

ISCTE  **IUL**
Instituto Universitário de Lisboa

Escola de Sociologia e Políticas Públicas

**Redes Interpessoais e Dinâmicas de Acesso ao Conhecimento de
Cientistas Portugueses**

Pedro Miguel Rito Alves Videira

Tese especialmente elaborada para obtenção do grau de

Doutor em Sociologia

Orientadora:
Doutora Margarida Fontes
Investigadora Auxiliar do,
Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG)

Dezembro, 2016



Escola de Sociologia e Políticas Públicas

Redes Interpessoais e Dinâmicas de Acesso ao Conhecimento de Cientistas Portugueses

Pedro Miguel Rito Alves Videira

Tese especialmente elaborada para obtenção do grau de

Doutor em Sociologia

Orientadora:
Doutora Margarida Fontes
Investigadora Auxiliar do,
Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG)

Dezembro, 2016

Agradecimentos

Dedico as primeiras palavras de agradecimento à minha orientadora, a Doutora Margarida Fontes que tem sido, ao longo destes já largos anos de trabalho conjunto, um exemplo do que deve ser um investigador(a) e uma fonte inesgotável de encorajamento paciente e perseverante, muito para além do que lhe seria exigível. E agradeço-lhe a sua disponibilidade, o espírito crítico e o apoio incansável no acompanhamento e na revisão deste trabalho.

Agradeço à Fundação para a Ciência e Tecnologia que, através da atribuição de uma Bolsa de Doutoramento, suportou e encorajou a realização desta pesquisa.

Uma palavra particular de agradecimento fica também para todos os cientistas e investigadores que abdicaram de parte do seu tempo de trabalho para responder ao questionário deste estudo. Sei hoje, melhor do que sabia quando os interpelei, o número de solicitações que são diariamente feitas ao seu tempo e o quão valioso é esse recurso na sua actividade. Que tenham, sem qualquer recompensa directa ou solicitação institucional, dedicado parte desse precioso tempo a ajudar um jovem colega é mais uma prova da sua dedicação ao espírito que deve presidir à actividade científica.

Também aos colegas que me têm acompanhado, quer no DINÂMIA-CET, Centro de Estudos Sobre a Mudança Socioeconómica e o Território quer agora no Centro de Investigação em Políticas do Ensino Superior (CIPES), tenho de agradecer a amizade com que me acolheram, a camaradagem científica e as profícuas discussões que me levam constantemente a reavaliar aquilo que penso saber sobre os temas que me debruço. São eles as minhas redes, as minhas ‘tribos’ académicas, mas aquilo que me trazem é muito mais do que mero conhecimento técnico e científico. Uma palavra muito particular fica para o Doutor Pedro Teixeira, director do CIPES e cujo apoio, compreensão e confiança ao longo destes últimos anos extravasaram em muito aquilo que lhe seria exigível.

Mas nem só de ciência se faz a ciência ou o cientista. Enquanto ser social (e muitas vezes não particularmente sociável) devo o agradecimento mais sentido a todos aqueles que enriquecem diariamente a minha vida com a sua presença. Em primeiro lugar aos meus amigos. Ao Alexandre e à Susana, emigrantes como tantos outros na minha geração, mas sempre cá dentro onde mais importa. Ao João e à Filipa, ao Vítor e à Chiara, ao Ricardo, Daniel e Rahim, pelo incessante encorajamento e apoio e por me fazerem tentar estar à altura das suas expectativas. E à Hisako e à Lin por me aturarem no dia-a-dia, por me darem força

quando as forças faltam e sobretudo por me deixarem fazer parte da sua vida. É uma última e muito especial palavra aos meus pais que foram, em circunstâncias particularmente difíceis, de um inquebrantável apoio sem o qual este trabalho não teria visto a luz do dia.

Resumo

Este estudo pretende contribuir para o conhecimento sobre as redes interpessoais que os cientistas constroem ao longo do seu percurso e sobre o papel destas redes nas suas dinâmicas de acesso ao conhecimento que mobilizam para a sua actividade profissional.

Através de um modelo analítico suportado na recolha de dados primários junto de uma amostra alargada de cientistas portugueses procurámos, num primeiro momento analítico, uma melhor compreensão das suas redes de acesso ao conhecimento, ao longo de três dimensões essenciais: i) o seu processo de construção; ii) a sua composição, abrangência geográfica e características estruturais; e iii) a natureza e importância do conhecimento que por elas circula. Adicionalmente, procurámos ainda aferir o impacto das trajetórias de mobilidade internacional dos cientistas, das suas pertenças disciplinares diferenciadas e das suas características socioprofissionais nas redes que mobilizam e nas dinâmicas de conhecimento que lhes subjazem.

