadro 11: Doutorado por área INCT D

Doutorado	n. de Doutores
Bioquímica	28
Química	5
Biologia	3
Ciências	1
Medicina	2
Engenharia de Minas	1
Genética	2
	42

Elaborado pelo autor

O INCT D está distribuído por 5 estados. Tais estados são dois pertencentes à região Sul, dois à região Sudeste e um à região Nordeste.

Com base nas informações analisadas nos sítios web de cada um dos INCTs investigados, pode-se afirmar, excetuando-se o INCT C, que os diferentes grupos não são estimulados a interagir a partir de uma pergunta de investigação que norteie suas atividades no âmbito destes INCTs. Amparado por essa constatação, pode-se concretamente afirmar que distintos grupos de pesquisadores estão unidos nos INCTs investigados, com a exceção já citada, primeiramente porque se dedicam ao mesmo tema ou área de conhecimento, situação, aliás, expressamente apontada no Edital do Programa (MCTI, CNPq, 2008).¹⁰⁴ Dessa forma, o tema ou área de conhecimento antecede, tem primazia em relação à busca de respostas para um problema de pesquisa além do alcance dos grupos disciplinares envolvidos.¹⁰⁵

A partir do que consta no Edital, observa-se que, na estruturação dos INCTs, enfatiza-se a compreensão abrangente de um determinado tema ou área do conhecimento. Assim, a princípio diferentes disciplinas observam um determinado tema a partir de suas próprias lentes, gerando respostas mais amplas e completas acerca dele. Nesse contexto, assim expõe Daniel Alpert:

Proponho o termo multidisciplinar para definir um centro ou laboratório onde pesquisadores de diferentes disciplinas (ou departamentos) compartilham instalações, abordagens de pesquisa ou ambientes comuns. Por vezes, tudo o que é compartilhado é um "argumento bem formulado" ou a busca conjunta

¹⁰⁴ No item "Estrutura e Funcionamento dos INCTs" constante do Regulamento do Edital de 2008 que rege o Programa pode-se ler: Os Institutos Nacionais deverão ser caracterizados por uma área ou tema de atuação bem definidos, em área de fronteira da ciência ou da tecnologia, ou em áreas estratégicas do Plano de Ação 2007-2010: Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Nacional.

¹⁰⁵ Cada instituto deverá ter um tema de atuação claramente definido; esse tema deve ser um programa bem estruturado de pesquisa científica ou tecnológica que permita avanços científicos substanciais ou desenvolvimento tecnológico inovador, e não apenas um projeto de pesquisa ou um conjunto de projetos de pesquisa, mesmo que aparentados ou vinculados. (MCTI, CNPq, 2008, p. 4)

por recursos públicos. Como exemplo de um centro que enfrenta problemas reais, pode ser citado um laboratório multidisciplinar para pesquisa de materiais que inclui metalúrgicos, físicos e químicos do estado sólido, cujo trabalho é beneficiado pelo compartilhamento de instalações laboratoriais, bem como por um ambiente intelectual agradável É importante notar que em qualquer dos exemplos, os problemas abordados por um determinado cientista não requerem a participação de outros para serem solucionados; o pesquisador se beneficia do ambiente intelectual compartilhado, dos recursos laboratoriais comuns, mas, enfrenta problemas relacionados à sua própria disciplina. Um centro interdisciplinar, a partir da perspectiva por mim utilizada nessa exposição, tem como foco principal o enfrentamento de problemas que exigem a perspectiva de diferentes especialistas e demandam esforço conjunto para serem solucionados. O problema enfrentado determina a seleção dos pesquisadores envolvidos em um determinado projeto. (Alpert, 1969, p. 2-3, tradução nossa).¹⁰⁶

Com respaldo na citação anterior, é plausível afirmar que a primazia do tema ou área do conhecimento aponta para a perspectiva multidisciplinar, mais ainda quando tal primazia não está combinada com medidas que estimulem a interação entre os grupos. Por outro lado, a pesquisa orientada para o problema, cristalizada em uma pergunta de investigação que indica um norte para as operações do INCT, aponta para a perspectiva interdisciplinar. Tal perspectiva estimula a maior interação entre os grupos, colocando em primeiro lugar a pesquisa do INCT e não as atividades isoladas dos grupos que o compõe. Deve-se salientar que as perspectivas multidisciplinar e interdisciplinar anteriormente mencionadas, podem ou não concretizar-se, tal concretização está relacionada à dinâmica operacional dos distintos INCTs.

Após a caracterização dos INCTs investigados, realizou-se a análise das entrevistas que visou observar a operacionalidade dos INCTs e as barreiras que afetam o desenvolvimento dos arranjos colaborativos nesses Institutos. Serão expostos e analisados, nos próximos subitens, pontos importantes das entrevistas realizadas com os pesquisadores dos INCTs investigados, visando atingir os objetivos almejados nessa tese.

¹⁰⁶ Original: I propose the term multidisciplinary to describe a center or laboratory in which individual scholars from different disciplines (or departments) share common facilities, common research approaches or a common environment. Sometimes all they share in common is a “sales pitch” or a joint search for Federal Funds. As an example of a center addressing a real need, a multidisciplinary materials research laboratory may include metallurgists, solid-state physicists, or solid-state chemists whose work is benefited by sharing experimental facilities as well as a congenial intellectual environment It is important to note that in either of the examples the problems tackled by a given scientist or scholar typically do not require the participation of others in reaching a solution; the individual researcher benefits from the shared intellectual environment, the joint funding of common physical facilities, but he works on problems posed by his own discipline. An interdisciplinary center, as I will use the term, has as its prime focus the consideration of problems which call for the insights of experts in a number of disciplines and demands an interactive joint effort to reach a solution. It is the problem that determines the selection of the personnel involved in a given project. (Alpert, 1969, p. 2-3)

3.2 Surgimento e operacionalidade dos INCTs

De acordo com um dos pesquisadores entrevistados, os "INCTs brasileiros foram inspirados nos Institutos Nacionais de Saúde (NIH) americanos" (Pesquisador entrevistado do INCT A2).

Conforme exposto no sítio web oficial, "O Instituto Nacional de Saúde (NIH) é a agência mais importante dos Estados Unidos para investigação biomédica, a qual abrange o amplo espectro de investigação nas ciências básica, translacional, clínica, social e comportamental, lidando com muitos aspectos da Biologia e abrangendo quase todas as doenças e incapacidades humanas". "Iniciada em 1887 como um laboratório de um quarto em Staten Island, NY, a agência foi oficialmente designada "NIH" pelo Congresso em 1930" (NIH, 2015, p.3, tradução nossa).

Atualmente, o NIH é formado por 27 Institutos de temas variados dentro do espectro das ciências da saúde e 6 Centros de pesquisa. O centro dessa estrutura, o qual permite a produção transdisciplinar lá realizada, é o escritório de investigação científica comportamental e social (OBSSR). Esse escritório, criado em 1993, tem como função assessorar a Diretoria do Instituto e "é responsável por estimular, integrar e aumentar o apoio às pesquisas sociais e comportamentais entre os 27 Institutos e Centros que constituem o NIH" (Mabry, Olster, Morgan, Abrams, 2008, p.211, tradução nossa)¹⁰⁷. Os princípios que regem tal escritório são: ciência básica da próxima geração, pesquisa interdisciplinar, ciência de sistemas (Ref. do autor: system Science) e foco baseado na resolução de problemas visando o impacto social (Mabry, Olster, Morgan, Abrams, 2008, p.211, tradução nossa), - conforme exposto anteriormente nessa tese "pesquisa orientada a problemas" - a visão do citado escritório é "transdisciplinar" (Mabry, Olster, Morgan, Abrams, 2008, p.212).

O primeiro objetivo do Planejamento estratégico para o período de 2016 a 2020 denominado "Oportunidades avançadas na pesquisa biomédica" (tradução nossa) inclui "esforços para promover uma maior distribuição de dados, visando melhorar a capacidade dos cientistas na produção de estudos interdisciplinares, permitindo novos tipos de

¹⁰⁷ Original: is mandated to stimulate, integrate, and increase support for behavioral and social sciences research across the 27 institutes and centers that constitute the NIH (Mabry, Olster, Morgan, Abrams, 2008, p.211).

parcerias." ¹⁰⁸ (NIH, 2015, p. 9, tradução nossa). O trabalho científico, realizado pelos NIH, amparado na operacionalidade dos arranjos colaborativos, é apontado e discutido em outros tantos artigos e relatórios produzidos por pesquisadores que integram os diversos Institutos e Centros que formam o NIH. Nesse contexto, vale destacar os artigos publicados na Revista American Journal of Preventive Medicine que, acerca do tema "transdisciplinaridade" incluem como autor o Dr. Daniel Stokols.

Conforme será exposto adiante, a operacionalidade dos INCTs investigados não pode, no momento em que se realiza essa investigação, ser comparada com as operações levadas a cabo nos NIH americanos, por muitas razões. Principalmente, por conta do tempo de operação dos institutos americanos e do assessoramento executado pelo escritório citado (OBSSR), que probabilizam - em conjunto com outras medidas - o nível de densidade e maturidade dos arranjos colaborativos lá em operação, amparados por uma estrutura de fomento continuada, parametrizada por processos contínuos de acompanhamento e avaliação. Tais escritórios poderiam vir a ser mais bem estudados por pesquisadores brasileiros, visando verificar a possibilidade de implantação de algo similar no contexto dos INCTs, tomando-se o cuidado de adequar suas características ao caso brasileiro.

3.2.1 Surgimento dos INCTS

O Programa INCT buscou, nesse primeiro período de 6 anos (2008 a 2014, eventualmente 9 anos caso seja contada a experiência com os Institutos do Milênio, dada a relação entre os dois Programas), institucionalizar relações novas e aquelas que já existiam pela própria prática científica, entre grupos nacionais e internacionais. Visando atingir esses objetivos, foram elencadas no Edital, entre outras disposições, a primazia do tema ou área do conhecimento que dá ensejo aos trabalhos realizados nos diferentes INCTS e a dispersão geográfica dos grupos que os compõem.

O Programa proporcionou às relações entre os diferentes grupos que compõem os INCTS, em maior ou menor grau, outras funcionalidades (formação de pessoas, maior interação com a empresa, maior interação com a sociedade, produção de ciência na fronteira do conhecimento e operacionalidade de arranjos colaborativos), com amparo econômico estável, vale dizer, a partir de fundos atrelados ao mesmo. Importante

¹⁰⁸ Original: efforts to promote increased data sharing, to enhance the ability of scientists to pursue interdisciplinary studies, and to enable new types of partnerships (NIH, 2015, p. 9).

registrar que tanto o INCT A, quanto o INCT B, sucederam um Instituto do Milênio, algo que não ocorre com os INCTs C e D.

A estrutura do INCT A é praticamente a mesma, com poucas alterações que, assim, não modificaram os trabalhos executados sob a égide dos Institutos do Milênio. Esse INCT é constituído por um grupo coeso que trabalha em conjunto desde o ano de 2005, no contexto dos Institutos Milênio. Por esse motivo e pela inclusão de cientistas advindos das diferentes – grandes - áreas da ciência, esse INCT teve um número maior de pesquisadores entrevistados.

O INCT B, conforme constatado nas entrevistas, possui algumas alterações estruturais que não refletem a operacionalidade do Instituto do Milênio anterior, como, por exemplo, novos integrantes no Comitê Gestor.

O INCT C, conforme observado em sede de entrevista, é composto por um grupo multidisciplinar de pesquisadores que produz em conjunto desde os anos 90. No mesmo diapasão, o INCT D reúne pesquisadores que trabalham em conjunto há algum tempo, conforme informou o pesquisador entrevistado. No entanto, deve ser considerado que, em todos esses INCTs, há novos grupos advindos de disciplinas diferentes, menos integrados ao grupo original, o que pode trazer benefícios (novas perspectivas de análise) e eventuais prejuízos (tempo de integração ao grupo original, conhecimento das práticas).

Conforme um dos entrevistados, a base do INCT B, do qual ele faz parte, formou-se da seguinte maneira:

Então, eu acho, tentando ser muito resumido... eu diria o seguinte: nós temos várias parcerias, tanto nacionais quanto internacionais, que nós nos aproximamos pela similaridade de tema, ou por interesses comuns em temas de pesquisa que antecediam a existência inclusive dos INCTs, aqui com os INCTs essa possibilidade se abriu mais. O que quero dizer é que as instituições envolvidas num primeiro momento... é claro, ... foram envolvidas pelo esforço dos pesquisadores individualmente, que têm os seus contatos na Alemanha, no Chile, enfim nos diferentes lugares de interesses potencialmente comuns e ..., fizemos contatos nesse sentido (Pesquisador entrevistado do INCT B).

O pesquisador do INCT D assim definiu a formação desse INCT: "É, normalmente, começa no pessoal e aí acaba envolvendo outras pessoas do grupo". De maneira semelhante, o Pesquisador do INCT C afirmou o seguinte:

É isso, foi aos poucos, fomos construindo nos anos 90, essa inter-relação muito por oportunidades que os encontros científicos ofereciam, a gente sistematicamente estava presente, e pouco a pouco foi criando uma rede...com a liderança do pesquisador X na Associação internacional da nossa

disciplina...e ajudou a se concretizar isso no INCT atual, tanto que já mandamos no novo Edital, o mesmo grupo ampliado (Pesquisador entrevistado do INCT C).

Conforme pontuado por um dos pesquisadores entrevistados, assim está caracterizada a operação do INCT A:

o nosso INCT tem essa característica, ele junta diferentes disciplinas...cada um desses grupos desenvolvendo a sua pesquisa basal e tem algumas que a gente junta alguns grupos.....não é que tem uma coisa que todo mundo faz, é uma coisa que junta alguns grupos da disciplina x, y e z, outro que vai juntar outros grupos na medida do contato que a gente tem (Pesquisador entrevistado do INCT A1).

De acordo com o que foi solicitado pelo Edital do Programa, pode-se dizer, com as ressalvas que serão aqui apontadas, que os INCTs pesquisados trabalham em grupo ou em rede sobre um tema específico ou área do conhecimento: "O INCT é feito por grupos, não por pessoas" (Pesquisador entrevistado do INCT A1). A operacionalidade dos INCTs, de acordo com a observação de todos os pesquisadores entrevistados como "em grupo", desenvolve-se da seguinte maneira:

...na hora que você tem uma pergunta, o cara que é o idealizador, que é o coordenador (ele), imagina quais são os grupos que mais vão responder parte das perguntas e a partir dali...reuniões, seminários e tudo mais...cada um vai colocando pedacinho daquela pergunta e você tem ali uma resposta maior... (Pesquisador entrevistado do INCT A2).

Em que pese a resposta do Pesquisador do INCT A1 apontar que o INCT do qual ele faz parte trabalha em grupo, as frases repetidas e os sentidos de muitas declarações ao longo do período de entrevista expõem uma outra perspectiva: "Então, aqui você tem grupos trabalhando de maneira independente, no mesmo assunto. Mas o próprio trabalho é do grupo, do Instituto; ou algo assim..." (Pesquisador entrevistado do INCT A1).

Deve-se salientar que tanto a primazia do tema ou área do conhecimento quanto a interação entre os grupos são expressamente citadas no Edital do Programa. No entanto, a primazia do tema, que não é um problema em si, debilita o impulso à interação entre os grupos de excelência que compõem os INCTs investigados prejudicando a maturação da operacionalidade dos arranjos colaborativos.

Assim, apesar do trabalho ser realizado em diferentes grupos, esses grupos não refletem toda a complexidade do INCT, ou seja, os INCTs investigados possuem pesquisadores advindos de diversas tradições disciplinares, já os grupos nos quais se dividem tais INCTs são formados por pesquisadores advindos das mesmas tradições disciplinares. Assim, são pequenos grupos disciplinares que não refletem a variedade

disciplinar existente nos diferentes INCTs investigados. Tais INCTs executam suas funções de maneira fragmentada, a partir da operação desses pequenos grupos disciplinares, com exceção do INCT C.

Eventualmente, seria possível considerar que a divisão em grupos disciplinares não seria um problema. Ocorre que a pouca interação entre esses grupos disciplinares tem como consequência a produção de trabalhos separados por disciplina que serão posteriormente reunidos. Frise-se, o produto final é a reunião de pontas soltas. Essa observação, muitas vezes repetida nas diferentes entrevistas realizadas, foi exposta nas seguintes frases: "Eles têm (salas e departamento separados) ...eles são grupos das suas unidades...eu tenho a minha sala o meu grupo está aqui, não tem nada além do que já existe em cada unidade...é um instituto virtual" (Pesquisador entrevistado do INCT A1). Também ressaltado por outro pesquisador que, "até então, nós estamos trabalhando isso muito isoladamente, ainda." (Pesquisador entrevistado do INCT B).

Observa-se que, apesar de integrarem seus respectivos INCTs, os pesquisadores desenvolvem suas pesquisas de maneira isolada ou em grupos disciplinares dispersos, em conjunto com seus "parceiros tradicionais", aqueles com os quais costumam trabalhar, como definido por um dos entrevistados. Dessa forma, foi muitas vezes observado, por diferentes pesquisadores, que o INCT não trabalha como grupo ou grupos coesos formados pelas diferentes disciplinas que o compõem. A frase que resume o que foi exposto e que foi repetida de uma maneira ou outra, na maioria das entrevistas realizadas, é a seguinte:

A gente, na verdade, interage cada um fazendo a sua parte e depois a gente junta tudo ... o que acontece mais na pratica é que você faz o seu pedacinho, eles fazem o pedacinho deles, mas a gente não consegue se comunicar muito bem entre si... (Pesquisador entrevistado do INCT D).

O contexto maior no qual se insere a observação anterior fica mais claro quando o pesquisador entrevistado do INCT D reitera: "a gente não chega aí...a gente interage de uma maneira pré-definida, tipo: a minha pesquisa complementa a sua, mas, a gente não troca os saberes de uma maneira profunda" (Pesquisador entrevistado do INCT D).

A partir da mesma perspectiva:

Não é que mal ocorre, vamos dizer, é uma interação que é do dia-a-dia, é uma interação meio... estanque, não é que assim, o INCT, isso é a maneira que a gente vive, não é uma coisa que é diferente porque é no INCT (Pesquisador entrevistado do INCT D).

Assim, a pouca coesão, a pouca interação do INCT como grupo composto por cientistas advindos de diferentes tradições disciplinares é apontada, pela maioria dos pesquisadores investigados, como barreira, que pode ser classificada como barreira do projeto, uma barreira operacional. Nesse contexto, a operacionalidade do INCT pode ser assim caracterizada:

É o que eu te falei, você elege um problema....o problema poderia estar no projeto, ou surgir no desenvolver dele, a partir desse momento, naquelas reuniões anuais que a gente tem, você já monta novos subgrupos, entendeu...vou pensar sobre o tema x. Um pesquisador que não estava mexendo com isso, fala: Não, eu tenho uma ideia em relação, eu tenho um aparelho que pode medir essa propriedade, outro pesquisador que não estava envolvido com nada disso...então você reforma os novos subgrupos que vão desenvolver aquilo durante um período (Pesquisador entrevistado do INCT A1).

É plausível afirmar que há o caso onde os temas trabalhados pelos grupos emergem de uma forma que pode ser classificada como orgânica, ou seja, os temas de pesquisa surgem a partir das discussões dos indivíduos em grupo, baseados em um acordo, seja ele expresso ou tácito. Não há imposição do coordenador. A decisão em grupo nesse caso, supostamente, probabilizaria consenso e sinergia entre os componentes dos INCTs.

Por outro lado, há o caso observado repetidas vezes pelos entrevistados da seguinte maneira: "O trabalho é por laboratório e por cabeça do orientador..." (Pesquisador entrevistado do INCT D). Assim, dentro de cada um dos INCTs, convivem temas individuais, particulares, e temas dos próprios INCTs, aqueles que unem os diferentes pesquisadores e caracterizam o INCT, o que é comumente encontrado na literatura especializada. Todavia, o que se observa é que os temas disciplinares se sobrepõem aos temas do INCT.

É coerente apontar que os INCTs constituem-se a partir de um tema ou área do conhecimento, não de um problema de pesquisa. Conforme se observa a partir da observação dos pesquisadores entrevistados, tal seleção pouco probabiliza a união de diferentes grupos, pois, apesar de investigarem o mesmo tema, tais grupos trabalham mais comumente em isolamento. Não se quer afirmar que os pesquisadores não podem acumular seus interesses de pesquisas individuais e os interesses de INCT, todavia, no contexto do INCT, pressupõe-se que o particular não se sobreponha ao coletivo, fundamentalmente pela necessidade de interação e criação de sinergia, atividades que exigem foco, esforço e consomem tempo.

Os temas dos INCTs, com exceção do INCT C, são operacionalizados com pouca sinergia entre os diferentes grupos disciplinares que integram os INCTs A, B e D. Além disso, pouco se observou o caso em que os diferentes grupos que formam os INCTs investigados trabalharam como um grupo coeso formado pelas suas diferentes disciplinas. Aliás, o que os pesquisadores observaram foi o Coordenador de um dado INCT ou o autor principal de um dado artigo unindo, sozinho as diferentes partes de um trabalho científico. Mas, deve-se ressaltar que esse trabalho, que supostamente une todas ou algumas disciplinas que formam o INCT, não é o resultado do trabalho sinérgico, convergente de todas os grupos disciplinares presentes no INCT.

Existem diversos grupos formados com maior ou menor sinergia entre seus participantes, mas, seguramente, observou-se pouca ou pouquíssima sinergia entre tais grupos. A consequência disso é que os diferentes grupos que compõem o INCT, excetuado o INCT C, não formam um grupo único ou diferentes grupos que contenham todas as disciplinas que compõem o INCT, dada a pouca interação entre eles.

Com base nas diferentes observações expostas pelos entrevistados apontando que o trabalho se faz mais isoladamente ou em grupo disciplinar do que em grupo formado por diferentes pesquisadores advindos de diferentes tradições disciplinares, pode-se concluir que a operacionalidade dos INCTs investigados caracteriza-se pelo trabalho fragmentado, que será unido no final, conforme a orientação do coordenador ou de uma pequena parte do grupo que compõe o INCT. Essa pequena parte, no entanto, não expressa o trabalho de um grupo coeso formado por diferentes pesquisadores com formação em diferentes disciplinas.

O trabalho final não representa uma totalidade sinérgica. Nesse contexto, pode-se apontar que a operacionalidade dos INCTs investigados é, de fato, multidisciplinar, com exceção do trabalho realizado pelo INCT C. Frisando, a definição de multidisciplinaridade utilizada nessa tese é a seguinte:

A justaposição de duas ou mais disciplinas focadas em uma questão, problema, tópico ou tema. A justaposição resulta em informação mais ampla, conhecimento e métodos, contudo as disciplinas permanecem separadas e a estrutura existente de conhecimento não é questionada (Committee on Key Challenge, 2014, p.32, tradução nossa).

A descrição do produto final apontada expressa exatamente o que se observa na definição anterior, conforme expõem os pesquisadores entrevistados. Assim, observa-se

que, nas palavras da maioria dos entrevistados, há pouca interação, pouca possibilidade de contradição entre opiniões diversas, pouca possibilidade de criação de sinergia, ao fim e ao cabo, pouca geração de complexidade, por motivos diversos.

Existem inúmeras frases contidas nas entrevistas que permitem essa observação. Nessa conjuntura, onde a pouca interação inicial gera consequências que obstam o aprofundamento dos arranjos colaborativos, assim foi definida a operacionalidade do INCT D:

...de novo, a gente volta para o problema que os problemas que vamos investigar, são muito (ref. do autor: passíveis de serem definidos como:), projetos de pesquisa individuais. Aí, que acho que o INCT falha muito, na grande maioria deles, não posso falar de todos, mas muitos que eu conheço se comportaram como um grande projetão (ref. do autor: em) que o coordenador distribuiu as migalhas para os grupos trabalharem nos seus problemas isolados...isso eu acho é 80% do que matou a efetividade do INCT... (Pesquisador entrevistado do INCT D).

Outro pesquisador esmiuçou a resposta a partir da seguinte observação: "por enquanto as interações, e que são várias, são muito mais ao nível do indivíduo do que o INCT como um todo..." (Pesquisador entrevistado do INCT B). O pesquisador do INCT D expôs de forma mais direta: "a gente continua trabalhando, 80%, 90% como grupo isolado e usando os recursos do INCT". O pesquisador do INCT A, assim colocou: "ele junta diferentes disciplinas...cada um desses grupos desenvolvendo a sua pesquisa basal e tem algumas que a gente junta alguns grupos" (Pesquisador entrevistado do INCT A1). Essas observações representam muito do que foi exposto nessa análise de entrevistas.

Nota-se, conforme já citado, a caracterização de um arranjo multidisciplinar, onde as disciplinas não convergem, não interagem. Há, apenas, diferentes disciplinas olhando um objeto a partir de suas próprias lentes, seus métodos, hipóteses, teses e teorias. Vale salientar a observação mais detalhada de um dos pesquisadores entrevistados acerca da multidisciplinaridade, expondo inclusive a pergunta que a originou, na qual o que se pode notar é uma descrição do objeto a partir de diferentes perspectivas disciplinares, que geram um resultado mais amplo, caracteristicamente multidisciplinar:

Houve algum conceito que você sabe que é novo...mas, que eu não posso mais relacionar ...ou a relação dele com a disciplina A, com a disciplina B, com a disciplina C, com a disciplina D, ela é meio fora, desencaixada...teve alguma coisa nova, muito nova nesse sentido, ou teve algo que desgarrou do estritamente disciplinar?

Não, que eu lembro não...que eu possa pensar.....não na minha cabeça agora.....eu só posso dizer que o conceito ficou talvez mais preciso..... nesse aspecto entendeu? Mas, não um novo conceito. ...a gente já sabia que a

molécula fazia xyz....a gente entendeu melhor o que ela faz...a gente refinou uma coisa que já existia (Pesquisador Entrevistado do INCT A2).

Nas palavras de Yersu Kim, então Diretor da Divisão de Filosofia e Ética da Unesco no ano de 1998, fica patente a dificuldade que tem a multidisciplinaridade para lidar com os problemas complexos da sociedade do século XXI, senão vejamos:

A multidisciplinaridade, muitas vezes contando com a simples justaposição de abordagens disciplinares, com frequência não consegue produzir perspectivas unificadas. A interdisciplinaridade, baseada principalmente na união de pontos de vista distintos, mantém suas raízes em disciplinas fragmentadas e, conseqüentemente, perde a coerência que visa.

Abordar questões globais e complexas requer uma alteração qualitativa, não apenas quantitativa. Esta mudança - caracterizada como "integração do conhecimento" - é um resultado direto da redefinição do objeto de estudo. Essa redefinição tem de ser levada a cabo no âmbito da unidade fundamental subjacente a todas as formas de conhecimento. Este quadro constitui a base teórica de uma "dimensão transdisciplinar" (UNESCO, 1998, tradução nossa).¹⁰⁹

Assim, a multidisciplinaridade deve ser encarada como ponto de partida, pois, ela tem em si o gene cartesiano, ou seja, é uma operação que remonta os idos da ciência clássica. No entanto, ela é pouco adequada para o trato dos problemas sociais atuais. Conforme expõem Keskinen e Silius: " a multidisciplinaridade refere-se a um processo (ref.do autor: disciplinar) somatório, onde o sistema disciplinar não é questionado" (Keskinen, Silius, 2005, p. 4, tradução nossa)¹¹⁰. Essa frase bem representa a genética cartesiana inerente à multidisciplinaridade.

Não se quer criticar a ciência clássica, contudo, deve-se frisar que a semântica da inter e da transdisciplinaridade está contextualizada e se concretizou a partir da resolução de problemas emergentes dos séculos XIX e XX. Levando isso em conta, ela não opera, não se sente confortável no arcabouço da ciência clássica cartesiana. Especificamente, aponta-se que a emergência da interdisciplinaridade, pode ser caracterizada, por exemplo, quando as fronteiras epistemológicas da Física foram ultrapassadas pelos problemas enfrentados no começo do século XIX, ou seja, a Física interagiu, convergiu com a Química para tratar do problema do calor, ponto em que emerge a Físico-química ou

¹⁰⁹ Original: Multi-disciplinarity, often relying on the simple juxtaposition of mono-disciplinary approaches, frequently fails to produce unified outlooks. Inter-disciplinarity, mostly based on assembling distinct viewpoints, keeps its roots in fragmented disciplines, and consequently misses the coherence it is aiming at. Addressing global and complex issues requires a qualitative, not just quantitative, shift. This shift - characterised as "integration of knowledge" - is a direct outcome of the redefinition of the object of study. Such redefinition has to be carried out within the framework of the fundamental unity underlying all forms of knowledge. This framework constitutes the theoretical background of a "transdisciplinary dimension" (Unesco, 1998, p.III - IV).

¹¹⁰ Original: multidisciplinarity refers to an additive process where the disciplinary system itself is not questioned (Keskinen, Silius, 2006, p. 4).

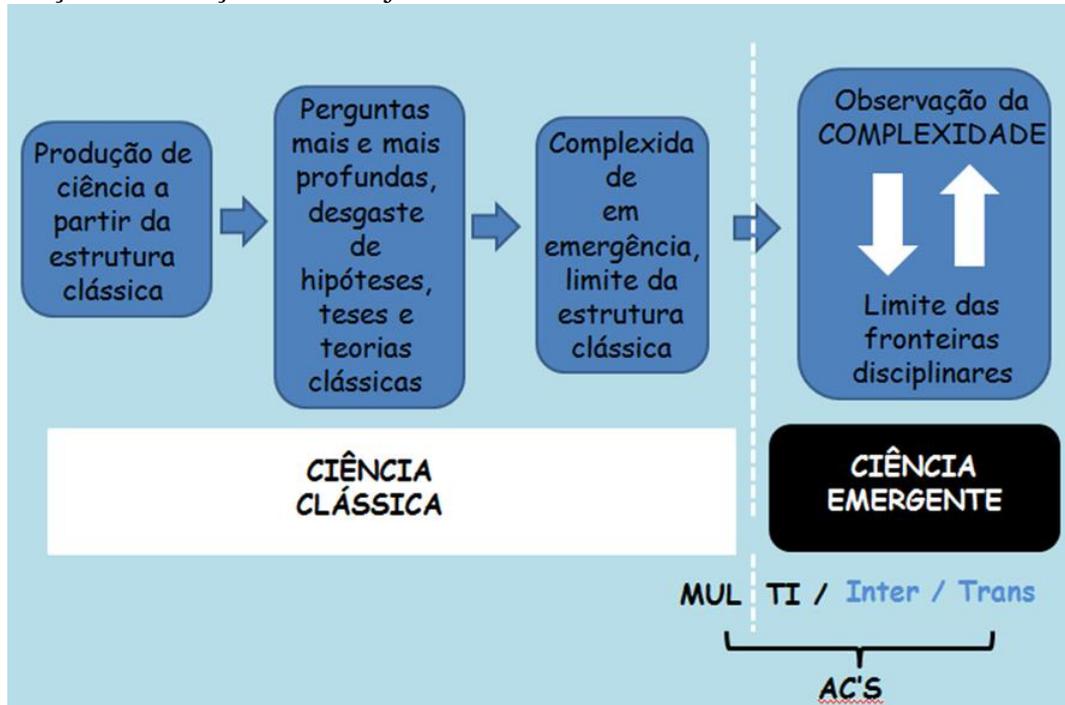
Termodinâmica. Essa convergência não ocorreria se as fronteiras disciplinares da Física Clássica não tivessem sido ultrapassadas pelos problemas daquela época. A transdisciplinaridade, por sua vez, é conceituada só no início dos anos 70 do século XX, por Jean Piaget, conforme descrito por Bassarab Nicolescu:

A própria palavra apareceu pela primeira vez na França, em 1970, nas conversas de Jean Piaget, Erich Jantsch e André Lichnerowicz, no seminário internacional denominado "A interdisciplinaridade - problemas de ensino e pesquisa nas universidades", realizado pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE), em colaboração com o Ministério da Educação francês e com a Universidade de Nice (Nicolescu, 2006).¹¹¹

Nesse sentido, em que pese a força da estrutura clássica da ciência ainda estar presente e ser útil para o enfrentamento de tantos problemas atuais (como, por exemplo, a estruturação analítica de uma tese de doutorado), produzir ciência orientada para problemas no século XXI tem relação com o operar de arranjos inter ou transdisciplinares. Essas operações incluem a estrutura clássica da ciência como exceção pouco plausível.

Nesse contexto, a multidisciplinaridade é apenas um primeiro passo, o início de um caminho será finalizado, nada além. O quadro abaixo ilustra esse cenário:

Ilustração 1: Evolução dos arranjos colaborativos



Elaborado pelo autor

¹¹¹ Original: The word itself first appeared in France, in 1970, in the talks of Jean Piaget, Erich Jantsch and André Lichnerowicz, at the international workshop "Interdisciplinarity –Teaching and Research Problems in Universities", organized by the Organization for Economic Co-operation and Development (OECD), in collaboration with the French Ministry of National Education and University of Nice (Nicolescu, 2006).

O aprofundamento das relações disciplinares, que se iniciam em modo interdisciplinar, são aquelas que importam para o fortalecimento da ciência em si. Tais relações rejuvenescem as disciplinas isoladamente, fortalecem a ciência básica e são mais bem adequadas para a observação dos problemas que emergem em meio à dinâmica da sociedade atual, sociedade da modernidade tardia (Rafols et al, 2012). A operação multidisciplinar deixa muito a desejar quando enfrenta problemas que afligem a sociedade atual. A multidisciplinaridade importa quando observada como um primeiro estágio no caminho para arranjos mais densos, inter e transdisciplinares. Todavia, deve-se frisar que a multidisciplinaridade em que pese ser o primeiro passo, é um passo necessário.

A evolução dos arranjos está relacionada à complexidade das interações ocorridas nos diferentes INCTs. Quanto mais interações houver entre os diferentes observadores que compõem os diferentes INCTs, mais há probabilidade de geração de complexidade. Nesse caso, complexidade diz respeito às contradições, perguntas em aberto ou à observação do déficit de uma determinada disciplina para enfrentar seus problemas diários (o que supostamente probabiliza que os cientistas busquem respostas, também, a partir do "arsenal" de outra (s) disciplina (s)), exatamente como ocorreu no caso da emergência da Físico-Química.

Nesse cenário, a complexidade é produzida e atua como catalizador do contato entre as diferentes disciplinas; serve como possibilitador, potencializador de sinergia entre as disciplinas consideradas. Além disso, admite-se, a partir de Luhmann, que "só a complexidade pode reduzir a complexidade" (Luhmann, 1998, p.49). Dessa forma, admite-se que, havendo mais complexidade, há mais capacidade de reduzi-la. Havendo mais conhecimento, há mais possibilidade de gerar respostas.

A partir do próprio processamento sistêmico da ciência, uma disciplina que enfrenta mais problemas teóricos e empíricos, possui mais estudos de casos e produz mais pesquisas concentra mais estoque de conhecimento. Essa disciplina terá à sua disposição mais teses, hipóteses teorias. Assim, possui mais capacidade para enfrentar problemas cada vez mais complexos e, por sua vez, gerará, a partir desses enfrentamentos, outros tantos problemas. Aí está, de maneira simples, a autopoiese da ciência ao longo da História.

Com mais conhecimento acumulado ou em operação em um dado contexto, mais problemas podem ser enfrentados. Problemas mais difíceis emergem e transbordam as fronteiras das disciplinas envolvidas. Neste ponto, novos caminhos são buscados, como ocorreu no final do século XIX. A bem da verdade, para a ciência do século XXI, todo dia se assemelha ao fim do século XIX. Não há disciplina, nos dias de hoje, capaz de enfrentar, isoladamente, os problemas emergentes.

A pouca interação entre cientistas advindos de diferentes tradições disciplinares é observada pelos pesquisadores entrevistados como uma barreira, sua ocorrência enseja os resultados acima descritos, identificados como barreiras à operacionalidade dos arranjos colaborativos nos INCTs, barreira do projeto. Algo que resvala na barreira disciplinar, que poderia ser assim categorizado caso houvessem repetidas interações frustradas. Todavia, no contexto desta tese e no que diz respeito aos INCTs investigados, é mais bem identificado como barreira do projeto, leia-se, pouca interação entre cientistas de diferentes disciplinas que resulta em pouca sinergia entre os pesquisadores que compõem os INCTs, pouca geração de complexidade.

O que se quer frisar é que os pesquisadores dos INCTs investigados poderiam ou não ser mais abertos a outras disciplinas. Todavia, não há um nível de interação tal que permita essa conclusão. Por esse motivo, essa barreira é caracterizada como barreira do projeto e não como barreira disciplinar. Mas, caso houvesse um nível de interação interessante e de fato fosse observado que os pesquisadores advindos de diferentes tradições disciplinares não conseguiram se comunicar por conta dessa diferença, essa barreira poderia ser classificada, conseqüentemente, como barreira disciplinar.

Uma vez observada em entrevista a pouca interação, a barreira apontada é a barreira do projeto, portanto, uma barreira operacional. Especificamente no que tange a primazia do tema ou área do conhecimento, observa-se uma barreira sistêmica, pois há uma fricção, uma descoordenação entre o sistema político - Edital - e o sistema científico. Deve ser salientada, também, a contradição interna do Edital, haja visto que a primazia do tema debilita o estímulo a interação, assunto igualmente tratado no Edital.

3.2.2 Operação e Comitê Gestor

De acordo com o Edital do Programa, os INCTs possuem um Comitê Gestor (CG) que tem a função de gerir os Institutos, devendo "aprovar o plano anual de aplicações de

recursos do Instituto, além de propor as metas anuais de atividades (pesquisa, formação de recursos humanos, transferência de conhecimento) e avaliar a sua execução, aprovando a revisão anual do contrato de gestão" (MCTI/CNPQ, 2008).

O INCT A, como exposto pelos pesquisadores entrevistados, possui um CG formado por membros das diferentes disciplinas que o compõem. Suas reuniões, conforme observado pelo Pesquisador entrevistado A1, ocorrem "na ordem" de dois meses. Possibilitando interpretar que as reuniões podem ocorrer com maior ou menor intervalo de tempo, ao redor dos dois meses citados. Ademais disso, conforme citou o pesquisador:

Por e-mail conversamos sempre que há necessidade...aí o Comitê Gestor pode falar.... "surgiu uma ideia interessante, que tal consultarmos as pessoas? (Para ver) se há alguém interessado em trabalhar nisso aqui...aí você pode, a partir do CG, gerar um novo agrupamento. Isso não aconteceu até agora... só (aconteceu) nas reuniões anuais que conseguimos fazer novos arranjos de subgrupos (Pesquisador entrevistado do INCT A1).

O CG do INCT B é, como registrado na entrevista, formado por um conjunto de pesquisadores que reflete seu caráter multidisciplinar. Tal CG é composto por 7 pesquisadores advindos de 4 disciplinas diferentes que integram esse Instituto. Suas reuniões ocorrem mensalmente. Em que pese tal formação e frequência de reuniões, o pesquisador entrevistado expõe que:

-Até então nós estamos trabalhando muito isso isoladamente ainda...
-Por quê?
-Porque a nossa formação disciplinar ela é ainda muito forte e a gente tem receio, e isso não é só uma questão nossa (...) trabalhar na nossa formação disciplinar, nos estamos dentro da nossa zona de conforto, trabalhando no inter, no multi e no trans, nos temos novos desafios (Pesquisador entrevistado do INCT B).

O CG do INCT C é formado, também, por 7 cientistas e não possui especialistas de todas as disciplinas que o conformam. As reuniões desse CG ocorrem em conjunto com as reuniões do INCT, ou seja, não há separação, não há, por assim dizer, um espaço reservado para as reuniões do CG: "o CG se reúne nos momentos que o INCT se reunia." (Pesquisador entrevistado do INCT C). Considerando a pouca interação entre os membros dos INCTs investigados, esse *modus operandi* é mais inclusivo. Poderia probabilizar que os resultados dessas reuniões fossem disseminados entre um número maior de componentes dos diferentes INCTs investigados.

O INCT D, por sua vez, possui um CG formado por 4 pesquisadores, como observado pelo pesquisador entrevistado. Tal INCT está fundamentalmente relacionado

à área da saúde, conforme já exposto. Não há pesquisadores no CG fora dessa seara. Aliás, nesse INCT, há apenas 1 membro não pertencente a área da saúde. Assim foi descrita a dinâmica dessas reuniões:

Como eu ia muito para a cidade sede do INCT e o resto do CG era de lá, a gente teve muitas reuniões e aí era uma coisa....ah, vamos tratar do INCT, e tratávamos 30 min do INCTEssa questão do CG, era mais para não ter nenhum grande desvio de verba, e quanto a isso foi tranquilo. Agora, não tem mais dinheiro a gente não se reúne, o CG, seria mais para questão financeira do que para o próprio andamento do projeto ...de novo eu volto para aquilo, no projeto a gente acaba fazendo as coisas isoladamente, é isso que eu digo, a gente não está trabalhando em rede de modo real, porquevocê não tem uma conversa, você vai fazendo esporadicamente, uma coisinha que é de interesse do outro, mas não existe aquela coisa de parar..." Quem sabe, aqui a gente poderia pensar em fazer algo mais...mais ousado"...não tem essa conversa, entendeu (Pesquisador entrevistado do INCT D).