As análises efectuadas permitiram-nos uma melhor compreensão acerca da importância da proximidade física nos processos de construção das redes e da mobilidade científica na sua internacionalização. Os resultados obtidos trazem ainda uma contribuição inovadora à literatura sobre redes de conhecimento ao sugerirem que estas redes não são uma realidade una e homogénea, mas sim compostas por múltiplos níveis ou segmentos, com características distintas e funcionando sob lógicas e propósitos diferenciados.

As diferenças geracionais encontradas e a influência das pertenças disciplinares nas redes de conhecimento levaram-nos a reflectir sobre as mudanças ocorridas no sistema científico global e nacional nas últimas décadas e como essas mudanças influenciam os processos de produção e circulação de conhecimento.

Palavras-chave: Redes de Conhecimento, Mobilidade Científica, Campo Científico, Sociologia da Ciência

Abstract:

This work aims to contribute to our knowledge on the interpersonal networks that scientists build along their professional path and their role in the processes through which they access the knowledge that they mobilize in their professional activity.

Resorting to an analytical model supported by the collection of primary data from a large sample of Portuguese scientists, we sought a better understanding of their knowledge access networks, along three crucial dimensions: i) their construction processes; ii) their composition, geographical span and structural characteristics; and iii) the nature and importance of the knowledge that circulates through them. In addition, we've also aimed to assess the impact of the international mobility trajectories of scientists, their disciplinary affiliations and their socio-professional characteristics in the networks they mobilize and in the knowledge dynamics that underlie them.

The analysis brought a better understanding of the importance of physical proximity in the construction of knowledge networks and of scientific mobility in their internationalization. The empirical results obtained also bring an innovative contribution to the literature on knowledge networks by suggesting that these networks are not a homogeneous reality but are composed of multiple levels or sections, with dissimilar characteristics which function under different logics and to different purposes.

The generational differences we have come across and the influence of disciplinary affiliations on knowledge networks have led us to reflect on the changes that have taken place in the global and national scientific system in recent decades and on how these changes influence the knowledge production and circulation processes.

Keywords: Knowledge Networks, Scientific Mobility, Scientific Disciplines, Sociology of Science

Indice de Quadros.....	ix
Indice de Figuras.....	ix

INTRODUÇÃO.....	1
------------------------	----------

CAPÍTULO I

REDES SOCIAIS, CAPITAL SOCIAL E A PRODUÇÃO E CIRCULAÇÃO DE CONHECIMENTO CIENTÍFICO.....	5
--	----------

1.1. A importância das redes interpessoais nos processos de circulação de conhecimento científico.....	6
1.2. Capital Social e redes sociais.....	9
1.3. Condicionantes estruturais e cognitivas das dinâmicas de produção e circulação de conhecimento.....	13
1.3.1. Natureza do conhecimento e suas implicações.....	13
1.3.2. Estrutura de redes e a circulação de conhecimento científico.....	14
1.4. Os processos de construção das redes de conhecimento.....	18
1.4.1. A importância da proximidade na construção das redes de conhecimento.....	18
1.4.2. A estruturação da actividade colaborativa dos investigadores: condicionantes estruturais e estratégias individuais.....	21
1.5. Breve síntese do capítulo e suas implicações.....	25

CAPÍTULO II

A IMPORTÂNCIA DA MOBILIDADE CIENTÍFICA INTERNACIONAL NA CONSTRUÇÃO DE REDES TRANSNACIONAIS DE CONHECIMENTO.....	27
--	-----------

2.1. A mobilidade científica e sua importância	28
2.2. A evolução histórica das perspectivas sobre a mobilidade científica.....	31
2.2.1. A evolução das perspectivas teóricas sobre a mobilidade científica	31
2.2.2. Mobilidade e retorno.....	36
2.2.3. Respostas políticas.....	37
2.2.4. Obstáculos ao estudo da mobilidade	40

2.3. A mobilidade vista pelos cientistas: motivações, constrangimentos e carreiras.....	42
2.3.1. Motivações e constrangimentos à mobilidade.....	42
2.3.2. Motivações para o retorno.....	44
2.4. Mobilidade, proximidade e a construção de redes transnacionais de conhecimento.....	45
2.5. A mobilidade dos cientistas portugueses e o seu impacte na internacionalização do sistema científico nacional.....	48
2.5.1. A mobilidade dos cientistas portugueses.....	48
2.5.2. Mobilidade, internacionalização e circulação de conhecimento.....	55
2.6. Breve síntese do capítulo e suas implicações.....	57

CAPÍTULO III

A ESTRUTURAÇÃO DOS PROCESSOS DE PRODUÇÃO E CIRCULAÇÃO DE CONHECIMENTO CIENTÍFICO: ‘CIÊNCIAS ANTIGAS E ‘NOVAS CIÊNCIAS’.....59

3.1. Os processos de produção e validação do conhecimento científico e sua estruturação em torno de disciplinas.....	60
3.2. Para uma conceptualização de multidisciplinaridade e interdisciplinaridade em Ciência.....	63
3.3. A reestruturação da actividade científica: a problemática distinção entre ‘ciências antigas’ e ‘ciências novas’.....	66
3.4. A biotecnologia e a nanotecnologia enquanto exemplos paradigmáticos dos novos regimes de pesquisa.....	70
3.5. Breve síntese do capítulo e suas implicações.....	75

CAPITULO IV

MODELO ANALÍTICO E DESAFIOS METODOLÓGICOS.....77

4.1. Modelo Analítico.....	79
4.1.1. A construção das dimensões analíticas.....	79
4.1.1.1. O processo de construção das redes.....	80
4.1.1.2. Composição e estrutura das redes: instituições, laços e geografias do conhecimento.....	83
4.1.1.3. Da natureza do conhecimento que circula nas redes interpessoais dos cientistas portugueses e suas implicações.....	88

4.1.2. Factores que podem influenciar as redes interpessoais de acesso ao conhecimento.....	91
4.1.2.1. O papel da mobilidade científica nas redes interpessoais de acesso ao conhecimento.....	92
4.1.2.2. O papel das pertenças disciplinares nas redes interpessoais de acesso a conhecimento científico: o caso da biotecnologia e da nanotecnologia.....	95
4.1.2.3. A importância dos elementos de caracterização socioprofissional nas redes interpessoais de acesso ao conhecimento.....	100
4.2. Desafios metodológicos e operacionalização da pesquisa.....	104
4.2.1. O processo de recolha dos dados.....	104
4.2.2. Construção das variáveis e operacionalização.....	107
4.2.3. Amostragem e descrição da amostra.....	110

CAPÍTULO V

O PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DAS REDES INTERPESSOAIS DE ACESSO AO CONHECIMENTO.....115

5.1. O processo de construção das redes interpessoais de acesso ao conhecimento.....	116
5.2. O impacte da mobilidade internacional na construção de redes de conhecimento.....	121
5.3. Pertenças disciplinares e construção de redes de conhecimento.....	125
5.4. A influência das características socioprofissionais dos cientistas no seu processo de construção de redes interpessoais de acesso ao conhecimento	133
5.5. Síntese dos principais resultados.....	138

CAPÍTULO VI

A COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DAS REDES INTERPESSOAIS DE ACESSO AO CONHECIMENTO.....143

6.1. Análise da composição e estrutura das redes interpessoais de acesso ao conhecimento dos cientistas portugueses.....	145
6.2. A influência das trajetórias de mobilidade internacional dos cientistas na composição e na estrutura das suas redes interpessoais.....	154
6.3. O impacte das pertenças disciplinares dos cientistas na composição e estrutura das suas redes interpessoais de acesso ao conhecimento.....	160

6.4. A relação entre as características socioprofissionais dos cientistas e as suas redes interpessoais de acesso ao conhecimento.....	169
6.5. Síntese dos principais resultados	173

CAPÍTULO VII

AS DINÂMICAS DE ACESSO AO CONHECIMENTO DOS CIENTISTAS PORTUGUESES.....179

7.1. Da natureza do conhecimento que circula nas redes interpessoais dos cientistas portugueses e suas implicações.....	179
7.2. A influência das trajectórias de mobilidade dos cientistas nas suas dinâmicas de acesso a conhecimento.....	187
7.3. O impacte das pertenças disciplinares dos investigadores nas suas dinâmicas de acesso ao conhecimento.....	193
7.4. A relação entre as características socioprofissionais dos investigadores e as suas dinâmicas de acesso ao conhecimento.....	200
7.5. Síntese dos principais resultados	203

CONCLUSÕES.....207

BIBLIOGRAFIA.....217

INDICE DE QUADROS

Quadro 4.1. Dimensões analíticas das redes de conhecimento e principais variáveis associadas.....	107
Quadro 4.2. Variáveis independentes usadas na construção das hipóteses.....	109

INDICE DE FIGURAS

Figura 5.1. Processo de construção de redes interpessoais de conhecimento.....	116
Figura 5.2. Importância relativa dos diferentes vectores de construção de redes.....	119
Figura 5.3. Peso relativo dos diferentes vectores na construção das redes mais importantes.....	119
Figura 6.1. Composição e estrutura das redes interpessoais de conhecimento.....	144
Figura 7.1. Dinâmicas de acesso ao conhecimento.....	179
Figura 7.2. Tipos de conhecimento presentes nas redes interpessoais dos cientistas	182
Figura 7.3. Importância do conhecimento presente nas redes interpessoais dos cientistas...	185
Figura 7.4. Importância dos diferentes tipos de conhecimento presentes nas redes.....	186