Em resumo, a dinâmica dos diferentes CGs varia pouco, conforme a observação dos pesquisadores entrevistados. Sua operação diz respeito à gestão do INCT, mais especificamente à gestão financeira, em que pese algumas observações que ampliam seu escopo de operação.

A periodicidade das reuniões realizadas pelo CG não está de acordo com o desejável, dada a necessidade de maior interação e mais proximidade (Smithsonian, 2009; Kabo et al, 2014; Committee on Key Challenge et al, 2014; Kiesler e Cummings, 2015). Além disso, as discussões levadas a cabo nos CGs ficam, em regra, mais restritas aos seus poucos membros. Elas não são mais disseminadas entre os demais pesquisadores que formam os INCTs, o que é contrariado pela dinâmica do INCT C. Dessa forma, observa-se que, no mais das vezes, tais discussões não geram mais sinergia, não geram mais possibilidade de atuação em grupo, o que poderia viabilizar melhores resultados do ponto de vista da operacionalidade dos arranjos colaborativos e da produção de inovação baseada em pesquisa. Essa situação é observada, com base na caracterização utilizada nesta tese, como uma barreira do projeto, portanto uma barreira operacional.

3.2.3 Operação e reuniões dos pesquisadores

Uma vez observado o surgimento dos INCTs, sua operacionalidade e as reuniões dos CGs, foram observadas de maneira mais pormenorizada as reuniões dos pesquisadores que conformam os INCTs. No caso, a observação da eventual ocorrência ou não de reunião ou reuniões com a presença de todos os pesquisadores e a dinâmica dessas reuniões. O tema "relação entre os diferentes grupos" foi observado e frisado pelos

pesquisadores, de uma maneira ou outra, ao longo de todas as entrevistas. Isso expõe a relevância do tema para os pesquisadores investigados.

No caso do INCT A, ocorreram reuniões anuais, assim descritas:

a gente tem contatos anuais, são tanto fóruns de verão, cursos para estudantes, reuniões anuais que a gente põe todo mundo dentro de um hotel, fora da capital do Estado, passa aí uns 4 ou 5 dias apresentando trabalhos, discutindo, tirando ideias. Então isso faz com que a possibilidade de contato seja mais eficiente, esse é o pano de fundo do nosso INCT (Pesquisador entrevistado do INCT A1).

No caso do INCT B, houve a seguinte resposta: "a gente se reúne em pelo menos dois seminários/workshops no ano. Um no primeiro semestre e um no segundo. Mas já tivemos mais do que isso". A resposta foi mais aprofundada:

A gente se reúne através desses seminários, a ideia da organização desses seminários ocorre porque ao mesmo tempo em que pesquisadores podem apresentar resultados (é claro), nós temos a chance de discutir com outras áreas, então é muito eficiente...e tivemos também no semestre passado dois cursos com especialistas inclusive do exterior, falando sobre questões do INCT (Pesquisador entrevistado do INCT B).

Nesses seminários e workshops citados, houve a reunião de aproximadamente 80% do grupo por dia, frisando que não houve a presença de 100% dos pesquisadores que fazem parte do INCT. A união de todos os componentes do INCT foi verificada a partir da soma dos pesquisadores em todos os dias do evento. Não houve dia em que estivessem presentes todos os integrantes do INCT B. Tais reuniões foram assim descritas pelo cientista entrevistado:

Veja, nós não temos uma dinâmica previamente definida, ela mudou ao longo das reuniões, mas o que a gente tem tentado fazer? Por isso fazer seminário/workshop, porque uma vez que é definido um tema, né? A gente procura, quer dizer, esse tema pode ser, às vezes, muito específico, como o caso x, como ele pode ser um tema mais amplo, como é o caso do último seminário, para discutir as possíveis atuações (ref. do autor: nessa segunda fase do INCT). O que a gente tenta fazer é chamar um, PI, pesquisador principal numa dada área, para que ele ou ela gere uma síntese do que aquela área avançou, o que está fazendo. Geralmente essa pessoa traz algum estudante ou algum pós doc., com quem está diretamente envolvido. Isso é o que tem sido mais ou menos feito como pano de fundo, e a outra coisa importante é que no planejamento dessas reuniões a gente faz absoluta questão de deixar um tempo para uma discussão plenária, no sentido assim, para que as pessoas possam não só em função do que ouviram ali nos relatos, mas também, trazer as suas próprias, eu digo, outras pessoas que eventualmente não fizeram relatos, elas possam discutir o que ouviram ou trazerem novas sugestões. Isso tem sido muito eficiente, pois aí, participam juntos pesquisadores experientes, com pós doc., com doc. e mestrandos, inclusive, iniciação científica, e isso tem fomentado a troca de experiências (Pesquisador entrevistado do INCT B).

O pesquisador citou que houve pouca interação ou menos interação do que gostariam os pesquisadores envolvidos. Vale dizer, os temas tratados, conforme

observado, foram os temas individuais de cada um dos pesquisadores ou dos pequenos grupos disciplinares dos quais fazem parte, não os temas do INCT:

Um pouco, avançamos um pouco, mais ainda assim eu diria o seguinte, a linha do (a) prof. x, são muito típicos (as) dele (a), as minhas são muito típicas minhas, e nós tínhamos que interagir mais, isso não é simples, porque além da questão disciplinar que cada um de nós tem, da experiência disciplinar, não necessariamente a gente sabe fazer essa combinação entre disciplinas, como já conversamos sobre...isso não é assim, tão simples, mas nós estamos investindo nisso para o próximo INCT (Pesquisador entrevistado do INCT B).

No que tange ao INCT C, o procedimento se parece com o observado nos INCTs anteriores, ou seja, "Em geral há uma reunião anual, as vezes autônoma, as vezes no bojo de alguma outra reunião", em grandes Congressos que eventualmente reuniram os participantes desse INCT. Conforme as palavras do pesquisador, a dinâmica dessas reuniões era a seguinte:

Basicamente é a apresentação das pesquisas respectivas de cada grupo. Uma discussão, e a gente está organizando um livro em comum, que trará todo o resultado dessas pesquisas, que será o grande resultado do INCT (Pesquisador entrevistado do INCT C).

O caso do INCT D é um pouco diferente dos casos expostos até o momento. Eis que não houve instância onde todos os participantes do INCT se reuniram, conforme exposto: "todos os pesquisadores? É impossível, seria muito caro... no caso de vocês, não houve uma instância ou um momento em que todo mundo se reuniu? Não".

A explicação foi aprofundada conforme abaixo:

Não teve nenhuma reunião desse tipo. Teve alguns contatos esporádicos, fulano vinha, para não sei o quê, o coordenador dizia: "Ah! Vem aqui!?" Eu ia lá e encontrava com o pessoal de outro estado, enfim.. Mas, assim, mais por afinidade da linha de pesquisa do que uma reunião do INCT, digamos assim, formal... (Pesquisador entrevistado do INCT D).

Em não havendo reuniões formais, decidiu-se, naquele momento, observar a dinâmica das reuniões, conforme questionado e respondido adiante, em seu inteiro teor:

Essas reuniões informais que não está o grupo inteiro, quantas vezes ao ano elas ocorriam? Bom isso aí, ocorria não vou dizer mensalmente, mas ocorria, no mínimo, 6 vezes por ano, no mínimo, porque sempre para a sede do INCT, estava indo gente relacionada a ele, entendeu? Então acho que até mais, é uma por mês, mas digo, assim, ia uma pessoa para a sede, e aí se reunia com o pessoal de lá (Pesquisador entrevistado do INCT D).

Em síntese, no que tange a operacionalidade das reuniões nos INCTs pesquisados, a dinâmica observada não está conforme o indicado na literatura internacional, nem em relatórios governamentais, porque tais documentos expõem em suma que: distâncias entre

pesquisadores devem ser diminuídas, os grupos participantes devem ter o máximo de contato possível ao longo do tempo (Smithsonian, 2009; Kabo, Cotton-Nessler, Hwang, Levenstein, Owen-Smith, 2014; Committee on Key Challenges, 2014; Kiesler e Cummings, 2015), o que não ocorre nos INCTs investigados conforme observado durante as entrevistas. Tema que será aprofundado no próximo item.

3.2.4 Operação e dispersão geográfica

Conforme expressamente indicado no Edital do Programa, os INCTs são geograficamente dispersos. Os grupos que os compõem estão em diferentes universidades ou laboratórios, mais comumente localizados em diferentes Estados e/ou regiões do Brasil. Isso ocorreu por dois motivos expressamente apontados no Edital de Lançamento do Programa. O primeiro estava relacionado à intenção do governo de melhor distribuir o Sistema Nacional de C, T&I no país (MCT, CNPQ, 2008,p.1). O segundo, a uma vantagem competitiva quando da avaliação das propostas:

A inclusão dentre os laboratórios associados de grupos de pesquisa localizados em novos *campi* universitários (expansões ocorridas nos últimos 5 anos) ou em regiões geográficas ou microrregiões com baixa densidade de doutores em relação à população residente, será considerada vantagem no processo seletivo (MCT, CNPQ, 2008, p. 7).

No que tange a dispersão geográfica, os pesquisadores investigados, em regra, responderam no mesmo tom. Todavia, foram observadas algumas contradições características do objeto social.

A princípio houve essa resposta: “Eu acho que gera um impacto geralmente positivo (diferentes grupos que compõem os INCTs espalhados pelo Brasil), nas diferentes instituições que temos parceiros, isso permite um fluxo de estudantes entre esses parceiros. ” (Pesquisador do INCT B). No mesmo tom, expôs o pesquisador do INCT C:

Acho que um impacto positivo que permitiu essa interação entre diferentes estados, um país enorme como esse, né? Permitiu superar o paroquialismo (...) eu acho que o INCT exigiu essa federalização do conhecimento (Pesquisador entrevistado do INCT C).

Ademais disso, foi citado pelo pesquisador do INCT D mais um ponto positivo:

Acredito que não teremos um Max Planck no Brasil, mas mesmo assim, o fato de você ter, não quer dizer que você não possa ter institutos secundáriosa parte de ajudar o pessoal, foi importante, o fato de introduzir metodologias elementares, foi bom, porque são baratas e eles estão usando, enfim.. (Pesquisador entrevistado do INCT D).

Nesse sentido, foi observado que os INCTs fortaleceram o sentido nacional de ciência, unindo diferentes pontos do território nacional, como pensado no desenho do Programa INCT. Ocorre que, como serão apresentadas adiante, as peculiaridades que caracterizam os INCTs como grupos advindos de diferentes tradições disciplinares e a prática da ciência na fronteira que envolve, necessariamente, conhecimento complexo não se prestam, a princípio, à dispersão geográfica. Conforme a literatura especializada, diferentes grupos pertencentes a um mesmo INCT - mais ainda, se os pesquisadores que o compõem não tem consolidada experiência na prática dos arranjos colaborativos - devem ter o máximo de proximidade não só espacial, mas também funcional. (Kabo et al, 2014). A definição de espaço funcional leva em conta o exposto a seguir:

Para desenvolver uma medida mais verdadeira da proximidade funcional, devemos incorporar um senso de (...) como o comportamento humano interage com a disposição espacial para produzir proximidade. A proximidade funcional deve refletir a forma como as pessoas ocupam e usam seus espaços de trabalho. Padrões de mobilidade no local de trabalho podem variar de pessoa para pessoa. Enquanto todo mundo entra e sai de edifícios, usa banheiros e atravessa diferentes tipos de espaço de trabalho no decorrer da maioria dos dias. A proeminência ou importância dos espaços relevantes pode variar entre indivíduos ou a partir de outros fatores como a cultura organizacional e a hierarquia (Kabo et al, 2014, p. 1471, tradução nossa).¹¹²

Para além do impacto positivo observado pelo pesquisador, foi aprofundada a análise acerca da interação – ou não interação - entre grupos dispersos pelo território brasileiro que compõem os INCTs investigados. Tendo claro, conforme observado pelos pesquisadores entrevistados, que os diferentes grupos disciplinares que estão próximos, por exemplo, na mesma Universidade, pouco interagem acerca dos temas específicos dos INCTs dos quais fazem parte. Interessante colocar o diálogo para que seja observada a alteração de discurso e sentido:

-O Sr. já teve interação com pessoas do INCT que estão em outras partes do Brasil, já trabalhou com eles?
-Muito pouco, é como eu acho, e isso é uma crítica geral da falta de interação entre os INCTs porque...
-Não os INCTs, os outros grupos do seu INCT?
-Pouquíssimo...muito pouco, houve algumas tentativas com um grupo de outro Estado. Claro que tentativas elas ainda continuam existindo, mas o que eu percebo é que cada grupo está atolado de coisas para fazer (Pesquisador entrevistado do INCT B).

¹¹² Original: To develop a truer measure of functional proximity, we must incorporate a sense of ... how human behavior interacts with spatial layout to produce proximity. Functional proximity must reflect how people occupy and use their workspaces. Patterns of workplace mobility vary from person to person. While everyone enters and exits buildings, uses restrooms and traverses different kinds of workspace in the course of most days, the salience or importance of relevant spaces may vary across individuals or with other factors such as organizational culture and hierarchy (Kabo et al, 2014, p. 1471).

Outro pesquisador amplia a resposta:

Isso é uma boa pergunta e uma crítica que a gente sempre tem nos relatórios. Com certeza, como o INCT tem gente em Estados do Sudoeste, Nordeste e Sul, a tendência é você se organizar fisicamente por perto de alguém da Universidade, perto da disciplina x, da Fundação de Amparo à ciência do Estado. É muito difícil você acabar tendo colaborações fora desse eixo, por questões de dificuldade de deslocamento e tudo mais (Pesquisador entrevistado do INCT A2).

O mesmo pesquisador, em outro ponto da entrevista, volta ao tema "distância e dificuldade de interação":

Eu não acho que isso seja específico de ser um INCT. Se você fosse fazer uma colaboração fora de um INCT, seria a mesma coisa. O que tem a mais no INCT é que ele parte de grupos de pesquisadores no Brasil inteiro e isso, a gente raramente entrou em contato de discutir e tudo mais, então acho que a distância física foi, no meu entender, um empecilho. Acho assim, acho que a gente não tem ou não teve ou deveria ter tido condições de ter muito mais encontros e misturar mais os grupos e tirar dali Possibilidades de crescimento e isso, eu acho que pela característica de um INCT, ficou difícil, talvez como a gente não tinha um local único de encontro, todo mundo vem, meio que na sua sala, e você não vê o outro no dia a dia, você nunca tem aquela coisa contínua (Pesquisador entrevistado do INCT A2).

Uma vez constatado que o problema relacionado à distância era observado por diferentes pesquisadores e que os incomodava concretamente, apesar de eventuais aspectos positivos citados, foi perguntado acerca de eventual estratégia que minimizasse essa situação, como o uso da internet, por exemplo: "Mas, nada que foi ainda colocado em prática... a constatação disso nos causa um incômodo, porque a gente deveria interagir mais e a constatação é que a gente avançou pouco na interação" (Pesquisador entrevistado do INCT B).

Assim, apesar do incômodo gerado pela dispersão geográfica, não foram citadas, durante o processo de entrevista, ações que visassem minimizar, no INCT B, os efeitos prejudiciais da distância. Por outro lado, o Pesquisador entrevistado do INCT C expôs que, visando diminuir os efeitos da dispersão geográfica em seu INCT, foram realizadas videoconferências permitindo, portanto, que os diferentes pesquisadores que integram o INCT dialogassem com e a partir das novas tecnologias da informação.

A seguinte situação foi descrita por um Pesquisador do INCT A:

Agora estamos interagindo através de uma pesquisadora da Física...e estamos começando um projeto novo. Na verdade, a gente já podia ter feito isso há mais tempo, mas na verdade só agora que a coisa ficou mais complexa, porque dava para a gente fazer sozinho, agora já não dá. Isso que eu digo, você é limitado pela sua incapacidade de usar uma ferramenta. Aí você vai procurar uma pessoa que tenha isso (Pesquisador entrevistado do INCT A3).

Essa resposta expõe a base da operacionalidade dos arranjos colaborativos, sua condição de possibilidade, ou seja, o encontro de um problema cuja solução esteja além da fronteira disciplinar, o qual probabiliza a busca de especialistas de outras disciplinas (Boulding, 1951). Interessante notar que a eventual "resolução" do problema foi pessoal e encontrada a partir da existência de um problema pessoal. Ao fim e ao cabo, é plausível reafirmar que os INCTs investigados, excetuado o INCT C, agem de maneira fragmentada, portanto, agem pouco como grupo coeso, conforme registrado a partir dos dados coletados em entrevista.

Como observado pelos pesquisadores investigados, a dispersão geográfica, que dificulta a pouca interação observada, é vista como empecilho, mais ainda se há dispersão geográfica combinada com um tema complexo, caso dos INCTs investigados. Isso é visível porque, os grupos que estão próximos entre si também não interagem o suficiente acerca dos temas que ensejam os diferentes INCTs, conforme observado por diferentes pesquisadores entrevistados. A literatura especializada assim se posiciona acerca desse tema:

(...) o valor da proximidade social em relação à fonte de conhecimento depende fundamentalmente da natureza do conhecimento em questão. O conhecimento simples se dissemina igualmente entre atores próximos e distantes, porque, receptores distantes, com más ligações com a origem do conhecimento, podem compensar seu acesso limitado por meio da busca local sem orientação. O conhecimento complexo resiste a difusão até mesmo dentro dos círculos sociais em que se originou (Sorenson, Rivkin e Fleming, 2006, p. 994, tradução nossa).¹¹³

Deve-se deixar claro que o conhecimento complexo estritamente disciplinar demanda, conforme a literatura especializada, interação face-a-face e não recomenda a dispersão geográfica. Essa investigação tem como objeto, de maneira genérica, a produção do conhecimento complexo operacionalizado por cientistas advindos de diferentes tradições disciplinares (portanto, além da dificuldade estritamente disciplinar), em grupos formados por cientistas que não possuem, por sua vez, experiência com esse tipo de arranjo científico. Pode-se dizer que, no caso ora tratado, a dispersão geográfica é duplamente não recomendada.

¹¹³ Original: the value of social proximity to the knowledge source depends crucially on the nature of the knowledge at hand. Simple knowledge diffuses equally to close and distant actors because distant recipients with poor connections to the source of the knowledge can compensate for their limited access by means of unaided local search. Complex knowledge resists diffusion even within the social circles in which it originated (Sorenson, Rivkin e Fleming, 2006, p. 994).

A literatura especializada atual aprofunda-se sob o tema e aponta caso bastante parecido com o que é observado nessa tese:

A distância reduz a interação espontânea que atua como uma espécie de "cola" para relações de colaboração. Se, além da distância, a equipe é composta por pessoas de diferentes universidades e disciplinas, os membros da equipe estão propensos a se sentirem mais próximos de seus colegas de departamento e não daqueles de outras universidades (Cummings e Kiesler, 2008, tradução nossa).

114

Em suma, pode-se dizer que: “Parece haver poucos substitutos para interações diádicas, face-a-face no trabalho intensivo em conhecimento. À medida que aumenta a distância física, a probabilidade de colaboração diminui” (Kabo et al, 2014, p. 1469 tradução nossa).¹¹⁵

No que toca ao adensamento dos arranjos colaborativos, a dispersão geográfica é uma barreira apontada pelos pesquisadores, a qual probabiliza a pouca complexidade observada nas interações levadas a cabo nos INCTs. Os temas são complexos e os resultados dependem, conforme a literatura especializada, de proximidade, interação face a face ao longo do tempo, enfim, mais complexidade, algo que não ocorre nos INCTs investigados.

Deve ser apontado que existem estratégias para suprir a dispersão geográfica visando probabilizar e facilitar a interação entre os diferentes grupos que integram os diferentes INCTs como, por exemplo, a utilização da internet. Contudo, tais estratégias são indicadas para pesquisadores que possuem experiência na operacionalidade de arranjos colaborativos, o que não é o caso da grande maioria dos pesquisadores investigados, conforme se pode concluir a partir das entrevistas apresentadas nesse capítulo. Além disso, tais estratégias são financeiramente caras, consomem tempo e são difíceis de serem organizadas (Kiesler & Cummings, 2015, p.2), especialmente, por pesquisadores, repete-se, que têm pouca experiência com a operacionalidade dos arranjos colaborativos, algo bastante comum, no Brasil ou em outros países incluído os EUA e os países europeus.

¹¹⁴ Original: Distance reduces spontaneous interaction, which acts as a kind of “glue” for collaborative relationships [22]. If, on top of distance, the team is made up of people from different universities and disciplines, then team members are likely to feel closer to colleagues in their own department and not as close to those at other universities (Cummings e Kiesler, 2008).

¹¹⁵ Original: There appear to be few substitutes for dyadic face-to-face interactions in knowledge intensive work. As physical distance increases, the likelihood of collaboration decreases (Kabo et al, 2014, p. 1469).

Muito além, a utilização da comunicação por meio eletrônico não foi citada pelos pesquisadores, mesmo quando diretamente questionada, com exceção do INCT C. Assim, a pouca interação também inclui a comunicação por meio eletrônico. Além disso, o processo de comunicação por meio eletrônico entre grupos geograficamente dispersos, exige mais esforço, tempo e outras tantas medidas, conforme exposto por Stokols e seus colegas:

Intervenções específicas encontradas para melhorar a colaboração à distância incluem a presença de um facilitador em tecnologia com a função de ajudar a resolver problemas técnicos e um facilitador para reuniões virtuais que opere como intermediário nas discussões entre os participantes geograficamente dispersos. (...) A criação de convenções formais para a comunicação podem incluir protocolos para a "tomada de palavra"¹¹⁶ e o uso de vocabulário especializado. Além de estratégias organizacionais para melhorar a interação entre os membros de equipes dispersas, os avanços tecnológicos também podem reduzir algumas das dificuldades inerentes à colaboração remota entre grupos dispersos. Por exemplo, sistemas de apoio ao desempenho tecnológico do grupo, incluindo ferramentas para brainstorming eletrônico, avaliação e votação, bem como a troca de comentários, podem ajudar equipes virtuais nos processos de tomada de decisão, planejamento de recursos e outras atividades colaborativas (Stokols, Misra, Moser, Jall e Taylor, 2008, p. 103).¹¹⁷

As práticas anteriormente citadas por Stokols e seus colegas (Stokols et al, 2008) não foram observadas nos INCTs investigados. Nesse contexto, o artigo Ecology of Team Science (Stokols et al, 2008), aponta que as "oportunidades amplas para o contato face-a-face ao longo de todos os estágios da colaboração remota (ref.do autor: termo utilizado no artigo para caracterizar a colaboração de pesquisadores em dispersão geográfica)" (Stokols et al, 2008, p. 107, tradução nossa)¹¹⁸ são um facilitador para a colaboração e, por outro lado as "oportunidades insuficientes para o contato face-a-face entre os

¹¹⁶ O termo "Tomada de palavra" (turn-taking), é usado na análise linguística da conversa (análise conversacional). Aplica às mudanças de posição dos interlocutores no decurso de uma conversa ou no discurso em geral: por exemplo, dois participantes são alternadamente o locutor quando falam, e alocutário quando ouvem (idem) <https://ciberduvidas.iscte-iul.pt/consultorio/perguntas/traducao-de-turn-e-turn-taking/19475>

¹¹⁷ Original: Specific interventions found to improve distance collaboration include the presence of a technology facilitator to help resolve technical problems and a virtual-meeting facilitator who mediated discussions among the remote parties. When multiple locations are involved, the presence of a site coordinator to handle location-specific administrative issues was found to improve communication among parties. The creation of formalized communication conventions might include protocols for turn taking and the use of common specialized vocabulary among sites. In addition to organizational strategies for improving interaction among dispersed team members, technologic advances also can ease some of the difficulties inherent in remote collaboration. For instance, technologically enabled group performance support systems, including tools for electronic brainstorming, evaluation, and voting, as well as exchanging comments, can assist virtual teams with decision making, resource planning, and other collaborative activities (Stokols, Misra, Moser, Jall e Taylor, 2008, p. 103).

¹¹⁸ Original: "ample opportunities for face-to-face contact throughout all stages of remote collaboration" (Stokols et al, 2008, p. 107).

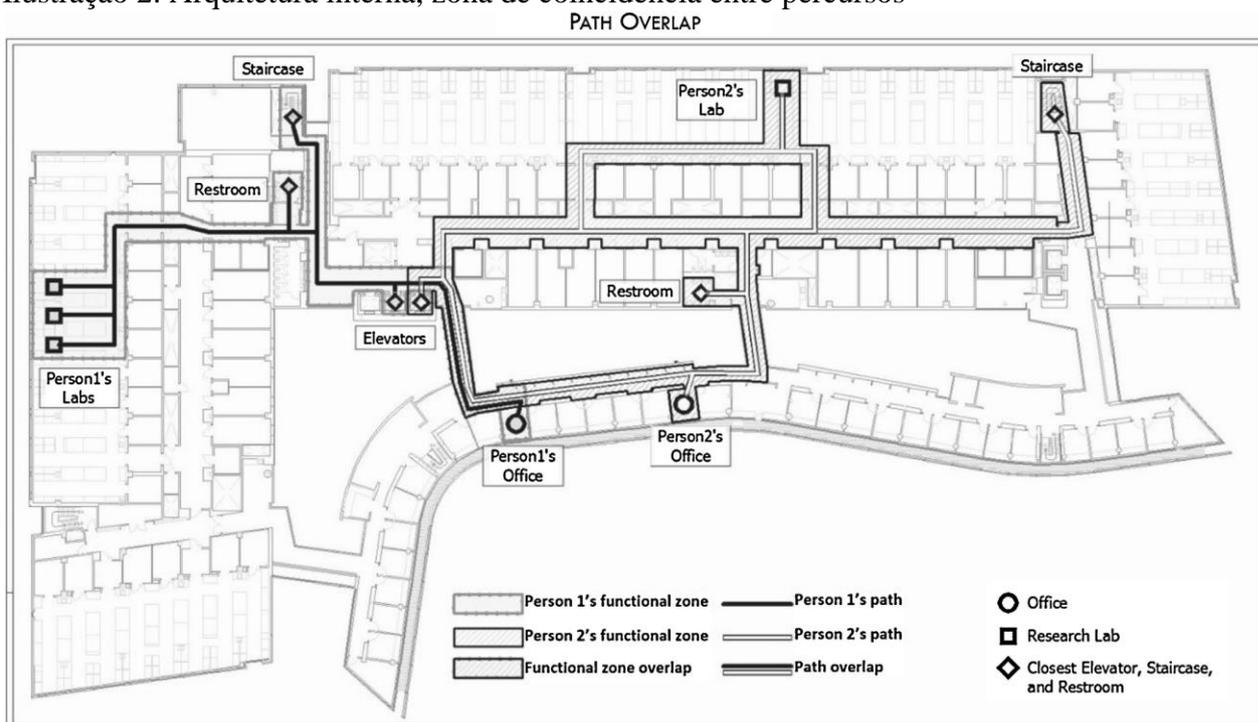
membros" (Stokols et al, 2008, p. 107, tradução nossa) ¹¹⁹ são um fator restritivo para o adensamento dos arranjos colaborativos.

Importante frisar e repisar que temas complexos necessitam de interação face a face, mais ainda onde os pesquisadores possuem pouca experiência com a prática dos arranjos colaborativos. Nos EUA, por exemplo, isso é probabilizado a partir da construção de laboratórios integrados, com arquitetura especialmente pensada para propiciar tais encontros.

...estudos sociais do trabalho científico e da inovação tecnológica evidenciam uma relação complexa com o espaço físico. Alguns trabalhos apontam esforços produtivos visando a inovação em locais e organizações particulares (Brown e Duguid, 1991; Hargadonand Douglas, 2001; Lave e Wenger, 1991; Weiser et al., 1999), enfatizando a importância de interações face-a-face para formação de colaboração e, os benefícios trazidos ao trabalhar conjuntamente com bastante proximidade (Kabo et al, 2014, tradução nossa). ¹²⁰

Adiante, há um exemplo dessa estratégia:

Ilustração 2: Arquitetura interna, zona de coincidência entre percursos



Fonte: Committee on Key Challenge, 2014.

¹¹⁹ Original: "Insufficient opportunities for face-to-face contact among members" (Stokols et al, 2008, p. 107).

¹²⁰ Original: Social scientific studies of scientific work and technological innovation evince a complex relationship with physical space. Some work locates productive innovation efforts in particular locations and organizations (Brown and Duguid, 1991; Hargadonand Douglas, 2001; Lave and Wenger, 1991; Weiser et al., 1999), emphasizing the importance of face-to-face interactions for col-laboration formation and the coordination benefits of working jointly across small distances (Allen, 1977 (Kabo, Cotton-Nessler, Hwang, Levenstein, Owen-Smith, 2014)

Legenda: O efeito da "coincidência do percurso" (path overlap) na pesquisa em colaboração. A quantidade de coincidências de percurso em um prédio de laboratórios de pesquisas biomédicas na Universidade de Michigan - a posição relativa dos escritórios, a proximidade dos percursos de dois pesquisadores em direção à cozinha e outros fatores de proximidade - são fortemente correlacionados com a probabilidade de ocorrência de colaborações científicas (Committee on Key Challenge, 2014, p. 58, tradução nossa).¹²¹

O documento, produzido pelo grupo de pesquisadores do Museu Smithsonian, no ano de 2009, assim apresenta o tema:

Muitos entrevistados e a literatura expõem acerca da importância de proporcionar oportunidades para cientistas de diversas áreas se reunirem em áreas comuns, visando debater acerca de seus diferentes campos da pesquisa e projetos específicos uns dos outros, com o intuito de descobrir novas abordagens para as suas próprias investigações, aprender sobre tecnologias emergentes e suas aplicações, identificar potenciais colaborações, e assim por diante. Além de conferências, workshops, e outras coisas, um meio tradicional de estimular a interação interdisciplinar é proporcionar espaço comum, agradável, que hoje muitas vezes inclui não apenas o espaço de escritórios e laboratórios, mas também, áreas sociais, centros de fitness e restaurantes (Smithsonian, 2009, p.50, tradução nossa).¹²²

Dessa forma, sem a interação contínua entre os envolvidos, os temas complexos que dão ensejo à formação dos INCTs não são enfrentados de maneira apropriada, conforme enfatizado na literatura que trata do tema.

Acredita-se fortemente que a copresença gera vários benefícios, incluindo melhorar os fluxos de comunicação e sua frequência (Allen, 1977; Penn et al, 1999), aumentando a probabilidade de encontros ou interações ao acaso (Allen e Henn, 2007), e ampliando a qualidade e impacto dos resultados de colaboração (Kabo et al, 2014, p.1471, tradução nossa).¹²³

Isso ocorre nos INCTs investigados porque não há geração de sinergia a partir das comunicações (entre pesquisadores) acerca dos temas que dão origem aos diferentes INCTs. Tais interações são poucas, inclusive nos grupos que estão próximos uns dos outros. Admitido esse contexto de maior necessidade de interação visando maior probabilização de complexidade com o fito de buscar a maturação dos arranjos

¹²¹ Original: The effect of path overlap on research collaboration. The amount of physical overlap in a biomedical research building at the University of Michigan—the relative position of offices, how close two investigators were to the coffee pot, and other factors of proximity—were strongly correlated with the likelihood that collaborations would form. (Committee on Key Challenge, 2014, p. 58)

¹²² Original: Many interviewees and the literature spoke about the importance of providing opportunities for scientists from diverse fields to come together in common venues to hear about one another's fields of research and specific projects, discover new approaches for their own research, learn about emerging technologies and their applications, identify potential collaborations, and so forth. Beyond conferences, workshops, and the like, a traditional means of fostering interdisciplinary interaction is to provide common, congenial space, which today often includes not just office space and labs, but social areas, fitness centers, and restaurants (Smithsonian, 2009,p.50).

¹²³ Original: Co-location is widely believed to have multiple benefits including enhancing communication flows and frequency (Allen, 1977; Penn et al., 1999), increasing the probability of chance encounters or interactions (Allen and Henn, 2007), and amplifying the quality and impact of collaborative outcomes (Lee et al., 2010) (Kabo, 2014, p.1471).

colaborativos, encontros anuais ou semestrais, como os relatados pelos Pesquisadores entrevistados, também não são considerados apropriados, pelo contrário:

A proximidade dos pesquisadores e o uso de espaços que facilitem encontros casuais, pode levar a um aumento das consultas e colaborações e, pode ter impacto na produção de artigos em coautoria. Por exemplo, um estudo realizado em centros de pesquisa universitários, sugeriu que pesquisadores de centros que trabalham em escritórios e laboratórios comuns e contínuos (colocalizados), apresentaram um “resultado inovativo” maior do que naqueles centros onde os pesquisadores trabalham em espaços separados (Committee on Key Challenge, 2014, p. 56, tradução nossa).¹²⁴

A interação com mais qualidade, nesse caso, está relacionada a mais interação face a face ao longo do tempo. Assim, além da proximidade, deve haver interação com tempo e qualidade. Essa discussão caracteriza o conceito de espaço funcional apresentado. Assim, não basta proximidade, é necessário melhor utilizá-la, com mais interação sobre temas específicos do INCT, gerando complexidade, contradição, enfim, mais sinergia entre os pesquisadores envolvidos.

Dessa maneira, a dispersão geográfica é observada pelos pesquisadores investigados como uma barreira e categorizada, nessa investigação, como barreira do projeto, barreira operacional, portanto. Suas consequências têm, conforme os pesquisadores, efeitos negativos na operacionalidade do diferentes INCTs investigados e, dessa maneira, no aprofundamento dos arranjos colaborativos.

É patente a dificuldade para combinar a pesquisa científica na fronteira da ciência com um grupo fragmentado e disperso em um país de proporções continentais. Tal dificuldade se assevera com as reuniões semestrais – e, por vezes, até anuais – e a pouca experiência com arranjos colaborativos, apontadas pelos diferentes pesquisadores com exceção do INCT C. Há, nesse ponto, uma contradição no Edital que rege o Programa INCT entre conhecimento complexo e dispersão geográfica. Tal contradição deve ser objeto de discussão entre os diferentes operadores interessados visando melhor acomodar a relação entre o avanço da ciência de fronteira e a federalização da ciência no Brasil, admitindo que esses dois objetivos são incompatíveis. Há, nessa situação, uma barreira do projeto (dispersão geográfica somada à pouco interação), todavia, tal barreira será

¹²⁴ Original: Researcher proximity and the use of spaces that facilitate chance encounters can lead to increased consultations and collaborations and may impact outputs such as co-authored papers. For example, one study of university research centers suggested that researchers from centers with unbroken, co-located office and laboratory space reported an “innovation outcome” measure higher than researchers from centers occupying split spaces (Toker and Gray 2008) (Committee on Key Challenge et al, 2014, p. 56) .

categorizada nessa investigação como barreira sistêmica (a Letra do Edital, confeccionado pelo sistema político, que improbabiliza a operação científica por ele amparada), pois, observa-se, cotejando a letra do Edital com a literatura especializada, uma contradição que gera ruído nas interações entre ciência e política e que improbabiliza o adensamento, a maturação da operacionalidade dos arranjos colaborativos. Assim, para efeitos dessa investigação, o que se considera no caso da dispersão geográfica é uma barreira sistêmica, barreira do gênero semântico, por conta de sua inclusão no Edital regente do Programa, produzido pelo MCT em conjunto com o CNPQ.

É importante apontar que essa situação pode ser generalizada, ou seja, todos os INCTs são, por força do Edital, geograficamente dispersos e lidam com conhecimento complexo. Conforme apontado na literatura, dois objetos que talvez possam vir a se relacionar num contexto onde existam pesquisadores que possuem experiência com arranjos colaborativos e que interagem de forma mais repetida ao longo do tempo (mesmo assim com maior esforço e mais gasto...) o que, talvez, não seja o caso da maioria dos INCTs brasileiros e, certamente, não é o caso dos INCTs investigados com exceção do INCT C.

3.3 Definição e operacionalidade dos arranjos colaborativos

A definição dos termos multi, inter e transdisciplinaridade foi questionada na parte inicial das entrevistas. Essa decisão foi tomada, pois, os termos seriam citados ao longo do processo, o que poderia causar dificuldades crescentes.

Foram poucos os pesquisadores que souberam definir os termos, todavia, as definições não estavam absolutamente erradas se comparadas às definições mais utilizadas por especialistas do tema. Houve poucos problemas, consideradas as diferentes entrevistas, para a definição do termo multidisciplinaridade. Observou-se alguma dificuldade para a definição do termo interdisciplinaridade e muita dificuldade para categorizar o termo transdisciplinaridade. Houve, especificamente, um pesquisador das ciências da vida que definiu os termos erradamente. Ato contínuo, os conceitos foram definidos a partir dos conceitos utilizadas nessa tese e o pesquisador entrevistado disse em resposta: "Eu não sabia" (Pesquisador entrevistado do INCT A4). Eis algumas outras respostas:

Eu não sei se consigo te dar essas definições. Mas, o que eu imagino de multidisciplinar ...eu acho que para eu ...quando eu percebo que para eu

responder a minha pergunta, o meu conhecimento na minha área sozinha ele é insuficiente, então precisaria de outras áreas...a interdisciplinaridade e a outra é ...?

Transdisciplinaridade

Ah, a trans.

Difícil.

A transdisciplinaridade eu acho que passaria pra coisas que ...de uma esfera...não sei...diferente...em termos de conhecimento ...sabe? E a inter...não sei te dizer...a gente tem isso na cabeça, mas colocar em palavras eu não sei (Pesquisador entrevistado do INCT A2)

Uma pesquisadora de ciências naturais respondeu sem muita certeza, todavia, ao final observou-se, conforme suas respostas, que possuía algum conhecimento acerca dos conceitos:

Interdisciplinaridade, quando existe uma real abordagem por todos os outros...não sei distinguir muito bem a diferença entre multi e inter....

E, transdisciplinaridade...é ...ou seja, quando se ataca ou se tem algo que é transversal...quando algo é transversal, não necessariamente existe uma relação para resolver esse problema.

Suponhamos a dengue, ela pode ser...o problema da dengue, eu posso pegar sozinha dados de literatura e trabalhar sobre a dengue...o biólogo pode só trabalhar sobre a dengue...esse é um tema transversal aos saberes..., mas não existe uma interdisciplinaridade, a interdisciplinaridade não se concretiza...E outra coisa...e talvez aí esteja a diferença entre multi e interdisciplinaridade. Que quando um problema suponhamos a dengue, existe um problema particular da dengue, aí se reúnem várias pessoas de diferentes disciplinas sem saber o que vão usar, que métodos usar e resolvem esse problema de maneira conjunta. Acho que é isso, o que eu tenho lido pouco em relação a isso (Pesquisador entrevistado do INCT A4).

Outro pesquisador da área das ciências naturais declarou:

Para nós é só o multidisciplinar, esse negócio de trans, inter ...a gente não entende direito, o que as pessoas entendem por isso aí. Para nós multidisciplinar é que tem diversas disciplinas atacando o mesmo problema...é isso...tem um problema que é a bola...para a gente explicar essa bola aqui... eu vou pegar a disciplina A B, C, D e E, assim, todo mundo vai olhar para essa bola que é o problema Pesquisador entrevistado do INCT A1).

Os pesquisadores do INCT B e D tiveram dificuldade para definir a multi, a inter e a transdisciplinaridade. De fato, tais pesquisadores tinham alguma ideia das definições, todavia, não tinham clareza. Ao final, os termos foram definidos pelo autor dessa investigação para que houvesse possibilidade de que os entrevistados pudessem utilizá-los ao longo das entrevistas. Enquanto isso, o pesquisador entrevistado do INCT C não teve dificuldade alguma para apresentar corretamente todas as definições.

A dificuldade apontada na literatura internacional, seja ela em revistas científicas ou relatórios governamentais, para diferenciar os termos multi, inter e transdisciplinar, citados nesse trabalho, também foi observada nos INCTs investigados, considerando as definições expostas na introdução dessa tese. Contudo, vale acrescentar que nos INCTs investigados a dificuldade é um pouco diferente. Em outros países, o que há é um problema de classificação por conta de diferentes definições ou o uso reiterado da palavra interdisciplinaridade como gênero para representar todos os outros arranjos, inclusive ela mesma, a interdisciplinaridade, como bastante citado nessa tese.

O que foi observado ao longo das entrevistas é que a grande maioria dos pesquisadores entrevistados desconhece e/ou têm muita dificuldade para definir os termos inter e transdisciplinaridade. Mesmo assim, deve ser considerado que há dificuldade para lidar com os termos, tanto nos INCTs investigados quanto em outros países que realizam pesquisas amparadas por arranjos colaborativos, inclusive naqueles aonde há mais experiência no seu trato:

É interessante que, mesmo depois de articular essas definições, os participantes (tanto acadêmicos quanto políticos) voltaram para um uso menos definitivo dos termos, com o termo "interdisciplinaridade" sendo o mais frequentemente empregado. Isto ocorre, talvez, porque esse conceito ocupa a posição mais ampla no espectro e capta a abordagem que constituía o foco principal da nossa discussão. Pelas mesmas razões, adotamos o termo "interdisciplinaridade" no restante deste documento, embora reconhecendo suas limitações conceituais (Petts, Owens & Bulkelly, 2008, p.597, tradução nossa).¹²⁵

3.3.1 Arranjos colaborativos e as disciplinas isoladamente consideradas

Admite-se na literatura especializada que "não há inter e transdisciplinaridade sem base disciplinar anterior", vale dizer, os arranjos colaborativos têm condição de possibilidade a partir do momento em que uma disciplina específica enfrenta problemas que transbordam, ultrapassam seu arsenal teórico, metodológico e epistemológico. Nesse ponto, o pesquisador passa a buscar respostas em outras disciplinas, probabilizando outros caminhos para a sua disciplina e para a ciência em si. O pesquisador que detecta esse dado possui domínio de sua disciplina, não fosse assim, não o detectaria. Ocorre que, na atualidade, há, pela própria operacionalidade da ciência,

¹²⁵ Original: It is interesting that even after articulating these definitions, participants (both academics and policy-makers) slipped back into a less definitive use of the terms, with 'interdisciplinarity' being the most frequently employed. This is perhaps because the concept occupies the broadest position on the spectrum and captures the approach that constituted the primary focus of our discussions. For the same reasons, we adopt the term 'interdisciplinarity' in the remainder of this paper, while recognizing its conceptual limitations (Petts, Owens & Bulkelly, 2008, p.597).

um número importante de problemas que ultrapassam as fronteiras das disciplinas isoladamente consideradas e, conforme Monteiro e Keating, "as colaborações passam a ser mais relevante à medida que os problemas enfrentados pela ciência contemporânea não podem ser tratados por uma única disciplina" (Monteiro e Keating, 2009, p.6, tradução nossa).¹²⁶

Confrontados com o problema anteriormente mencionado, os pesquisadores responderam conforme a literatura especializada, ou seja, a formação é necessária, assim como o conhecimento disciplinar anterior, eventualmente, como "mal necessário", conforme exposto pelo Pesquisador entrevistado do INCT B. Além disso, os pesquisadores questionaram e, até mesmo, criticaram o operar isolado de suas respectivas disciplinas para lidarem com os problemas científicos atuais.

Observa-se que os pesquisadores defendem, com restrição, a educação disciplinar e enfatizam que existem problemas dentro do escopo de suas disciplinas para os quais elas mesmas, isoladamente, não possuem resposta. Isso corrobora a literatura utilizada e citada nesta tese. Nesse contexto, as respostas obtidas durante as entrevistas foram amplas e serão expostas em seu inteiro teor:

Eu acho que seria uma vantagem se não tivéssemos necessariamente os departamentos, as barreiras departamentais. Por outro lado, em tese, o fato de estarmos em departamentos diferentes, (isso) não deveria atrapalhar as nossas ações, mas (isso) dificulta, por questões práticas. Como disse agora, espaço, oportunidade de nos reunirmos com mais frequência, então, eu estive visitando instituições, algumas delas, acho inovadoras. Uma delas por exemplo, só para citar um exemplo, uma Universidade lá no Canadá...em que eles criaram um prédio recentemente, tem dois anos e pouco, onde eles aboliram a ideia de departamentos e o que nós temos ali são questões.

...o que eu achei mais interessante, é que as pessoas se reúnem frente a problemas, então buscam parceiros e não dependem de onde estão os parceiros, então você tem física, biologia, química, sociologia.....e enfim, você tem diferentes pessoas trabalhando em questões que são suficientemente abrangentes e que precisam dos aportes desses diferentes especialistas, e acho que essa...nesse sentido que eu acho que departamentos não ajudam muito. Por outro lado, entendo que administrativamente departamentos, pelo menos do ponto de vista da Universidade, no que diz respeito ao ensino, facilitam essa visão disciplinar que nós estávamos conversando, mas acho que departamentos não precisariam necessariamente existir. Eu não teria nenhum problema em ter aqui do meu lado, um pesquisador da ciência xxx, eu adoraria ter aqui do meu lado um pesquisador da ciência yyy ...entende, eu entendo que isso só facilitaria, a gente trocava mais facilmente ideias (Pesquisador entrevistado do INCT B).

¹²⁶ Original: collaborations become more relevant as the issues tackled by contemporary science often cannot be defined by one isolated discipline" (Monteiro e Keating, 2009, p.6)

Prosseguindo e aprofundando a relação entre departamento e operacionalidade dos arranjos colaborativos, um pesquisador das ciências naturais observou o que segue:

Cada um tem o seu local ... o departamento é importante...eu não vou deixar de fazer x, para fazer uma ciência multidisciplinar. Eu estou convencido que não é o correto. Eu acho que o profissional da minha área deve continuar fazendo x, mais profunda possível, o xx a mesma coisa. Só que há problemas, que podem gerar um salto de qualidade ao tratá-lo se você tem a visão multidisciplinar (...) eu estou bastante convencido, que esses saltos no século XXI, estarão nas ... nos problemas multidisciplinares como foi o século XIX e XX para os departamentais, Química sozinha, Física sozinha, agora eu acho que os grandes saltos vêm da parte multidisciplinar (Pesquisador entrevistado do INCT A1).

O pesquisador do INCT C assim definiu a relação entre os departamentos e a operacionalidade dos arranjos colaborativos:

Eu acho que o departamento é uma figura obsoleta na estrutura da academia, você já tem experiências novas, experiências na Universidade do ABC, DA BAHIA, DO PARÁ...eu acho que, na minha própria universidade há uma discussão sobre isso...que como existem muito menos epistemologia, e muito mais poder, eu acho que vai ser difícil..., mas, eu acho que é uma estrutura absolutamente superada.... há uma série de questões fundamentais, como eu estou falando, energia, metrópole, para não falar das minhas, que não tem acolhida nem em um só departamento, nem em uma estrutura multidisciplinar. Há um saber fragmentado na universidade. Os INCTs, em grande medida, ajudaram a superar isso, mas não eliminaram o problema... a condição permanece ...esses problemas são os mais flagrantes, energia e metrópole (Pesquisador entrevistado do INCT C).

De acordo com a observação do pesquisador entrevistado do INCT D, os problemas de departamentalização estão, em grande medida, relacionados à formação dos pesquisadores:

Muito dessa coisa da interdisciplinaridade tem essa questão que a gente é muito cabeça dura, formado na disciplina e a gente nem sabe a disciplina da gente, a gente mais ou menos sabe a nossa, imagina a dos outros. Então, também, eu acho que essa falta de... que é uma falta de flexibilidade, de formação, que a gente é muito malformado e continua sendo muito malformado, a gente decora um monte de coisa e não aprende nada, e isso acaba se refletindo... quando a gente se fecha no mundinho da gente, na disciplina da gente... que a gente começa a se julgar os "bambambãs", enquanto que somos pobres bichos. (Pesquisador entrevistado do INCT D).

O mesmo pesquisador propôs, a partir de sua perspectiva, uma solução para o problema por ele levantado:

eu acho que (ref. do autor: esse problema de formação) deve ser mudado na graduação... e aí, eu acho que a gente começa a ficar cada vez mais, dentro de cada disciplina, ou subdisciplina...se pegar na xxx... xxx1, xxx2, e xxx3... aí na universidade, separa nessas 4...aí se você vai pegar as universidades grandes... p ex... do tamanho da minha, aí quem trabalha na parte de xxx2, você vai ter 5, 6 professores, cada um subespecializado em uma área dela, aí ...nem o cara que dá essa matéria, conhece-a,... acho que essa questão da

disciplinaridade na graduação... na verdade a gente acaba fazendo, trabalhando as coisas de uma maneira muito decorada a gente não tem um conhecimento real da... ciência, que a gente lida...e depois você fica com um pedacinho específico e você o ensina...e você não sabe conectar nem com o resto da tua própria disciplinaentendeu? Então, imagina entre as disciplinas (Pesquisador entrevistado do INCT D).

O pesquisador entrevistado do INCT D estendeu o tema "departamento" para a formação anterior à graduação universitária por um lado e, por outro lado, estendeu-o para os subdepartamentos nos quais se dividem os departamentos no nível do Mestrado e do Doutorado. Como se pode observar, o tema é amplo, sistêmico e não se presta ao tratamento isolado.

Observa-se que a departamentalização é a extensão e concretização de um problema que pode ser observado já no ensino médio e se estende para a falta de comunicação entre os subdepartamentos da graduação e pós-graduação, *stricto* e *lato-sensu*, aprofundando-o. O problema se torna mais visível por conta do cenário atual, no qual a evolução da ciência amplamente considerada convive com a busca do equilíbrio, na relação entre disciplinas e arranjos colaborativos (EURAB, 2004; Science Europe, 2012; Committee on Key Challenges et al, 2014) do ensino básico até o doutorado. As discussões americana e europeia acerca desse tema estão incluídas em suas respectivas agendas políticas e possuem o tom de equilíbrio citado. Nos EUA, por exemplo, assim está exposto no relatório Convergence:

O Congresso deve continuar a incentivar as agências de pesquisa federais para que sejam sensíveis à manutenção de um equilíbrio adequado entre estimular a investigação interdisciplinar e a necessidade de manter a investigação disciplinar robusta (Committee on Key Challenge et al, 2014, p. 45, tradução nossa).¹²⁷

Essa ampla discussão inclui, também, a figura do Diretor como líder. Admite-se politicamente que a manutenção do equilíbrio em um departamento onde operam disciplina e arranjos colaborativos em relação sinérgica, algo cada dia mais comum, envolve líderes, diretores, com características inovadoras (EURAB, 2004; Committee on Key Challenge et al, 2014).

O que se quer frisar é que nos EUA, no Reino Unido e na União Europeia a discussão possui amplitude tal que inclui toda a operacionalidade do sistema de inovação. A questão possui nuances políticas; todavia, inclui universidade, economia, enfim, a

¹²⁷ Original: Congress should continue to encourage federal research agencies to be sensitive to maintaining a proper balance between the goal of stimulating interdisciplinary research and the need to maintain robust disciplinary research (Committee on Key Challenge et al, 2014, p. 45).

sociedade como um todo. A questão possui a abrangência descrita, pois envolve o enfrentamento de problemas que afetam a operação social como um todo (EURAB, 2004; Committee on Key Challenge et al, 2014).

A ampliação do espectro de observação anterior visou expor e frisar que o tema arranjos colaborativos está relacionado com decisões políticas e estratégicas difíceis, as quais envolvem longas discussões governamentais que dizem respeito à sociedade como um todo:

Todos os documentos políticos recentes da Comissão Europeia relacionadas com o tema “investigação”, bem como os documentos preparatórios do Programa Horizon 2020, envolvem a identificação das prioridades temáticas de investigação e enfatizam a necessidade de colaboração interdisciplinar. O Comunicado da Comissão intitulada "Realização da agenda de modernização das universidades" salienta que as universidades (...) devem ser capazes de reconfigurar suas agendas de ensino e pesquisa para aproveitar as oportunidades oferecidas pelos novos desenvolvimentos nos campos existentes e pelas linhas emergentes de pesquisa. Isso requer concentrar-se menos em disciplinas científicas e mais em temas de investigação (por exemplo, energia verde, nanotecnologia), associando-os mais estreitamente com áreas afins ou complementares (incluindo ciências humanas, ciências sociais, empresariais e gestão) e promover a interação entre estudantes, pesquisadores e equipes de pesquisa mediante uma maior mobilidade entre disciplinas, setores e contextos de investigação. Tudo isto requer novas abordagens institucionais e organizacionais para a gestão dos colaboradores internos, critérios de avaliação e financiamento, ensino e currículos e, acima de tudo, investigação e formação para a investigação. As implicações da inter e da transdisciplinaridade devem ser reconhecidas e levadas em conta não só por universidades e Estados-Membros, mas também, por organismos profissionais e órgãos de financiamento, que ainda dependem principalmente, de avaliações, estruturas e fomento direcionado para atividades disciplinares¹²⁸ (Bitusikova, 2013, p. 29-30, tradução nossa).¹²⁹

Voltando ao tema educação disciplinar e a operacionalidade dos arranjos colaborativos, assim elucidou o pesquisador entrevistado do INCT B:

¹²⁸Ver também, Allmendinger, Stamm e Wyatt, 2014

¹²⁹ Original: All recent policy papers from the European Commission related to research as well as preparatory documents for the Horizon 2020 involve identifying thematic research priorities and emphasising the need for interdisciplinary collaboration. The Communication from the Commission “Delivering on the Modernisation Agenda for Universities“ stresses that universities... should be able to reconfigure their teaching and research agendas to seize the opportunities offered by new developments in existing fields and by new emerging lines of scientific inquiry. This requires focusing less on scientific disciplines and more on research domains(e.g. green energy, nanotechnology), associating them more closely with related or complementary fields (including humanities, social sciences, entrepreneurial and management skills) and fostering interaction between students, researchers and research teams through greater mobility between disciplines, sectors and research settings. All this necessitates new institutional and organisational approaches to staff management, evaluation and funding criteria, teaching and curricula and, above all, to research and research training. The implications of inter- and trans-disciplinarity need to be acknowledged and taken onboard not only by universities and Member States, but also by professional bodies and funding councils, which still rely mostly on traditional, single-discipline evaluations, structures and funding mechanisms“(Delivering... 2006, p. 9) ¹²⁹ (Bitusikova, 2013, p. 29-30).¹²⁹

(...) eu disse que eu espero que o papel básico da multi, inter, trans, não seja necessariamente extinguir a disciplinaridade, eu acho que não é essa a ideia...eu acho que esses mundos, vão continuar a coexistir eventualmente vão evoluir para outras possibilidades comuns, ou não (...) Os nossos referenciais básicos estão na nossa disciplina de formação, porque é de lá que a gente começou a pensar ciência, o mundo...agora o evoluir, por isso que digo que o mundo precisa de uma visão trans, porque a verdade não está necessariamente presa lá na visão disciplinar, né? A solução não está na visão A ou B, e eu acho que nós precisamos de interagir mais pois as questões vão ficando cada vez mais complexas, para ser respondidas por uma visão disciplinar....

Acerca de eventual posição superior dos arranjos colaborativos em relação às disciplinas, isoladamente consideradas, vale citar Luhmann:

De nenhuma maneira a construção de uma hierarquia. As investigações interdisciplinares (ref. do autor: os arranjos colaborativos) não têm nenhuma pretensão de subordinar, controlar ou regular o que ocorre nas distintas disciplinas. E menos ainda, pensar que a filosofia poderia adjudicar-lhes a pretensão de colocá-las no comando (Luhmann, 1996 c, p.326-327, tradução nossa).

É importante haver uma discussão mais aprofundada desses temas que envolva Universidade, Governo e sistema científico e que ela seja disseminada pela sociedade. Não se pode dizer que não existe essa discussão no Brasil, muito menos que não existem departamentos universitários que tenham o olhar voltado para os arranjos colaborativos¹³⁰. Todavia, a discussão é tímida se comparada àquela que ocorre nos EUA e na Europa e, também, com o investimento feito no Programa INCT.

No contexto da União Europeia, a discussão é aprofundada com a participação dos operadores já citados e, fundamentalmente, com a participação dos alunos: " A interdisciplinaridade se inicia com a exposição de estudantes a diferentes disciplinas, familiarizando-os com suas diferentes perspectivas, apreendendo tais perspectivas e tendo acesso a diferentes linguagens científicas." (Allmendinger, 2015, p. 5, tradução nossa)¹³¹. O Pesquisador do INCT D ampliou a discussão, em alguma medida, nos moldes do pensamento atual tanto americano quanto europeu:

Eu no meu mundinho, fulano no mundinho dele, tem muito pouca interação e, muito menos ainda, formação de pessoal que eu não sei quando isso passa... Qual é a qualidade do pessoal da liderança que você está formando? Em geral você não está formando liderança e muito menos, mesmo nessas interações, o

¹³⁰ Haja visto a publicação do livro "Interdisciplinaridade em ciência e tecnologia e inovação", o qual venceu o prêmio Jabuti no ano de 2011 e, o movimento realizado pela CAPES no ano de 2013 concretizado em encontros nas diferentes regiões do Brasil que deram origem a 4 cartas (Carta de São Bernardo, Carta de Salvador, Carta de Florianópolis, Carta de Belém) e ao Encontro realizado na Universidade Federal de Goiás.

¹³¹ Original: Interdisciplinarity begins with exposing bachelor students to different disciplines, familiarizing them with different perspectives, perspective-taking and "reading" different scientific vernaculars (Allmendinger, 2015, p. 5).

próprio estudante que talvez, talvez deveria, e tem uma plasticidade mental muito maior ele acaba não se envolvendo muito... inter ou mesmo...multi... ele não se envolve muito....essa parte é tua, essa parte é minha...eu não quero entender de xxx meu aluno da xxx, não quer entender de yyy. Ou seja, a gente também, na parte de formação de pessoal, das novas lideranças, a gente não está sabendo lidar com isso, a gente está muito estancado, cada um no seu mundinho (Pesquisador entrevistado do INCT D).

A pouca discussão, o pouco aprofundamento, a pouca geração de complexidade observada na operacionalidade dos INCTs investigados, nos diferentes departamentos e entre os operadores interessados envolvidos em geral, prejudicam a operacionalidade dos arranjos colaborativos. Os pesquisadores observaram a barreira de um ponto de vista mais amplo. No que tange as outras operações sistêmicas acopladas ao INCT, essa barreira diz respeito à novidade inerente à operacionalidade dos arranjos colaborativos. (Committee on Key Challenges et al, 2014, p.73-74). É uma barreira semântica sistêmica que identifica a dificuldade que tem as Políticas educacional e científica, baseadas na sua operação atual, para dialogar com os arranjos colaborativos.

O Programa dos INCTs pode ser um laboratório para o manejo dessas questões, pois seu desenvolvimento viabiliza a ampliação e o aprofundamento dessas discussões. Esse contexto reflete na operação dos INCTs investigados. Ou seja, observa-se nesse caso uma barreira sistêmica, do gênero barreira semântica, que dificulta, descoordena as interações existentes entre os INCT investigados e os sistemas político e científico.

Hoje em dia, a operação dos departamentos universitários atrelados aos INCTs investigados - um microcosmo da política de inovação do país - é mais disciplinar e, com base nas observações dos pesquisadores investigados, é uma barreira. Todavia, fique claro, os departamentos são necessários. A ênfase é que neles mesmos, admitindo um Programa como o dos INCTs, deve ser probabilizada uma relação concreta e amplamente discutida entre disciplina e arranjos colaborativos. (EURAB, 2004).

O que se busca é que os diferentes departamentos probabilizem uma maior abertura para os arranjos colaborativos, não que suas culturas se pareçam. Não é almejado, de maneira alguma, homogeneizar as diferentes culturas disciplinares; fosse assim, não haveria cabimento para a operacionalidade dos arranjos colaborativos. Não há arranjos colaborativos sem disciplinas, não há superposição dos arranjos colaborativos em relação às disciplinas que os originam. Deve haver pontos de contato, resguardada a manutenção, ao longo do tempo, de uma distância saudável, portanto, um equilíbrio, entre disciplinas e arranjos colaborativos. A construção desse cenário envolve tempo,

discussão, foco e esforço político (Committee on Facilitating et al, 2004; EURAB 2004; Committee on Key Challenges et al, 2014). Nesse contexto, vale citar o documento Horizon 2020: Excelência faz diferença (Science Europe, 2012, tradução nossa), produzido pela Science Europe, no ano de 2012:

A chave para futuros avanços científicos reside na investigação interdisciplinar. Particularmente, ao abordar desafios sociais, o Horizon 2020 tem de encontrar o equilíbrio correto entre o apoio à investigação em todas as disciplinas científicas, incluindo as ciências sociais e humanas, criando oportunidades para projetos de grande e pequena escala que transcendam as fronteiras disciplinares (Science Europe, 2012, p.4, tradução nossa).¹³²

3.3.2 A visão dos departamentos

Departamentos distintos e os pesquisadores que os compõem observam diferentemente a atuação de seus pesquisadores ou colegas nos INCTs investigados. Uma pesquisadora das ciências naturais assim declarou:

Atualmente você participar de um INCT é muito bem visto dentro do seu departamento. Significa que você tem contato com outros pesquisadores, que você se relaciona e, no meu departamento isso é o máximo. Se você não está em um INCT é muito chato. Entendeu? Você não é suficientemente reconhecido pelos outros pesquisadores para te convidarem, mais ou menos isso. É um modo de dizer, eu sou reconhecida, o pessoal de outro departamento me convidou. Muito mais do que se o pessoal do boteco do lado tivesse me convidado. Isso te dá um certo status. Pode ser um grupo só, ninguém te impede disso, mas você ter uma colaboração é muito bem visto (Pesquisadora entrevistado INCT A3).

Acerca do mesmo questionamento, assim respondeu uma pesquisadora de outra disciplina, também no espectro das ciências naturais (a pesquisadora, nesse ponto, relacionou a pressão departamental à publicação em outras áreas, exatamente por conta das avaliações da CAPES):

Dificulta, justamente, porque, elas ...as avaliações...ou seja, no caso, digamos...você ser bem avaliado, bem tratado no departamento, se você publica na sua área...sua área...mas, não percebi assim (ref. do autor: com relação ao INCT) ...barreiras empecilhos ... (Pesquisador entrevistado do INCT A4).

Em outro momento, a mesma pesquisadora aprofundou o tema e expôs que:

Minha ênfase é...por que as pessoas não dedicam um tempo maior ou não se dedicam totalmente a um trabalho interdisciplinar.... em um projeto como é o INCT...Por que?!? Porque depois não somos avaliados pela nossa área.....por

¹³² Original: A key to future scientific breakthroughs lies in interdisciplinary research. Particularly when addressing societal challenges, Horizon 2020 has to strike the right balance between supporting research in all scientific disciplines, including the social sciences and the humanities, and creating opportunities for both large-scale and small-scale projects that break through disciplinary boundaries (Science Europe, 2012, p.4).

ex., na bolsa de produtividade do CNPQ a pessoa que vai me avaliar no CNPQ, não vai olhar meus artigos das revistas da disciplina x ou das revistas de da disciplina yy...o peso desses artigos será bem menor que os artigos da minha área específica...esse é um problema sério...porque, ou seja, suponhamos que um trabalho sai publicado em uma revista de xx, o profissional z será prejudicado, eu vou me ver prejudicada. Digamos, CNPQ, CAPES, deveriam reavaliar como construir o periódico, porque para os periódicos dos sistemas QUALIS, não interessa que, um artigo foi publicado em uma revista da disciplina xxx que tem um fator de impacto 5 ou 6, ou foi publicado um artigo em uma revista da minha disciplina, com fator de impacto 0,7, esse artigo, por ser da minha disciplina, terá mais peso que o da área interdisciplinar que tem um fator de impacto maior. Então isso é um problema muito sério. Cada um quer continuar trabalhando na sua área, dedicando um tempo muito maior ficar na (sua área) ... não se abre totalmente a porta, porque há esse problema de avaliação (Pesquisador entrevistado do INCT A4).

As relações contraditórias dos diferentes departamentos, no que tange à operacionalidade dos arranjos colaborativos, mais especificamente a participação de seus pesquisadores em atividades que supostamente contrariariam seus propósitos e interesses, é coerente com o que ocorre em outros países. Neles há, também, departamentos mais inclinados e outros menos inclinados à operacionalidade dos arranjos citados.

Algumas disciplinas foram mais sensíveis do que outras. Os Estudos literários e a Ciência Política, por exemplo, têm sido mais receptivos à mudança interdisciplinar do que a Filosofia e Economia, apesar de todas as disciplinas lutarem atualmente contra a explosão do conhecimento e com a fragmentação curricular (Klein, 1999, p. 12, tradução nossa).¹³³

No contexto dos INCTs investigados, há declarações que suportam as duas posições. No entanto, os pesquisadores entrevistados tendem a ser mais abertos e positivos aos arranjos colaborativos. O que se quer dizer é que há uma abertura dos investigados aos arranjos colaborativos em combinação com o apego ao disciplinar, o que se assemelha ao que é citado em relatórios governamentais e na literatura especializada. É interessante cotejar essa perspectiva com a situação atual das discussões, por exemplo, europeias - já descritas nessa tese - acerca da relação entre arranjos e disciplinas, onde se busca o equilíbrio e admite-se que os arranjos fortalecem, aprimoram as disciplinas (EURAB, 2004; Science Europe, 2012). Essa constatação a respeito dos arranjos é observada, também, pelos pesquisadores investigados.

Do ponto de vista dos departamentos, no geral, há uma visão positiva. Mas, sabe-se, com base na literatura especializada, que a evolução dos arranjos colaborativos acaba

¹³³ Original: Some disciplines have been more responsive than others. Literary studies and political science, for example, have been more receptive to interdisciplinary change than philosophy and economics, although all disciplines are grappling with the knowledge explosion and fragmentation of the curriculum (Klein, 1999, p. 12).

por acirrar opiniões e deixar eventuais discussões mais frequentes e acaloradas. Os efeitos iniciais são leves, quase imperceptíveis, pois, não há, nesse estágio, diferença visível, palpável entre a operação disciplinar e a dos arranjos. Quanto mais se estabelece e se caracteriza a operacionalidade dos arranjos, mais marcadas ficam as posições e a tensão entre os departamentos e, portanto, mais visíveis ficam as barreiras.

Pesquisando acerca de mudanças nas disciplinas de humanidades entre 1985 e 1995, Lyn Maxwell White descobriu que o currículo do curso, conteúdo e abordagens se tornaram mais colaborativas entre departamentos e, pontos de vista tradicionais vêm sendo unidos a partir de novas bolsas e perspectivas diversas. O conteúdo foi ampliado para incluir um estudo mais comparativo, amparado pelas novas bolsas sobre a complexa dinâmica da cultura (...) enquanto os currículos se tornam cada vez mais conectados e integrados, fronteiras tornam-se mais difíceis de serem detectadas; (...) A ultrapassagem das fronteiras disciplinares é muitas vezes acompanhada por disputas acadêmicas. A localização das disciplinas, Estudos étnicos e de Estudos de gênero, no Departamento de Inglês ou no Departamento de Estudos literários, por exemplo, reacendeu o debate sobre os domínios "adequados" das ciências sociais e das humanidades (Klein, 1999, p. 4-5, tradução nossa).¹³⁴

Dado o estágio inicial da operacionalidade dos arranjos colaborativos nos INCTs investigados – conforme exposto anteriormente - essa barreira específica, da contrariedade dos diferentes departamentos à participação de seus pesquisadores em arranjos colaborativos, foi detectada. Contudo, não foi percebida em um estágio que obste, nesse momento, a sua operacionalidade. Deve-se salientar, que o excesso de trabalho burocrático nos departamentos reduz o tempo para outras atividades, algo, aliás, cada vez mais combatido (Science Europe, 2012, p.3). Nesse ponto, os entrevistados apontam uma barreira. A barreira relacionada à falta de tempo, ao excesso de atividades administrativas, é uma barreira do projeto. Assim, uma barreira operacional.

3.3.3 Operacionalidade dos arranjos colaborativos

A operacionalidade dos arranjos colaborativos foi vista como benéfica inclusive para o desenvolvimento das próprias disciplinas isoladamente (EURAB, 2004; Science

¹³⁴ Original: In surveying changes in humanities disciplines between 1985 and 1995, Lyn Maxwell White found that course design, content, and approaches have become more collaborative across departments, and traditional viewpoints are being merged with new scholarship and diverse perspectives. Content has broadened to include more comparative study, informed by new scholarship on the complex dynamics of culture (.....) As curricula become increasingly connected and integrated, boundary lines become harder to draw; (...) Boundary crossing is often accompanied by disputes over academic turf. The location of ethnic studies and gender studies majors in English or literary studies departments, for instance, has rekindled debate on the "proper" domains of social science and of humanities. AAC&U's project on "Engaging Cultural Legacies" transcended traditional humanities-based conceptions of culture to include social sciences and resulted in new courses and dialogue among faculty from different disciplines (Klein, 1999, p. 4-5).

Europe, 2012), algo que iguala a observação dos pesquisadores entrevistados e o descrito tanto na literatura especializada quanto nos relatórios governamentais citados nesta tese:

Você pode ter um salto de qualidade ao analisar um determinado problema se você recebe o input de uma área diferente da sua... então, olho algo com o olhar da disciplina x.. simetria.... um outro pesquisador, diria, isso pode ser usado para xyz...então é o mesmo material é o mesmo objeto de estudo, só que ele está sendo olhado de uma forma diferente, isso faz com que o pesquisador de uma disciplina y possa olhar para isso de uma forma diferente...entendeu...porque é um único objeto...é como se um pusesse um filtro verde, o outro um filtro vermelho, o outro um filtro azul, mas isso tem em todas as cores. Para aquela realidade física eu posso ter um aprimoramento da minha visão se eu tenho a forma do outro olhar, de outra especialidade...então, isso faz o progresso, inclusive do ponto de vista de cada uma das disciplinas...essa que é a ideia (Pesquisador entrevistado do INCT A1).

Um pesquisador observou, de maneira positiva, o que segue: "Ajudou muito não?! Pois é um crescimento mais rápido, porque as partes se somam e as interações são fundamentais..." (Pesquisador entrevistado do INCT A4). Outro pesquisador apontou, ainda, que a interação entre disciplinas pode probabilizar pesquisas mais produtivas, com melhores resultados:

-Uma única visão não significa que a solução foi encontrada, nós temos que enxergar, né?! ...As coisas de maneira diferente, porque o ambiente é assim, ele tem diferentes manifestações, a gente acredita que a participação de diferentes cientistas...em cima de um problema comum, vai trazer diferente visões com possibilidades de mais acerto.....

-Quando o Sr. fala de diferentes cientistas, são cientistas advindos de diferentes tradições disciplinares?

-Sim. (Pesquisador entrevistado do INCT B)

Outro pesquisador observa de maneira mais abrangente os resultados de pesquisas amparadas por arranjos colaborativos: "Ótimo, necessários para desenvolver novos caminhos, novas plataformas, novas ideias, novas perguntas." (Pesquisador entrevistado do INCT A5). O pesquisador entrevistado do INCT D expôs que "essas interações que a gente acaba tendo dentro do INCT, elas são muito importantes". O pesquisador do INCT C afirmou que acha interessante a interação entre cientistas advindos de diferentes tradições disciplinares que ocorre em seu INCT. Ele frisou, ainda, que "quando, hoje, nós fazemos um debate...e alguém vem como uma posição absolutamente disciplinar, ele não tem mais condições de sustentar a interlocução (...) eles não dão mais conta e não resistem ao diálogo intelectual como se faz, p. ex., no nosso INCT".

Ainda, nesse contexto, o pesquisador apontou: “ acho que a resposta científica a determinados objetos que são complexos tem sido a produção intelectual de uma visão inter e trans extremamente interessante que veio para ficar. ” (Pesquisador entrevistado INCT C). As palavras do pesquisador vão ao encontro da relação que há na literatura entre arranjos colaborativos e a pesquisa orientada a problemas (Alpert, 1969), vai ao encontro, também, dos próprios motivos pelos quais os arranjos colaborativos estão incluídos na agenda política de diferentes Governos. Repisando, não há disciplina que possa isoladamente enfrentar os problemas da sociedade atual (DEA/FBE, 2008; Royal Society, 2010; Committee on Key Challenge et al, 2014).

Esse contexto pode ser observado a partir do aumento expressivo de artigos acerca do tema ora investigado. Aumento que foi de maneira ainda tímida, todavia crescente, durante o período que se estende dos anos 50 até os anos 80. A partir de meados da década de 80, os arranjos foram estudados a partir do uso de diferentes técnicas:

(...) como entrevistas e inquéritos (Hargens, 1986; Palmer, 1999), a análise organizacional do sistema de ensino superior, como a análise empírica de grupos de pesquisa (Sanz et al, 2001). Métodos bibliométricos também têm sido utilizados, especialmente aqueles baseados nos “mapas da ciência”, construídos sobre análise baseada em copalavra, coautoria ou cocitação, as quais visam identificar relações estruturais entre vários subcampos e mostrá-los em representações gráficas (ver, por exemplo, Tijssen, 1992; Small, 1999; Weingart & Stehr, 1999)(Morillo, Bordons & Gómes, 2003, p. 1237, tradução nossa).¹³⁵

Foram, também, observados empiricamente em diferentes contextos:

(...) a colaboração entre autores ou centros de diferentes áreas do conhecimento (Qiu, 1992; Qin et al, 1997; Bordons et al, 1999), ou aqueles focados na distribuição de referências / citações por categorias (Porter & Chubin, 1985; Urata, 1990; Tomov & Mutafov, 1996; Bourke & Butler, 1998; Van Leeuwen & Tijssen, 2000; Van Raan & Van Leeuwen, 2002; Rinia et al, 2002 (Morillo, Bordons & Gomes, 2003, p. 1238, tradução nossa)¹³⁶

Nesse contexto, deve ser apontado o incentivo que há atualmente nos EUA, no Reino Unido e na UE para a realização de pesquisas acerca dos arranjos colaborativos

¹³⁵ Original: as interviews and surveys (Hargens, 1986; Palmer, 1999), organizational analysis of the higher education system, and empirical analysis of research groups (Sanz et al., 2001). Bibliometric methods have also been used, especially those based in the “maps of science,” built upon co-word, co-authorship, or co-citation analysis, which aim to identify structural relations between various subfields and to show them in graphical representations (see, for example, Tijssen, 1992; Small, 1999; Weingart & Stehr, 1999) (Morillo, Bordons & Gómes, 2003, p. 1237).

¹³⁶ Original: the collaboration between authors or centers from different disciplines (Qiu, 1992; Qin et al., 1997; Bordons et al., 1999), or those focused on the distribution of references/ citations over categories (Porter & Chubin, 1985; Urata, 1990; Tomov & Mutafov, 1996; Bourke & Butler, 1998; Van Leeuwen & Tijssen, 2000; Van Raan & Van Leeuwen, 2002; Rinia et al., 2002) (Morillo, Bordons & Gomes, 2003, p. 1238).

visando, em última análise, produzir mais conhecimento e catalogar as melhores práticas. Aliás, há uma longa tradição de relatórios governamentais com esse objetivo, muitos deles citados nessa tese, como o relatório Rhoten de 2003 (Rhoten, 2003) nos EUA, o *Facilitating Interdisciplinary research* (Committee on Facilitating et al, 2004), também americano de 2004, o relatório Finlandês de 2005 (Bruun et al, 2005), o relatório Dinamarquês de 2008 (DEA/FBE, 2008) e o relatório da NESTA de 2008 (NESTA, 2008).

No relatório americano *Convergence* está exposto o que segue:

O número de organizações, relacionadas ao *Convergence*, já estabelecidas e a diversidade temporal desses programas, a partir da década de 1990 em diante, fornece um conjunto particularmente relevante de estudos de casos, que devem ser investigadas de forma mais sistemática para gerar *insights* sobre como superar os obstáculos ao *Convergence*, que atributos desempenham para nutrir e sustentar o *Convergence* e que tipos de abordagens quantitativas e qualitativas fornecem critérios apropriados para avaliar seu sucesso (Committee on Key Challenge, 2014, p. 71, tradução nossa).¹³⁷

No contexto europeu do *Horizon 2020*, é exposto o seguinte:

Formalmente, Ciências Sociais e Humanas desempenharão um papel fundamental em todos os objetivos relacionados aos desafios sociais estruturais do *Horizon 2020*. No entanto, a questão é como ele será implementado e, eu acho que é importante envolver pesquisadores das Humanidades e das Ciências Sociais na formulação das questões de pesquisa e, conseqüentemente, nos programas de trabalho de todos os grandes desafios. Eles também devem ser adequadamente representados nos painéis de avaliação. Só a implementação dessas soluções estruturais irá garantir aos estudiosos das Humanidades e das Ciências Sociais um papel de liderança em projetos relacionados aos desafios sociais, por exemplo, saúde e, para incentivar a interdisciplinaridade em todos os desafios - os problemas não serão resolvidos apenas pela tecnologia (Kancewicz-Hoffman, 2013, tradução nossa).¹³⁸

¹³⁷ Original: The number of convergence organizations already established and the diversity of ages of such programs from the 1990s forward provide a particularly relevant set of case studies that should be investigated more systematically for insights on how to overcome barriers to convergence, what attributes play the most significant roles in nurturing and sustaining convergence, and what types of quantitative and qualitative approaches provide appropriate criteria to evaluate success (Committee on Key Challenge, 2014, p. 71).

¹³⁸ Original: Formally, social sciences and humanities will play a key role in all the objectives in the Societal Challenges pillar of *Horizon 2020*. However, the issue is how it will be implemented and I think it's important to involve humanities and social science researchers in the formulation of the research questions and consequently the work programmes of all grand challenges. They should also be adequately represented on evaluation panels. Only implementation of these structural solutions will ensure humanities and social sciences scholars a leadership role in projects regarding the societal challenges, for example health, and to encourage interdisciplinarity across all the challenges – problems will not be solved by technology alone (Kancewicz-Hoffman, 2013).

Vale apontar que a British Academy realiza atualmente uma pesquisa sobre o tema no Reino Unido denominada "Nota de esclarecimento acerca da Interdisciplinaridade"¹³⁹ (British Academy, 2015). Tal pesquisa, que envolve as Instituições interessadas no tema, começou a ser realizada em 12 de maio de 2015 e as respostas foram enviadas até o dia 26 de junho de 2015. O relatório ainda não foi finalizado¹⁴⁰.

O cenário de fomento à pesquisa relacionada aos arranjos colaborativos no Brasil pode ter mais visibilidade, considerando o contexto amparado por um programa com gastos expressivos que deve ser pautado por discussões, investigações, a exemplo dos EUA, do Reino Unido e da UE. Inúmeras ações realizadas podem vir a alterar essa situação. Assim, vale repisar os esforços que vem sendo realizados pela CAPES e pelo CNPQ desde 1999, já citados nessa tese.

Nas entrevistas que amparam esta investigação, a satisfação dos pesquisadores ao participarem dos INCTs, fundamentalmente relacionada ao contato com grupos advindos de diferentes tradições disciplinares, foi apontada:

Para mim acho que foi a primeira vez que eu convivi com gente de tantas disciplinas diferentes, entendeu? Foi a primeira vez, e foi extremamente produtivo, difícil no começo porque é uma visão diferente... acho que os outros pesquisadores são mais pragmáticos (...), mas, a gente aprendeu dos dois lados eu acho (...) acho que foi dos dois lados positivo (Pesquisador entrevistado do INCT A2).

O pesquisador entrevistado do INCT C definiu sua experiência com a operacionalidade dos arranjos colaborativos de forma que espelha o que é exposto na literatura científica: "a atividade multi, inter e transdisciplinar, fortalece a abertura da fronteira temática mesmo ...da fronteira epistemológica". Como expôs Allmendinger - notar que, como em muitos outros documentos, a interdisciplinaridade é citada abaixo como gênero que engloba a multi, ela mesma, a interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade - adiante, no Relatório dos Expertos Políticos em Pesquisa, Ciência e Inovação da União Europeia, e outros tantos artigos ou relatórios citados nessa tese (EURAB, 2004; Science Europe, 2012):

Em geral, fomentar a interdisciplinaridade pode servir a dois objetivos diferentes: um é reunir diferentes abordagens científicas, competências, métodos e habilidades para prosseguir e resolver problemas complexos da vida real, visando dominar um desafio técnico, ou para rastrear problemas

¹³⁹ Call for evidence: Interdisciplinarity

¹⁴⁰ <http://www.britac.ac.uk/news/news.cfm/newsid/1272>

complexos (“difficult multi-layered research puzzles”). O *slogan* desse tipo de engenharia interdisciplinar, orientada para o problema, é que tudo o que é visto como útil para resolver ou lidar com o problema ou questão em jogo será utilizado. Em última análise, não se trata de excelência da investigação, mas sim, de seu impacto. A outra abordagem à interdisciplinaridade, pelo contrário, centra-se na pesquisa, seus objetos, procedimentos, métodos e perspectivas. Isso ocorre, para ajudar a produzir novas descobertas científicas, campos ou problemas de pesquisa fora dos limites dos departamentos existentes, tribos acadêmicas e comunidades epistêmicas. Aqui, a interdisciplinaridade é considerada uma ferramenta, uma incubadora para inspirar descobertas científicas através da troca de ideias complexas e encontros, que podem não ser convencionais, mas lutam para desafiar e mudar perspectivas estabelecidas de investigação, rotinas e paradigmas (Allmendinger, 2015, tradução nossa).¹⁴¹

A visão positiva acerca da operacionalidade dos arranjos colaborativos foi apontada repetidas vezes ao longo das entrevistas e de diferentes maneiras. Em que pese a posição anterior, a possibilidade dos arranjos colaborativos prejudicarem o bom andamento dos processos levados a cabo nos INCT investigados foi, também, observado:

Eu não acho que prejudica, acho que ele foi, em todos os momentos que a gente viu, extremamente positivo e eu acho que ele deve existir como multidisciplinaridade, e o INCT deveria ter uma prerrogativa de ter pessoas de diferentes disciplinas, porque nenhuma hoje, absolutamente nenhum assunto, consigo dizer que você responde dentro de uma especialidade ...eu acho que ali você pode ter diferentes especialidades dentro de exatas, dentro de saúde.... Mas, você precisaria com certeza de ter isso...acho que no nosso caso só somou... (Pesquisador entrevistado do INCT A2).