INTRODUÇÃO

A actividade científica é uma actividade eminentemente social e a imagem do cientista enquanto indivíduo isolado, contribuindo para o avanço da Ciência através da exclusiva aplicação da lógica e razão individual num determinado domínio há muito caiu em desuso. A importância do trabalho colaborativo e das redes de conhecimento dos cientistas na estruturação da actividade científica (Weyer 2000; Heidenreich 2000), no desempenho e produtividade dos investigadores e nos seus processos de produção e circulação de conhecimento (Ahuja, 2000; Jansen, 2004) tem sido amplamente reconhecida na literatura.

Ao longo da sua carreira, os investigadores procuram assim não apenas aumentar o seu conhecimento científico especializado, o seu capital humano científico, mas igualmente o seu capital social, que lhes permite aceder e mobilizar os recursos embebidos nas relações cognitivas e sociais que estabelecem, que contribuem decisivamente para a sua capacidade de produção de conhecimento e de competição dentro do seu campo científico.

Este estudo procurou contribuir para aprofundar o nosso conhecimento sobre as redes sociais que os cientistas constroem, a par do seu conhecimento científico especializado, ao longo do seu percurso profissional e sobre o papel destas redes nas dinâmicas de acesso ao conhecimento que mobilizam para a sua actividade.

Propusemos um modelo analítico através do qual procurámos, num primeiro momento, mapear, caracterizar e analisar as redes interpessoais dos cientistas ao nível do seu processo de construção, da sua estrutura e abrangência e da natureza e importância do conhecimento que por elas circula. Num segundo momento, explorámos a relação entre determinadas características individuais dos cientistas, assinaladas na literatura – como as suas trajectórias de mobilidade internacional, pertenças disciplinares diferenciadas e certos elementos socioprofissionais, nomeadamente geracionais e de carreira – nas características dessas suas redes interpessoais e nas dinâmicas de acesso ao conhecimento que potenciam.

Ao nível da abordagem metodológica procedemos à recolha de dados primários, através da aplicação de um questionário *online* junto de uma amostra alargada de cientistas doutorados portugueses, que nos permite a análise não apenas das suas redes de colaboração (presentes em outros estudos baseados em dados bibliométricos) mas igualmente das percepções dos cientistas sobre a importância dessas relações nas suas dinâmicas de acesso ao conhecimento.

Em termos da sua estrutura, esta tese estará dividida em sete capítulos (para além da introdução e conclusão). No Capítulo 1 procedemos à revisão da literatura que aborda a importância das redes interpessoais e organizacionais dos cientistas na produção e circulação de conhecimento (Jansen, 2004) e explicitamos o que entendemos por redes de conhecimento e a relação dinâmica entre os conceitos de *rede social* e *capital social*. Discutimos ainda o processo de construção de redes e o impacto das características do conhecimento e da estrutura das redes nos processos de circulação de conhecimento.

Ao longo do Capítulo 2 aprofundamos e contextualizamos a evolução das perspectivas teóricas sobre a mobilidade internacional dos cientistas, com particular atenção ao papel da mobilidade na construção de redes de conhecimento e na internacionalização do sistema científico português.

O Capítulo 3 será dedicado à análise do papel das disciplinas científicas na estruturação da actividade científica e das possíveis diferenças entre o papel das redes de conhecimento nos processos de produção e circulação de conhecimento em áreas científicas diversas, nomeadamente nas de base tecnológica como é o caso da biotecnologia e nanotecnologia.

No Capítulo 4, estruturamos os grandes eixos analíticos que norteiam esta investigação e debatemos as opções metodológicas assumidas, com particular ênfase na da recolha de dados primários junto dos cientistas, para a prossecução dos desideratos analíticos propostos.

Nos três capítulos seguintes apresentamos e analisamos, de forma crítica, os resultados empíricos obtidos nas dimensões analíticas anteriormente enunciadas. O Capítulo 5 é dedicado à análise do processo de construção das redes interpessoais dos cientistas portugueses, no qual defendemos que as redes de conhecimento não são uma realidade una e homogénea, mas sim a justaposição entre diferentes segmentos de rede, com processos de construção distintos e papéis diferenciados no acesso dos cientistas ao conhecimento.

No Capítulo 6, analisamos um conjunto de dimensões relacionadas com a composição e estruturas das redes interpessoais dos cientistas, com particular incidência nas complementaridades institucionais e geográficas presentes e no equilíbrio entre laços fortes e fracos e formais e informais.