Por outro lado, foi exposto que: "Tem muita filigrana nisso....Eu acho que prejudica até que a gente estabeleça uma linguagem comum" (Pesquisador entrevistado do INCT B).

O eventual desconforto dos pesquisadores entrevistados acerca dos arranjos colaborativos, quando citado, está muitas vezes relacionado à emergência da linguagem comum, o que iguala a situação encontrada nessa investigação àquela exposta na literatura especializada e nos relatórios governamentais.

¹⁴¹ Original: In general, sponsoring interdisciplinarity may serve two different objectives: One is to bring together different scientific approaches, competencies, methods and skills to pursue and solve complex real-life problems, to master a technical challenge, or to track down difficult multi-layered research puzzles. The punchline of this kind of problem-driven, engineered interdisciplinarity is that whatever is seen as helpful in solving or coping with the problem or question at stake will be enlisted. Ultimately, it is not about research excellence but about impact in the first place. The other approach to interdisciplinarity, by contrast, focuses on research, its objects, procedures, methods and perspectives. It is to help bring about new scientific discoveries, fields or research puzzles outside the pale of existing departments, academic tribes and epistemic communities. Here, interdisciplinarity is considered a tool, an incubator to inspire scientific breakthroughs via the exchange of unfamiliar ideas and encounters that might be irritating but nudging to challenge and change established research outlooks, routines, and paradigms (Allmendinger, 2015).

3.3.4 Linguagem comum

Não houve pesquisador contrário à operacionalidade dos arranjos colaborativos. Mas, a dificuldade de estabelecer uma linguagem comum foi apontada como barreira, assim como certa acomodação dos pesquisadores para atingir esse objetivo. Mais usual seria que a emergência de uma linguagem comum fosse categorizada como barreira disciplinar, emergente a partir do choque entre abordagens disciplinares diversas. Todavia, no caso dos INCTs investigados, levando-se em conta a pouca interação já citada, somada à dispersão geográfica, pode-se afirmar que essa é uma barreira do projeto conforme já mencionado. O que se quer frisar é que a indicação de uma barreira disciplinar possui outros contornos, só visíveis quando existem interações mais constantes entre os diversos pesquisadores. Todavia, a emergência de uma linguagem comum é um processo lento, mesmo com interações mais frequentes:

O desenvolvimento de uma cultura aberta, inclusiva, que valorize a diversidade, flexível na forma como aborda os problemas e gera uma linguagem comum é essencial para o sucesso em qualquer esforço de pesquisa que envolva contribuições de várias disciplinas. Esse processo leva tempo. Como observou um participante no workshop de coleta de dados dessa comissão: "nós estamos há cinco anos nesta iniciativa e eu diria que vai levar mais cinco anos para realmente gerar o tipo de linguagem comum que precisamos (Committee on Key Challenges et al, 2014, p. 47, tradução nossa).
142

No caso específico tratado, o pesquisador expôs que "as linguagens são muito difíceis ...e também existe uma coisa que, chamo de uma certa acomodação, que vem de encontro com aquela ... Questão de trabalhar em rede." (Pesquisador entrevistado do INCT D). Todavia, uma vez perguntado a ele, especificamente, como a existência de pesquisadores de diferentes ramos da ciência prejudicava o andamento das atividades desenvolvidas no seu INCT, o pesquisador rapidamente respondeu:

Não, não prejudica de jeito nenhum, muito pelo contrário ...ele permite que ocorra alguns contatos que seriam impossíveis sem esse tipo de rede... embora aí de novo (vem) o que digo: a gente não sabe fazer a rede funcionar de maneira mais efetiva, então acho que uma coisa que se teria que discutir é como fazer uma rede mais efetiva (Pesquisador entrevistado do INCT D).

¹⁴² Original: Developing an open, inclusive culture that values diversity, is flexible in the way it approaches problems, and has a common language is critical for success in any research effort that involves contributions from multiple disciplines. This process takes time. As one participant in the committee's data-gathering workshop noted, "We're five years into this initiative and I would argue that it will take another five years to actually get the kind of common language we need" (Anna Barker, Workshop on Key Challenges in the Implementation of Convergence, September 16-17, 2013, Washington, DC) (Committee on Key Challenge et al, 2014, p. 47).

O pesquisador entrevistado do INCT C, por sua vez, respondeu que "a dificuldade vem não das ciências em si, mas da atitude do cientista no sentido de incorporar certezas...se o cientista acredita nas suas certezas e não admite o diálogo...a incomunicabilidade se estabelece".

Outro pesquisador, que possui experiência relacionando-se com pesquisadores de diferentes disciplinas em diferentes tipos de investigação, observou no mesmo tom: "Prejudica quando não se cria a linguagem comum" (Pesquisador entrevistado do INCT A4).

A emergência da linguagem comum foi citada em diferentes momentos das diversas entrevistas. Ficou patente que esse tema preocupa os diferentes pesquisadores, em todos os INCTs investigados e, assim, é percebido pelos entrevistados como barreira. Todavia, dada a pouca interação, a barreira disciplinar se consolida mais como expectativa do que como um fato consumado. É importante, nesse contexto, apontar o paradoxo emergente: "é difícil a operacionalidade dos arranjos colaborativos porque não há criação de linguagem comum" e "é difícil a criação de linguagem comum porque não há a operacionalidade dos arranjos colaborativos". Assim, os pesquisadores, repete-se, observam uma barreira. No que tange a esta pesquisa, expectativa de barreira disciplinar que, considerando-se a pouca interação entre os pesquisadores dos INCTs investigados, que operam ainda geograficamente dispersos, deve ser categorizada como barreira do projeto. Barreira operacional.

Apesar da diferença de linguagem ser apontada reiteradas vezes e, assim, constituir uma barreira, uma dificuldade de forma eventualmente paradoxal, a experiência de interagir com pesquisadores de outras disciplinas foi vista de maneira positiva pelos pesquisadores entrevistados. Essa situação inclina, também, a categorização da barreira de linguagem para o tipo barreira do projeto e não para o tipo barreira disciplinar. Explique-se, não se observou uma barreira tal que criasse resistência nos pesquisadores. Não houve reiteradas tentativas frustradas de enfrentar o mesmo tema com arsenais teóricos diversos, ou seja, não houve um choque de disciplinas. Houve certo estranhamento inicial, superficial, que não foi aprofundado devido à pouca interação entre os pesquisadores possuidores de diferentes formações disciplinares, senão vejamos:

Assim, quando a gente foi tentar - eu lembro disso muito bem - umas das primeiras reuniões do INCT eu vi uma palestra de uma pesquisadora de outra disciplina e ela trabalhava com uma molécula que emite uma fluorescência, uma

molécula que *tá* em determinada condição lá...e eu achei aquilo bem legal, mas tinha um cara do lado que era uma área correlata e ele já raciocinou que a interação da molécula com o seu substrato não era do jeito que estava sendo falado porque a molécula tem uma característica x e aquilo lá não daria certo. Então assim, eu com a minha especialidade aceitaria a explicação dela, porque é uma pessoa que só estuda aquilo. Quando você está do lado de alguém de uma outra área que tem uma visão básica de um assunto você já começa a raciocinar que o conceito não é igual. O que eu aprendi nesses 4 anos foi que as vezes a minha visão de determinada coisa, ela é enviesada para o lado que eu trabalho, que é o lado xxx, e às vezes as visões que eles têm e são visões muito, como falo? Eu acho que o pesquisador da área x é muito mais preto no branco, ele tem uma coisa assim, isso acontece ou não acontece, isso é real ou não, entendeu ?? A partir de quê !? De coisas de estrutura mesmo, então...eu acho que isso foi bacana (Pesquisador entrevistado do INCT A2).

3.3.5 A produtividade das interações

A produtividade das interações não satisfaz os participantes por motivos diferentes, tais como: falta de tempo para as atividades do INCT, poucas informações acerca dos INCTs, excesso de trabalho do próprio departamento, poucas reuniões dos INCTs. Todos esses itens foram apontados como barreiras à operacionalidade dos arranjos colaborativos por diferentes pesquisadores entrevistados em diferentes momentos das entrevistas. Tais itens são igualmente citados como barreiras por artigos e relatórios internacionais. Portanto, a observação dos pesquisadores investigados é similar àquela descrita na literatura (Tress, Trees, Fry 2005; Porter, 2006; Bruun et al, 2010). No caso desta tese, essa barreira é classificada como barreira do projeto, barreira do gênero operacional.

Esse dado é importante, pois, além de expor insatisfação com a pouca quantidade de encontros, interações, expõe que os pesquisadores gostariam de ter mais tempo, mais informação, mais possibilidade de realizar atividades relacionadas aos seus INCTs e gerar mais resultados a partir dessas interações. Assim, fica registrada a satisfação que têm os pesquisadores investigados de participar dos arranjos colaborativos. Fica registrado, em suma, que as atividades dos INCTs poderiam ter sido mais produtivas. A resposta que contextualiza o observado, constantemente citada por diferentes pesquisadores em diferentes momentos da entrevista, foi a seguinte:

-Pode ser muito mais produtivo

-E, por que, não é?

-Porque a gente faz muita coisa, e não ter tempo de ver mais seminários. Tem muitas vezes que eles fazem seminários que eu não consigo ir...você tem que dar aula, você tem reunião, você tem alunos

-Você acha que vocês não têm tempo suficiente para atividades multi, interdisciplinares?

-Exatamente (Pesquisador entrevistado do INCT A3).

Apesar do que foi mencionado acima, outras tantas declarações poderiam ser citadas, no sentido de ampliar o que foi apontado nas diferentes entrevistas. Pode-se expor, por exemplo, o que apontou o pesquisador entrevistado do INCT D: "Poderia ser (ref. do autor: mais produtivo), todavia, as interações foram muito pobres...as possibilidades de interação foram poucas, a gente não consegue nem conversar". Essa resposta é emblemática, pois, os motivos apontados pelos pesquisadores são enfatizados. O que aponta de maneira palpável a validade dessa investigação de doutorado. Há diferentes tipos de barreiras, observadas e descritas de diferentes maneiras, das mais simples as mais complexas, como por exemplo: "No cenário nacional eu acho que os INCTs precisam melhorar bastante" (Pesquisador entrevistado do INCT A5).

3.3.6. Os temas interação e fronteira do conhecimento

Ao longo da entrevista, foram realizadas perguntas com o intuito de observar como os INCTs investigados haviam lidado com os termos interação - "Abrangência e sinergia das atividades e dos atores envolvidos na proposta; mecanismos de interação entre os grupos de pesquisa, laboratórios associados, setor empresarial e sociedade." (MCTI, CNPQ, 2008), item com peso máximo na avaliação da Proposta enviada para o Comitê de Coordenação do Programa até o dia 18 de setembro de 2008, e fronteira do conhecimento, "execução de projetos específicos originais e bem fundamentados que se situam na fronteira da ciência ou são de relevância estratégica para o país" (MCTI, CNPQ, 2008), ambos constantes no Edital como "Critérios de análise e julgamento". Esses questionamentos tinham relação direta com coordenadores e participantes dos CGs, todavia, foram feitas na medida do possível para todos os entrevistados.

Os temas citados, interação e fronteira do conhecimento, que a princípio parecem não ter relação alguma, estão intimamente relacionados, tanto na literatura especializada quanto em relatórios governamentais.

Conforme citado nesse trabalho, o enfrentamento dos problemas emergentes na sociedade atual exige a prática da ciência na fronteira do conhecimento. Tais temas são: (1) complexos e (2) não são enfrentados a partir de uma única disciplina. Aliás, são

tratados a partir da operacionalidade de arranjos colaborativos, os quais envolvem grupos advindos de diferentes tradições disciplinares.

A hipótese central do Convergence é que diversas equipes são capazes de gerar soluções inovadoras para os problemas complexos. De fato, há evidências de que as equipes compostas por indivíduos com diferentes perspectivas sobre a resolução de problemas superarão grupos mais homogêneos em suas abordagens (Hong e Página 2004; Horowitz e Horowitz 2007). Há também evidências de uma maior criatividade nas equipes com maior diversidade (Stahl et al. 2010). Consequentemente, um ambiente onde opiniões - especialmente opiniões divergentes- são expressadas abertamente, onde a diversidade é valorizada e ideias que se contradizem são comunicadas respeitosamente, pode ser vital para o sucesso do Convergence. Tais ambientes permitem que os grupos pensem além dos paradigmas e, que colaborem para descobrir soluções criativas para problemas complexos (Committee on Key Challenges et al, 2014, p. 46, tradução nossa).¹⁴³

O enfrentamento de temas na fronteira do conhecimento atualmente está relacionado à operacionalidade de arranjos colaborativos que, por sua vez, exige a interação de pesquisadores advindos de diferentes tradições disciplinares ao longo do tempo. Dessa forma, interação e prática da ciência na fronteira do conhecimento, como anteriormente mencionado, estão intimamente relacionadas.

A prática da ciência na fronteira do conhecimento foi observada pelos pesquisadores. Com base no que foi declarado, é possível dizer que os INCTs investigados operam na fronteira da ciência brasileira, afirmação que foi exposta e exemplificada de uma maneira ou de outra por todos os pesquisadores entrevistados.

Para os padrões mundiais, a média da produção de ciência de ponta no Brasil é baixa e, portanto, é baixo o impacto internacional da ciência produzida no Brasil, o que pode ser verificado pelo número médio de citações dos artigos publicados por pesquisadores brasileiros. Com algumas exceções, vale dizer, como produtor de artigos o Brasil ocupa a 15^o posição, enquanto com relação à citação de seus artigos ocupa a 144^o posição (Scimago, 2016).¹⁴⁴

¹⁴³ Original: A central hypothesis of convergence is that diverse teams are able to generate innovative solutions to complex problems. Indeed, there is evidence that teams composed of individuals with different perspectives on problem solving will outperform groups that are more homogeneous in their approaches (Hong and Page 2004; Horowitz and Horowitz 2007). There is also evidence for increased creativity in more diverse teams (Stahl et al. 2010). Consequently, an environment where opinions—especially dissenting opinions—are openly expressed, where diversity is valued, and opposing ideas are respectfully communicated may be vital to the success of a convergence program. Such environments enable groups to think beyond embedded paradigms and collaborate to uncover creative solutions to difficult problems (Committee on Key Challenges et al, 2014, p. 46).

¹⁴⁴ <http://www.scimagojr.com/>

No Brasil, existem poucos grupos produzindo ciência de ponta, ciência na fronteira do conhecimento, no nível daqueles sediados nos países desenvolvidos. Os INCTs em geral, assim como os INCTs investigados nesta tese, operam no sentido de alterar, também, esse cenário. De qualquer maneira, parte importante - ou a totalidade - da ciência de ponta produzida no Brasil atualmente é produzida no contexto dos INCTs.

Conforme vários relatos e citação expressa em entrevista¹⁴⁵, não havia consultores científicos para julgar as novas propostas para a Chamada dos INCTs ocorrida no ano de 2014, pois aqueles com possibilidade de exercer tal função eram proponentes ou integrantes dos INCTs. Isso reforça o que se afirmou anteriormente.

A interação, problema apontado repetidas vezes pelos entrevistados, está relacionada, mais especificamente, às relações entre os diversos pesquisadores e grupos advindos de diferentes tradições disciplinares. Um pesquisador entrevistado do INCT B disse o seguinte:

Interação, eu começaria dizendo que foi um desafio enorme, pegar pessoas de reconhecida competência, bons pesquisadores, trabalhando na sua visão essencialmente disciplinar, então um desafio de integrar um INCT chamado xxx, não é uma coisa tão simples. Fronteira do conhecimento, nós sabíamos do compromisso de não fazer a mesmice que fazíamos antes, se ela fosse ruim de jeito nenhum. Nós todos vivemos bem das nossas pesquisas até o momento da proposta do INCT, mas a gente assumia o compromisso de inovar, porque no MCTI, o I não foi colocado assim, a inovação é que traz eventualmente salto de qualidade no conhecimento. Se você está me perguntando...nós conseguimos parte disso até agora, eu não tenho dúvida que sim. Nós mostramos...coisas que isoladamente algumas eram inclusive do conhecimento da ciência, mas dentro do conceito...dentro das propostas do INCT, elas foram colocadas de maneira concatenada e abrindo possibilidades diferentes (Pesquisador entrevistado do INCT B).

Assim expôs o investigador no mesmo contexto:

Eu...já me fiz essa pergunta acredito que outros já nos fizemos essa pergunta e no que toca ao CG, uma das coisas que a gente acha que pode melhorar é que nós precisamos aumentar o nosso nível de discussão interna..o que isso quer dizer, não é necessariamente só eu estar preocupado em interagir com outros grupos de excelência em A B ou C, mas aqui dentro temos que discutir as nossas visões.....das coisas que a gente conseguiu fazer , junto com as nossas visões daquilo que a gente não conseguiu fazer (Pesquisador entrevistado do INCT B).

¹⁴⁵ "o Julgamento está sendo feito.....todo porconsultores externos que a grande maioria dos pesquisadores aqui no Brasil acabou se envolvendo nos INCTs" (Pesquisador entrevistado do INCT B)

A perspectiva acima é a que gera, ao longo do tempo, o adensamento dos arranjos colaborativos. Discutir, nos diferentes INCTs investigados, as diversas visões disciplinares que o integram, visando mais interação, apontando pontos positivos e/ou pontos negativos da operação, o que foi atingido e o que deixou de ser. Isto gera complexidade e probabiliza mais pontos de contato entre disciplinas, ensejando novos caminhos que podem vir a gerar e/ou probabilitar inovação. Esse processo é lento e exige tempo. Não obstante, a evolução da ciência necessariamente passa por ele, conforme apresenta o relatório internacional produzido pela Science Europe: "Excelência científica requer comprometimento de longo prazo e continuidade" (Science Europe, 2012, p. 4, tradução nossa)¹⁴⁶. Esse tema foi especificamente citado em sede de entrevista:

Com o tempo a interação já foi melhorando. Eu, p. ex., poderia interagir muito mais, principalmente agora que a gente começou a trabalhar com essa parte de xx. Então quanto mais exposição você tem, diferentes técnicas e diferentes pensamentos mais fáceis e você pode ver que pontos estão fracos e isso poderia ter uma melhoria com a presença...mas, isso leva tempo, ninguém por decreto pode dizer agora vamos todos trabalhar juntos, precisa-se de um tempo de amadurecimento e convivência para que isso aconteça. Ciência se faz, não se faz por decreto (Pesquisador entrevistado do INCT A1).

No ano de 2004, a Academia Nacional Americana foi instada a revisar o “estado da pesquisa interdisciplinar (ref.do autor: entender o termo “interdisciplinar” como se fora “arranjos colaborativos) e a educação em ciência e engenharia visando recomendar ações para melhorá-las” (Committee of Facilitating Interdisciplinary research et al, 2004, p. x, tradução nossa)¹⁴⁷. No contexto dessa revisão, assim se manifestaram os autores do relatório sobre a interação entre pesquisadores no contexto da operacionalidade dos arranjos colaborativos:

Na pesquisa da comissão, as principais recomendações dos entrevistados para instituições, líderes de projeto, diretores, pesquisadores, educadores, acadêmicos de pós-doutorado e estudantes estavam focadas em melhorar a comunicação entre os pesquisadores. Mais de 20 % dos entrevistados afirmaram especificamente que os pesquisadores interdisciplinares precisam de tempo para desenvolver redes eficazes e estratégias de investigação (Committee of Facilitating Interdisciplinary research et al, 2004, p. 128, tradução nossa).¹⁴⁸

¹⁴⁶ Original: "Scientific excellence requires long-term commitments and continuity" (Science Europe, 2012, p. 4).

¹⁴⁷ Original: the state of interdisciplinary research and education in science and engineering and recommend ways to facilitate them. (Committee of Facilitating Interdisciplinary research et al, 2004, p. x)

¹⁴⁸ Original: In the committee's survey, respondents' top recommendations for institutions, project leaders, principal investigators, educators, postdoctoral scholars, and students focused on enhancing communication between researchers. Over 20 percent of the respondents stated specifically that interdisciplinary researchers need time to develop effective networks and research strategies (Committee of Facilitating Interdisciplinary research et al, 2004, p. 128).

A Royal Society inglesa, a partir de um questionamento da Academia Britânica, já citada nesse trabalho, teve oportunidade de responder, em junho de 2015, a respeito de sua posição face à multidisciplinaridade e à interdisciplinaridade na pesquisa e na educação superior. No que tange ao tema ora tratado, interação entre pesquisadores advindos de diferentes tradições disciplinares, a Royal Society assim se posicionou:

A falta de meios de comunicação eficazes pode ser uma barreira para a pesquisa multi e interdisciplinar. Assim, é importante para os investigadores estabelecerem uma linguagem comum. A comunicação eficaz dentro de equipes de investigação é vital para garantir que as diferenças de metodologias e terminologias nas diversas disciplinas sejam compreendidas. A comunicação bem-sucedida é muitas vezes forjada ao longo do tempo, mas, pode ser melhorada se os pesquisadores são capazes de ampliar a sua experiência, buscando oportunidades para aprender além de suas áreas específicas. A comunicação eficaz entre pesquisadores e profissionais advindos de diferentes disciplinas, pode ser facilitada mediante a criação de oportunidades para interações, formais e informais (Royal Society, 2015, p.3, tradução nossa).¹⁴⁹

No âmbito do 5º Programa de financiamento de ciência, tecnologia e inovação da UE, foi realizada uma investigação com pesquisadores e responsáveis por investigações orientadas a problema (termo utilizado nessa tese como sinônimo de arranjos colaborativos). O tema interação foi assim tratado:

A pesquisa interdisciplinar não ocorre automaticamente, simplesmente reunindo várias disciplinas em um projeto de pesquisa. Hollaender et al. [12], em uma pesquisa empírica realizada na Alemanha, Áustria e Suíça, observaram que foi fácil fazer um membro da equipe responsabilizar-se pelo seu próprio projeto, mas, foi, muito difícil, fazer com que os membros da equipe se sentissem responsáveis pelo grupo como um todo (...). Problemas de comunicação foram encontrados em todos os tipos de colaboração interdisciplinar: no âmbito das ciências naturais, entre as ciências naturais e sociais, e entre ciências sociais quantitativas e qualitativas. (...) pode ser demorado para as pessoas compreenderem a contribuição de outras disciplinas. (...) como observou o coordenador de um projeto: A princípio levamos várias reuniões para unir pesquisadores provenientes de diferentes disciplinas. Alguns tendem a ver apenas a sua própria posição. "Como coordenador você tem que fazer um monte de interações para trazer todos os parceiros para um entendimento comum do problema e, formar um argumento onde todos se aceitem sem conhecer, em detalhes, a função dos outros parceiros". A definição de interfaces entre parceiros e seus respectivo trabalhos é, também, bastante demorada. "Abordagens que têm sido utilizadas com sucesso para lidar com estes desafios incluem o desenvolvimento de um glossário de termos e seus significados consensuais e, a utilização de um número de encontros maior do que o habitual para melhorar a integração, considerando espaço para

¹⁴⁹ Original: The lack of effective means of communication can be a barrier to interdisciplinary and multidisciplinary research, and it is important for researchers to establish a common language. Effective communication within research teams is vital to ensure that the variation in methodology and terminology between disciplines is understood. Successful communication is often forged over time, but can be enhanced if researchers are able to broaden their own expertise, by seeking out the opportunities to learn beyond their specialist areas. Effective communication between researchers and practitioners in different disciplines can be facilitated by creating opportunities for formal and informal interaction (Royal Society, 2015, p.3).

"interação social" (Bruce, Lyall, Tait, Williams, 2004, p. 467-468, tradução nossa).¹⁵⁰

Conforme se pode observar com base nas citações anteriores, a interação é vista como tema de suma importância nos EUA e nos países europeus, que possuem mais experiência na operacionalidade dos arranjos colaborativos. Além disso, é reiteradamente apontada a relação entre criação, emergência de linguagem comum e interação formal e informal ao longo do tempo como, por exemplo, "Estimular eventos sociais como cafés e pizzas para propiciar discussões e apresentações acerca de pesquisas relacionadas ao Projeto Convergência, adaptar os antigos Clubes do Livro para abordar temas acerca desse Projeto" (Commite on Key Challenge, et al, 2014, p. 66, tradução nossa).¹⁵¹

Durante as entrevistas, assim expôs um pesquisador das ciências naturais, enfatizando a dificuldade da interação e apontado as "línguas diferentes":

há uma série de problemas que a gente sempre se depara....vou dizer os que não são os mais comidinhos... de dinheiro, problemas principais pra gente atualmente, é que na medida q a gente tem especialidades diferentes a linguagem de cada um, a forma de fazer ciência de cada uma, a forma de pensar e atacar os problemas, são muito diferentes ...é óbvio que existe um pano de fundo em tudo que a ciência da natureza, mas há especificidades e há línguas que muitas vezes a gente tem que trabalhar durante muito tempo para poder adquirir uma linguagem comum...inclusive para poder entender a forma de pensar de pessoas de outras áreas...mesmo daquelas próximas da nossa. A gente tem uma dificuldade bastante grande e um dos grandes desafios do INCT nesse caso nosso, foi vencer essas barreiras, transpor essas barreiras (Pesquisador entrevistado do INCT A1).

Voltando à análise de entrevistas no contexto discutido nesse item, o caso do INCT C é emblemático, pois, em que pese, conforme já citado, não haver Instituto do

¹⁵⁰ Original: Interdisciplinary research does not occur automatically simply by bringing together several disciplines in a research project. Hollaender et al. [12], in a survey of research practices in Germany, Austria and Switzerland, found that whilst it was easy to make a team member responsible for their own project, it was much more difficult to make team members feel responsible for the group as a whole (...). Communication problems were found in all types of interdisciplinary collaboration: within the natural sciences; between natural and social sciences, and between quantitative and qualitative social sciences. (...)It can be time-consuming for people to develop an understanding of the contribution of other disciplines. (...) As one project coordinator observed: At first it took several meetings to synchronise people coming from different disciplines. Some tend to see only their own position. "As co-ordinator you have to do a lot of communication to bring all partners to a common understanding of the problem and a position where everybody accepts everybody without knowing in full detail, what the other partner has to do. Also definition of interfaces between partners and their work is highly time consuming." Approaches that have been used successfully to cope with these challenges include developing a commonly agreed glossary of terms and their meanings and using a greater than usual number of exchange visits and meetings to improve integration and including space for 'social time' (Bruce, Lyall, Tait, Williams, 2004, p. 467-468).

¹⁵¹ Original: Encourage social events such as coffee and pizza to foster presentations and discussions of convergent research, Repurpose journal clubs to address convergence themes (Commite on Key Challenge, et al, 2014, p. 66).

Milênio anterior, o grupo nele reunido trabalha em conjunto desde os anos 90. Eis a resposta acerca do tema interação:

Em 2008, já tínhamos 18 anos de contato...não houve dificuldade, isso foi visto como a nova oportunidade de ampliar o grupo e principalmente de incorporar uma ou duas novas gerações ...eu acho que o INCT teve esse fator, ele permitiu incorporar, duas novas gerações de pesquisadores (Pesquisador entrevistado do INCT C).

No que tange ao INCT C - dedicado às Humanidades, conforme classificação da CAPES - deve-se frisar que tal seara científica está relacionada a temas abrangentes, melhor atacados a partir de arranjos interdisciplinares densos ou até mesmo de arranjos transdisciplinares. Diga-se de passagem, esta tese é produzida a partir da teoria luhmanniana, teoria transdisciplinar (Luhmann, 1998, p. 14), relacionada à teoria geral dos sistemas, à cibernética e outras tantas teorias advindas de diferentes tradições disciplinares que unem diferentes disciplinas, algo que representa a abrangência que se quer apontar.

A produção de conhecimento do INCT C é interdisciplinar com bastante densidade, ou seja, está amparada por conceitos que emergem a partir do imbricamento das disciplinas que ali, originalmente, operam. Aliás, conceitos capazes de originar uma nova linguagem, com fôlego, talvez, para produzir um arranjo transdisciplinar (Halfmann e Schützenmeister, 2008), algo bastante comum nas Humanidades. Ocorre que tal constatação deve levar em conta a proximidade disciplinar do tema e a maturidade dos pesquisadores, além, da união citada entre duas gerações de pesquisadores. Isso é frisado porque o INCT C não realizou mais reuniões que os outros INCTs investigados. A densidade do arranjo operacionalizado por esse INCT está relacionada ao tempo de interação da equipe e a maturidade dos pesquisadores envolvidos no manejo de temas tratados de maneira similar por diferentes disciplinas, com proximidade teórica, metodológica e epistemológica que compõem esse INCT específico. Essas circunstâncias beneficiam a evolução dos arranjos colaborativos, conforme apontado na literatura especializada (Cummings e Kiesler, 2008).

No caso do INCT D, foi repetido por diversas vezes ao longo da entrevista que a interação foi episódica. Assim observou o pesquisador:

As coisas foram mais multidisciplinares mesmo, essa coisa de dizer, de usar ferramenta do outro para resolver um problema...acho que isso aconteceu muito pouco, então acho que o que mais aconteceu foi isso...tem o problema,

... você faz o seu pedacinho e depois a gente vê o que deu....¹⁵² (Pesquisador entrevistado do INCT D).

Nesse INCT, não houve membros de outras disciplinas que estivessem fora do espectro das ciências da saúde para, em que pese o tema de base, que originou o INCT, ter especificidades que viabilizariam o aprofundamento do arranjo colaborativo ali operacionalizado. Não foi o que ocorreu. Apesar do tema, acompanhamento e avaliação serem tratados mais adiante, alguns pontos devem ser esclarecidos.

A situação acima não possui relação com a excelência dos pesquisadores envolvidos. Os motivos, no entanto, têm relação com as dificuldades para a execução da política, já discutidos anteriormente, especificamente, a dispersão geográfica somada a pouca interação, já detalhadas nesta tese.

Apesar do que foi observado pelos pesquisadores, dentro da mesma grande seara científica podem ser desenvolvidos arranjos colaborativos densos, interdisciplinares ou transdisciplinares, como já exposto. Não há regra para isso, nem para o outro caso, ou seja, não é porque um cientista social participa de um grupo de pesquisa em conjunto com engenheiros e médicos que há um arranjo colaborativo denso em operação. Não basta proximidade, não basta pertencer à mesma grande seara científica.

Mesmo com as oportunidades para a pesquisa interdisciplinar crescendo, persiste a visão de que a avaliação da pesquisa interdisciplinar precisa urgentemente ser adaptada de forma mais adequada. (...). Pode ser prejudicial para os padrões genuínos de interdisciplinaridade que os investigadores recebam financiamento para projetos interdisciplinares que são, na verdade, apenas, multidisciplinares ou se suposições simplistas são feitas como, por exemplo: a inclusão de ciências sociais em uma proposta de pesquisa científica significa que seus resultados serão politicamente relevantes. É importante distinguir entre o genuinamente interdisciplinar e o uso de interdisciplinaridade como termo geral para descrever investigações complexas ou multidisciplinares (Marsden et al, 2011, tradução nossa).¹⁵³

¹⁵² Frisando as frases, repetidas em diferentes momentos ao longo da entrevista que em grande medida, contextualizam a observação do pesquisador: “a gente deveria trabalhar em rede, e a gente não trabalha assim. Eu acho que esse é um grande problema que não é só o nosso, a maioria dos INCTs o Brasileiro não sabe trabalhar em rede, esse é o grande problema” (Pesquisador entrevistado do INCT D) “a gente continua trabalhando, 80%, 90% como grupo isolado, usando os recursos do INCT mas não existe essa interação mais forte que deveria existir” (Pesquisador entrevistado do INCT D).

¹⁵³ Original: Even as the opportunities for interdisciplinary research grow, the view persists that evaluation of interdisciplinary research urgently needs to be tailored more appropriately. (...) it can be harmful to standards of genuine interdisciplinarity if researchers receive interdisciplinary funding for projects that are in fact only multi-disciplinary; or if simplistic assumptions are made: for example, the inclusion of social science in a scientific research proposal does not automatically mean outputs will be policy relevant. It is important to distinguish between the genuinely interdisciplinary and the use of interdisciplinarity as a blanket term to describe complex or multi-disciplinary research (Marsden, Lyall, Bruce and Meagher, 2011).

Conforme repetido na literatura internacional, o aprofundamento da operacionalidade dos arranjos colaborativos ocorre ao longo do tempo, é construído com o máximo possível de interações em diferentes instâncias - sala de aula, laboratórios, congressos, workshops, etc. – e, é facilitado a partir da proximidade dos pesquisadores. Por outro lado, não se pode esquecer que a operação dos arranjos colaborativos traz novos desafios também para a própria operação da política científica e do sistema nacional de inovação como um todo, considerando-se que a operacionalidade dos arranjos colaborativos probabiliza a geração de inovação. E a proximidade por si só não resolverá essa situação. Além disso, “É altamente improvável que a integração ocorra espontaneamente no final de um projeto ou programa, a menos que tenham sido tomadas medidas no sentido de alcançar este resultado” (Lyall, Bruce, Marsden, Meagher, 2011, p. iv, tradução nossa)¹⁵⁴. Essa frase é fundamental no contexto dessa tese.

As condições para a evolução dos arranjos colaborativos estão reunidas na operacionalidade dos INCT A, B, C e D o que se quer apontar com essa afirmação é que os pesquisadores acreditam que os arranjos colaborativos trazem bons resultados, mostram-se entusiasmados com a ideia de um maior adensamento de sua operacionalidade e entendem que suas disciplinas têm problemas para enfrentar isoladamente os desafios científicos atuais. No INCT C, as condições estão mais bem maturadas, consolidadas. No INCT D, existem algumas dificuldades a mais. Todavia, no geral há pouca geração de complexidade, ou seja, em que pese as boas possibilidades, existem muitas barreiras.

Não há, até o presente momento, uma delimitação de temas que caracterize e diferencie as comunicações levadas a cabo nos diferentes INCTs de outras tantas que ocorrem nos diferentes departamentos disciplinares daqueles pesquisadores que integram os INCTs investigados. Ou seja, no caso do INCT A, B e D, não se observa uma linguagem comum que se diferencie das linguagens disciplinares ali existentes. Mesmo no caso do INCT C, as diferentes linguagens e os diferentes conceitos das Humanidades em muito se parecem e operam no imbricamento de diferentes disciplinas ou igualmente em diferentes disciplinas (No nível objetual, o que é o puramente sociológico face ao puramente antropológico?). Todavia, nesse INCT, há uma diferenciação visível, isso

¹⁵⁴ Original: It is highly unlikely that integration will occur spontaneously at the end of a project or programme unless deliberate steps have been taken to achieve this (Lyall, Bruce, Marsden, Meagher, 2011, iv).

porque sua operação está além do multidisciplinar, frisando que as ciências sociais (as Humanidades, conforme a classificação da CAPES) são inerentemente interdisciplinares, o seu DNA é interdisciplinar e suas operações ocorrem, no mais das vezes, à beira da transdisciplinaridade. A larga experiência e o convívio do grupo durante bastante tempo possibilitam e reforçam o que se observa.

O que se nota, no geral, é a operação de arranjos multidisciplinares (com exceção do INCT C). Essa é uma característica marcante do que foi observado ao longo das diferentes entrevistas. Não há, nesse momento, além da satisfação dos pesquisadores investigados relacionada à interação com grupos de outras searas disciplinares, uma interação mais profunda entre disciplinas. Não se observa evolução e adensamento expressivo dos arranjos, além da exceção citada. Essa situação descrita está relacionada com os efeitos das barreiras.

Um adensamento dos arranjos não possui, portanto, relação com a qualidade dos pesquisadores envolvidos nos INCTs investigados, com o conhecimento e experiência que possuem de sua área de atuação específica. A operação dos arranjos colaborativos, conforme expõe a literatura especializada, depende da sinergia de todos os envolvidos, inclusive do próprio governo, pois depende de fomento, de continuidade; essas condições, e outras tantas, devem estar reunidas. Acerca desse tema, assim está colocado em um relatório americano:

Se os Estados Unidos quiserem acelerar a inovação, a construção de infraestrutura sustentável para a cooperação transdisciplinar através do Convergence é uma estratégia promissora. Sem um enfoque sistemático, mesmo com belos modelos, o Convergence continuará sendo uma colcha de retalhos que une esforços isolados (Committee on Key Challenge, 2014, p.70, tradução nossa).¹⁵⁵

Na Dinamarca:

A implementação do Grupo Dinamarquês para a Globalização, ao longo dos próximos anos, o novo plano de ação para recursos estratégicos ("Fosque 2015"), o desenvolvimento de novos programas privados de educação orientados para setores específicos na formação profissional e, o debate ambiental combinado com o acompanhamento do próximo "Encontro ambiente internacional" em 2009, a ser realizado na Dinamarca, são áreas onde, obviamente, deveríamos colocar esforço estratégico extra para reforçar a interdisciplinaridade. Da mesma forma, há grandes possibilidades para melhor focar a interdisciplinaridade em conexão com a fusão, tanto de

¹⁵⁵ Original: If the United States wants to accelerate innovation, building sustainable infrastructure for transdisciplinary cooperation through convergence is a promising strategy. Without a systematic focus, however, even with showcase models, convergence will continue to be a reductive patchwork of isolated efforts (Committee on Key Challenge, 2014, p.70).

instituições de ensino como de departamentos, que, atualmente, acontece nas universidades e em colégios profissionais e, também, na "Declaração do Futuro Painel do Ministério da Ciência", sobre a necessidade de rever e criar mais coerência no sistema de conselhos de pesquisa (DEA, FBE, 2008, p.22, tradução nossa).¹⁵⁶

Percebe-se que as barreiras observadas são mais uma vez do projeto, há pouca interação, todavia, os problemas são mais amplos. Nesse contexto é coerente apontar, que uma política que visa promover os arranjos colaborativos envolve tanto a base quanto o topo da pirâmide que representa os envolvidos, no caso, cada um dos operadores do sistema nacional de inovação operando em conjunto ao longo do tempo com base em planejamento político parametrizado por acompanhamento e avaliação (Committee on Key Challenge et al, 2014).

3.3.7 A Publicação de Artigos

A publicação de artigos em colaboração envolve pesquisadores que compõem os diferentes INCTs investigados. Conforme observado, esse tipo de produção é valorizado pelos pesquisadores entrevistados, segundo descrito abaixo:

...o que a gente consegue notar como produto final que mostra que realmente a gente conseguiu em algum aspecto chegar senão na compreensão total de problemas ..., mas muito perto dela, é a publicação de trabalhos em comum, que isso para nós é a coisa mais fundamental (Pesquisador entrevistado do INCT A1).

A publicação de artigos no contexto dos diferentes grupos que compõem os INCTs investigados demonstra a produção de conhecimento que, segundo repetidas declarações dos pesquisadores entrevistados, gera "mais acertos", expõe "uma visão adicional, amplificada", "mais completa do objeto".

O processo de produção desses artigos é um indicador importante para detectar, nos INCTs investigados, a densidade de operação dos arranjos colaborativos (Fry, 2001) e, portanto, para as conclusões a serem expostas nesse trabalho de investigação. Contudo, será comprovado, também, que é uma métrica que registra a pouca interação, a pouca

¹⁵⁶ Original: Implementation of the Danish globalization pool over the coming years, the new plan of action for strategic resource ('Forsk 2015'), the development of new private sector oriented education programs at the professional bachelor degree, and the environmental debate and follow-up to the forthcoming international environment summit in 2009, to be held in Denmark, are all obvious areas where we ought be putting extra strategic effort on enhancing interdisciplinarity. Similarly, there are great possibilities in increased focus on interdisciplinarity in connection with the merging of educational institutions and departments now going on in the universities and at the professional colleges and in view of the declaration by the Future Panel of the Ministry of Science regarding the need to revise and create more coherence in the research council system (DEA, FBE, 2008, p.22).

geração de complexidade entre os diferentes grupos disciplinares que compõem os diferentes INCTs investigados. Nessas publicações, poderiam ser criados ou registrados novos conceitos que, eventualmente, estariam longe do espectro estritamente disciplinar. Poderiam, também, ser observadas a partir da publicação de artigos, interações onde métodos de distintas disciplinas se cruzariam. Não foi o que se observou, com exceção do INCT C, a partir do que foi apontado pelos pesquisadores.