A terminar a análise, e antes de apresentarmos as conclusões da tese, no Capítulo 7 vamos tentar contribuir para uma mais completa e integrada compreensão das redes de conhecimento dos cientistas portugueses ao explorarmos um conjunto de questões relacionadas com as dinâmicas de conhecimento suportadas por essas mesmas redes.

Por último, nas conclusões, vamos retomar alguns dos debates existentes na literatura sobre o tema e apresentar de forma crítica os principais contributos trazidos por este estudo ao *corpus* teórico e empírico sobre redes de conhecimento. Entre estes, sugere-se a ideia de que as redes interpessoais dos cientistas são compostas por diversos níveis, com características distintas e que funcionam sob lógicas e propósitos diferenciados. Por fim, apresentam-se ainda algumas sugestões de avenidas teóricas e empíricas para trabalhos futuros, cuja exploração poderá contribuir para aprofundar o nosso conhecimento em áreas em que este é ainda incipiente.

Capítulo I – Redes sociais, capital social e a produção e circulação de conhecimento científico¹

Introdução

A importância das redes interpessoais e organizacionais na produção e circulação de conhecimento tem sido amplamente reconhecida na literatura (Jansen, 2004). As redes facilitam os fluxos de informação e a troca de ideias (Burt, 1992), juntando actores e tipos de conhecimento heterogéneo e constituindo-se como uma importante arena para a produção e recombinação de conhecimento e ideias inovadoras (Weyer 2000; Heidenreich 2000 citado por Jansen et al., 2009).

Este capítulo inicia-se com uma breve síntese da literatura que aborda a importância das redes interpessoais dos cientistas nos processos de produção e circulação de conhecimento e, a nível sistémico, no estabelecimento de pontes entre o conhecimento produzido em diferentes níveis geográficos e entre o sector público e privado.

Para poder explicar a importância das redes sociais nestes processos de produção e circulação de conhecimento, bem como os mecanismos pelos quais estes se processam, precisamos de recorrer a um conceito com o qual se encontram umbilicalmente associadas e que é o conceito de capital social. Será assim necessariamente explicitado o que se entende por redes de conhecimento e a relação dinâmica entre redes e capital social.

A forma como o conhecimento científico se propaga e a importância das redes sociais nesse processo, tal como o acesso diferenciado de determinados agentes a esse conhecimento, é influenciada por questões estruturais, inerentes à própria rede e ao posicionamento do agente, e por questões ligadas à natureza do conhecimento e do campo científico em análise. A influência destas duas dimensões nos processos de circulação de conhecimento através de redes interpessoais será assim igualmente analisada.

Por último, será abordado o processo de construção das redes interpessoais de conhecimento dos cientistas, nomeadamente relevando a importância da proximidade física, das dinâmicas institucionais do próprio sistema científico e das estratégias individuais dos cientistas neste processo.

¹ Excertos deste capítulo podem ser encontrados em Fontes, Margarida, Cristina Sousa e Pedro Videira (2009), “Redes sociais e empreendedorismo em biotecnologia. O processo de aglomeração em torno de núcleos de produção de conhecimento”, *Finisterra*, 88, 95-116.

1.1. A importância das redes interpessoais nos processos de produção e circulação de conhecimento científico

A produção de conhecimento é uma actividade colectiva e social (Canella e McFayden, 2013) e a importância das redes interpessoais e organizacionais na produção e circulação de conhecimento tem sido amplamente reconhecida na literatura (Jansen, 2004).

A literatura sustenta que o processo de criação de conhecimento por parte dos investigadores é influenciado pelos seus contactos directos (Nahapiet e Ghoshal, 1998; Nonaka, 1994; Sosa, 2011) e que as colaborações constituem um mecanismo-chave no processo de pesquisa científica e tecnológica, tanto ao nível da produção de conhecimento como para a sua difusão (Ahuja, 2000; Hagedoorn et al., 2000; Powell et al., 2005 citado por Heinze e Kuhlmann, 2008). Estas colaborações emergem frequentemente e são perpetuadas através das redes sociais dos cientistas que, ao abarcarem diferentes níveis organizacionais, disciplinares e geográficos, influenciam os seus processos de colaboração em múltiplas formas (Sonnenwald, 2007 citado por Abbasi, Altmann e Hossain 2011).

Estas redes de colaboração facilitam o equilíbrio entre cooperação, que requer confiança, e competição (Jansen et al., 2009) e são críticas para a criação de conhecimento ao permitirem a troca dos recursos embebidos nessas mesmas relações (Nahapiet e Ghoshal, 1998).

Alguns do trabalho pioneiro relativamente à importância das redes de colaboração foi efectuado sobre as *universidades invisíveis*, construídas através de relações interpessoais facilitadoras de variadas formas de colaboração e troca de ideias entre grupos de cientistas (Bozeman et. al. 1999). Estes estudos pioneiros assinalavam já a importância que as relações informais podiam ter para a produção, aquisição e transmissão de conhecimento por parte dos investigadores científicos (Nelson e Nelson, 2002; Balconi, 2002 citado por Bozeman e Corley, 2004).