Conforme exposto pelos entrevistados, foram escritos muitos artigos com diversos autores de searas disciplinares distintas. Os pesquisadores declararam que os artigos foram escritos por partes, ou seja, cada um produziu a sua, "a gente fez assim, eu escrevia, eles escreviam, o outro escrevia, e depois a gente tentava fechar isso com uma visão única" (Pesquisador entrevistado do INCT B), e havia uma conclusão da "disciplina líder", como relatado por um pesquisador entrevistado do INCT A. Além disso, com base no que foi observado pelos pesquisadores entrevistados, houve possibilidade de identificar a baixa integração e pouca criação de sinergia entre os diferentes grupos de pesquisadores de distintas tradições disciplinares durante a produção dos artigos publicados no contexto dos diferentes INCTs, com exceção do INCT C:

Você vai perceber isso, e esse é o melhor exemplo que ... é aí que está falho ainda o que eu disse da interação. Os artigos ainda são muito entre pares, isso me incomoda, enquanto membro do INCT, você entende? Agora mesmo, eu estou aqui, peguei um relatório passado, quando olho vejo muito essa divisão, por que isso Por causa da zona de conforto para escrever e publicar, você entende? E aí as pessoas...aí buscam os seus parceiros, porque se sentem mais confortáveis com eles, eventualmente o pesquisador de outra disciplina, diz: "pô mais eu não sei muito bem o que que ele... como é que ele vê isso?". Mas, é isso que deveríamos buscar, fazer isso todos juntos, mas ainda, você vai ver nas publicações que elas são ainda muito, eu não diria disciplinares, mas tem um *bias* muito grande da formação disciplinar (Pesquisador entrevistado do INCT B).

Em sua maioria, os pesquisadores apontaram que não há diferença entre escrever um artigo baseado em arranjos colaborativos se comparado com a produção de artigos estritamente disciplinares. Algo que é contrariado na literatura especializada (Pohl, Wuelser, Bebi, Buttler, Elkin, Grêt-Regamey, Hirschi, Bao Le, Peringer, Rigling, Seidl, Huber, 2015) e mesmo por pesquisadores experientes entrevistados no contexto dessa investigação: "Se o artigo envolve diferentes disciplinas, necessariamente tem que haver

discussão previa até, nas primeiras ideias e tudo, eu acho muito interessante, muito mais do que o tratamento disciplinar..."¹⁵⁷ (Pesquisador entrevistado do INCT C).

Nesse cenário, pode-se apontar que um dos motivos que justifica o fato observado é a pouca interação e, portanto, a pouca sinergia entre os diferentes grupos de pesquisadores com formações disciplinares distintas. Se houvesse mais discussões ao longo do tempo visando a produção dos artigos amparados por arranjos colaborativos, eventualmente, poderiam ser observadas pelos pesquisadores entrevistados diferenças em comparação com a confecção de um artigo estritamente disciplinar. Um autor ilustrou isso ao dizer que os artigos eram “fragmentos do conhecimento de todas essas disciplinas que estão nele” (Pesquisador entrevistado do INCT A5).

Os artigos foram publicados em revistas disciplinares escolhidas a partir da disciplina do autor principal. A existência de poucas revistas inter ou transdisciplinares é apontada em diversos artigos como fator de restrição que, no entanto, não afeta os pesquisadores investigados, considerando-se o que foi observado.

O pouco prestígio das revistas existentes dedicadas aos arranjos colaborativos, muito reforçado pelos rankings científicos mais prestigiados - que, na maioria das vezes, dão mais valor a revistas estritamente disciplinares (Rafols, Leydesdorff, O'Hare, Nightingale, Stirling, 2012) - geram opiniões divergentes na literatura especializada. As divergências e contradições nesse tema - que, em alguma medida, seguem o padrão da contradição observada entre a postura dos diferentes departamentos exposta anteriormente - podem ser notadas conforme foi apresentada por Larivière e Gingras:

Mostramos que, apesar de todas as disciplinas combinadas, não existe uma correlação clara entre o nível de interdisciplinaridade dos artigos e seu número de citações. Há, no entanto, algumas disciplinas em que um nível maior de interdisciplinaridade está relacionado a um número de citações mais elevado. Para outras disciplinas, citações diminuem à medida que a interdisciplinaridade aumenta. Uma característica é visível em todas as disciplinas: artigos altamente disciplinares e altamente interdisciplinares têm um impacto científico baixo. Isso sugere que pode haver um nível ótimo de interdisciplinaridade para além do qual a pesquisa ou é muito dispersa para encontrar o seu nicho ou é muito específica para ter alto impacto. Finalmente, a relação entre a interdisciplinaridade e o impacto científico de um artigo é altamente determinado pelas características de citação das disciplinas envolvidas: artigos citando disciplinas intensivas em citações são mais propensos a serem citados por essas disciplinas e, conseqüentemente, obter

¹⁵⁷ Sempre importante frisar que o INCT C não opera em modo multidisciplinar. Os temas próprio da ciência humana são no mínimo interdisciplinares, ademais, os pesquisadores ali presentes possuem bastante experiência e operam e definem os arranjos mais densos com tranquilidade. Algo que não ocorre nos outros INCTs.

níveis de citação mais elevados do que artigos que citam disciplinas pouco intensivas em citação (Larivière e Gingras, 2010, p.126, tradução nossa).¹⁵⁸

Considerando o caráter multidisciplinar dos artigos escritos, conforme observado pela maioria dos pesquisadores investigados, não se pode argumentar acerca da dificuldade para a publicação de artigos interdisciplinares, citada na literatura especializada (Pohl et al, 2015). No caso do INCT C, não houve maior dificuldade, pois, as revistas mais importantes têm os arranjos colaborativos em seu DNA, assim como as próprias Ciências Sociais.

Apesar do que foi afirmado anteriormente, quer-se pontuar que a confecção e publicação de artigos no âmbito da colaboração entre grupos advindos de diferentes tradições disciplinares, mormente em arranjos mais densos, não é simples. Ela varia entre diferentes disciplinas, diferentes temas e deve ser avaliada caso a caso (Fry, 2001).

No que tange ao processo de produção de um artigo no contexto dos arranjos colaborativos, apesar da pouca interação, observa-se a satisfação dos pesquisadores. Isso pode ser notado com base na seguinte declaração de um dos pesquisadores (considerar que a pergunta que originou a resposta citada concluía o bloco da entrevista acerca da produção de artigos e, a enunciação da pergunta não havia sido terminada: “Você acha que, portanto, que essa interação entre disciplinas melhora o....?”) “Isso, exatamente, eu acho que isso foi essencial, é o bônus de ter feito parte do INCT” (Pesquisador entrevistado do INCT A2).

Deve ser repisado o efeito benéfico da operacionalidade dos arranjos a partir das palavras de Rafols e seus colaboradores no ano de 2012: " Todas essas questões ajudam no rejuvenescimento da ciência e contribuem para a manutenção de sua "saúde" (Rafols, et al, 2012, p. 2, tradução nossa).¹⁵⁹

¹⁵⁸ Original: We show that, although for all disciplines combined there is no clear correlation between the level of interdisciplinarity of papers and their citation rates, there are nonetheless some disciplines in which a higher level of interdisciplinarity is related to a higher citation rates. For other disciplines, citations decline as interdisciplinarity grows. One characteristic is visible in all disciplines: highly disciplinary and highly interdisciplinary papers have a low scientific impact. This suggests that there might be an optimum of interdisciplinarity beyond which the research is too dispersed to find its niche and under which it is too mainstream to have high impact. Finally, the relationship between interdisciplinarity and scientific impact is highly determined by the citation characteristics of the disciplines involved: papers citing citation intensive disciplines are more likely to be cited by those disciplines and, hence, obtain higher citation scores than papers citing non citation intensive disciplines (Larivière e Gingras, 2010, p.126).

¹⁵⁹ Original: "These are all claimed to help rejuvenate science and contribute towards its ongoing 'health'" (Rafols, et al, 2012, p. 2).

Na literatura especializada acerca do tema ora tratado, o tempo é um fator importante. No contexto dessa investigação, esse tema foi tratado no mesmo tom pelo pesquisador entrevistado do INCT D:

Diferença há...e até, como falei, no começo a gente fazia a parte disciplina x, mandava materiais e métodos para ele e ele botava no artigo e o artigo...ou então quando a gente ia publicar a parte mais detalhada de algum aspecto xx ele mandava a parte da disciplina xxx e a gente botava não tinha muita conversa nos primeiros artigos, era mais essa coisa meio estanque do "me dá o meu pedaço aí que eu te dou o teu pedaço aqui", e depois a medida que a gente foi evoluindo, a gente já estava discutindo ...a quem sabe esse grupo, aquele grupo...eu estudava uns artigos da disciplina xxx aqui ...esse grupo aqui aumenta mais a atividade, então...a gente já estava discutindo e, quando a gente começou a ler os artigos, pelo menos a minha parte, eu já comecei a me meter na parte da disciplina y também...e eles começaram a pergunta...será que tu não pode fazer isso, aquilo outro? Mas, isso foi uma construção de 10 anos de conversa (Pesquisador entrevistado do INCT D).

Acerca da publicação de artigos, mais uma vez, dada a pouca sinergia entre os diferentes grupos de pesquisadores advindos de diferentes tradições disciplinares, não se pode argumentar a respeito de barreira disciplinar. Pode-se dizer, no entanto, de barreira do projeto amparada pela pouca interação que resulta na pouca sinergia observada e concretizada na produção de artigos multidisciplinares, conforme se conclui com base no que foi observado pelos pesquisadores investigados. Barreira operacional, portanto.

3.3.8 Promoção, Avaliação e Acompanhamento dos arranjos colaborativos

Com relação específica ao acompanhamento e avaliação em projetos científicos amparados pela operacionalidade de arranjos colaborativos, Julie Thompson Klein, no artigo que conclui o dossiê sobre esse tema, publicado na revista *Research Evaluation*, no ano de 2006, expõe que:

Na ausência de orientações claras, os editores Laudel e Origgi expuseram mais uma vez em sua introdução que professores e administradores tinham de "acabar com a bagunça". A complexidade da tarefa é assustadora. Mais de uma disciplina ou campo de pesquisa estavam envolvidos com noções por vezes conflitantes de qualidade e de uso de indicadores. Os critérios não são idênticos em todos os níveis, englobando projetos individuais e o próprio sistema nacional de investigação. Eles variam de acordo com as fases, desde a revisão de propostas de financiamento *ex-ante* até a avaliação do desempenho da pesquisa *ex-post*. Os contextos de pesquisa, também, diferem por áreas de conhecimento, localização institucional e de finalidade e formas de integração (Klein, 2006, p. 75, tradução nossa).¹⁶⁰

¹⁶⁰ Original: In the absence of clear guidelines, editors Laudel and Origgi recounted in their introduction, faculty and administrators had to "muddle through". The complexity of the task is daunting. More than one discipline or field is involved, with sometimes conflicting notions of quality and appropriate indicators. Criteria are not identical at all levels, ranging from individual projects to national research systems. They vary across stages, from reviewing *ex-ante* funding proposals to assessing *ex-post* research performance.

Considerando a citação anterior, sabe-se, conforme já exposto, que a operacionalidade dos arranjos colaborativos exige alterações estruturais no sistema de fomento à ciência, tecnologia e inovação e tais alterações afetam a maneira a partir da qual ciência e política interagem (deixando claro que essas alterações afetam em cheio a Educação, não tratada diretamente nessa tese) e também a própria arquitetura do sistema nacional de inovação. Esse novo tipo de relação entre ciência e política exige um novo tipo de acompanhamento e avaliação para as Políticas executadas e de seus efeitos, pois a ciência não é mais estritamente disciplinar, aliás, os INCTs comprovam essa afirmação. Assim, o desenho dessas avaliações não é o típico e usual, historicamente utilizado para a ciência disciplinar. Portanto, no contexto da operacionalidade dos arranjos colaborativos, acompanhamento e avaliação e seu novo desenho são fundamentais. (Royal Society, 2010; Bitusikova, 2013; Science Europe, 2014; Committee on Key Challenge et al, 2014; Royal Society, 2015). O desenvolvimento dos novos desenhos de acompanhamento e avaliação, assim como a grande maioria dos temas relacionados à operacionalidade dos arranjos colaborativos, não é simples, conforme reiteradamente demonstrado na literatura especializada, exigindo esforço continuado ao longo do tempo.

O Relatório americano de 2004, já citado nessa tese, afirma que:

... ferramentas de avaliação aperfeiçoadas, tais como a capacidade de produzir uma avaliação mais ampla para propostas interdisciplinares e para a submissão de artigos, podem ajudar muito àqueles que desejam conceber, financiar e administrar pesquisas interdisciplinares (Committee on Facilitating et al, 2004, p. xi, tradução nossa).¹⁶¹

No mesmo tom Lyall, Bruce e Marsden, em relatório produzido ao longo de um ano a pedido do Conselho de Pesquisa do Ambiente Natural inglês, o maior fundo independente do Reino Unido para o fomento à ciência ambiental, assim expuseram:

Conselhos de investigação desempenham um papel importante no fomento e no impacto de longo prazo. Isso requer uma abordagem que equilibra foco e flexibilidade e uma compreensão realista do que pode ser alcançado dentro do período de um determinado programa de financiamento. A avaliação eficaz e adequada dos investimentos interdisciplinares é uma área chave, onde as agências de fomento poderiam proporcionar melhor orientação (Lyall, Bruce e Marsden, 2011, p. v, tradução nossa).¹⁶²

The context of research also differs by knowledge domain, institutional location, and the purpose and forms of integration (Klein, 2006, p. 75).

¹⁶¹ Original: improved evaluation tools, such as the ability to provide a broader peer review of interdisciplinary proposals and publication submissions, can greatly assist those who wish to conceptualize, fund, and administer IDR (Committee of Facilitating et al, 2004, p. xi).

¹⁶² Original: Research Councils play an important role in shaping investments and on their longer term impacts. This requires an approach that balances focus and flexibility and a realistic understanding of what can be achieved within the timescales of a grant-funded programme. The effective and appropriate

Uma vez contextualizado o tema e apontada sua importância, deve-se expor que, no caso dos INCTs brasileiros, foram realizadas avaliações anuais escritas de dois tipos, avaliação feita pelo CNPQ e avaliação feita por consultores *ad hoc*, o que se aplica, portanto, aos INCTs investigados por força do Edital. Além dessas, foram realizadas avaliações presenciais em Brasília. A primeira avaliação foi realizada nos dias 23 e 24 de novembro de 2010, a segunda avaliação foi realizada, também, em Brasília, entre os dias 2 e 4 de julho de 2013.

Ao longo das entrevistas, foi perguntado aos pesquisadores entrevistados se, de acordo com a observação deles, existiam ações diretas do sistema do MCTI para a promoção específica dos arranjos colaborativos. Importante notar que por detrás dessa pergunta há outra pergunta. Ora, no bojo dos INCTs, está a operacionalidade dos arranjos colaborativos. Assim, considerando que o programa INCT é o edital mais caro, o maior valor investido pelo Estado brasileiro em ciência, não se pode dizer, considerando o anterior, que as ações do Governo brasileiro e, especificamente do MCTI, para a operacionalidade dos arranjos colaborativos, são acanhadas. Todavia, deve-se frisar que uma política dessa envergadura exige muito mais do que o orçamento que a ampara.

Ao longo das respostas, as ações do MCTI foram avaliadas pelos pesquisadores entrevistados. Foi respondido por exemplo que "as ações são muito acanhadas" (Pesquisador entrevistado do INCT B). Foi citada a descontinuidade, a falta de previsibilidade e a burocracia do Governo. O MCTI foi criticado conforme adiante:

O MCTI, pensando em grandes linhas como a coisa deve evoluir..., não existe isso aí. O MCTI é, absolutamente, uma caixa preta, que a gente não tem a menor ideia de como funciona, o que vai sair de lá ...o que vai ser....não tem nenhuma estratégia definida do ponto de vista governamental (Pesquisador entrevistado do INCT A1).

Foi questionado especificamente: De que maneira foi tratada a integração de cientistas advindos de diferentes tradições disciplinares nas avaliações feitas pelos órgãos responsáveis? O coordenador do INCT A respondeu que, até aquele momento, esse tema - a integração de cientistas advindos de diferentes tradições disciplinares nos INCTs - não havia sido avaliado. Acerca da primeira avaliação, o pesquisador entrevistado do INCT A assim concluiu:

evaluation of interdisciplinary investments is a key area where funders could provide better leadership (Lyall, Bruce e Marsden, 2011 , p. v).

Eu acho que não (ref. do autor: avaliaram a operacionalidade dos arranjos colaborativos) ...por exemplo...a primeira avaliação foi feita no nosso INCT ...o nosso relatório é do tamanho desse projeto aí (ref. do autor: o Coordenador me aponta um livro com aproximadamente 200 págs.) ...e está no nosso site. A avaliação foi feita em 10 linhas e essas dez linhas, diziam coisas do tipo...não gerou patente. Mas, nós tínhamos gerado patentes, estava no laboratório. Então eu disse, não é possível...tem um parecer errado. Aí falei com outro coordenador, o do INCT XYZ. Os pareceres eram os mesmos...copiar e colar. Então essa foi a primeira avaliação que tivemos depois de um ano e pouco, depois de 2 anos de trabalho que geraram um relatório de 200 / 300 págs. Então essa é a resposta (Pesquisador entrevistado do INCT A1).

O pesquisador entrevistado do INCT B afirmou que houve uma melhora na avaliação desse quesito (a operacionalidade de arranjos colaborativos) na segunda avaliação, todavia, expôs que a avaliação era limitada pelo tempo, pensando pontualmente na avaliação ocorrida em Brasília citada mais adiante.

Além de sua declaração já citada, o pesquisador do INCT B informou que o avaliador teria que "deduzir um pouco" acerca da operacionalidade dos arranjos colaborativos. Como houve dúvida acerca do questionamento, a pergunta foi refeita, eis a resposta:

Não creio muito não, eu acho que foi levado em conta, mas, não acho que tenha sido dado um peso tão grande a essa evolução...entende? Com certeza os avaliadores levaram isso em conta...com certeza isso deve ter sido um item de avaliação, mas eu não acho que isso foi e é tão fortemente valorizado (Pesquisador entrevistado do INCT B).

O pesquisador do INCT C, referindo-se à avaliação anual escrita, afirmou que a avaliação não chegou ao detalhe da integração de cientistas advindos de diferentes tradições disciplinares, porque foi feita de forma estritamente burocrática, sendo bem pouca detalhada. Nesse quesito, o pesquisador do INCT D, asseverou que:

Eu acho que não focaram nem um pouco (ref. do autor: na integração de cientistas advindos de diferentes tradições disciplinares), pelo menos assim, eu não senti nadinha disso, nem dentro do nosso INCT, e nem tampouco nas coisas que eu ouvia ali, na época, eu não senti esse enfoque, nesse sentido que você está falando...

Dentro do contexto descrito, foi perguntado acerca dos pontos fortes e fracos das avaliações. O pesquisador do INCT A apontou como ponto forte o fato de a avaliação ser realizada por pesquisadores estrangeiros. Os pontos fracos haviam sido por ele frisados antes e já foram citados. O pesquisador do INCT B salientou como ponto forte a necessidade de produzir um relatório anual das atividades executados pelo INCT, frisando que "você tem sim que demonstrar o preto no branco que você está na fronteira, que você

não está fazendo a mesma coisa, porque senão isso não é INCT". Como ponto fraco, no caso da avaliação presencial feita em Brasília, foi apontado que:

Você tem 15 minutos para expor todo um trabalho de 3 anos...e isso não é possível por melhor que você queira você não consegue fazer tão rápido assim....

Eles também não conseguem ver o quadro geral...

De fato, porque eles têm que subdividir, e é aquilo que eu te disse, é muito negativo para mim eu não poder lá, nessa reunião geral, trocar experiências ver o que os outros fazendo, porque eu não tenho chance de fazer isso...tem várias pessoas ao mesmo tempo...não consigo nem dizer quantas pessoas foram, eu me esqueci agora Mas, foram várias, e aí eu tenho que fazer isso, eu tenho que fazer escolhas, que não necessariamente são as melhores...mas, é essa que é a realidade (Pesquisador entrevistado do INCT B).

O pesquisador entrevistado refere-se ao II Seminário de Acompanhamento e Avaliação dos INCTs, realizado nos dias 2, 3 e 4 de julho de 2013 em Brasília. Acerca desse Seminário, o Pesquisador entrevistado do INCT D expôs que o foco eram as mudanças passíveis de serem observadas com o advento do Programa INCT, ou seja, "como você mostra que antes não era assim e agora está sendo (Ref do autor: de outra maneira) por causa do INCT?".

Na avaliação realizada em Brasília, não houve questionamento específico dos avaliadores, conforme as palavras dos entrevistados, acerca da integração de cientistas advindos de diferentes tradições disciplinares nos INCTs ou da operacionalidade dos arranjos colaborativos, algo que não ocorreu também na avaliação escrita realizada em Brasília, entregue pelos coordenadores naquela ocasião. Pois, essas avaliações estavam divididas (em sua Parte II, denominada "Avaliação do INCT"), nos seguintes grandes grupos, conforme se pode observar em diversos documentos apresentados nos sites de diversos INCTs: 1. Da pesquisa; 2. Da formação dos recursos humanos; 3. Da transferência de conhecimento para a sociedade; 4. Da transferência de conhecimento para o setor empresarial e o governo; 5. Gestão do INCT; 6. Gerais. Em nenhum dos itens foi contemplada a integração de cientistas de diferentes tradições disciplinares. Todavia, foi feita a seguinte pergunta, que tem relação indireta com a interação entre os pesquisadores: "As pesquisas e os resultados obtidos nas diferentes Instituições que compõem o INCT têm sido utilizados para promover o fortalecimento da rede de pesquisa e a potencialização das descobertas na área temática de atuação deste INCT? Justifique e sugira adequações." (Formulário para Consultor ad hoc, 2013). No contexto da avaliação, o termo interação foi usado para observar as relações entre o INCT e o setor empresarial,

entre o INCT e o setor público. Não foi observada, dessa forma, em sede de avaliação especificamente a interação entre os diferentes grupos disciplinares que compõem o INCT.

No mesmo tom, as avaliações anuais escritas realizadas para o ano de 2010 e o período de 2013 a 2015 contemplavam, no tema "Equipe", as seguintes perguntas: "Descrever os mecanismos de interação utilizados entre grupos de pesquisa participantes do INCT" e "Relatar eventuais dificuldades encontradas entre os grupos de pesquisa participantes da rede e possíveis mecanismos utilizados para superar estas dificuldades". Com isso, pode-se dizer que a interação foi tratada em sede de avaliação anual. Ocorre que, se a federalização da ciência, o que gera a dispersão geográfica e dificulta a produção de conhecimento complexo, foi item fundamental para a aprovação das propostas e era esse, justamente, um dos pontos que mais dificultava a interação, como seria esse fato livremente exposto em sede de avaliação? Pode-se apontar o conflito de base, a contradição, nessa situação. Além disso, em que pese os questionamentos feitos na ficha de acompanhamento e avaliação, os pesquisadores entrevistados observaram, em sua totalidade, que a operacionalidade dos arranjos colaborativos, apesar das perguntas anteriormente apresentadas, não foi acompanhada e avaliada.

A partir da contradição observada entre as perguntas realizadas acerca da interação entre os grupos que compõem os INCTs investigados em sede de acompanhamento e avaliação e a afirmação unânime dos pesquisadores entrevistados acerca de não ser levada em conta a operacionalidade dos arranjos colaborativos, foram observados diversos relatórios de acompanhamento e avaliação disponíveis em sítios web dos INCTs investigados e de outros INCTs. O que se observa é que as respostas a primeira pergunta, "Descrever os mecanismos de interação utilizados entre grupos de pesquisa participantes do INCT", dizem respeito à realização de reuniões regulares, realização de Workshops anuais, publicação de artigos em co-autoria (temas já tratados nessa tese e realizados nos INCTs de maneira que não corresponde ao indicado na literatura internacional). Assim, não se observa menção alguma à interação entre os diferentes grupos disciplinares que compõem os INCTs.

No caso da segunda pergunta, "Relatar eventuais dificuldades encontradas entre os grupos de pesquisa participantes da rede e possíveis mecanismos utilizados para superar estas dificuldades", a resposta padrão é "não observadas" ou algo similar. Pode-

se afirmar, portanto, que a observação dos pesquisadores entrevistados está de acordo com o que se observa, também, a partir do material disponível na internet acerca do acompanhamento e avaliação de vários INCTs, não somente aqueles contemplados nessa investigação.

Novamente, a relação entre produção de conhecimento na fronteira da ciência, conhecimento complexo, exige interação face-a-face, impedida pela ação das barreiras. Esse tema deve ser revisado por todos os operadores envolvidos visando à acomodação dessa situação. Tal questão não afeta apenas os INCTs investigados, mas sim, todos os INCTs em operação.

A quantidade de críticas ao processo ensejou a pergunta acerca da necessidade de repensar e rediscutir a maneira a partir da qual o acompanhamento e avaliação são realizados. Em que pese ser apontado pelo pesquisador do INCT A1, que "houve melhora na segunda avaliação se comparada com a primeira", o Pesquisador do INCT B expôs que "a avaliação, ainda, deve ser melhorada". O pesquisador do INCT C afirmou que: "o que nós recebemos sempre é meia página, elas são lacônicas e genéricas", frisando que não houve, conforme o seu julgamento, nenhuma alteração ou aprimoramento no acompanhamento e avaliação dos INCTs.

Não há, como se pode observar, consenso dos diversos entrevistados acerca das avaliações, apesar de haver uma inclinação para a crítica. O pesquisador do INCT D exibiu um panorama mais abrangente acerca das avaliações e seu contexto, ponto importante a ser observado integralmente:

É eu acho que desde o começo até o fim , tudo deveria ser rediscutido....mas, da maneira que os projetos foram apresentadostalvez, mas o problema é que também , até o projeto de avaliação é um projeto que consome tempo....não é fácil essa questão, ela é complicada, porque talvezas coisas tenham que ser um pouco mais claras na hora da formulação da proposta e, também na apresentação do plano, do que as propostas devem conter, talvez devam estar mais claras, estas questões...se elas são importantes eu acho que isso tinha que estar muito bem colocado...né? Mas, aí nós vamos correr o risco de nem entender o que estão pedindo e aí, depois dado que o projeto que já vem de uma maneira vaga, a avaliação, já também começa a ficar vaga... entendeu? Nós nos perdemos no meio do processo, mas eu acho que em termos de avaliação, o INCT, foi a primeira vez que tivemos uma avaliação mais de perto, acho que isso é importante, para deixar claro, que a coisa vai apertar, no sentido que não é só você ganhar o "din din" e largar meia dúzia de *papers* e deu. Mas, aí nós também precisamos, porque até certo tempo atrás no CNPQ, quem avaliava os nossos projetos, eram os próprios técnicos, né? Agora eles estão mandando para o *ad hoc* que nos julgou...então já é uma mudança muito grande, pois, antigamente a gente não precisava fazer os projetos, porque era o técnico que ia olha e não entendia nada. Então é uma coisa que mudou faz

pouco tempo. Então a própria política de avaliação do CNPQ está ficando mais rígida, o que eu acho que é importante né? Claro que não pode ficar rígida demais. Mas também, ainda dá para apertar um pouquinho mais, ou pelo menos fazer que os projetos sejam mais claro. Para poder, a gente depois, apresentar o relatório de uma maneira mais fácil. Porque, também depois daqui a pouco fica todo mundo neurótico por conta dos relatórios e não faz mais nada (Pesquisador entrevistado do INCT D).

Nesse sentido, além de haver outra postura dos operadores da política científica no que tange a avaliação, pode-se observar uma melhora de postura, conforme se observa a partir da resposta desse pesquisador. Todavia, no que toca a operacionalidade dos arranjos colaborativos, não houve avanço, nem menção. Deve-se considerar que, no geral, as ações do MCTI, foram criticadas, assim como as avaliações realizadas

Com relação a comparação das avaliações realizadas nos INCTs investigados, não se pode dizer que tais avaliações foram tratadas pelos avaliadores e, portanto, pelo sistema político da mesma forma ou de forma que assemelhe àquelas descritas na literatura especializada e em relatórios governamentais. Muito além disso, não houve no contexto de acompanhamento e avaliação menção aos arranjos colaborativos. Assim, a avaliação, da forma com que é executada, é uma barreira importante para a operacionalidade dos arranjos colaborativos, vale dizer que sua pouca evolução e sua pouca densidade estão relacionadas, também, ao fato de não serem cobradas, avaliadas pelos órgãos responsáveis. Essa barreira pode ser classificada como sistêmica, eis que, opera na relação entre o sistema político e o sistema científico, ensejando as críticas observadas. Uma barreira semântica.

3.4 Operacionalidade dos arranjos colaborativos e o ambiente que os envolve

Uma vez finalizada a observação dos INCTs investigados e suas relações internas, no que tange ao operar dos diferentes grupos de pesquisadores que o compõem, o que abrangeu, ainda, o acompanhamento e avaliação, iniciam-se os questionamentos acerca das relações entre os INCTs investigados e o ambiente maior no qual estão acoplados. Foi dada especial atenção às observações dos pesquisadores acerca da política científica e de suas ações via fomento relacionadas aos arranjos colaborativos nos INCTs.

Inicialmente, buscou-se observar a percepção dos diferentes pesquisadores acerca das atividades, eventualmente, levadas a cabo pelo sistema político - especificamente, aquela porção do sistema político que interage com a operação dos INCTs - para a

operacionalidade dos arranjos colaborativos; todavia as respostas ampliaram esse horizonte. Um pesquisador do INCT A respondeu o que segue:

Eu não vejo nenhum interesse, eu vejo coisas muito episódicas. Os INCTs só saíram porque tinha uma pessoa lá chamada Sergio Rezende, uma pessoa extremamente competente, que entendia o que estava fazendo, e sacou que aquela jogada dos (Institutos do) Milênio tinha que continuar e batizou diferente, mas topou. Bom, a partir da saída dele, acabou aquilo lá. Não houve mais dinheiro novo nenhum, o dinheiro que temos atualmente são raspas de tacho que conseguimos economizar durante esses 4 anos.... Então, você vê, o interesse governamental é absolutamente inexistente. Não tem política de C&T de médio e longo prazo é só tapa buraco (Pesquisador entrevistado do INCT A1).

Um pesquisador foi mais sucinto, referindo-se especificamente ao Brasil: "a pesquisa foi politizada, eles acham que política de inovação gera inovação, mas ao contrário a política de inovação atrapalha a inovação." (Pesquisador entrevistado do INCT A5). Essa observação não é amparada pelos relatórios governamentais atuais, nem pela literatura especializada internacional. No contexto observado nessa investigação, dada a descontinuidade das políticas brasileiras de ciência e tecnologia e a burocracia, largamente citadas pelos pesquisadores entrevistados, o que foi expresso pelo pesquisador tem fundamento, razão de ser, e está bem contextualizado, consideradas outras tantas observações constantes nesse item. Assim, os cientistas não avaliam bem, não veem com bons olhos os esforços realizados pela política científica brasileira. O que aponta para um déficit operacional do sistema político, no caso dessa investigação, representado pelo MCTI e pelo CNPQ, considerada a observação dos pesquisadores investigados.

O pesquisador do INCT C respondeu apontando que o Governo como um todo executa o Programa INCT buscando efetividade social, o que muito se relaciona com a perspectiva que envolve - tanto de relatórios governamentais quanto da literatura especializada já largamente citados nesse trabalho - a operacionalidade dos arranjos colaborativos especificamente quando tratados como "pesquisa orientada para problemas"¹⁶³:

¹⁶³ Os artigos acerca do tema dirão de uma forma ou de outra que a perspectiva multi, inter ou transdisciplinar dá conta dos problemas do séc. XXI, dos problemas atuais, como Mudança Climática, crise hídrica, maior produção agrícola, criação de novos materiais, criação de remédios inteligentes. Nesse contexto assim expõe documento recente da Royal Society inglesa (outros tantos poderiam ser citados): "Many of the major challenges that society faces today will require solutions developed through interdisciplinary research and cross-disciplinary collaboration. Improving support for and addressing the barriers to this work could contribute to major scientific breakthroughs at the interface of disciplines, develop new technologies and ultimately support the economy and develop novel solutions to societal challenges" (Royal Society, 2015).

Falamos assim da sociedade civil, exatamente porque uma série de problemas que a sociedade civil vivencia, por exemplo, violência, ou metrópole, ou energia ...e outros como ecologia, ou gênero, etc..são problemas vividos pela sociedade e que ela não entende que isso não seja fragmentado do ponto de vista da resposta intelectual ao dilema. Então, a sociedade, acho que acolhe muito mais uma definição temática de objetos de pesquisa do que uma definição disciplinar, porque as questões sociais hoje no mundo, são por definição complexas e interdisciplinares. Então, a sociedade não vê a fragmentação disso por departamentos como alvo positivo, ao contrário. Ou seja, uma identificação temática como foi o caso dos INCTs, certamente, vem ao encontro de uma demanda social (Pesquisador entrevistado do INCT C).

Conforme observado pelos pesquisadores entrevistados, existe um descompasso entre as operações do sistema político e do sistema científico. Nesse contexto, o pesquisador do INCT D enfatizou esse ponto:

Eu não sabia...que essa questão da trans, multi, era importante, então, não estava explícito, estava implícito ...em algumas terminologias, vanguarda, fronteira...mas, aí, eu acho que não é uma coisa que venha a mente instantaneamente, do ponto de legislação não conheço nada, agora, em relação a essa questão, o que a agência faz é dar o dinheiro e depois no final, você presta relatório, é claro no INCT, tem uma coisa diferente...os relatórios anuais, e relatórios presenciais (Pesquisador entrevistado do INCT D).

Importante repisar que a posição dos fomentadores, no caso brasileiro o governo, é fundamental para a operacionalidade dos arranjos colaborativos. Pois bem, conforme o que foi expresso pelos pesquisadores investigados, a ação governamental deixa a desejar. Foi observado pelos pesquisadores que problemas menores do que aqueles relacionados aos arranjos colaborativos não foram, ainda, tratados, como o caso da burocracia e da descontinuidade.

A continuidade é fundamental nesse tipo de política. No Brasil, esse tema é visto com preocupação, porque as políticas de CTI são executadas como políticas governamentais e não como políticas de Estado. Aliás, por conta disso, essas políticas são caracterizadas por sua descontinuidade. Além disso, vale citar que grande parte dos Ministros de Ciência e Tecnologia permaneceu e permanece no cargo, ainda, por pouquíssimo espaço de tempo (Anexo 4), algo que se relaciona com descoordenação citada entre o sistema político e o sistema científico.

Vale apontar a diferença de perspectiva entre searas científicas diversas, o pesquisador do INCT C aponta que a escolha do Edital por um tema (com por exemplo: INCT Amazônia, INCT materiais complexos, INCT metrópole...) e não para uma disciplina específica “já aponta o caráter interdisciplinar da Política”, enquanto que o Pesquisador do INCT D assevera que estão ocultos, implícitos os arranjos colaborativos

em determinadas palavras constantes no Edital do Programa. Assim, não se pode deixar escapar a necessidade que tem o governo de aclarar os pontos específicos citados e outros tantos, quando do lançamento do Edital e ao longo do acompanhamento e avaliação de maneira firme, antevendo problemas comuns de interpretação.

A burocracia é muito citada como barreira, em diferentes contextos. O pesquisador entrevistado do INCT B citou o que segue:

Do ponto de vista da gestão financeira do INCT é um problema, por que isso? Porque o sistema que foi montado pelo CNPQ, p.ex....ele é muito engessado...entende? É muito difícil. Levou-se um tempo enorme, nós temos aqui por exemplo a Fundação de apoio, ela gastou um ano para entender (os processos) Ela é a gestora do projeto, ela levou um tempo enorme para aprender a lidar com o sistema de gestão...isso é um problema seríssimo. Agora mesmo estamos solicitando, e acho que é um bom exemplo, uma prorrogação de prazo para novembro para encerramento dessa fase, né...e nós estamos por outra Fundação de apoio. Nós estamos aguardando uma resposta que tem implicações sérias, é questão de bolsistas, de recursos que ainda temos. Nós não queremos mais recursos, queremos prorrogar o prazo para usá-los adequadamente, até porque não vai sair mais dinheiro, esse ano, então ficamos aguardando isso, estamos esperando e aí é muito moroso. O sistema de gestão precisa muito melhorar...isso é um fato (Pesquisador entrevistado INCT B).

Com relação à burocracia propriamente tal, o Pesquisador entrevistado do INCT D assim expõe, contrariando o anteriormente citado: “(...)o CNPQ tem uma boa vontade muito grande...não dá para reclamar da burocracia do CNPQ em si, (ref. do autor: o que ocorre) é mais uma burocracia da União" (Pesquisador entrevistado INCT D).

O pesquisador entrevistado do INCT C assim retrata a burocracia:

Eu acho que no âmbito do CNPQ, MCT CAPES, não vejo problemas nenhum. Há problemas advindos de outras instancias do governo. ex. compra de livros, lei de licitações, assim, tanto você faz você comprar 3 kg de bananas, 3 kg de margarina ou 3 livros, você sofre o mesmo procedimento. Isso é absolutamente corrosivo para a ciência. No caso de livros, eu posso ter encontrado um livro raro num sebo, eu tenho que ter 3 orçamentos, mas isso, a estrutura do estado a legislação que tem atrapalhado muito. Isso, p. ex., eu tentei comprar e-books, eu devolvi o dinheiro, é impossível conseguir o preço de 3 e-books. Não existem 3 *Amazons* no mundo para ser sincero. Mas, são problemas que afetam a pesquisa, derivados de legislações que não levam em conta a especificidade do trabalho do cientista.

A descontinuidade de recursos e da política científica em si foi citada por diversos pesquisadores como problema sério. As palavras abaixo resumem o que foi dito reiteradas vezes e de diferentes maneiras por diferentes pesquisadores:

(O INCT) ... é um processo que não é trivial, que não está acabado, eu diria que a gente avançou muito em relação a 15 anos atrás, onde a gente não tinha contato nem com a disciplina x, uma coisa muito mais próxima do que a gente faz, e....é um processo que deve ser desenvolvido e..... é muito difícil de ser

construído e muito fácil de ser destruído, é extremamente fácil...é só você não ter a continuidade de um programa....como , p ex... a gente tá com uma grande dúvida com relação à continuidade dos INCTs, se o governo vai realmente levar a sério a proposta que foi feita há 2 anos atrás de continuidade, e pelo que nos informaram até agora o CNPQ nem iniciou o processo de análise das propostas enviadas no ano passado ... a resposta deveria ser lançada agora em março (do ano de 2015), agora foi alterado para começo de agosto....nós estamos com um grande receio....que como todos os outros programas que já ocorreram..PRONEX, Institutos do milênio... passa governo, o ministro tem uma ideia nova, enterra o que foi feito antes, faz a proposta dele, como grande novidade e, essa continuidade acaba não existindo (Pesquisador entrevistado do INCT A1).

O sistema educacional e a falta de lideranças para projetos como esse, objeto desta investigação, foram citados por alguns pesquisadores:

Qual é a qualidade do pessoal da liderança que você está formando? Em geral você não está formando liderança e muito menos, mesmo nessas interações, o próprio estudante; que talvez, talvez não deveria, e tem uma plasticidade mental muito maior ele acaba não se envolvendo muito...inter ou mesmo...multi...ele não se envolve muito...essa parte é tua, essa parte é minha...eu não quero entender de bioquímica meu aluno da bioquímica, não quer entender de química. Ou seja, a gente também na parte de formação de pessoal das novas lideranças, a gente não está sabendo lidar com isso, a gente está muito estaque ...cada um no seu mundinho (Pesquisador entrevistado do INCT D).

A figura do líder é fundamental para a operacionalidade dos arranjos colaborativos, conforme citado anteriormente com base na literatura e na observação de pesquisadores durante as entrevistas. A literatura especializada e diferentes relatórios governamentais frisam esse fato, como visto no Relatório americano de 2004 que assim expõe:

O sucesso de grupos de pesquisa interdisciplinares depende do compromisso institucional e do líder da equipe de pesquisa. Líderes com visão clara, boas habilidades de comunicação e capacidade para formar equipes eficazes, podem catalisar a integração de disciplinas (Committee on Facilitating interdisciplinary et al, 2004, p.2, tradução nossa).¹⁶⁴

O Relatório Convergence, inúmeras vezes citado nesse trabalho, afirma no mesmo tom:

A liderança comprometida empenhada em apoiar o Convergence é fundamental, assim como o envolvimento de estudantes, docentes e funcionários, chefes de departamento, e decanos em vários níveis institucionais (Committee on Key Challenge et al, 2014, p. 70, tradução nossa).¹⁶⁵

¹⁶⁴ Original: The success of IDR groups depends on institutional commitment and research leadership. Leaders with clear vision and effective communication and team-building skills can catalyze the integration of disciplines (Committee on Facilitating interdisciplinary et al, 2004, p.2).

¹⁶⁵ Original: Leadership committed to supporting convergence is key, as is the involvement of students, faculty members and staff, department chairs, and deans at multiple institutional levels (Committee on Key Challenge et al, 2014, p. 70).

Os dois relatórios vão além da figura do líder e tocam no envolvimento institucional. Como anteriormente exposto, o tema é amplo, abrangente. Pode-se pensar, baseado em tudo que foi divulgado, que esse envolvimento vem do Governo, encontra guarida na sociedade, na Universidade e chega nos departamentos universitários. Essa perspectiva fica mais evidente se acompanhado das palavras escritas no relatório Convergence:

A coordenação nacional no Convergence é necessária para apoiar a infraestrutura que visa solucionar problemas emergentes que transcendam as fronteiras tradicionais. As partes interessadas, em todo o Ecossistema do Convergence - incluindo agências, fundações, acadêmicos, líderes industriais, médicos e pesquisadores - devem colaborar para construir a consciência do papel do Convergence no avanço da ciência e tecnologia, estimulando a inovação em benefício da sociedade (Committee on Key Challenge et al, 2014, p. 74, tradução nossa).¹⁶⁶

No contexto das relações entre o INCT e seu ambiente, foram citadas, portanto, várias barreiras que podem ser classificadas como organizacionais ou sistêmicas, barreiras que, ao fim e ao cabo, apontam para uma descoordenação entre a operação do sistema científico e a operação do sistema político. Estas devem ser classificadas como barreiras semânticas.

As barreiras apontadas pelos pesquisadores em sede de entrevistas são múltiplas e diferentes entre si, o que aponta a relevância dessa investigação. Elas registram o longo caminho que deve ser percorrido para que o sistema nacional de inovação brasileiro e seus operadores tenham estrutura para produzir resultados importantes a partir da operacionalidade dos arranjos colaborativos. Nesse caso, são apontadas a estrutura material e imaterial. Conforme se pode concluir a partir da observação dos investigadores, a estrutura atualmente à disposição é inadequada, em que pese a existência de um programa específico. No quadro geral, o que se vê é falta de complexidade por muitos motivos que se unem e afetam negativamente a operacionalidade dos arranjos colaborativos.

¹⁶⁶ Original: National coordination on convergence is needed to support the infrastructure to solve emerging problems that transcend traditional boundaries. Stakeholders across the ecosystem of convergence—including agencies, foundations, academic and industry leaders, clinicians, and scientific practitioners—should collaborate to build awareness of the role of convergence in advancing science and technology and stimulating innovation for the benefit of society (Committee on Key Challenge et al, 2014, p. 74).

3.5 Produção de inovação e operacionalidade dos arranjos colaborativos

Foi perguntado aos pesquisadores entrevistados que tipo de relação eles viam entre a operacionalidade dos arranjos colaborativos e a produção de inovação. Pois bem, o pesquisador do INCT A afirmou: "acho que é mais fácil gerar inovação, sem dúvida ...porque são múltiplos olhares sobre o mesmo problema." (Pesquisador entrevistado do INCT A2). Já o pesquisador do INCT B expôs o que segue:

Bom, primeiro eu quero dizer o seguinte, eu acredito que o disciplinar possa sim trazer inovação, não tenho dúvida.agora, eu acho que a chave do multi, inter, trans, possa vir a contribuir para a inovação numa escala maior, eu não tenho dúvida.

O pesquisador entrevistado do INCT C afirmou de maneira direta: "claramente a inovação vem do interdisciplinar, não tenho nenhuma dúvida". Já o pesquisador entrevistado do INCT D, por sua vez, asseverou de maneira mais direta ainda: "certamente, sim, isso aí não tem nem o que falar."

Dessa maneira, é plausível apontar que, com base na observação dos pesquisadores entrevistados que compõem os INCTs investigados, os arranjos colaborativos ensejam mais inovação do que as disciplinas isoladamente consideradas. Com base no que foi observado nesse ponto, a perspectiva dos pesquisadores entrevistados se iguala àquela expressada na literatura internacional especializada, que também afirma que a operacionalidade dos arranjos colaborativos gera mais inovação. Assim, pode-se dizer que prejudicar a operacionalidade dos arranjos colaborativos e, conseqüentemente, o fluxo de conhecimento potencialmente inovativo (com amparo da literatura especializada) reduz a possibilidade de produção de inovação baseada em pesquisa. Os exemplos são múltiplos, conforme, inclusive, exposto na introdução deste trabalho. Vale citar as palavras mais recentes contidas no relatório *Convergence: "Diversidade de pontos de vista e de experiências geram inovação"* (Committee on Key Challenges et al, 2014, p. 10, tradução nossa)¹⁶⁷.

Nesse capítulo, foi feita uma análise dos pontos relevantes passíveis de serem observados durante as entrevistas. No capítulo seguinte, será analisado o trabalho de investigação realizado ao longo dessa tese. Fundamental nesse caso foi observar as

¹⁶⁷ Original: "Diversity of viewpoints and experiences enables innovation." (Committee on Key Challenges et al, 2014, p. 10).

barreiras e de que maneira elas afetam a operacionalidade dos INCTs investigados, no contexto do sistema de inovação brasileiro.

CAPÍTULO 4

4. INCTS: Arranjos colaborativos, barreiras e inovação

Neste capítulo, será contextualizado o trabalho de investigação, elencando e discutindo o que foi observado na análise de entrevistas, com referência ao problema central da tese: Quais são as barreiras à operacionalidade dos arranjos colaborativos identificadas pelos pesquisadores que compõem os INCTs investigados e em que medida tais barreiras afetam a produção de inovação baseada em pesquisa?

4.1 Sistema nacional de inovação contexto de operação dos INCTs

Com base na teoria luhmanniana, os INCTs são organizações que operam no acoplamento de diferentes sistemas: o educacional, o científico, o econômico, o político e o jurídico.

A partir da estrutura epistemológica sistêmica, que embasa a semântica do conceito de inovação na literatura mais citada e indexada em ISI WOS, a inovação possui um viés social, formado pelos diferentes sistemas que interagem na produção do conhecimento potencialmente inovativo, e um viés técnico, produtos e processos inovativos levados a cabo na empresa para posterior disponibilização à sociedade, gerando desenvolvimento econômico e social de longo prazo.

A inovação é um fenômeno sistêmico, contingente e não linear. Inovação é a emergência de algo novo, probabilizado a partir da coordenação sistêmica que culmina com a disponibilização, para a sociedade, de produtos, processos e serviços inovativos, possibilitando desenvolvimento econômico e social de longo prazo. Para a inovação, a cultura e o investimento contínuo são igualmente necessários.

Fundamental para a inovação é a continuidade de fomento amplo, sistêmico ao longo do tempo nos diferentes sistemas que participam do fluxo de conhecimento potencialmente inovativo, existente entre as diferentes comunidades de inovação. Importante, também, é um sistema bem estabelecido de acompanhamento e avaliação, num contexto de flexibilidade, onde exista a possibilidade de alterações rápidas e efetivas na operacionalidade da política pública em execução, algo que no Brasil, por suas dimensões continentais e pela grande quantidade de INCTs, é bastante complexo.

Os INCTs investigados operam no contexto de diferentes fluxos de conhecimento potencialmente inovativos, em diferentes comunidades de inovação, produzindo e disseminado conhecimento, visando gerar, por força do Edital que os institui, inovação baseada em pesquisa entre outras coisas.

Os INCTs possuem um grande potencial. No entanto, a partir da observação dos pesquisadores, observa-se que esses INCTs estão aquém do que deles se espera. A concretização desse potencial exige mais tempo, mais fomento continuado, mais acompanhamento e avaliação e alterações culturais profundas. Enfim, exige mais geração de complexidade.

4.2 INCTs e as barreiras identificadas

No âmbito dessa investigação, foi realizado estudo cienciométrico com o intuito de construir um conceito de barreira que registrasse a semântica dos artigos mais citados em ISI WOS. Antes da realização da análise de entrevistas, verificou-se que a classificação cienciométrica pura não era adequada para categorizar as barreiras encontradas. Assim, optou-se por categorizar as barreiras já existentes em diferentes gêneros (barreiras operacionais e barreiras semânticas), visando melhor observar as operações que as originavam, diferenciando as operações dos INCTs e as operações dos sistemas aos quais tais Institutos estão acoplados.

A análise realizada nos INCTs investigados, a partir da observação dos pesquisadores vinculados aos INCTs, revelou a existência de diversas barreiras que afetam, sem dúvida, a operacionalidade dos arranjos colaborativos, são elas:

(a) Barreiras interpessoais: são barreiras operacionais relacionadas ao trabalho em equipe que não estejam especificamente relacionadas às barreiras disciplinares. Tais barreiras não foram encontradas nos INCTs investigados, os pesquisadores entrevistados têm prazer em trabalhar com seus pares advindos de diferentes searas disciplinares. Os pesquisadores entrevistados sentem-se motivados ao trabalhar com os arranjos colaborativos nos INCTs, seja por prestígio, seja por aprenderem mais a partir da inter-relações com especialistas de outras áreas, seja por sentirem-se mais capazes de gerar inovação.

(b) Barreiras disciplinares são barreira semânticas relacionadas à tradição acadêmica, à formulação dos problemas, algo que pode vir a dificultar a emergência de

uma linguagem comum. São barreiras que operam no choque entre diferentes disciplinas. Tal barreira foi esboçada pelos entrevistados. Contudo, não houve interações o bastante entre os diferentes grupos disciplinares que possibilitasse afirmar a existência de um choque entre disciplinas, exatamente porque os entrevistados afirmaram ter prazer e motivação em trabalhar no contexto dos arranjos colaborativos, observaram que gostariam de ter mais tempo para tais interações.

Os diferentes pesquisadores têm dificuldade para dividirem-se entre suas pesquisas disciplinares e os temas dos INCTs, pois o departamentalismo tem mais peso na cultura científica brasileira. Há aí, a princípio, uma questão que relaciona falta de tempo e o excesso de burocracia, frisado muitas vezes pelos pesquisadores entrevistados. Essa situação não é diferente daquela observada nos EUA e na Europa. Contudo, naqueles países novas políticas foram desenhadas com o intuito específico de alterar esse cenário. Essa barreira é identificada como barreira do projeto. Algo que parece paradoxal, conforme exposto anteriormente. Todavia, como já exposto, que não há interação o bastante que caracterize a observação de uma barreira disciplinar.

(c) Barreiras à recepção, conforme a utilizam Bruun et al (2005): são aquelas relacionadas à produção de artigos a partir de arranjos colaborativos densos. Tais barreiras semânticas não cabem no caso observado nessa investigação. Posto que os artigos escritos foram multidisciplinares, enfatizando uma das disciplinas envolvidas naquele artigo específico, mais comumente a disciplina do primeiro autor.

A barreira à recepção poderia ter sido observada pelos pesquisadores entrevistados caso fossem produzidos artigos inter ou transdisciplinares. Não houve esse caso nos INCTs investigados. Fique claro, os artigos produzidos no caso do INCT C são passíveis de serem observados até como transdisciplinares, todavia, os temas das ciências humanas são, comumente, interdisciplinares. Como exemplo fica a definição de sociedade, que pode ser vista pela Ciência Política, Econômica, Sociologia, História, Geografia e jamais totalmente analisado por nenhuma dessas disciplinas de modo isolado.

Os artigos produzidos pelos grupos que compõem o INCT C foram publicados nas revistas de costume, sem problema algum de recepção. Nos outros casos, os artigos foram publicados em revistas disciplinares, todavia, com viés multidisciplinar, enfatizada a disciplina do primeiro autor, conforme detalhado anteriormente.

(d) As barreiras do projeto: são barreiras operacionais relacionadas ao tempo, fomento, geografia dos participantes, infraestrutura e outras tantas que possam vir a afetar o desenvolvimento dos arranjos. No caso observado nesta investigação, tais barreiras foram apontadas diversas vezes, por diferentes pesquisadores durante as entrevistas. No contexto de barreiras ao projeto, foi amplamente citada a pouca interação ampliada pela dispersão geográfica. Ou seja, os INCTs são compostos por grupos de diferentes Universidades localizados em diferentes estados do território brasileiro. Muitos pesquisadores não se relacionaram entre si, algo que foi reiteradamente apontado como barreira pelos pesquisadores entrevistados.

A pouca interação acerca dos temas que dão origem aos INCTs investigados, inclusive entre pesquisadores que estão mais próximos - por falta de tempo, por exemplo, pela própria burocracia dos seus respectivos departamentos ou por outras tantas razões - geram impacto negativo importante na evolução dos arranjos colaborativos. Nesta tese, a pouca interação é classificada como barreira do projeto. Leve-se em conta que isso se dá num contexto onde os pesquisadores têm pouca ou nenhuma experiência com os arranjos colaborativos. Além disso, os pesquisadores criticaram a forma como foram avaliados, observando, ainda, que a operacionalidade dos arranjos colaborativos não foi, de fato, levada em conta em sede de acompanhamento e avaliação.

(e) As barreiras organizacionais e sistêmicas: são barreiras semânticas relacionadas às condições institucionais que podem vir a agravar ou a atenuar outras tantas barreiras. Dizem respeito à descoordenação entre operações sistêmicas. Nesse caso específico, está a descontinuidade de investimento e a burocracia largamente citadas, assim como o acompanhamento e avaliação que não se atém a operacionalidade dos arranjos colaborativos. Essas observações geram, nos pesquisadores entrevistados, o que se denominou não política. Ou seja, apesar de haver uma política específica, tal política é observada pelos pesquisadores apenas como uma grande bolsa de pesquisa para grupos que atuam em rede. Essa conclusão está amparada, obviamente, pelas observações dos pesquisadores.

A primazia do tema ou área do conhecimento, constante no Edital, deve ser classificada como barreira sistêmica, pois caracteriza uma descoordenação entre a Política - Edital - e a Ciência. Conforme o que foi observado nessa investigação, tal barreira enfraquece o estímulo à interação entre os diferentes grupos disciplinares que compõem

os INCTs investigados - excetuado o INCT C - e concomitantemente fortalece o impulso para o desenvolvimento das pesquisas eminentemente disciplinares dos grupos que constituem os INCTs investigados.

A dispersão geográfica que amplia, em grande medida, a pouca interação citada é nesta tese categorizada como barreira sistêmica. Tal classificação ocorre com base na sua expressa previsão no Edital do Programa que, inclusive, beneficiava no julgamento, propostas que incluíssem:

Laboratórios associados de grupos de pesquisa localizados em novos campi universitários (expansões ocorridas nos últimos 5 anos) ou em regiões geográficas ou microrregiões com baixa densidade de doutores em relação à população residente " (MCTI, CNPQ, 2008).

Tal barreira poderia ser categorizada como barreira do projeto, caso sua ocorrência não estivesse baseada em previsão no Edital e não causasse uma descoordenação entre as operações dos sistemas político e científico. Exatamente o que ocorre.

A dispersão geográfica prejudica sobremaneira o desenvolvimento de uma maior sinergia entre pesquisadores de diferentes searas científicas. A literatura internacional mais citada não a indica. Pelo contrário, o que se indica é a proximidade dos pesquisadores e a interação face-a-face, inclusive com a construção de novos laboratórios, com características arquitetônicas específicas, que as facilitam.

Com base na dispersão geográfica, característica dos INCTs brasileiros e, portanto, dos INCTs investigados, por força do Edital, pode-se dizer que, conforme a Classificação constante do relatório produzido pelo museu americano Smithsonian no ano de 2009, os INCTs investigados são Institutos virtuais, institutos que operam a distância, sem centro claramente definido, baseando-se mais em interações à distância. Algo que não é indicado, de acordo com a natureza complexa dos temas tratados, porque exigem proximidade funcional e interação face-a-face.

4.3 INCTs no sistema nacional de inovação brasileiro

Conforme citado na literatura especializada, os arranjos colaborativos produzem inovação. No mesmo tom, os pesquisadores entrevistados observaram que a operacionalidade dos arranjos colaborativos gera mais inovação que a pesquisa disciplinar. Assim, pode-se dizer que as barreiras à operacionalidade dos arranjos

colaborativos nos INCTs e, portanto, as barreiras à operacionalidade dos INCTs investigados, estão relacionadas à pouca geração de inovação.

A situação atual, de déficit de operacionalidade dos arranjos colaborativos apresentada, deve ser observada com cautela, pois a maturação, a evolução dos arranjos colaborativos, é um investimento de longo prazo. Os NIH americanos, que hoje apresentam resultados importantes, foram institucionalizados em 1930. O arranjo transdisciplinar alcançado pela Cibernética ocorreu após 30 anos de desenvolvimento. Interação face-a-face continuada, fomento material e imaterial também contínuo e acompanhamento e avaliação com características inovadoras foram fundamentais para a concretização desses resultados. Algo que pode ser viabilizado no Brasil, mais ainda, considerando-se a execução do Programa ora analisado e os esforços que vem sendo realizados pelo CNPq, CAPES e Agências de Fomento estaduais nos últimos anos.

O ponto positivo é o prazer, a motivação que têm os pesquisadores entrevistados para participarem dos INCTs. Todavia, nesse contexto, vale manter o alerta feito pelo pesquisador entrevistado do INCT D com base no processo de avaliação ocorrido em Brasília, "seria de fato necessário o Programa INCT?", atualmente, frise-se o maior Programa em volume de orçamento do MCTI, "para produzir tais resultados?". A resposta tenderia pelo lado negativo. Não seria necessário um esforço como os INCTs para obter os resultados obtidos até o presente momento. Mas, é fundamental ressaltar que políticas dessa envergadura, especificamente uma política de ciência e tecnologia que envolve a produção de conhecimento complexo e alterações institucionais profundas, são um macroprocesso de maturação vagarosa, no Brasil ou em qualquer outro país.

Deve-se destacar que resultados, conforme a observação dos pesquisadores, foram obtidos, seguramente em tempo maior do que se esperava. Algo, aliás, esperado, haja visto o que se publica na literatura especializada e em relatórios governamentais. Repete-se: "É altamente improvável que a integração ocorra espontaneamente no final de um projeto ou programa, a menos que tenham sido tomadas medidas no sentido de alcançar este resultado" (Lyll, Bruce, Marsden, Meagher, 2011, iv, tradução nossa).¹⁶⁸ Frisando que, tais medidas não são claras, não existem respostas prontas para os desafios enfrentados no contexto da operacionalidade dos arranjos colaborativos. Exatamente por isso, existem

¹⁶⁸ Idem 92

mais artigos, mais workshops, mais relatórios governamentais, enfim, mais esforços em diferentes países.

4.4 INCTs e o acoplamento com o sistema político

Os pesquisadores integrantes dos INCT investigados, em sua maioria, não têm confiança nos operadores da política científica brasileira, criticam a descontinuidade e a falta de informação, observam a inexistência ou a improbabilidade de um planejamento de longo prazo produzido por tais operadores e não observam positivamente as avaliações feitas em seus respectivos INCTs. Esses são exemplo de barreiras organizacionais ou sistêmicas, aquelas que afetam as interações entre o sistema político e o sistema científico.

Em que pese os pontos positivos eventualmente citados, a observação geral é que os operadores da política científica fornecem fundos e cobrarão os resultados de forma equivocada e burocrática. Dessa forma, os entrevistados não observam os responsáveis pela produção de política científica como produtores, de fato, de tal política. Segundo a grande maioria dos pesquisadores entrevistados, existem fundos para ciência, tecnologia e inovação - que conforme os observadores, não são contínuos, não probabilizam condutas contínuas e previsibilidade - contudo, não há política propriamente tal. Nesse ponto os observadores relacionam o conceito de política à continuidade e previsibilidade no longo prazo. Com base em sua observação é coerente expor que o que existe nesse caso é uma não-política, conforme já mencionado.

De acordo com sua própria observação, os cientistas entrevistados não avaliam bem, não veem com bons olhos os esforços realizados pela política científica brasileira. Com base na observação dos pesquisadores, há uma descoordenação, nesse ponto, entre a operacionalidade do sistema político e a operacionalidade do sistema científico, há, portanto, uma descoordenação entre a operação do sistema político e a operação dos INCTs investigados. Há uma barreira sistêmica.

No que diz respeito, especificamente, à operacionalidade dos arranjos colaborativos nos INCTs, o fomento do sistema político responsável também não é bem observado pelos pesquisadores. Nesse caso, a descoordenação possui tons mais preocupantes, posto que, conforme exposto, a operacionalidade dos arranjos colaborativos desafia largamente a estrutura e ação dos envolvidos, governos, universidades, departamento e laboratórios. De fato, repete-se, esse é um dos grandes

motivadores do interesse de diferentes operadores no tema arranjos colaborativos, qual seja, vislumbrar novas e melhores práticas para amparar sua operacionalidade, o que resulta em diferentes relatórios governamentais, dossiês em revistas especializadas, workshops e seminários acerca do tema.

Pode-se inferir que, se o fomento político à pesquisa disciplinar não satisfaz os diversos observadores, um tema mais intrincado, que gera mais e novos desafios, como o fomento à operacionalidade dos arranjos colaborativos, satisfaria menos ainda. É o que se observa a partir da observação dos pesquisadores entrevistados.

4.5 INCTs investigados e o arranjo colaborativo multidisciplinar

A operação dos arranjos colaborativos nos INCTs investigados é multidisciplinar, assim, plausível expor que houve pouca evolução na operacionalidade dos arranjos colaborativos desde a Instituição do Programa no ano de 2008. Todavia, deve-se salientar que o adensamento da operacionalidade dos arranjos colaborativos é lento, exige esforço, continuidade entre outras tantas ações, mais ainda num contexto onde os INCTs são instituídos com base em temas amplos e não a partir de um problema específico, pouco estimulando uma maior interação entre os grupos que os compõem.

Como observou um participante no workshop de coleta de dados dessa comissão: "nós estamos há cinco anos nesta iniciativa e eu diria que vai levar mais cinco anos para realmente gerar o tipo de linguagem comum que precisamos" (Committee on Key Challenge et al, 2014, p. 47, tradução nossa).
¹⁶⁹

Especificamente, a multidisciplinaridade única e exclusivamente produz um arrazoado científico a partir de disciplinas diferentes que não convergem, não se tocam, não se inter-relacionam. Conforme observado pelos pesquisadores entrevistados, algo que ocorre nos INCTs investigados.

Apesar de ser um avanço se comparada ao disciplinar em si, a multidisciplinaridade não tem força científica e epistemológica para resvalar nos problemas do século XXI. A multidisciplinaridade não vai além das diferentes fronteiras disciplinares, não fortalece a operação disciplinar como a interdisciplinaridade, por exemplo. Como expressado por Göpferich: "a multidisciplinaridade constitui-se como a

¹⁶⁹ Original: As one participant in the committee's data-gathering workshop noted, "We're five years into this initiative and I would argue that it will take another five years to actually get the kind of common language we need" (Anna Barker, Workshop on Key Challenges in the Implementation of Convergence, September 16-17, 2013, Washington, DC) (Committee on Key Challenge et al, 2014, p. 47).

forma mais fraca de cooperação (ou de não cooperação) entre disciplinas" (Göpferich, 2011, tradução nossa).¹⁷⁰

A multidisciplinaridade é observada e classificada a partir da observação dos pesquisadores entrevistados, excetuado o arranjo observado no INCT C. No INCT A, a operação é densa, mas, não é interdisciplinar, não se verificam ali disseminados conceitos que unam as diferentes disciplinas em operação. No caso do INCT B, as operações têm pouca densidade e são também multidisciplinares. No INCT D, verifica-se o arranjo menos denso.

Conforme a classificação de Sjölander, a operação do INCT A está iniciando a fase 5, vale dizer, os pesquisadores reunidos desde o Programa Institutos do Milênio iniciam processos para concentrar-se em áreas frutíferas de discussão, relacionadas aos temas do INCT e começam a pisar em terreno comum, além de suas áreas de origem. Isso está em curso, mesmo considerando as barreiras observadas.

No INCT B, os pesquisadores vêm discutindo conceitos das diferentes áreas que compõem o INCT e estão preparando-se para o novo Edital. Assim, pode-se dizer que estão na fase 4, porque buscam, tateiam definições em comum entre as disciplinas que integram o INCT. Isso ocorre como no INCT A, mesmo levando-se em conta a dispersão geográfica e a pouca interação.

A operação do INCT C, no que tange as relações entre as disciplinas que interagem nesse Instituto, é madura, densa. Além disso, a linguagem comum ali encontrada é, em grande medida, um traço característico das relações entre as diferentes disciplinas que compõem o que a CAPES classifica como Humanidades. Essas disciplinas possuem métodos, hipóteses e teses que, plausível dizer, são comuns, operam com maior ou menor força naquelas disciplinas ali envolvidas, fazem parte do dia-a-dia daqueles pesquisadores.

Nesse contexto, era coerente imaginar que diferentes pesquisadores das Humanidades pudessem produzir uma linguagem comum, à beira da transdisciplinaridade, relacionada a um tema que lhes é comum. O arranjo colaborativo operacionalizado no INCT C está na fase 9. Essa afirmação é presumível, porque afirmar

¹⁷⁰ Original: "multidisciplinarity constitutes the weakest form of cooperation (or no cooperation) between disciplines" (Göpferich, 2011).

que o arranjo operacionalizado nesse INCT está na Fase 10 pressupõe admitir que seus integrantes alteraram, ao longo dos trabalhos realizados, seu modo de pensar e trabalhar, algo que está além do escopo dessa investigação.

O INCT D, se cotejado com os outros INCTs investigados, é o que mais enfrenta barreiras. Ele está na fase 3, vale dizer, seus pesquisadores procuram encontrar eventual terreno comum, em alguma medida, procuram disposição para ouvir pontos de vista advindos de outras disciplinas que compõem o INCT. Isso não ocorre, de maneira nenhuma, por culpa dos investigadores que lá operam, mas pelas razões já expostas, barreiras.

O que existe nos INCTs investigados, nesse momento, é a observação de um tema - que lhes origina - a partir de diferentes disciplinas que não se tocam, não convergem. Em que pese o estado atual, observa-se que os pesquisadores, conforme enfatizam em sede de entrevista, estão motivados para trabalhar com pesquisadores advindos de outras searas disciplinares, que gostariam de ter mais tempo para se dedicar aos INCTs. Nesse contexto, é possível observar que há espaço para um maior adensamento dos arranjos colaborativos, algo que não ocorre, entre outras coisas, por conta da pouca interação, posto que a produção de conhecimento complexo exige interação face-a-face, mais ainda, considerando-se a pouca experiência com arranjos colaborativos que têm os pesquisadores envolvidos. Isso somado à dispersão geográfica e um processo de acompanhamento e avaliação bastante criticado pelos pesquisadores entrevistados.

O que se quer salientar é que a dispersão geográfica que dificulta ou improbabiliza o maior contato entre os pesquisadores não é recomendado, vale dizer: "Observamos que quanto mais disperso é um projeto de pesquisa, mais elevados são seus custos de coordenação e mais esforços são necessários para manter coesas as relações de trabalho" (Cummings e Kiesler, p. 2, 2015, tradução nossa)¹⁷¹. Além disso: "nossos resultados sugerem que mesmo baixos níveis de dispersão geográfica (por exemplo, no mesmo local ou no mesmo prédio) podem ter efeitos prejudiciais importantes no desenvolvimento da equipe" (Hoegl e Proserpio, 2004, p.1161, tradução nossa).

Em que pese possuírem vasta experiência em suas áreas específicas, os pesquisadores não possuem a mesma experiência em operações como as dos INCTs -

¹⁷¹ Original: "We found that the more distributed a research project was, the higher its coordination costs and the more effort it required to sustain strong working relationships " (Cummings e Kiesler, p. 2, 2015)

como pode ser observado a partir da leitura das entrevistas citadas - que envolvem a operacionalidade dos arranjos colaborativos. A dispersão geográfica, que potencializa a pouca interação entre os pesquisadores, está em posição diametralmente oposta àquela recomendada pelos artigos mais citados e pelos relatórios governamentais atuais.

Nesse cenário, verificou-se que a barreira relacionada à linguagem comum é pouco transparente e pouco enfatizada. A relação com investigadores de outras disciplinas ainda é uma novidade. A barreira à linguagem não chega a incomodar de forma tal que leve a novos caminhos, novas perguntas. Os pesquisadores, conforme registrado em diversas entrevistas, estão entusiasmados com novas definições, novas abordagens. Assim, leva a crer que a barreira de linguagem, a inexistência de linguagem comum, repete-se, não foi de fato sentida, percebida. Não se observa tanta contradição, tantos temas em aberto. Eles não foram tão visibilizados. Ademais, não foram registrados, por exemplo, artigos inter ou transdisciplinares, o que se soma ao contexto apresentado. Isso tudo aponta para os arranjos multidisciplinares, caracterizados pela operação conjunta entre disciplinas que não se tocam e a exceção representada pela operação do INCT C.

No entanto, a pouca densidade da operação dos arranjos colaborativos observada não está, apenas, em uma barreira, está além.

4.6. Pouca complexidade e semântica acadêmica

É coerente afirmar que a pouca complexidade emerge como obstáculo à operacionalidade dos arranjos colaborativos. Nesta tese, a pouca complexidade observada é resultante da sinergia, da retroalimentação entre as barreiras observadas, mais especificamente àquelas que reforçam a pouca interação. Assim, a pouca interação, a dispersão geográfica, a pouca experiência dos pesquisadores com a operacionalidade dos arranjos colaborativos e o acompanhamento e avaliação. A sinergia criada pela interação dessas barreiras produz algo mais significativo para a investigação do que a consideração de cada uma delas isoladamente. Tal situação não permite a produção de complexidade que probabilize um maior adensamento dos arranjos colaborativos, ou seja, não se verifica evolução do nível multidisciplinar para o interdisciplinar e então para o transdisciplinar.

A pouca complexidade tem como resultado o déficit de operacionalidade dos arranjos colaborativos, representado pelo arranjo multidisciplinar que pouco evolui. Essa situação impacta negativamente no fluxo de conhecimento potencialmente inovativo,

produto e produtor das comunidades de inovação, probabilizando, portanto, a pouca inovação baseada em pesquisa observada.

Com base na teoria de Luhmann que embasa esta investigação, é possível expor que o adensamento da operacionalidade dos arranjos colaborativos, vale dizer, o aumento de sua complexidade - que diz respeito a evoluir, eventualmente, até a transdisciplinaridade -, obstado pela sinergia entre barreiras, pode ser estudado teoricamente a partir do conceito de diferenciação funcional.

No sistema científico onde interagem diferentes subsistemas disciplinares, existem acoplamentos estruturais em pontos específicos, leia-se temas específicos, - aqueles a partir dos quais são formados os INCTs - que unem diferentes disciplinas, até sua eventual fusão, produzindo um novo aparato teórico. Tal processo sistêmico, característico da sociedade funcionalmente diferenciada, é denominado diferenciação interna, ou seja, o sistema aumenta a sua capacidade seletiva, aumenta sua capacidade de manejar sua própria complexidade interna, paradoxalmente aumentando-a e melhor relacionando-se com as pretensões advindas da sociedade.

Um sistema “responde” como “ responde” às pretensões advindas do ambiente ao qual está acoplado. Para um sistema, qualquer ambiente pode ser considerado a sociedade em si. Quanto mais complexidade interna, mais capacidade de perceber tais pretensões e lidar com elas, leia-se, incorporá-las dentro dos seus limites de sentido e processá-las a partir de sua auto-poiese. A pouca complexidade não permite a percepção dessas pretensões que são, para o sistema, apenas ruído.

Dessa maneira, quanto mais conhecimento acumula uma disciplina, - mais complexidade maneja - mais perguntas é capaz de responder. Ocorre que, em algum momento, essas perguntas ultrapassam o aparato, a estrutura disciplinar à disposição, leia-se, hipóteses, teses, teorias, métodos. Nesse momento, há mais complexidade em operação no sistema; assim, emerge a condição de possibilidade para o aumento de capacidade seletiva, para a diferenciação interna. O impulso que pode vir a operacionalizar um arranjo colaborativo. Nesse contexto, pode-se estabelecer um ponto de contato a partir do qual disciplinas em operação podem vir a convergir e iniciar um processo conjunto que altera a operacionalidade do sistema científico, expandindo suas fronteiras de sentido. Nesse cenário, pode-se pensar em pesquisa orientada a problemas,

outro nome relacionado à operação dos arranjos colaborativos, conforme já detalhado nesta tese. Não se pode esquecer, a sociedade busca respostas científicas para seus problemas desconhecendo os limites de cada uma das diferentes disciplinas.

Pois bem, essa evolução, esse aumento de complexidade interna, exige mais complexidade. Exige maior capacidade operacional do sistema para processar complexidade. A maior complexidade *in casu* emerge a partir de comunicações de comunicações, a partir de interações, considerando contradições entre elementos, que no caso de sistemas autorreferentes são as próprias comunicações. No caso mais específico dos INCTs investigados, são comunicações de comunicações acerca dos temas que lhe dão ensejo, probabilizando maior possibilidade de interação entre diferentes disciplinas. Portanto, probabilizando mais possibilidade de sinergia entre disciplinas que buscam convergir para lidar com um determinado tema.

A evolução, nesse caso específico, representada pelo adensamento de um arranjo colaborativo, é produto do aumento de complexidade, posteriormente reduzido. A evolução é o produto, o resultado do processo de redução da complexidade anteriormente observada. Do ponto de vista das disciplinas envolvidas, por exemplo, a emergência de um novo conceito. Recursivamente observado, deve haver uma certa quantidade de complexidade, interações, perguntas em aberto, incertezas, que viabilizem o aumento da capacidade de produção de um dado sistema para que um novo conceito seja produzido. As interações ocorridas nos diversos INCTs investigados não se estenderam no tempo para gerar esse tipo de resultado devido à ação das barreiras observadas.

Observa-se que a pouca complexidade - emergente a partir da sinergia entre as barreiras citadas, operando em união, com efeitos muito maiores que aqueles observados em suas operações isoladas - tem relação, também, com a semântica condensada a partir das interações iniciadas já na graduação, na formação acadêmica dos diferentes grupos de pesquisadores que formam os INCTs investigados, interações continuadas, reiteradas nas suas práticas científicas diárias e reforçada pelas Políticas educacional e científica. Tal semântica reforça a fragmentação, o isolamento disciplinar expressado pelos pesquisadores a partir de uma “mentalidade de silo”¹⁷² (tradução nossa) conforme definido pela Royal Society ou pelo “egocentrismo disciplinar”¹⁷³ (tradução nossa),

¹⁷² "silo mentality"

¹⁷³ "disciplinary egocentrism"

baseado na definição de Richter, Paretti e McNair (2009). Observando, como já demonstrado nessa investigação, que os pesquisadores se reúnem em pequenos grupos disciplinares que pouco ou nada interagem entre si e que essa é a forma básica - traço característico dessa investigação - de operação dos diferentes INCTs investigados, com exceção do INCT C. Convencionou-se denominar, nessa investigação, a semântica emergente ora apontada de semântica da Academia.

O que se define como Academia nesse contexto é a Universidade enquanto instituição, suas práticas internas e externas que são seus produtos e produtores, amparadas e reforçadas pelas Políticas Educacional e Científica. Assim, a semântica condensada a partir dessas operações de operações produz o que, neste trabalho, define-se como semântica acadêmica.

Conforme já exposto, o conceito de semântica na teoria luhmanniana caracteriza o sentido cristalizado, condensado a partir das operações dos diferentes sistemas que compõem o sistema social. Tal cristalização, apesar de ser produzida nos sistemas, age, também, além deles. Ela está refletida no comportamento social propriamente tal. Em grande medida, de maneira invisível, ela decreta e separa o comportamento que convém, que é aceito, daquele que não convém, que não é aceito. Alterar a operação sistêmica, a estrutura sistêmica é mais simples, leva menos tempo do que alterar a semântica social operante (Luhmann, 2007). Acerca desse conceito, Luhmann expõe o que segue:

A semântica, vale dizer, a memória oficial da sociedade, tematiza as condições de inclusão e apresenta as exclusões, no máximo, como exemplos de advertência, mas sem descrevê-los adequadamente, como parte da realidade social (Luhmann, 2007, p.497, tradução nosa).

Observou-se que tal semântica - que opera no contexto da memória oficial da sociedade -, caracterizada pela falta de comunicação entre disciplinas, pela fragmentação disciplinar caracteristicamente cartesiana, não difere daquelas identificadas na literatura internacional, inclusive no que tange a ser produto e produtora desse contexto, pois, ela é reforçada pelas Políticas Educacional e Científica. Além disso, observa-se, também, que essa situação está relacionada com a operacionalidade dos arranjos colaborativos, afetando, portanto, essa operação onde quer que seja, nos INCTs investigados, portanto no Brasil, ou nos EUA, ou, ainda, na Europa:

A estrutura administrativa das universidades é um grande empecilho para a pesquisa interdisciplinar. Centros interdisciplinares, institutos e programas de graduação ainda são dominados pela cultura disciplinar tradicional. Em uma

apresentação durante a Nona Reunião Anual do Conselho de Escolas Pós-Graduação em os EUA (1969) Daniel Alpert observou que "a maioria das universidades criaram centros multidisciplinares que servem essencialmente os departamentos. Se a universidade quer enfrentar os problemas de hoje, deve estabelecer centros interdisciplinares que serão administrados, preenchidos e administrados de forma muito diferente das atuais" (Alpert, 1969). Assim, quaisquer das alterações recomendadas são insuficientes para amparar a interdisciplinaridade de pleno direito. Atualmente, o departamento acadêmico ainda forma o contexto predominante dentro do qual a educação e a investigação ocorrem. Departamentos orientados para uma única disciplina estão à frente do ensino, do avanço da faculdade, dos programas de graduação e até mesmo dos cursos. Além disso, os processos de financiamento universitário reforçam a estrutura departamental. A estrutura universitária reforça a cultura com base na qual cada disciplina aumenta a barreira para a interação. A estrutura administrativa sustenta as práticas de financiamento que impedem a colaboração (Bililign, Schimmel, Roop, Meyerson, 2015, tradução nossa).¹⁷⁴

No mesmo contexto, assim aponta a Royal Society:

Universidades, instituições de pesquisa e sistemas de avaliação de pesquisa vêm se adaptando lentamente ao trabalho interdisciplinar, mas, ainda assim, muitas vezes reforçam as fronteiras disciplinares e proíbem as colaborações mais criativas. Por exemplo, fontes de financiamento e critérios de admissão, muitas vezes preservam os padrões estruturais existentes dentro das estruturas acadêmicas. As estruturas e culturas dentro das Instituições de Ensino Superior (IES) podem funcionar como empecilho para o trabalho com um enfoque interdisciplinar. A divisão estrutural das disciplinas acadêmicas em departamentos distintos, também, pode criar uma "mentalidade de silo" e desencorajar a investigação em colaboração (Royal Society, 2015, tradução nossa).¹⁷⁵

Deve-se levar em conta que a ciência dos séculos XIX e XX venceu inúmeros desafios amparada por sua profunda especificidade, com base na semântica acadêmica,

¹⁷⁴ Original: Universities' administrative structure is a major barrier to IDR. Interdisciplinary centers, institutes and degree programs are still dominated by traditional disciplinary culture. In an address to the Ninth Annual Meeting of the Council of Graduate Schools in the U.S. (1969) Daniel Alpert noted that "most universities have established multidisciplinary centers that essentially serve the departments. If the university wants to address itself to today's problems, it must establish interdisciplinary centers which are administered, staffed, and run very differently from those of the present" (Alpert, 1969). Thus, any of the recommended changes fall short of enhancing full-fledged interdisciplinarity. To this day, the narrow academic department still forms the predominant context within which education and research occur. Discipline-oriented departments are in charge of teaching, faculty advancement, degree programs and even ownership of courses. Further, university funding processes reinforce this departmental structure. The university structure reinforces the culture in each discipline and increases the communication barrier. The administrative structure undergirds the funding practices that hinder collaboration (Bililign, Schimmel, Roop, Meyerson, 2015).