Uma das dimensões em que os efeitos destas redes têm sido assinalados é a da produtividade científica. Existem pelo menos três razões teóricas para a relação positiva entre a mobilização de redes de colaboração e a produtividade científica. Em primeiro lugar, pelo potencial recombinação em termos de base de conhecimento que as redes facilitam. Já em 1934 Schumpeter afirmava que a produção de conhecimento inovador era favorecida pela recombinação de conhecimento existente “o desenvolvimento neste sentido é então definido pela prossecução de novas combinações” (Schumpeter, 1934: 66 citado por Zi-Lin He et al., 2008). Ao facilitarem os fluxos de informação e a troca de ideias (Burt, 1992), as redes juntam actores e

tipos de conhecimento heterogéneo e incorporado em indivíduos, constituindo-se assim como uma importante arena para a produção e recombinação de conhecimento e ideias inovadoras (Weyer, 2000, Heidenreich, 2000 citado por Jansen et al., 2009).

Em segundo lugar, a colaboração proporciona uma oportunidade para a aprendizagem mútua e para a aquisição de novas capacidades e técnicas. Embora o conhecimento científico seja normalmente encarado como bem público, portanto de suposto livre acesso, ele detém importantes componentes tácitas e de *saber fazer* não facilmente codificáveis. As redes de colaboração são, a par da co-localização física e interacção directa, provavelmente o único meio que permite aceder plenamente a estas dimensões ou elementos mais tácitos do conhecimento, que se encontram incorporados nos próprios indivíduos ou grupos e no seu *saber fazer* (Polanyi, 1966).

Em terceiro lugar, a colaboração proporciona aos indivíduos a expansão das suas redes sociais, através das quais podem aceder a informação valiosa sobre oportunidades de investigação e exporem-se a maiores oportunidades de futura colaboração com efeitos cumulativos ao nível da sua produtividade científica (Zi-Lin He et al. 2008).

A crescente prevalência na actividade científica do trabalho colaborativo entre investigadores foi desde cedo reportado por autores como Merton (1973), embora a aceleração desse processo tenha levado a que actualmente a maior parte da investigação seja feita de forma colaborativa em muitos países e organizações de investigação (Wuchty et al., 2007 citado por Abramo, D'Angelo e Solazzi, 2011). Esta tendência global tem sido acompanhada por níveis crescentes de colaboração interorganizacional, internacional e intraeuropeia (Tijssen and Van Leeuwen, 2007; Mattsson et al., 2008 citado por Hoekman et al., 2010) e facilitada tanto pelos desenvolvimentos ao nível dos meios de transporte e de comunicação, que reduzem significativamente os custos económicos e temporais associados à colaboração, como por incentivos políticos aos mais diversos níveis em que a colaboração (sobretudo internacional) é muitas vezes um requisito para a obtenção de financiamento.

Por outro lado, o crescimento das colaborações tem sido associado à gradual transição para maiores níveis de produção de conhecimento interdisciplinar (Gibbons et al., 1994; Etzkowitz e Leydesdorff, 2000) e muitos dos incentivos prestados à actividade colaborativa pressupõem igualmente que esta encoraje a interdisciplinaridade, a orientação para a resolução de problemas sociais e as interações entre investigação académica e indústria (Rigby e Edler, 2005).

As redes interpessoais dos cientistas podem igualmente constituir-se como uma forma de ultrapassar barreiras, nomeadamente geográficas ou organizacionais, e permitir mais

facilmente o acesso a conhecimento e outros recursos distantes, uma vez que a colaboração à distância permite aceder a um maior número e diversidade de parceiros relevantes.

Muita da informação que circula, particularmente complexa ou tácita, é feita directamente de indivíduo para indivíduo, mesmo na presença de mecanismos alternativos de difusão. Estudos sobre produção de tecnologia, usando patentes e citações, têm verificado que o conhecimento tecnológico se difunde sobretudo através de relações sociais, directas ou indirectas (Breschi e Lissoni, 2003; Singh, 2005), o que ajuda a explicar a natureza localizada do conhecimento, mas do mesmo modo permite a difusão de conhecimento para laços distantes que os cientistas possam manter.

Embora exista a tendência para que os cientistas colaborem mais com membros da sua própria instituição ou grupo de investigação, aqueles que colaboram com cientistas de outras instituições ou de locais geograficamente mais afastados (nomeadamente em colaboração internacional) tendem a ser mais citados e a obter financiamentos mais elevado para os seus próprios projectos (Bozeman e Mangematin, 2004), uma vez que existem significativos programas de incentivos para a colaboração à distância, nomeadamente ao nível europeu (Hoekman et al., 2010).