¹⁷⁵ Original: Universities, research funders and systems of research assessment are slowly adapting to interdisciplinary work, but still often reinforce disciplinary borders and prohibit more creative collaborations.¹¹ For instance, funding streams and tenure criteria often preserve the existing structural standards within academic departments.¹² Structures and cultures within Higher Education Institutions (HEIs) can act as barriers to work with an interdisciplinary focus. The structural division of academic disciplines into discrete departments can also create a 'silo mentality' and discourage collaborative research (Royal Society, 2015).

anteriormente descrita. Aliás, não é isso que se critica. Em grande medida, a enormidade desse problema específico, invisível, decorre disso:

É irônico que algumas das barreiras são consequência de um tipo de estrutura, excelente, de sistema acadêmico, que, em outros casos, apoia a investigação de fronteira em todos os níveis e, atinge grande profundidade na formação de futuras gerações de cientistas (Committee on Facilitating et al, 2004, p.88, tradução nossa).¹⁷⁶

O problema é maior, porque não se deve acabar com o disciplinar, com o departamental. Deve-se mantê-lo e equilibrá-lo com a operacionalidade dos arranjos colaborativos. Aponta-se que a dificuldade está em achar o equilíbrio, em um contexto onde a semântica acadêmica deve ser flexibilizada e dar espaço para, concomitantemente com a sua operação, abrigar uma nova semântica que respalde a operacionalidade dos arranjos colaborativos, o que é bastante complexo e leva tempo. Nesse contexto assim expõem Fry:

Eu não tenho certeza, ainda, se como estagiário de pesquisa, é melhor para um jovem cientista, visando alcançar os limites do conhecimento em uma área, realizar esforços superficiais em várias disciplinas. Eu não sei a resposta para isso. No entanto, tenho notado que a maioria dos jovens pesquisadores bem sucedidos, envolvidos no trabalho interdisciplinar, primeiro ganharam confiança ao (1) atingirem habilidades em métodos de investigação, (2) aprofundarem-se em uma única disciplina acadêmica, e (3) enfrentarem o rigor da avaliação de seus pares. Após isso, eles foram capazes, então, de ir além de suas disciplinas, para fazê-lo novamente em uma segunda ou terceira área, observando suas interrelações (Fry, 2001, p.164, tradução nossa).¹⁷⁷

Assim, deve haver pesquisa disciplinar, fomento à pesquisa disciplinar, avanço específico das disciplinas em conjunto com a operacionalidade dos arranjos colaborativos. Portanto, uma semântica emergente em conjunto com a semântica acadêmica, que se flexibiliza, renova-se. Conforme exposto, esse processo está em curso, com base em Política específica, tanto nos EUA, quanto na Europa. Isso não quer dizer que o conteúdo dessa Política deva ser replicado no Brasil; a ação aqui executada, obviamente, deve ser adequada ao caso brasileiro.

¹⁷⁶ Original: It is ironic that some of the barriers are consequences of an otherwise excellent academic system that supports frontier research at every level and achieves great depth in training future generations of scientists (Committee on Facilitating, 2004, p.88).

¹⁷⁷ Original: I am still unsure whether, as research trainee, it is better for a young scientist to reach the very bounds of knowledge in one subject area than to spread effort thinly over several disciplines. I do not know the answer to this. However, I have noticed that most of the successful young researchers involved in interdisciplinary work, first gained confidence by (1) achieving skills in research methods, (2) reaching depth in a single academic discipline, and (3) experiencing the rigour of peer review. They were then able to reach beyond their discipline to do it again in a second or third subject area and see the relationships between them (Fry, 2001, p.164).

A operacionalidade dos arranjos colaborativos não entra em confronto com a disciplinaridade em si. A alma da operacionalidade dos arranjos colaborativos, talvez de maneira paradoxal, é a especialização profunda, a qual atinge o seu limite e gera condição de possibilidade para a interação entre disciplinas (Fry, 2001) que em sinergia se fortalecem, criam novos conceitos (interdisciplinaridade) e eventualmente uma fusão de métodos, hipóteses, teses e teorias disciplinares, criando, eventualmente, o transdisciplinar.

A disciplinaridade em si não entra em confronto com a operacionalidade dos arranjos colaborativos, aliás, é fundamental para ela. No entanto, a semântica que a partir de sua operacionalidade emerge reforçada pelo sistema de premiações (no Brasil, por exemplo, as bolsas de produtividade disciplinares, o sistema Qualis da CAPES), enfim, pela Política Educacional e Científica, sim, entra em choque com a operacionalidade dos arranjos colaborativos. Assim, fique claro, a maneira a partir da qual a disciplinaridade é operacionalizada e institucionalizada (não só nos INCTs brasileiros investigados, mas também em casos europeus e americanos), o que aqui se classifica como semântica acadêmica, conflita com a operacionalidade dos arranjos colaborativos, não a disciplinaridade em si, fundamental para os arranjos.

A semântica ora citada é, como não poderia deixar de ser, invisível. Nessa tese ela está nas entrelinhas, no que deixa de ocorrer, na pouca interação, por exemplo, que em sinergia com outras tantas barreiras dá ensejo a pouca complexidade. Mesmo com pesquisadores observando que deveria haver mais interação, que poderia haver mais produtividade na operação dos arranjos colaborativos, que gostariam de ter mais tempo para melhor participar de atividades relacionadas aos INCTs.

A formação acadêmica dos cientistas é muito caracterizada e amparada por essa semântica. Pelos contatos, interações na sua área específica de estudo, muitas vezes mais específica até que a disciplina propriamente tal. Isso ocorre, também, pelo sistema de fomento, de premiações, pela própria dinâmica da Academia. Nesse contexto, Boulding expõe o seguinte:

A crise da ciência atual, ocorre por causa da crescente dificuldade de interações proveitosas entre os cientistas como um todo. A especialização superou a troca, a comunicação entre os discípulos se torna cada vez mais difícil, e a República da Aprendizagem está quebrando-se em subculturas isoladas com linhas de comunicação tênues entre elas - uma situação que ameaça a guerra civil intelectual. A razão para esta dissolução no corpo de conhecimento é que, no curso de especialização os receptores da informação

tornam-se especializados. Assim, os físicos só falam com os físicos, economistas com economistas - pior ainda, físicos nucleares só falam com os físicos nucleares e, econométristas com econométristas. Imagina-se, por vezes, se a ciência não vai se extinguir em uma reunião de eremitas emparedados, cada um resmungando para si mesmo palavras em uma linguagem secreta, que só eles podem compreender (Boulding, 1956, p. 129, tradução nossa).¹⁷⁸

Ocorre que essa semântica específica conflita exatamente com o contexto que gera condição de possibilidade para a operacionalidade dos arranjos colaborativos, vale dizer, ela obsta a interação frutífera entre disciplinas, o que produz a complexidade. A alteração institucional almejada para garantir tal operação está focada na reflexão acerca dessa semântica específica que, repete-se, opera em profundidade na formação acadêmica do pesquisador e na prática científica.

É coerente com o observado nessa investigação afirmar que a operação da semântica acadêmica ampara a construção da identidade dos pesquisadores que integram os INCTs investigados e, a dos próprios INCTs (excetuado o INCT C), conflite em cheio com a operacionalidade dos arranjos colaborativos e sua demanda por mais complexidade. Nesse contexto a EURAB, assim expôs em 2004:

A estrutura disciplinar, bem como a criação e aceitação de novas disciplinas são fundamentais para o progresso da ciência moderna. Disciplinas identificam grupos de especialistas, redes de especialistas capazes de compreender e analisar criticamente novas pesquisas. Eles armazenam e transmitem esse conhecimento especializado, fornecem estruturas de financiamento e de carreira. No entanto, uma disciplina intelectualmente isolada, rapidamente se torna uma disciplina moribunda (EURAB, 2004, p. 2).¹⁷⁹

A operação da semântica acadêmica que une as barreiras observadas resultando na pouca complexidade está além das barreiras observadas na análise de entrevistas. De fato, foi observada uma barreira entre a Educação e a Ciência durante a citada análise. Mas, a semântica ora discutida está além dela, vai mais longe, está nas entrelinhas de

¹⁷⁸ Original: The crisis of science today arises because of the increasing difficulty of such profitable talk among scientists as a whole. Specialization has outrun Trade, communication between the disciples becomes increasingly difficult, and the Republic of Learning is breaking up into isolated subcultures with only tenuous lines of communication between them - a situation which threatens intellectual civil war. The reason for this breakup in the body of knowledge is that in the course of specialization the receptors of information themselves become specialized. Hence physicists only talk to physicists, economists to economists - worse still, nuclear physicists only talk to nuclear physicists and econometricians to econometricians. One wonders sometimes if science will not grind to a stop in an assemblage of walled-in hermits, each mumbling to himself words in a private language that only he can understand (Boulding, 1956, p. 129).

¹⁷⁹ Original: The disciplinary structure, and the creation and acceptance of new disciplines, is fundamental to progress in modern science. Disciplines identify groups of experts, networks of specialists able to understand and comment critically on new research. They store and transmit this specialized knowledge. They provide funding and career structures. However, an intellectually isolated discipline quickly becomes a moribund discipline (EURAB, 2004, p. 2).

inúmeras observações fora do contexto anterior, em outros tantos pontos das diferentes entrevistas. Algo presente em cada um dos itens das entrevistas, por um motivo ou outro, algo descontextualizado que os entrevistados contextualizam em diferentes respostas. Portanto, sua operacionalidade ultrapassa aquilo que nessa pesquisa foi classificado como barreira, seja ela operacional ou semântica. Tal semântica está muito além da simples operacionalidade dos acoplamentos estruturais entre os INCTs investigados e os sistemas com os quais eles interagem.

Não houve interação o bastante para apontar que de fato existiu uma barreira entre disciplinas, aliás, houve pouca interação, questão maiúscula. Além disso, há a motivação que têm os pesquisadores para interagir com seus pares de outras áreas (o que ocorre infinitamente pouco) e a relação conflitante que têm os pesquisadores com a estrutura departamental nas diferentes Universidades. A maioria, aliás, vê os departamentos como um mal necessário.

Assim, a semântica acadêmica citada, repete-se, está além. É de fato uma estrutura estruturante. Tal semântica age de maneira tal que põe de lado o impulso do pesquisador da disciplina "A" para interagir com o pesquisador da disciplina "B". Ela opera na forma de verdadeiro pré-conceito, invisível, caracteristicamente semântico, anterior à própria interação por ela improbabilizada, concretizado no cenário que se observa como resultado dessa investigação. Nesse contexto Bauer afirma o seguinte: "o trabalho interdisciplinar requer transcender os hábitos inconscientes de pensamento" (Bauer, 1990, p. 105, tradução nossa)¹⁸⁰.

A semântica acadêmica está escondida por detrás da pouca interação entre os grupos disciplinares que formam os diferentes INCTs investigados, está na lacuna entre a pouca interação e a vontade, contraditória, que não se concretiza, de mais interação com pesquisadores advindos de outras tradições disciplinares. Por fim, é o que probabiliza a sinergia entre barreiras, a qual produz como resultado a pouca complexidade. Assim, frisando, sua condição inerente de ser semântica é mais presente por aquilo que esconde, por aquilo que não permite que os pesquisadores observem, mesmo estando presente em suas observações. A semântica ora caracterizada, dado o que se observa na análise de entrevistas, é profundamente densa, fundamentalmente, porque é produto e produtora da

¹⁸⁰ Original: "interdisciplinary work requires transcending unconscious habits of thought" (Bauer, 1990, p. 105).

estrutura política que gerou a especialização profunda que deve continuar a existir, no entanto, amparada por outro tipo de semântica.

A semântica acadêmica é o motor da pouca complexidade observada, é o que adensa a operação das barreiras, é o que as une. A sinergia entre barreiras adensada pela semântica acadêmica gera a pouca complexidade que achata a fluidez inerente à operacionalidade dos arranjos colaborativos, esconde contradições, perguntas que poderiam ficar em aberto e impulsionar a busca de novas respostas, novos conceitos. A pouca complexidade operante transparece na inação observada, que obsta a interação entre os diversos grupos disciplinares constituintes dos INCTs multidisciplinares investigados, os quais operam como se fossem apenas disciplinares.

Ao refletir acerca do que se observa, vale dizer, a densidade da semântica acadêmica e sua influência na operacionalidade dos arranjos colaborativos nos INCTs investigados, compreende-se melhor o motivo pelo qual, por exemplo, consta do relatório americano *Convergence* a solicitação para que o Congresso - repete-se, o Congresso, não o Secretário de Educação ou o Reitor da Universidade - continue a encorajar as agências federais de pesquisa visando à manutenção do equilíbrio entre arranjos colaborativos e disciplinas (Committee on Key Challenges et al, 2014, p. 5). Atitude parecida, aliás, com aquela tomada pela Royal Society inglesa, especificamente no item 15 do documento, quando da resposta ao "Call for evidence: on Interdisciplinarity" da British Academy (Royal Society, 2015, p. 4), anteriormente citado. Inúmeros exemplos poderiam ser apresentados.

Em cada uma das entrevistas que fazem parte dessa investigação, os pesquisadores, sem exceção, tocaram com maior ou menor ênfase e profundidade na questão anteriormente citada. A busca do equilíbrio entre disciplina e arranjos colaborativos, tantas vezes apontada nessa tese, passa, sem sombra de dúvida, pela redução do peso da semântica acadêmica, a partir de medidas que permitam a convergência de disciplinas, de onde emergem os arranjos colaborativos. Importante frisar, não há arranjos colaborativos sem disciplinas, todavia, essa investigação demonstra, com as limitações inerentes a um estudo de caso, que não há, também, operacionalidade densa dos arranjos colaborativos em meio aos excessos da semântica acadêmica.

O rejuvenescimento da ciência, a necessária oxigenação da prática científica nos INCTs investigados depende da redução contínua do peso da semântica acadêmica, sem tirar a força necessária da operação disciplinar em si, aberta ao novo, representado pelos arranjos colaborativos.

(...) devemos salientar que o processo de "re-inventar a roda" em projetos de investigação interdisciplinares complexos e heterogêneos parece manter-se, em certa medida, um necessário processo de aprendizagem repetido, que visa produzir resultados integrativos especificamente contextualizados (König, Diehl, Tscherning, Helming, 2013, p. 270, tradução nossa).¹⁸¹

Há necessidade de uma alteração cultural profunda que opere com o respaldo de todos os operadores do sistema nacional de inovação. A responsabilidade pelo processo diz respeito, repete-se, a cada um dos operadores do sistema nacional de inovação, no entanto, considerando os resultados obtidos nesse estudo de caso, não generalizáveis, portanto, as ações no sistema educacional têm um peso maior, consideradas aí ações de escolas, universidades, a política educacional como um todo, sem perder, todavia, o foco sistêmico do processo.

¹⁸¹ Original: we should point out that the process of “re-inventing the wheel” in complex and heterogeneous interdisciplinary research projects seems to remain, to some extent, a necessary, repeated learning process for producing context-specific integrative results (König, Diehl, Tscherning, Helming, 2013, p. 270).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta tese de doutorado teve como objetivo investigar as barreiras à operacionalidade dos arranjos colaborativos em 4 INCTs escolhidos, que desenvolvem pesquisas sobre temas relativos às Ciências Exatas e da Terra, Biológicas, Humanas e da Saúde (segundo classificação da Capes) baseados em seu potencial de operar até arranjos transdisciplinares. Ademais, investigou-se em que medida tais barreiras afetam a produção de inovação baseada em pesquisa. Foram observadas, com especial atenção, as interações relativas à operacionalidade dos arranjos colaborativos realizadas entre os INCTs investigados e o sistema político. Nesse contexto, no que tange às Considerações Finais desta tese, deve-se expor o que segue:

1. O Pronex, instituído pelo Governo Brasileiro no ano de 1996, foi a primeira experiência com o objetivo de apoiar programas de excelência, seguido pelo Programa Institutos do Milênio e, posteriormente, pelo Programa INCT. Tal Programa governamental dá uma “nova dimensão” (MCTI, CNPq, 2008) ao Programa Institutos do Milênio, iniciado no ano de 2005, conforme exposto em seu Edital, que tem como objetivo, entre outros, "agregar, de forma articulada, os melhores grupos de pesquisa em áreas de fronteira da ciência e em áreas estratégicas para o desenvolvimento sustentável do país" (MCTI, CNPq, 2008);

2. Por força do Edital, os INCTs são constituídos a partir de temas amplos e não de um problema específico que estimula a interação entre os grupos que os compõem. No caso dos INCTs investigados, a primazia do tema ou área do conhecimento sobrepõe-se à pesquisa orientada ao problema, aquela identificada a uma perspectiva multidisciplinar e essa a uma perspectiva interdisciplinar. Esse contexto estimula a continuidade das pesquisas individuais em detrimento dos interesses do INCT, prejudicando a maturação da operacionalidade dos arranjos colaborativos.

3. Por força do Edital, os INCTs operam em dispersão geográfica, o que no caso dos INCTs investigados potencializa a pouca interação característica e é especificamente contraindicado pela literatura mais citada. Conforme indicado pela literatura internacional, a produção de conhecimento complexo, típica dos INCTs, exige interação face-a-face ao longo do tempo, o que aliás leva americanos e europeus a construir centros específicos com características arquitetônicas, também específicas, para melhor atenderem a essa necessidade;

4. Com base na dispersão geográfica citada, os INCTs investigados são classificados, conforme a categorização do Relatório de 2009 do Museu Smithsonian, como Institutos virtuais. Tais INCTs operam à distância e com pouca interação, frise-se, conduta que contraria a literatura mais citada;

5. Os INCTs investigados têm como característica operacional marcante a sua divisão em pequenos grupos disciplinares que pouco interagem. O trabalho se faz mais isoladamente ou em grupo disciplinar do que em grupo formado por diferentes pesquisadores advindos de diferentes tradições disciplinares, que represente a variedade dos INCTs sob análise. O produto final é a reunião de pontas soltas e não representa o trabalho de um grupo coeso, convergente;

6. Com exceção do INCT C, a operação dos INCTs investigados é multidisciplinar, vale dizer, observa-se certa cooperação entre disciplinas que não convergem, não se tocam. Tais disciplinas enfrentam os temas que dão origem aos INCTs investigados a partir de suas respectivas estruturas teóricas, empíricas e epistemológicas praticamente sem interação, o que resulta, por exemplo, em artigos multidisciplinares, conforme observado pelos pesquisadores entrevistados;

7. Com base na Classificação de Sjölander, que possui 10 fases relacionadas à densidade de operação dos arranjos colaborativos, o INCT A inicia a fase 5, vale dizer, os pesquisadores reunidos, desde o Programa Institutos do Milênio, passam a concentrar-se em áreas frutíferas de discussão, relacionadas aos temas do INCT e começam a caminhar em terreno além de suas áreas de origem. O INCT B, por sua vez, está na fase 4, pois, seus integrantes buscam discussões disciplinares comuns relacionadas ao tema que o originou. O INCT D, se cotejado com os outros INCTs investigados, é o que mais enfrenta barreiras, ele está na fase 3 porque os pesquisadores que o integram procuram encontrar eventual terreno comum. O INCT C está na fase 9, operando, portanto, o arranjo mais denso, flertando com a transdisciplinaridade;

8. Há uma descoordenação entre a operação dos INCTs investigados e a operação do sistema político que os fomenta. Observa-se uma crítica profunda dos pesquisadores nesse ponto, especificamente dirigida à burocracia e à descontinuidade das políticas. O que se observa convencionou-se classificar, nesta tese, como não política. Os pesquisadores não identificam as ações executadas pelo sistema político como Política de

Ciência, Tecnologia e Inovação, há uma bolsa de pesquisa e as cobranças administrativas de praxe, não política;

9. A operacionalidade dos arranjos colaborativos nos INCTs investigados, em que pese ser questionada em sede de acompanhamento e avaliação, não é, conforme observado pelos pesquisadores entrevistados, especificamente levada em conta no processo de acompanhamento e avaliação realizado pelo sistema político;

10. Apesar do grande potencial que têm os INCTs investigados, eles enfrentam muitas barreiras para a operacionalidade dos arranjos colaborativos. No que diz respeito às Considerações Finais dessa tese, deve-se afirmar que há pouca complexidade. Diferentes barreiras se unem e, em sinergia, produzem-na. Nesse contexto, a hipótese de investigação é parcialmente verdadeira, ou seja, há inúmeras barreiras que obstam a operação dos arranjos colaborativos, todavia, não se pode citar uma em especial, mas sim, a sinergia criada por elas gerando a pouca complexidade, o que não permite a evolução da multidisciplinaridade para a interdisciplinaridade e, eventualmente, para a transdisciplinaridade, com exceção do que foi observado no INCT C;

11. A pouca complexidade é adensada, avolumada pela semântica acadêmica, produzida a partir da formação superior dos pesquisadores que integram os diferentes INCTs investigados, reforçada pela Política Educacional e Científica brasileira, caracterizada pela fragmentação disciplinar, a qual, em grande medida, invisibiliza para os pesquisadores as outras disciplinas. Algo que não difere, por exemplo, do que se observa nos EUA e na Europa;

12. Os pesquisadores entrevistados afirmam, assim como a literatura internacional especializada, que a operacionalidade dos arranjos colaborativos produz mais inovação que suas disciplinas isoladamente consideradas. Assim, no que tange a essa investigação, pode-se dizer que o déficit de operacionalidade dos arranjos colaborativos afeta a produção de inovação baseada em pesquisa;

13. É coerente apontar a necessidade de uma ampla alteração cultural, que reduza a força da semântica acadêmica e, sem acabar com a especialização disciplinar - condição de possibilidade para os arranjos colaborativos -, abra espaço para a condensação de uma nova semântica que equilibre a operação disciplinar e a operação dos arranjos colaborativos. Esse processo é lento, exige esforço e, acompanhamento e avaliação

inovadores. Tal processo necessita da ação e colaboração de todos os operadores do sistema nacional de inovação, com mais ênfase, do sistema educacional, considerando-se os resultados obtidos nesta tese de doutorado.

COMENTÁRIOS ADICIONAIS

Aponta-se, muitas vezes, que o problema atual da inovação, seja ela tecnológica ou social, está relacionado à educação. Esta tese expõe, com as limitações relacionadas a um estudo de caso, que essa, de fato, é parte significativa do "problema". Sua "resolução" ocorrerá, obviamente, a partir de uma operação do sistema educacional. Contudo, não é qualquer tipo de educação que poderá reverter essa situação, havendo inúmeros artigos relatórios amparam essa afirmação. A educação tradicional, seguramente, não se adequa a essa posição.

Caso não se queira considerar a relação direta e imediata que existe entre inovação e arranjos colaborativos que amparou esta tese, pode-se, seguramente, considerar apenas a relação que há entre arranjos colaborativos e educação. A partir daí, deve-se ter em mente que a educação atual exige a operacionalidade dos arranjos colaborativos, obviamente em combinação com a disciplinar em si, em não sendo assim, educa-se para uma sociedade, uma realidade que, em grande medida, não existe mais.

Pode-se considerar que a operacionalidade dos arranjos colaborativos é um passo da ciência em direção à sociedade que está aí, a sociedade do século XXI. Quanto mais se demora para enfrentar essa situação, mais a Universidade e a ciência, amparadas pela semântica acadêmica, perdem o contato com os problemas atuais. Volta-se, nesse ponto, para o tema alteração cultural.

Dado o contexto exposto anteriormente, a alteração cultural que se busca, portanto, a condensação de uma nova semântica, é probabilizada a partir da geração de mais complexidade no âmbito das operações levadas a cabo nos diferentes INCTs investigados. Tais operações devem envolver a operacionalidade do sistema nacional de inovação com ênfase no sistema educacional. Contudo, não basta apenas alterar tais práticas. Elas devem ser alteradas a partir de um planejamento, com um objetivo claro, amparado por acompanhamento e avaliação com novas características. Para tanto, são aventadas algumas sugestões utilizadas nos EUA e na Europa que podem vir a ser aplicadas com as adequações necessárias:

1. Fomento à pesquisa acerca do tema arranjos colaborativos, visando a busca de melhores práticas e sua disseminação entre os operadores do sistema nacional de inovação;
2. Reflexão acerca do equilíbrio entre disciplinas e arranjos colaborativos na Educação;

3. Nas respostas aos futuros Editais que envolvam arranjos colaborativos, os grupos interessados devem ser estimulados a apontar as dificuldades para enfrentar os temas indicados pelo Governo, dificuldades a serem enfrentadas a partir da operacionalidade dos arranjos colaborativos. Tais dificuldades devem ser concretizadas em diferentes perguntas de investigação que nortearão os trabalhos do grupo maior a ser formado. Além disso, devem ser apontados grupos específicos ou disciplinas específicas para compor o grupo maior, visando atingir os resultados pretendidos. Portanto, as diferentes perguntas de investigação, além de nortearem os trabalhos do grupo maior, indicam os seus componentes. Conforme a literatura internacional, a apresentação da proposta nesses moldes probabiliza, para os avaliadores e para as Agências de Fomento, a reflexão inicial acerca da estrutura de fomento e do desenho de acompanhamento e avaliação que será utilizado ao longo do Programa;

4. Tal indicação, a interação entre os grupos e as características dessa interação deve ser cobrada em sede de acompanhamento e avaliação, obviamente, a partir do viés dos arranjos colaborativos. Isso pode ser feito, por exemplo com base na escala de Sjölander apresentada nessa tese ou outras tantas;

5. Os grupos podem contar com uma mescla maior de pesquisadores novos e experientes. Essa integração é fundamental para a geração de contradição, complexidade e para a formação de novos pesquisadores com esse tipo de habilidade;

6. A criação de estruturas de apoios aos Comitês Gestores dos INCTs, estruturas presentes em todos os INCTs, similares aos OBSSR, visando probabilizar, fomentar a maior complexidade das interações ocorridas entre os grupos de cientistas, advindos de diferentes searas disciplinares; e

7. Repensar a dispersão geográfica dos INCTs.

Indo adiante, podem (ou devem) ser construídos centros laboratoriais específicos, centralizados para os INCTs, todavia, sem mais geração de complexidade, sem uma nova semântica, condensada a partir de "novas" políticas, "novas" Universidades os arranjos colaborativos, provavelmente, continuarão com raríssimas exceções no estado multidisciplinar em que se encontram.

Mais geração de complexidade, mais e melhor acompanhamento e avaliação, mais fomento, mais motivação e muito mais pesquisas sobre os arranjos são fundamentais, esse conjunto probabiliza a condensação de uma nova semântica.

Existem inúmeras perguntas que podem ser feitas em sede de futuras investigações, como sugestão, algumas serão citadas: (1) Como as universidades tratam a operacionalidade dos arranjos colaborativos? (2) Como os diferentes departamentos universitários tratam os arranjos colaborativos em seus currículos e na sala de aula? (3) Que tipo de formação produz professores que equilibrem em sala de aula o disciplinar e os arranjos colaborativos? (4) Como devem ser preparados os futuros líderes de investigações que envolvam arranjos colaborativos? (5) Que tipo de ações da política científica e da política educacional, baseada em que critérios, melhor se adequa a maturação dos arranjos colaborativos?

Em que pese o cenário analisado, que parece desfavorável, é de bom tom frisar que todos os operadores em todos os países encontram, em maior ou menor medida, barreiras à operacionalidade dos arranjos colaborativos, como demonstrado ao longo dessa investigação.

Essa investigação teve o propósito de começar a desenhar um cenário muito maior do que aquele que ela abarcou... toda caminhada exige um primeiro passo. Essa caminhada específica exige inúmeros primeiros passos, a amplitude do tema torna-os obrigatórios.

Referências:

AARGAARD-HANSEN, J. **The challenges of cross-disciplinary research** Social Epistemology, Londres, Inglaterra, v. 21, n.4, p. 425-238, 2007. Disponível em: < <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02691720701746540> > Acesso em: 13 de ago. 2011.

ALLMENDINGER, J. **Quests for interdisciplinarity: A challenge for the ERA and HORIZON 2020: Policy Brief by the Research, Innovation, and Science Policy Experts (RISE)**. Bélgica, Bruxelas, 2015. Disponível em < <https://ec.europa.eu/research/innovation-union/pdf/expert-groups/rise/allmendinger-interdisciplinarity.pdf> > Acesso em: 5 de Janeiro de 2016.

ALPERT, Daniel. **The role and structure of interdisciplinary and multidisciplinary research centers**, Washington, EUA, 1969. Disponível em: < <http://eric.ed.gov/PDFS/ED035363.pdf> > Acesso em: 16 de set de 2011.

ALVES, J. et al. **How to promote interdisciplinary R&D in the academia: the case of the House of the Future**, Lisboa, Portugal, 2004. Disponível em: < <http://www.casadofuturo.ua.pt/En/Papers/AlvesAmorimSaurMarques%20-%20RDMgmtConf2004.pdf> > Acesso em: 14 de ago. de 2011.

ARNOLD, Marcelo. **Autoproducción de la amenaza ambiental en la sociedad contemporánea** Revista Mad, Santiago, Chile. n. 9 p. 1 – 31, 2003. Disponível em: < <http://www.facso.uchile.cl/publicaciones/mad/09/paper01.pdf> > Acesso em: 7 de mai. 2008 .

ARNOLD, Marcelo; Osorio, Francisco. **Introducción a los conceptos básicos de la Teoría General de Sistemas** Revista Cinta de Moebio, Santiago, Chile, n.3, 1998. Disponível em: < <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=10100306> > Acesso em: 15 de mai. 2008.

ARNOLD, Marcelo; RODRÍGUEZ, Darío. **Sociedad y teoría de Sistemas**. 4.ed. Santiago: Editorial Universitaria, 2007.

ASHEIM, B; COENEN, L. **Knowledge bases and regional innovation systems: comparing Nordic clusters**. Research Policy, Sussex, Inglaterra, v. 34, n° 8, p. 1173 - 1190, 2005. Disponível em: < http://econpapers.repec.org/article/eeerespol/v_3a34_3ay_3a2005_3ai_3a8_3ap_3a1173-1190.htm > Acesso em 20 de Setembro de 2012.

BAUER, H.H.. **Barriers against interdisciplinarity – Implications for studies of Science, Technology and Society (Sts.)** Science Technology and Human Values, Tucson, EUA, v.15 n.1, p. 105-119, 1990. Disponível em: < <http://sth-sagepub.com.ez61.periodicos.capes.gov.br/content/15/1/105.full.pdf+html> > Acesso em: 12 de Ago. De 2013.

BERGEK, A.; JACOBSSON, S.; CARLSSON B.; , LINDMARK S., RICKNE A. **Analyzing the functional dynamics or technological innovation systems: A scheme of analysis** Research Policy, Sussex, Inglaterra, v.37, n.3, p. 407-429, 2008. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004873330700248X> > Acesso em: 20 de Out. de 2013.

BERIAIN, J. **La Sociedad como Teoría de Sistemas autorreferenciales y autopoieticos de comunicación. Nuevos presupuestos críticos, nuevos conceptos e hipótesis en la investigación sociológica en la sociedad contemporánea.** Anthropos, Madrid, Espanha, n° 173/174, p. 3-39, 1997.

BILILIGN, S.; SCHIMMEL, K.; ROOP, J.; MEYERSON, G. **A university without departments and colleges - A new structure to strengthen disciplinary and interdisciplinary education and research.** International Journal for Innovation Education and Research, Carolina do Norte, EUA, v.3, n. 11, p. 117 - 131, 2015. Disponível em: < <http://ijer.net/index.php/ijer/article/viewFile/65/54> > Acesso em: 12 de fev. de 2016.

BITUSIKOVA, A. **Work Package 2: Policy analysis**, Bélgica, Bruxelas, 2013. Disponível em: < http://www.salford.ac.uk/_data/assets/pdf_file/0012/399576/Policy_analysis_WP2.pdf > Acesso em: 12 de mai. De 2014.

BOULDING, K. **General Systems Theory – The Skeleton of Science.** Management Science, Maryland, EUA, v.2 p. 197 – 208, 1956. Disponível em: <<http://www.panarchy.org/boulding/systems.1956.html> > Acesso em: 10 de mai. 2008.

BRADBEER, J. **Barriers to interdisciplinarity: disciplinary discourses and student learning** Journal of Geography in Higher Education, Gloucestershire, Inglaterra, v.23, n.3, p.381-396, 1999. Disponível em: < http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03098269985326#.UvEvi_lX_E > Acesso em: 15 de mar. de 2013.

BRASIL. Decreto 1857, de 10 de abril de 1996. Cria o Programa de Apoio a Núcleos de Excelência - PRONEX. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1996/D1857.htm > Acesso em 15 de out. de 2015

BRUCE, A.; LYALL, C.; TAIT, J.; WILLIAMS, R. **Interdisciplinary integration in Europe: the case of the Fifth Framework programme.** Futures, Paris, França, v. 36, n. 4, p. 457-470, 2004. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016328703001861> > Acesso em: 10 de set. de 2008.

BRUUN, H., HUKKINEN, J., HUUTONIEMI, K., KLEIN, J.T. **Promoting Interdisciplinarity research: The case of the academy of Finland.** Helsinque, Finlândia, 2005. Disponível em: <<http://www.aka.fi/Tiedostot/Tiedostot/Julkaisut/8.pdf>> Acesso em: 16 jun. 2010.

BUANES A., JENTOFT S. **Building bridges: Institutional perspectives on interdisciplinarity.** Futures, Paris, França, v. 41 n.7, p.446-454, 2009. Disponível em: <http://ac.els-cdn.com/S0016328709000044/1-s2.0-S0016328709000044-main.pdf?_tid=e44c5e6e-8786-11e3-a9bd-00000aab0f26&acdnat=1390850097_fb319fc6441608a765db564f4124a5ad> Acesso em: 10 de out. de 2009.

CHOI B.C.K., PAK A.W.P. **Multidisciplinarity, interdisciplinarity and transdisciplinarity in health research, services, education and policy: 1. Definitions, objectives, and evidence of effectiveness** Clinical and Investigative Medicine, Ottawa, Canadá, v.29, n.6, p.351-364, 2006. Disponível em: < http://csci-scrc.org/cim/cim_dec2006.pdf#page=20 > Acesso em: 10 de Out. de 2009.

CHOI B.C.K., PAK A.W.P. **Multidisciplinarity, interdisciplinarity, and transdisciplinarity in health research, services, education and policy: 2. Promoters, barriers, and strategies of**

enhancement. Clinical and Investigative Medicine, Ottawa, Canadá, v. 30, n.6, p. 224-232, 2007. Disponível em: < <http://cimonline.ca/index.php/cim/article/download/2950/1067> > Acesso em: 11 de Out. de 2009.

CNPQ. **INCT - Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia.** Disponível em: < <http://estatico.cnpq.br/portal/programas/inct/apresentacao/> > Acesso em: 13 de Mar. 2012

CNPQ. **Principais Indicadores e Metas para 2011 a 2014.** 2010. Disponível em: < www.abc.org.br/IMG/pdf/doc-557.pdf > Acesso em: 10 de set. de 2011.

COMMITTEE ON FACILITATING INTERDISCIPLINARY RESEARCH, COMMITTEE ON SCIENCE, ENGINEERING, AND PUBLIC POLICY; INSTITUTE OF MEDICINE; POLICY AND GLOBAL AFFAIRS; NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES; NATIONAL ACADEMY OF ENGINEERING. **Facilitating Interdisciplinary Research,** Washington, EUA, 2004. Disponível em: < http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=11153 > Acesso em: 5 de ago. 2011.

COMMITTEE ON FOREFRONTS OF SCIENCE AT THE INTERFACE OF PHYSICAL AND LIFE SCIENCES **Research at the intersection of the Physical and Life Sciences,** Washington, EUA, 2010. Disponível em: < www.nap.edu/catalog/12809.html > Acesso em: 5 de ago. 2011.

COMMITTEE ON KEY CHALLENGE AREAS FOR CONVERGENCE AND HEALTH. **Convergence: Facilitating Transdisciplinary Integration of Life Sciences, Physical Sciences, Engineering and Beyond,** Washington, EUA, 2014. Disponível em: < http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=18722 > Acesso em: 23 de mai. 2014.

CORSI, G., ESPOSITO, E. BARALDI, C. **Glosario sobre la teoría social de Niklas Luhmann** Mexico: Editorial Anthropos, 1996.

DEA; FBE. **Thinking across disciplines - interdisciplinarity in research and education.** Copenhagen, Dinamarca, 2008. Disponível em: < http://www.dea.nu/sites/default/files/Thinking%20Across%20Disciplines%20-%20Interdisciplinarity%20in%20Research%20and%20Education_0.pdf > Acesso em: 18 de Novembro de 2012.

EURAB. **Interdisciplinarity in research,** Bruxelas, Bélgica, 2004. Disponível em: < http://ec.europa.eu/research/eurab/pdf/eurab_04_009_interdisciplinarity_research_final.pdf > Acesso em: 8 de out. 2008.

FLYVBJERG, B. **Five Misunderstandings About Case-Study Research.** Inquiry, Londres, Inglaterra, v.12, n.2, p. 219-245, 2006. Disponível em: < <http://qix.sagepub.com/content/12/2/219.abstract> > Acesso em: 20 de fev. 2016.

FREEMAN, C. **The 'National System of Innovation' in historical perspective** Cambridge Journal of Economics, Londres, Inglaterra, n.19, p. 5-24, 1995. Disponível em: < http://www.globelicsacademy.org/2011_pdf/Freeman%20NSI%20historical%20perspective.pdf > Acesso em: 10 de Mar. 2013.

FRY, G. **Multifunctional landscapes: towards transdisciplinary research.** Landscape and Urban Planning, Oslo, Noruega v. 57, n.3-4, p. 159-168. 2001. Disponível em: <

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169204601002018> > Acesso em 10 de mai, de 2009.

FUTURICT. 2010. Disponível em: <<http://www.futurict.eu/>> Acesso em 9 de ago. de 2011

GARFIELD, E. **From The Science of Science to Scientometrics Visualizing the History of Science with HistCite Software**, 2007. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.80.2826&rep=rep1&type=pdf>> Acesso em: 14 de dez. de 2009.

GLÄNZEL, W. **A Concise Introduction to Bibliometrics & its History The origin of the term "Bibliometrics"**. Lovaina, Bélgica, 2006. Disponível em: <http://www.steunpuntoos.be/bibliometrics.html> . Acesso em: 15 de dez. de 2009.

GODIN, B. **National Innovation System: A Note on the Origins of a Concept**. Montreal, Canadá, 2007. Disponível em: <<http://www.csiic.ca/PDF/IntellectualNo4Note.pdf>> Acesso em: 12 de Mar. 2013.

GODIN, B. **In the shadow of Schumpeter: W. Rupert Maclaurin and the Study of Technological Innovation**. Montreal, Canadá, 2008. Disponível em: <<http://www.csiic.ca/PDF/IntellectualNo2.pdf>> Acesso em: 15 de Mar. De 2013.

GODIN, B. **The linear model of innovation (II): Maurice Holland and the research cycle**. Montreal, Canadá, 2009. Disponível em: <<http://www.csiic.ca/PDF/IntellectualNo3.pdf>> Acesso em: 15 de Mai. De 2013.

GÖPFERICH, S. **From multidisciplinary to transdisciplinarity: The investigation of competence development as a case in point**. Giessen, Alemanha, 2011. Disponível em: <http://www.sktl.fi/@Bin/85366/Gopferich_MikaEL2011.pdf> Acesso em: 10 de abril de 2016.

HAYTHORNTHWAITE, C., LUNSFORD, K. J., BOWKER, G.C., BRUCE, B.C. **Challenges for Research and Practice in Distributed, Interdisciplinary Collaboration**. Chicago, EUA, 2006. Disponível em: <www.isrl.illinois.edu/~chip/pubs/05challenges.pdf> Acesso em: 10 de Set. de 2011.

HEKKERT, M.P.; SUURS, R.A.A.; NEGRO, S.O.; KUHLMANN, S.; SMITS, R.E.H.M. **Functions of innovation systems: A new approach for analyzing technological change** Technological Forecasting & Social Change, Portland, EUA, v.74, p. 413-432, 2007. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162506000564>> Acesso em: 16 de Maio de 2013.

HOEGL, M.; PROSERPIO, L. **Team member proximity and teamwork in innovative projects**. Research Policy, Sussex, Inglaterra, v.33, n.8, p. 153-1165, 2004 . Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048733304000964>> Acesso em: 20 de nov. de 2015.

HOLM, U; LIINASON M.. **Disciplinary Boundaries between the Social Sciences and Humanities: Comparative report on Interdisciplinarity**. Gotemburgo, Suécia, 2005. Disponível em: <http://www.york.ac.uk/res/researchintegration/ComparativeReports/Comparative_Report_Interdisciplinarity.pdf> Acesso em: 15 de Mar. de 2012.

HOEGL, M; PROSERPIO, L. **Team member proximity and teamwork in innovative projects.** Research Policy, Sussex, Inglaterra, v.33, n. 8, p. 1153-1165, 2004. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048733304000964> > Acesso em: 14 de nov. de 2015.

HOOD, WILLIAN W. & WILSON, CONCEPCIÓN S. **The literature of bibliometrics, scientometrics, and informetrics.** Scientometrics, Budapeste, Hungria, (2) 291- 314, 2001. Disponível em: <http://www.springerlink.com/content/y5t2lbg5nn3hxa0y/fulltext.pdf> Acesso em: 14 de dez. de 2009.

HUUTONIEMI, K., KLEIN, J.T., BRUUN, H., HUKKINEN, J. **Analyzing interdisciplinarity: typology and indicators.** Research Policy, Sussex, Inglaterra, v.39, n.1, p.79-88, 2010. Disponível em: < <http://www-sciencedirect-com.ez61.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0048733309001875#> > Acesso em: 16 de Abr. 2011 .

INCT-INOVAR. **O INCT.** Disponível em: <http://www.inct-inovar.ccs.ufrj.br/o_inct.html> Acesso em 25 de set. de 2011.

JACOB, N.; AMOS, M.; **Removing Barriers to Interdisciplinary Research.** Manchester, Inglaterra, 2012. Disponível em: < <http://arxiv.org/vc/arxiv/papers/1012/1012.4170v1.pdf> > Acesso em: 15 de Mar. de 2011.

KABO, F; COTTON-NESSLER, N; HWANG, Y.; LEVENSTEIN, M.; OWEN-SMITH, J. **Proximity effects on the dynamics and outcomes of scientific collaborations.** Research Policy, Sussex, Inglaterra, v. 43, n. 9, p. 1469-1485, 2014. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048733314000687> > Acesso em: 10 fev. 2015.

KAHN, J. **The two (institutional) cultures: A considerations of structural barriers to interdisciplinarity.** Perspectives in Biology and Medicine, Baltimore, EUA, v. 54, n. 3, p.399-408, 2011. Disponível em: <http://muse.jhu.edu/journals/perspectives_in_biology_and_medicine/v054/54.3.kahn.pdf > Acesso em: 10 de março de 2012.

KANCEWICZ-HOFFMAN, N. **The role of humanities and social sciences.** Bruxelas, Bélgica, 2013. Disponível em: < <http://horizon2020projects.com/sc-society-culture-interviews/the-role-of-humanities-and-social-sciences/> > Acesso em: 10 de fev. 2010.

KESKINEN, S; SILIUS, H. **Interdisciplinarity, research policies and practices: two case studies from Finland.** Finlândia, Helsinque, 2006. Disponível em: < http://www.york.ac.uk/res/researchintegration/Interdisciplinarity_Finland.pdf > Acesso em: 15 de nov. de 2011.

KICH, J.I.D.F.; PEREIRA, M.F. **Uma análise da aplicação do estudo de caso em pesquisas no campo da estratégia.** Pretexto, Belo Horizonte, Brasil, v.14, n. 3, p. 81-98, 2013. Disponível em < www.fumec.br/revistas/pretexto/article/view/1613 > Acesso em: 3 de mar. 2016.

KLEIN, J. T. **Interdisciplinarity: History, Theory and Practice** 5.ed. Detroit: Wayne State University Press, 1990.

_____. **Mapping Interdisciplinary Studies. The Academy in Transition**, Washington, EUA, 1999. Disponível em: < <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED430437.pdf> > Acesso em: 10 de ab. De 2008.

_____ et al. **Transdisciplinarity: Joint problem solving among Science, Technology and Society**. Basel: Birkhäuser Verlag, 2001.

_____. **Interdisciplinarity and complexity: An evolving relationship** E:CO Special Double Issue, Tucson, EUA, v. 6, n.1-2, p. 2-10, 2004. Disponível em: <http://www.emergence.org/ECO_site/ECO_Archive/Issue_6_1-2/Klein.pdf > Acesso em: 4 de mai. de 2008.

_____. **Afterword: the emergent literature on interdisciplinary and transdisciplinary research evaluation**. Research Evaluation, Londres, Inglaterra, v. 15, n.1, p. 75 - 80, 2006. Disponível em: <<http://digitalcommons.wayne.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1003&context=englishfrp> > Acesso em: 12 de set. de 2010.

KLEINSMANN, M. **Barriers and enablers for creating shared understanding in co-design projects**. Design Studies, Londres, Inglaterra, v. 29, n. 4, p. 369–386, 2008. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0142694X0800032X> > Acesso em: 6 de Set. 2013.

KÖNIG, B.; DIEHL, K.; TSCHERNING, K.; HELMING, K. **A framework for structuring interdisciplinary research management**. Research Policy, Sussex, Inglaterra, v. 42, n. 1, p. 261 - 272, 2013. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048733312001436> > Acesso em: 10 de fev. 2016.

LARIVIÈRE, V.; GINGRAS, Y. **On the relationship between interdisciplinarity and scientific impact**. Montreal, Canadá, 2010. Disponível em: <<https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/0908/0908.1776.pdf> > Acesso em: 10 de Ago. 2014.

LÉLÉ, S.; NORGAARD, R.B. **Practicing Interdisciplinarity**. Denver, EUA. 2005 Disponível em: <http://www.colorado.edu/geography/class_homepages/geog_5161_ttv_s09/Lele&Norgaard2005.pdf > Acesso em: 3 de Nov. 2009.

LEYDESDORFF, L & BESSELAAR, P. VAN DEN. **Scientometrics and Communication Theory: towards theoretically informed indicators**. Amsterdã, Holanda, 1997. Disponível em: <http://dare.uva.nl/document/33923> Acesso em: 28 de out. de 2005.

LEYDESDORFF, L. **Theories of Citation?** Scientometrics, Budapeste, Hungria, n.43, v.1, p.5-25, 1998. Disponível em: <http://dare.uva.nl/document/33923> Acesso em: 28 de set. de 2008.

LEYDESDORFF, L. **The challenge of Scientometrics: the development, measurement and self-organization of scientific communications**. USA: Universal Publishers, 2001.

LUHMANN, N. **Fin y racionalidad en los sistemas sobre la función de los fines en los sistemas sociales**. Madrid: Editora Nacional. 1973.

_____. **Introducción a la Teoría de Sistemas.** México DF: Editorial Anthropos. 1996.

_____. **La Ciencia de la Sociedad.** México DF: Editorial Anthropos. 1996b.

_____. **Sistemas Sociales: lineamientos para una teoría general.** México DF: Editorial Anthropos. 1998.

_____. **A improbabilidade de comunicação.** 4. ed. Lisboa: Vega. 2006.

_____. **La Sociedad de la Sociedad.** Mexico DF: Editorial Herder. 2007.

LUNDVALL, B; JOHNSON, B; ANDERSEN, E; DALUM, B. **National systems of production, innovation and competence building.** Research Policy, Sussex, Inglaterra, v.31, n. 2, p. 213-231, 2002. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048733301001378> > Acesso em: 14 de Julho de 2012.

LYALL, C.; FLETCHER, I. **Experiments in interdisciplinary capacity-building: The successes and challenges of large-scale interdisciplinary investments,** Research Policy, Sussex, Inglaterra, v.40, n. 1, p. 1-7, 2013. Disponível em: < <http://spp.oxfordjournals.org/content/early/2013/01/18/scipol.scs113.full.pdf+html> > Acesso em: 10 de jul. de 2013.

LYNCH, A. H.; TRYHORN, L.; ABRAMSON R. **Working at the boundary – Facilitating interdisciplinarity in climate change adaptation research** Bulletin of the American Meteorological Society, Boston, EUA, v. 89, p. 169-179, 2008. Disponível em: < <http://journals.ametsoc.org/doi/abs/10.1175/BAMS-89-2-169> > Acesso em: 15 de Ago. de 2013.

MABRY, P.; OLSTER, D.; MORGAN, G.; ABRAMS, D. **Interdisciplinarity and Systems Science to Improve Population Health: A View from the NIH Office of Behavioral and Social Sciences Research** American Journal of Preventive Medicine, Michigan, Ohio, v. 35, p. 211-224, 2008. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18619402> > Acesso em: 10 de Setembro de 2009.

MALERBA, F. **Sectoral systems of innovation and production.** Research Policy, Sussex, Inglaterra, v.31, n° 2, p. 247-264, 2002. Disponível em < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048733301001391> > Acesso em: 15 de Mar. de 2013.

MANZINI, J.E. **Entrevista semi-estruturada: análise de objetivos e de roteiros** In: Seminário internacional sobre pesquisa e estudos qualitativos, II, 2004. Bauru, USC, 2004. Disponível em: < <http://wp.ufpel.edu.br/consagro/2012/03/16/entrevista-semi-estruturada-analise-de-objetivos-e-de-roteiros/> > Acesso em: 19 de Nov. 2013.

MARSDEN, W.; LYALL, C.; BRUCE, A.; MEAGHER, L. **A short guide for funders of Interdisciplinary research.** Londres, Inglaterra, 2011. Disponível em: < http://www.ei.ur.edu.uy/ISSTI_8Funders.pdf > Acesso em: 12 de set. De 2012.

MASCAREÑO, A. **Sociología de la intervención: orientación sistémico contextual**. Revista MAD, Santiago, Chile, v.25 p. 1-33. 2011. Disponível em: < <http://www.facso.uchile.cl/publicaciones/mad/25/mascareno01.pdf> > Acesso em: 4 de out. 2011.

MATTHIASSEN, Jonh S. **My discipline is better than your discipline: some barriers to interdisciplinary research**. Canadian Review of Sociology/Revue canadienne de sociologie, Montreal, Canadá, v. 5 n.4, p. 263–275, 1968. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1755-618X.1968.tb01217.x> > Acesso em: 5 de set. De 2011.

MAX-NEEF, Manfred **Foundations of transdisciplinarity**. Ecological Economics, Washington, EUA, v.53 n.1 p.5-16, 2005. Disponível em: < <http://www.china-sds.org/kcxfbg/addinfomanage/lwwk/data/kcx320.pdf> > Acesso em: 9 de set. de 2008 .

MAY, T. **Pesquisa social: questões, métodos e processos**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

MCT EDITAL MCT/CNPq 01/2005. Brasília, Brasil, 2005 Disponível em: < <http://www.cnpq.br/editais/ct/2005/docs/001.pdf> > Acesso em 20 de set. de 2011.

MCT. **Plano de ação 2007-2010**. Brasília, Brasi, 2007. Disponível em: < http://www.mct.gov.br/upd_blob/0021/21439.pdf > Acesso em: 15 de ago. de 2010.

MCT; CNPQ; FNDCT; FAPEMIG; FAPERJ; FAPESP. **Edital n° 15 / 2008**. Brasília, Brasil 2008. Disponível em : < <http://www.fapesp.br/chamadas/inct2008.pdf> > Acesso em 20 de set de 2011 .

MONTEIRO, M.; KEATING, E. **Managing misunderstandings: the role of language in interdisciplinary scientific collaboration**. Science Communication. Washington, EUA, v. 31, n. 1, p. 6-28, 2009. Disponível em < <http://scx.sagepub.com/content/31/1/6.full.pdf+html> > Acesso em: 10 de nov. de 2014.

MORILLO, F. et al **Interdisciplinarity in Sciences: a tentative typology disciplines and research areas** Journal of the American Society for Information Science and Technology, Silver Spring, EUA, v. 54 n. 13 p. 1237–1249, 2003. Disponível em: < <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/asi.10326/> > Acesso em: 20 de ago. de 2011.

NELSON, R. **Economic Development from the perspective of Evolutionary Economic Theory** Oxford Development Studies, Oxford, Inglaterra, v. 36, n. 1, p.9-21, 2008. Disponível em: < <http://ideas.repec.org/p/tth/wpaper/02.html> > Acesso em: 25 de Set. 2013.

NALIMOV, V; MULCHENKO B. **Measurement of Science. Study of the Development of Science as an Information Process**. Rússia, Moscou, 1969. Disponível em: <http://garfield.library.upenn.edu/nalimov.html> . Acesso em: 10 de dez. de 2009.

NEVES, Clarissa E.B.; NEVES, Fabrício .M. **O que há de complexo no mundo complexo? Niklas Luhmann e a Teoria dos Sistemas Sociais** Sociologias, Porto Alegre, Brasil, v. 15, p. 182-207. 2006. Disponível em: < www.ufrgs.br/geu/O%20que%20de%20complexo.pdf > Acesso em: 20 de out de 2008.

NISSANI, Moti **Ten Cheers for Interdisciplinarity: The Case for Interdisciplinary Knowledge and Research**, Detroit, EUA, 1997. Disponível em:

<<http://www.is.wayne.edu/mmissani/PAGEPUB/10CHEERS.HTM> > Acesso em: 10 de nov. de 2009.

OECD Science funding in Transition – Changing Paradigms and First Experiences of Implementation, Paris, França, 2002. Disponível em: <http://www.oecd.org/document/31/0,3746,en_2649_34293_2508895_1_1_1_1,00.html> Acesso em: 8 de set. 2011.

OECD Science and Innovation Policy: Key challenges and opportunities. Paris, França, 2004. Disponível em: <<http://www.oecd.org/science/innovationinsciencetechnologyandindustry/23706075.pdf>> Acesso em: 17 de abr. de 2008.

OECD The OECD Innovation Strategy getting ahead start on tomorrow. Paris, França, 2015. Disponível em: <<http://www.oecd.org/sti/innovationinsciencetechnologyandindustry/theoecdinnovationstrategygettingaheadstartontomorrow.htm>> Acesso em: 14 de Maio de 2011.

PAGLIARI, C. **Design and evaluation in eHealth: Challenges and implications for an interdisciplinary field** Journal of Medical Internet Research, Michigan, EUA, v.9, n.2, 2007. Disponível em: < <http://www.jmir.org/2007/2/e15/> > Acesso em: 10 de Set. de 2013.

PETTS J, OWENS S, BULKELEY, H. **Crossing boundaries: Interdisciplinarity in the context of urban environments**. Geoforum, Dublin, Irlanda, v. 39, n. 2, p. 593-601, 2008. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016718506001394> > Acesso em: 18 de set. 2009.

PELLAN, T. J. **A compendium of issues for citation analysis**. Scientometrics, Budapeste, Hungria v.45, n.1 117-136, 1999. Disponível em: <http://www.springerlink.com/content/n8921rvq25mh2643/fulltext.pdf> Acesso em: 10 de dez. de 2009.

POHL, C; WUESLER, G.; BEBIP; BUGMANN, H.; BUTTLER, A.; ELKIN, C.; GRÊT-REGAMEY, A.;HIRSCHI, C.; BAO LE, Q.; PERINGER, A.; RIGLING, A.; SEIDL, R.; HUBER, R. **How to successfully publish interdisciplinary research: learning from an Ecology and Society Special Feature**. Ecology and Society, Estocolmo, EUA, v. 20, n.2, 2015. Disponível em: < <http://www.ecologyandsociety.org/vol20/iss2/art23/> > Acesso em: 14 de mai. de 2016.

POHORYLES, Ronald J.; SCHADAUER, Andreas **What future for the European social sciences and humanities?** Innovation: The European Journal of Social Science Research, Viena, Austria, v. 22, n. 2, p.147 – 187, 2009. Disponível em: < <http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/13511610903112747> > Acesso em: 7 de out. de 2011.

RAFOLS, I; LEYDESDORFF, L; O'HARE, A; NIGHTINGALE, P; STIRLING, P. **How journal rankings can suppress interdisciplinary research: A comparison between Innovation Studies and Business & Management**. Research Policy, Sussex, Inglaterra, v. 41, n° 7, p. 1262-1282, 2012. Disponível em < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048733312000765>> Acesso em: 14 de Setembro de 2013

RICHARDSON, Robero J. **Pesquisa Social: Métodos e Técnicas**. São Paulo: Atlas, 1986.

RICHTER, D. M; PARETTI M. C.; MCNAIR L. D. **Work in progress - disciplinary egocentrism as a barrier to interdisciplinary design**. In: 39º IEEE Frontiers in Education Conference, San Antonio, 2009. Disponível em: <
https://www.researchgate.net/publication/224088617_Work_in_progress_disciplinary_egocentrism_as_a_barrier_to_interdisciplinary_design > Acesso em: 12 de Abr. de 2016.

RIP, A. **Qualitative conditions of Scientometrics: the new challenges of** Scientometrics, Budapeste, Hungria, v.38, n. 1, p.7-26, 1997. Disponível em: <http://www.springerlink.com/content/0772110625k12576/fulltext.pdf> Acesso em: 10 de out. de 2009.

RHOTEN, D. **A multi-method analysis of the social and technical conditions for interdisciplinary collaboration**. Washington, EUA, 2003. Disponível em: <
http://hybridvigor.net/interdis/pubs/hv_pub_interdis-2003.09.29.pdf > Acesso em: 12 de set. 2011.

RHOTEN, D. **Interdisciplinary Research: Trend or Transition** Items and Issues, Washington, EUA, v. 5, n 1 – 2, p. 6-12, 2004. Disponível em: <https://s3.amazonaws.com/ssrc-cdn1/crmuploads/new_publication_3/%7B5CEBCEAD-2D60-DE11-BD80-001CC477EC70%7D.pdf > Acesso em: 5 de Abr. 2013.

SÄNDSTROM, U.; WADSKOG, D. **A decade after Hicks & Katz: interdisciplinary research re-examined**. Estocolmo, Suécia, 2005. Disponível em: <
<http://forskningspolitik.se/DataFile.asp?FileID=39> > Acesso em: 10 de ago. de 2010.

SCHRÖDINGER, E. **Ciencia y Humanismo** Madrid: Editorial Alhambra, 1954.

SCIENCE EUROPE. **Horizon 2020: Excellence Counts**. Bélgica, Bruxelas, 2012. Disponível em <
http://www.scienceeurope.org/uploads/PublicDocumentsAndSpeeches/SE_H2020_Excellence_Counts_FIN.pdf > Acesso em 18 de Novembro de 2015.

SCIENCE EUROPE. **Engineering and Technical Sciences Committee Opinion Paper: Empowering researchers do provide societal value: Towards innovation Communities that leverage excellence-focused research**. Bélgica, Bruxelas, 2015. Disponível em: <
http://www.scienceeurope.org/uploads/PublicDocumentsAndSpeeches/SCsPublicDocs/Engitech_Paper_FINAL.pdf > Acesso em 18 de Novembro de 2015.

SCIENCE EUROPE; PHYSICAL, CHEMICAL AND MATHEMATICAL SCIENCES COMMITTEE. **Workshop Report: Convergence of Disciplines**. Bélgica, Bruxelas, 2014. Disponível em: <
http://www.scienceeurope.org/uploads/PublicDocumentsAndSpeeches/SCsPublicDocs/Workshop_Report_Convergence_FINAL.pdf > Acesso em: 2 de Fevereiro de 2015.

SMITS, R; KUHLMANN, S. **The rise of systemic instruments in innovation policy**. International Journal of Foresight and Innovation Policy, Viena, Austria, n. 1 / 2, v.1, p. 4-32, 2004. Disponível em: <
<http://www.inderscienceonline.com/doi/abs/10.1504/IJFIP.2004.004621?journalCode=ijfip> > Acesso em: 14 de mai. de 2013.

SMITHSONIAN MUSEUM. **Addressing Complexity: Fostering Collaboration and Interdisciplinary Science Research at the Smithsonian**. V.1 Summary Study Report. Washington, EUA, 2009. Disponível em < <https://www.si.edu/content/opanda/docs/Rpts2009/09.05.Complexity.Final.pdf> > Acesso em: 16 de Maio de 2013.

SOLLA PRICE, DERECK J. DE. **Networks of Scientific Papers The pattern of bibliographic references indicates the nature of the scientific research front**. New Haven, EUA, 1965. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/pdfplus/1716232.pdf> Acesso em: 12 de dez. de 2009.

SORENSEN, O.; RIVKIN, J.; FLEMING, L. **Complexity, networks and knowledge flow**. Research Policy, Sussex, Inglaterra, v. 35, n. 7, p. 994-1017, 2006. Disponível em: < <http://funginstitute.berkeley.edu/wp-content/uploads/2012/11/Complexity-2C-Networks-and-Knowledge-Flow.pdf> > Acesso em: 7 de out. de 2013 .

STEINER, G.; POSCH, A. **Higher education for sustainability by means of transdisciplinary case studies: an innovative approach for solving complex, real-world problems**. Journal of Cleaner Production, Knoxville, EUA, v.14, p. 877-890, 2006. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652606000242> > Acesso em: 10 de Abr. de 2013.

STOKOLS, D.; MISRA, S.; MOSER, R.; HALL, K.; TAYLOR, B. **The Ecology of Team Science: Understanding Contextual Influences on Transdisciplinary Collaboration**. American Journal of Preventive Medicine, Michigan, Ohio, v. 35, n. 2, p. 96-115, 2008. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18619410> > Acesso em: 10 de mar. de 2009.

THE ROYAL SOCIETY **The Scientific Century: securing our future prosperity**. Londres, Inglaterra, 2010. Disponível em: <<http://royalsociety.org/policy/publications/2010/scientific-century/>> Acesso em: 15 de set. de 2011.

THE ROYAL SOCIETY. **Response to the British Academy's call for evidence on 'Interdisciplinarity'**, Londres, Inglaterra, 2015. Disponível em < <https://royalsociety.org/~media/policy/Publications/2015/29-06-15-rs-response-to-ba-inquiry-interdisciplinarity.pdf> > Acesso em: 14 de Novembro de 2015.

TIJSSSEN, R.J.W. **A quantitative assessment of interdisciplinary structures in Science and technology – co-classification analysis of energy research**. Research Policy, Sussex, Inglaterra, V.21, n. 1, p. 27-44, 1992. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/004873339290025Y> > Acesso em: 10 de Mai. de 2013.

TRESS G., TRESS B., FRY G. **Clarifying integrative research concepts in landscape ecology** Landscape Ecology, Amsterdã, Holanda, v.20, p. 479-493, 2005. Disponível em: < http://download.springer.com/static/pdf/471/art%253A10.1007%252Fs10980-004-3290-4.pdf?auth66=1391709444_eb9db98a2a48cd900aeea4d7a3804dbd&ext=.pdf > Acesso em: 10 de Out. de 2009.

TRESS G., TRESS B., FRY G. **Integrative studies on rural landscapes: policy expectations and research practice**. Landscape And Urban Planning, Xangai, China, v.70, n.1-2, p. 177-191, 2005. Disponível em: < http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MImg&_imagekey=B6V91-4BBVW7H-1-

[5& cdi=5885& user=496749& orig=search& coverDate=01%2F15%2F2005& sk=999299998&view=c&wchp=dGLbVtb-zSkWb&md5=0f819715198cceb43eb764b623f70516&ie=/sdarticle.pdf](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264837706000305?_evid=1&user=496749&orig=search&coverDate=01%2F15%2F2005&sk=999299998&view=c&wchp=dGLbVtb-zSkWb&md5=0f819715198cceb43eb764b623f70516&ie=/sdarticle.pdf) > Acesso em: 10 de Out. de 2009.

TRESS G., TRESS B., FRY G. **Analysis of the barriers to integration in landscape research projects** Land Use Policy, Adelaide, Australia, n.24, v.2, 374-385, 2007. Disponível em: < http://ac.els-cdn.com/S0264837706000305/1-s2.0-S0264837706000305-main.pdf?_tid=476789a2-8786-11e3-9b9d-0000aabb0f6b&acdnat=1390849834_b5413703873c69be38cadfce7b33ce07> Acesso em: 10 de out. de 2009.

UNESCO. **Transdisciplinarity: Stimulating synergies, integrating knowledge**. Paris, França, 1998. Disponível em: < <http://unesdoc.unesco.org/images/0011/001146/114694eo.pdf> > . Acesso em: 6 de mai. de 2008.

URIONA-MALDONADO, M; DOS SANTOS, R.N.M; VARVAKIS, G. **State of the art on the Systems of Innovation research: a bibliometrics study up to 2009** Scientometrics, Budapeste, Hungria, v.91, p. 977-996, 2012. Disponível em: < http://download.springer.com/static/pdf/664/art%253A10.1007%252Fs11192-012-0653-5.pdf?auth66=1391622396_0af5b62370d99372c01a86d99ccd6b60&ext=.pdf > Acesso em 25 de Maio de 2013.

VAN RAAN, A.F.J. **Scientometrics: State-of-the-art** Scientometrics, Budapeste, Hungria v.38, n. 1, 205-218, 1997. Disponível em: <http://www.springerlink.com/content/t4n2051073n719n6/fulltext.pdf> Acesso em: 14 de dez. de 2009.

VELHO, L. **Conceitos de Ciência e a Política Científica, Tecnológica e de Inovação** Sociologias, Porto Alegre, Brasil, n. 26, v. 13, p. 128 – 153 , 2011. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-45222011000100006 > Acesso em: 20 de Set. 2013.

WEAVER, W. **Science and Complexity**. Nova Iorque, EUA, 1948. Disponível em: < <http://philoscience.unibe.ch/documents/uk/weaver1948.pdf> > Acesso em: 3 de mai. 2008.

WEINBERG, A. M. **Science and Trans-Science**. Minerva, Amsterdã, Holanda, v.10 n.2 209-222, 1972. Disponível em: < http://download.springer.com/static/pdf/498/art%253A10.1007%252FBF01682418.pdf?auth66=1391020213_c6e4678f73968a5d9a2225436bdef4b9&ext=.pdf > Acesso em: 4 de maio de 2008

WEINGART, P. and STEHR, N., **Practicing Interdisciplinarity**. Toronto: University of Toronto Press, 2000.

WIECZOREK, A. J. **A systemic innovation policy framework**, Utrecht, Holanda, 2009. Disponível em: < <https://smartech.gatech.edu/bitstream/handle/1853/32346/85-778-1-PB.pdf?sequence=1> > Acesso em: 10 de Set. de 2013.

WIECZOREK, A. J.; HEKKERT, M. P. **Systemic instruments for systemic innovation problems: A framework for policy makers and innovation scholars** Science and Public

Policy, Oxford, Inglaterra v. 39, n. 1, p. 74-87, 2012. Disponível em: < <http://spp.oxfordjournals.org/content/39/1/74.full.pdf+html> > Acesso em: 14 de Abr. de 2013.

WOOLTHUIS, R; LANKHUIZEN, M; GILSING, V. **A system failure framework for innovation policy design**. Technovation, Ottawa, Canadá, v. 25, n°, p. 609-619, 2005. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166497203002037> > Acesso em 25 de maio de 2013.

YIN, R. K. **The Case Study Crisis: Some Answers**. Administrative Science Quarterly, Cornell, EUA, v. 26, n. 1, p. 58-65, 1981. Disponível em: < <http://links.jstor.org/sici?sici=0001-8392%28198103%2926%3A1%3C58%3ATCSCSA%3E2.0.CO%3B2-H> > Acesso em: 15 de fev. de 2015.

ANEXO 1

Roteiro de Entrevista

1. Nome
2. Sexo
3. Qual a sua idade
4. Estado civil

Perfil do INCT

1. Quantas pessoas estão envolvidas?
2. Quantos são pesquisadores ? quais suas áreas ?
3. Qual a titulação? quantos são doutores ? mestres? Outros?
4. Quantas instituições estão envolvidas ?
5. Onde elas estão localizadas ?
6. Como as instituições envolvidas dividem o trabalho?
7. Como as Instituições envolvidas interagem na confecção dos trabalhos ?

Relação Governo - INCT

1. Como o governo estimula a operacionalidade dos INCTs?
2. Como o governo prejudica a operacionalidade dos INCTs? ?

Operacionalidade dos arranjos colaborativos

1. Houve um Instituto milênio anterior?
2. Quando todos os pesquisadores que fazem parte do INCT se reúnem?
3. Quantas vezes ao ano ocorrem essas reuniões?
4. Como é a dinâmica dessas reuniões?
5. Como se desenvolvem os trabalhos do INCT já que lá existem pesquisadores de disciplinas diferentes?

6.Como interagem pesquisadores de diferentes disciplinas durante as pesquisas científicas realizadas nesse INCT?

7.Como a existência de cientistas de áreas diferentes ajuda o desenvolvimento do trabalho no seu INCT ?

8.Como a existência de cientistas de áreas diferentes prejudica o desenvolvimento do trabalho no seu INCT?

9.O Sr. pode me definir multi, inter, transdisciplinaridade e expor como isso se relaciona com os trabalhos desenvolvidos nesse INCT

10.Como o Sr., coordenador, proponente viu as palavras interação e fronteira do conhecimento expostas no Edital de 2008 como requisito essencial para a instituição do INCT?

11.Como os termos multi, inter e trans se relacionam com os trabalhos desenvolvidos nesse INCT e com os temas tratados interação / fronteira do conhecimento solicitados no Edital?

12.Quais ações o Sr. achava na época de confecção da proposta para o seu INCT (para atender o Edital) factíveis frente àqueles requisitos do Edital, interação, fronteira do conhecimento???

13.Como o Sr. vê que essas ações foram desenvolvidas no seu INCT?

14.As ações pensadas à época do projeto para atingir interação fronteira do conhecimento foram suficientes para atingir os objetivos pensados naquela época para o seu INCT?

15.Como o Sr. pode avaliar os resultados dessas ações no seu INCT?

16.Quais objetivos pensados não foram atingidos no seu INCT? O senhor pode descrevê-los?

17.O que poderia melhorar na operacionalidade do INCT para atingir as solicitações no Edital de interação / fronteira do conhecimento para que os objetivos fossem atingidos?

18.Que tipo de relação há entre os arranjos colaborativos e a produção de produtos ou processos inovativos desenvolvidos nos INCTs ?

Barreiras à operacionalidade dos arranjos colaborativos

Barreiras interpessoais

1.Como se organizam para trabalhar os cientistas no INCT? Possuem salas separadas, em conjunto, por afinidade, por departamento....????

2.Como se dão as relações entre cientistas de diferentes tradições disciplinares no contexto dos trabalhos desenvolvidos nesse INCT?

3.Como o Sr. avalia tais relações entre cientistas de diferentes tradições disciplinares?

4.Como o Sr. crê que tais relações entre cientistas de diferentes tradições disciplinares impactam nos trabalhos desenvolvidos nesse INCT?

5.De que forma o Sr. crê que os trabalhos aqui desenvolvidos afetam ou são afetadas por tais relações entre cientistas de diferentes tradições disciplinares?

6.Que tipo de relação o Sr. pode fazer entre departamentalismo e as interações

Barreiras disciplinares e epistemológicas

1.Como se dão as interações entre diferentes tradições disciplinares que ocorrem nesse INCT?

2.Baseado na sua experiência como o senhor avalia as interações entre diferentes tradições disciplinares que ocorrem nesse INCT?

3.O Sr. crê que tais interações entre diferentes tradições disciplinares são suficientemente produtivas ou poderiam ser mais produtivas?

4.Que tipo de relação o Sr. pode fazer entre departamentalismo e as interações entre diferentes tradições disciplinares que ocorrem nesse INCT?

Barreiras para a recepção

1.Quantos artigos foram publicados pelo INCT ?

2.Quantos artigos possuíam mais de um autor?

3.Quantos desses artigos foram produzidos por autores advindos de diferentes tradições disciplinares?

4.Como foi o processo de aceitação desses artigos se relacionados disciplinares e aqueles baseados em arranjos colaborativos?

5.Como o Sr. avalia o processo de confecção de artigos que unem autores de diferentes tradições disciplinares?

6.O Sr. pode apontar diferenças e similaridades, se comparados em sua confecção, artigos disciplinares e artigos baseados em arranjos colaborativos?

Barreiras do projeto

- 1.O INCT possui uma estrutura que se espalha ao longo de diversos estados brasileiros. Que tipo de impacto isso gera para o andamento dos trabalhos dos INCTs?
- 2.Caso isso gere impacto negativo que estratégias são utilizadas para minimizar seus efeitos?
- 3.Isso traz algum benefício para os trabalhos levados a cabo no INCT?
- 4.Que outros tipos de barreiras podem vir a ser apontadas para o bom andamento dos projetos levados a cabo no INCT?
- 5.De que maneira o Sr. avalia a ação dos órgãos de fomento político e jurídico e de financiamento para a operacionalidade dos arranjos colaborativos levados a cabo nos INCTs?

Barreiras organizacionais e sistêmicas.

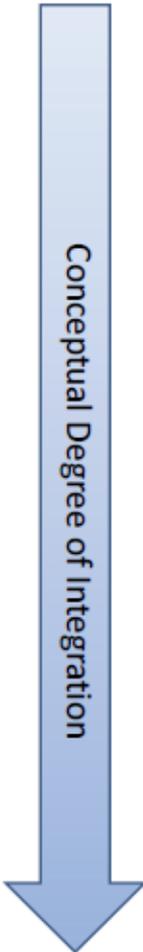
- 1.Que papel tem a política científica, as empresas e a educação para o andamento do INCT conforme ele foi concebido, ou seja, para a realização de investigações que demandam investigadores advindos de diferentes tradições disciplinares?
- 2.Esses sistemas da forma que operam atualmente beneficiam ou prejudicam a operacionalidade dos arranjos colaborativos nos INCTs?
- 3.Que opinião tem o senhor das ações levadas a cabo pelo MCTI para promover a operacionalidade dos arranjos colaborativos nos INCTs?
- 4.O Sr. Crê que os órgãos responsáveis acompanham e avaliam as atividades multi, inter, transdisciplinares desenvolvidas no INCT?
- 5.De que maneira foi tratada a integração de cientistas advindos de diferentes tradições disciplinares nas avaliações feitas pelos órgãos responsáveis ?
- 6.O Sr. Crê que tais avaliações mensuram de maneira adequada tais atividades ou poderiam/deveriam ser redesenhadas, discutidas?
- 7.Qual o Sr. Crê que são os pontos fortes e fracos dessas avaliações?
- 8.O Sr. Crê que durante o período do processo tais avaliações foram alteradas, aprimoradas??
- 9.Em linhas gerais como o senhor avalia a operacionalidade dos arranjos colaborativos nesse INCT?

Anexo 2

BOX 3-1 Definitions

The academic community that studies the process of research has developed terminology to describe different forms of knowledge creation within and across disciplines. For the purpose of this report and to provide a structure for discussions, the committee adopted the following definitions (based on a composite of Klein 2010a and Wagner, et al. 2011, extended to include Sharp and Langer 2011). An important shared characteristic is that various forms of research involving social and/or cognitive integration of knowledge cannot be distinguished readily at their boundaries. They are not absolute states, temporally or spatially, and multiple types of approaches to working within and across disciplines are needed in the research enterprise.

- **Disciplinarity** refers to a particular branch of learning or body of knowledge whose defining elements—such as objects and subjects of study, phenomena, assumptions, epistemology, concepts, theories, and methods—distinguish it from other knowledge formations. Biology and chemistry, for example, are separate domains typically segmented into departments in academic institutions.
- **Unidisciplinarity** is a process in which researchers from a single discipline, field, or area of established research and education practice work singly or collaboratively to study an object or to address a common question, problem, topic, or theme.
- **Multidisciplinarity** juxtaposes two or more disciplines focused on a question, problem, topic, or theme. Juxtaposition fosters wider information, knowledge, and methods, but disciplines remain separate and the existing structure of knowledge is not questioned. Individuals and even members of a team working on a common problem such as environmental sustainability or a public health initiative would work separately, and their results typically would be issued separately or compiled in encyclopedic alignment rather than synthesized.
- **Interdisciplinarity** integrates information, data, methods, tools, concepts, and/or theories from two or more disciplines focused on a complex question, problem, topic, or theme. The scope and goals of research programs range from incorporating borrowed tools and methods and integrating them into the practice of another discipline to generating a new conceptual framework or theoretical explanation and large-scale initiatives. The key defining concept of interdisciplinarity is integration, a blending of diverse inputs that differs from and is more than the simple sum of the parts. Individuals may work alone, but increasingly research is team-based. Collaboration introduces social integration into the process, requiring attention to project management and dynamics of communication.
- **Transdisciplinarity** transcends disciplinary approaches through more comprehensive frameworks, including the synthetic paradigms of general systems theory and sustainability, as well as the shift from a disease model to a new paradigm of health and wellness. In the late 20th century, it also became aligned with problem-oriented research that crosses the boundaries of both academic and public and private spheres. In this second connotation, mutual learning, joint work, and knowledge integration are key to solving “real-world” problems. The construct goes beyond interdisciplinary combinations of existing approaches to foster new worldviews or domains.



Conceptual Degree of Integration

Fonte: Committee on Key Challenges et al, 2014.

Anexo 3

Focus of interest	Author(s)	What produces categories?	Categories
Degrees of disciplinary integration	OECD (1972)	Development of scientific knowledge	Multidisciplinarity, pluridisciplinarity, interdisciplinarity, transdisciplinarity
	Heckhausen (1972)	Maturation of interdisciplines	Indiscriminate ID, pseudo-ID, auxiliary ID, composite ID, supplementary ID, unified ID
	Miller (1982)	Degree of conceptual order	Topical focus, professional preparation, life experience perspective, shared components, cross-cutting organizing principles, hybrids, grand synthesis
	Stember (1991)	Responses to dissatisfaction with disciplines	Intradisciplinarity, cross-disciplinarity, multidisciplinarity, interdisciplinarity, transdisciplinarity
	Boden (1999)	Strength of ID	Encyclopedic ID, contextualizing ID, shared ID, co-operative ID, generalizing ID, integrative ID
	Karlqvist (1999)	Distance between fields	Unification of knowledge, accumulation of knowledge, doing different things, doing things differently, thinking differently
Interdisciplinary practices	Rossini and Porter (1979)	Socio-cognitive frameworks for integration	Common group learning, modeling, negotiation among experts, integration by leader
	Lenoir et al. (2000)	Social representations of ID	Eclecticism, pseudo-ID, hegemony, holism
	Lattuca (2001)	Research questions	Informed disciplinarity, synthetic ID, transdisciplinarity, conceptual ID
	Palmer (2001)	Cognitive strategies for ID	Team leader, collaborator, generalist
	Bruun et al. (2005b)	Knowledge networking	Coordination, translation, pioneering
	Bruun et al. (2005a)	Interactions between fields	Encyclopedic MD, contextualizing MD, composite MD, empirical ID, methodological ID, theoretical ID
	Lengwiler (2006)	Organizational practices	Methodological ID, charismatic ID, heuristic ID, pragmatic ID
	Pohl et al. (2008)	Forms of collaboration + means of integration	(Two-dimensional matrix of the possible combinations of the latter)
Rationales of interdisciplinarity	OECD (1982)	Demands for ID	Endogenous ID, exogenous ID
	Klein (1985), Salter and Hearn (1996)	Motives for ID	Instrumental ID, conceptual ID
	Bruun et al. (2005a)	Type of research goals	Epistemological ID, instrumental ID, mixed goals
	Boix Mansilla (2006)	Epistemological approaches to ID	Conceptual-bridging, comprehensive, pragmatic
	Barry et al. (2008)	Logics that guide ID	Accountability, innovation, ontological change

Fonte: Huutoniemi et al, 2010.

Anexo 4

Nº	Nome	Órgão	Início	Fim	Presidente
1	Renato Archer	Ministério da Ciência e Tecnologia	15 de março de 1985	23 de outubro de 1987	José Sarney
2	Luiz Henrique da Silveira		23 de outubro de 1987	29 de julho de 1988	
3	Luiz André Rico Vicente ^[2]		29 de julho de 1988	16 de agosto de 1988	
4	Ralph Biasi		16 de agosto de 1988	15 de janeiro de 1989	
5	Roberto Cardoso Alves		16 de janeiro de 1989	13 de março de 1989	
6	Décio Leal	Secretaria do Ministério do Desenvolvimento da Indústria e Comércio	29 de março de 1989	29 de novembro de 1989	
		Secretaria Especial da Ciência e Tecnologia	29 de novembro de 1989	14 de março de 1990	
7	José Goldemberg	Secretaria da Ciência e Tecnologia (ligada à Presidência da República)	15 de março de 1990	21 de agosto de 1991	Fernando Collor de Mello
8	Edson Machado de Sousa		21 de agosto de 1991	1 de abril de 1992	
9	Hélio Jaguaribe		1 de abril de 1992	1 de outubro de 1992	
10	José Israel Vargas		27 de outubro de 1992	1 de janeiro de 1995	Itamar Franco
			1 de janeiro de 1995	1 de janeiro de 1999	
11	Bresser Pereira	Ministério da Ciência e Tecnologia	1 de janeiro de 1999	21 de julho de 1999	Fernando Henrique Cardoso
12	Ronaldo Sardenberg		21 de julho de 1999	1 de janeiro de 2003	
13	Roberto Amaral		1 de janeiro de 2003	21 de janeiro de 2004	
14	Eduardo Campos		23 de janeiro de 2004	18 de julho de 2005	
15	Sérgio Machado Rezende		19 de julho de 2005 ^[2]	31 de dezembro de 2010	
16	Aloizio Mercadante		1 de janeiro de 2011	2 de agosto de 2011	
			2 de agosto de 2011	24 de janeiro de 2012	
17	Marco Antonio Raupp	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação	24 de janeiro de 2012	17 de março de 2014	Dilma Rousseff
18	Clelio Campolina Diniz		17 de março de 2014	1 de janeiro de 2015	
19	Aldo Rebelo		1 de janeiro de 2015	1 de outubro de 2015	
20	Celso Pansera		2 de outubro de 2015	14 de abril de 2016	
—	Emília Maria Sílva Ribeiro Curi (<i>interina</i>)			14 de abril de 2016	

Fonte: Wikipedia, 2016.