Adicionalmente, estas redes podem desempenhar um assinalável papel na difusão de conhecimento científico e tecnológico complexo e de forte componente tácita, de regiões, universidades e empresas dos grandes centros de produção de conhecimento para regiões mais periféricas, através das redes interpessoais de cientistas locais. Nesse processo poderão compensar algumas insuficiências dos sistemas de inovação periféricos e permitir o acesso a conhecimento avançado sem exigir avultados investimentos na sua produção. Esta potencialidade das redes ficou patente, por exemplo, num estudo sobre a criação de empresas de biotecnologia em Portugal (Fontes, 2005), que releva a importância das redes pessoais internacionais dos cientistas empreendedores (baseadas sobretudo em processos de mobilidade internacional dos próprios ou da existência de algum mediador numa universidade nacional) na obtenção de conhecimento e recursos cruciais para a sobrevivência das empresas, dada a sua localização periférica face aos principais centros científicos e grandes mercados da indústria.

Em termos organizacionais ou sectoriais, outra das potencialidades das redes interpessoais dos cientistas e engenheiros enquanto mecanismos conectores, é a de se poderem constituir como uma plataforma de interface entre a ciência e tecnologia que é produzida no sector público e a produzida no sector privado, tendencialmente mais vocacionado para as suas aplicações. Esse processo foi exemplarmente ilustrado num estudo

sobre um sector intensivo em conhecimento (a engenharia de tecidos), em que Murray (2002) assinala que, embora as redes científicas e técnicas sejam relativamente distintas entre o sector público e privado, existem alguns cientistas-chave que promovem uma efectiva ligação entre a investigação produzida em ambos os domínios promovendo, através desse intercâmbio, a evolução de ambos (Breshi e Catalini, 2007).

1.2. Capital social e redes sociais

Em termos gerais, uma rede social pode ser definida como um conjunto de agentes individuais ou actores (que podem ser indivíduos ou instituições), ligados por relações sociais (os elos ou laços) e pelos mecanismos de regulação dessas interacções (Castilla et al., 2000). É comum distinguir tanto laços directos (relação directa entre dois actores) e laços indirectos (ligação de dois nós por intermédio de outros nós) como laços fortes e fracos, sendo que os primeiros são caracterizados por maiores níveis de proximidade social e reciprocidade. A circulação de recursos (tal como o conhecimento) numa determinada rede social, bem como o acesso diferenciado de determinados agentes a esses mesmos recursos, é influenciada por questões estruturais ao nível da composição da rede e do seu posicionamento relativo a outros agentes.

As redes de conhecimento têm assim sido definidas na literatura enquanto um conjunto de nós - que tanto podem assumir a forma de elementos de conhecimento (como patentes, artigos ou produtos), repositórios de conhecimento (catálogos, bibliotecas ou bases de dados) ou de agentes individuais ou colectivos que procuram, transmitem e criam conhecimento – e que se encontram interconectados por relações que permitem ou constroem a aquisição, transferência e criação de conhecimento (Monge e Contractor, 2003; Yayavaram e Ahuja, 2008, Phelps et al. 2012).

Estas relações são ainda para os agentes individuais ou colectivos que as estabelecem uma lente através da qual estes actores se avaliam mutuamente tanto ao nível do conhecimento possuído como em termos sociais e comportamentais, constituindo-se como um registo e um guia para futuras interacções (Phelps et al. 2012).

Podemos assim definir as redes interpessoais de conhecimento dos cientistas como o conjunto de relações que mantêm com outros indivíduos e através das quais procuram, transmitem ou criam conhecimento científico, tecnológico ou de outro modo mobilizável para a sua actividade científica.

Para poder explicar a importância das redes sociais nos processos de produção e circulação de conhecimento, bem como os mecanismos pelos quais estes se processam, precisamos de recorrer a um conceito com o qual se encontram umbilicalmente associadas e que é o conceito de capital social.

O conceito de capital social foi estruturado e popularizado por Bourdieu (1986: 248), que o define enquanto a “a soma de recursos efectivos ou potenciais associados à inserção numa rede duradoura de relações mais ou menos institucionalizadas de conhecimento mútuo ou reconhecimento”. Dito de outra forma, “o capital social é o conjunto de recursos detidos pelos membros da rede social de um indivíduo, que podem ser disponibilizados ao indivíduo através da interacção” (Van Der Gaag e Snijders, 2004: 200). Constitui-se assim, essencialmente, como um fenómeno de grupo ou de rede, facilitador do acesso a recursos não detidos pelo actor (Anderson et al. 2007).

O capital social é um elemento da estrutura social, estando presente nas relações e redes sociais, sendo um elemento explicativo das redes (Burt, 1997; Anderson e Jack, 2002). Casson e Della Giusta (2007) ilustram a relação entre as redes sociais e o capital social, encarando-o como a infraestrutura invisível que suporta os fluxos intangíveis, associados à comunicação de informação e conhecimento entre os membros da rede.

Mas o capital social engloba uma variedade de fenómenos sociais (Bozeman et. al. 1999), sendo eminentemente multidimensional e multifuncional. Nahapiet e Ghoshal (1998) abordam esta multiplicidade operativa e conceptual distinguindo essencialmente três dimensões: i) uma dimensão estrutural associada ao padrão de interacção entre os actores; ii) uma dimensão relacional associada à natureza das relações pessoais estabelecidas entre os actores; e iii) uma dimensão cognitiva ligada à partilha de representações, interpretações e normas entre os actores e que é potenciadora de fenómenos de partilha de informação e conhecimento.

Outros autores referem ainda a função do capital social na criação e desenvolvimento das redes (Anderson e Jack, 2002), através do seu duplo papel enquanto elemento aglutinador da rede, ligado às questões de confiança, reciprocidade e reconhecimento mútuo (Adler e Kwon, 2002) e elemento lubrificante interno à própria rede, facilitando, através das interacções dentro dessa estrutura, o acesso dos indivíduos aos variados recursos nela presentes (Burt 1992). É precisamente por proporcionar o acesso aos recursos presentes na rede, afectando os processos de combinação e troca de informação, que o capital social ganha tanta relevância na criação e circulação de conhecimento (Nahapiet e Ghoshal, 1998).

No entanto, o capital social também apresenta custos e riscos. Por um lado, as redes interpessoais podem produzir normas fortes e identificação mútua entre os membros, reduzindo o potencial de inovação e abertura a outras perspectivas. Por outro lado, estas relações exigem tempo e esforço para serem mantidas na medida em que a única forma de o capital social ser mantido e útil é usando-o (Nahapiet e Ghoshal, 1998; Bozeman et al. 1999).

Em síntese, o capital social, definido como as relações interpessoais do indivíduo e os recursos embebidos nessas redes de relações, acessíveis através da interação (Bourdieu, 1986; Coleman, 1988; Lin, 2001; Nahapiet e Ghoshal, 1998; Van Der Gaag e Snijders, 2004), desempenha, por todos estes motivos, um papel fulcral no acesso dos cientistas ao conhecimento, nomeadamente ao de natureza tácita, logo contextual e difícil de codificar (Polanyi, 1966, Nonaka e Takeuchi, 1995; Blackler, 2002).

A importância do capital social dos investigadores na actividade científica tem sido amplamente referida na literatura sobre o tema. As abordagens clássicas dos discursos sobre o *brain drain* e sobre teorias do capital humano (Becker, 1962; Schultz, 1963 citado por Bozeman e Mangematin, 2004) negligenciavam claramente o aspecto relacional da produção científica, estruturando as suas análises apenas em torno do capital humano dos cientistas, i.e., o conhecimento que estes detinham ao nível das qualificações e capacidades científicas e tecnológicas que acumulavam (Meyer, 2001).

Abordagens mais recentes argumentam que a relação entre o capital humano e o capital social dos cientistas é tão inextricável e dinâmica que nenhum dos conceitos tem realmente sentido por si próprio, sendo muito difícil saber onde começa um e acaba o outro (Bozeman et. al. 1999).

A mobilização do capital humano para a produção, distribuição e uso de conhecimento científico e técnico é um processo de índole inextricavelmente social dado que necessariamente ancorada em torno de instituições sociais e com uma natureza inevitavelmente colectiva. (Bozeman e Mangematin, 2004).

Assim, a capacidade e oportunidades de produção e colaboração dos cientistas são afectadas não apenas pelo seu capital humano científico, ou seja, o conhecimento científico e tecnológico que possuem, mas igualmente pelo seu capital social científico, ou seja, pela soma das suas relações com outros cientistas (Jonkers e Tijssen, 2008).

Tal como o capital humano, as redes sociais e profissionais dos cientistas, baseadas no seu capital social, são assim igualmente um elemento essencial da actividade científica. Estas são os meios através dos quais os cientistas atravessam as barreiras institucionais da actividade científica. Integram e moldam o trabalho científico através do acesso ao

conhecimento que proporcionam, providenciam conhecimento do trabalho de outros cientistas, ajudam com oportunidades de emprego e mobilidade científica e dão indicações sobre possíveis e novas aplicações para o seu trabalho (Bozeman e Mangematin, 2004).

Esta relação inextricável entre capital humano e capital social dos cientistas leva Bozeman et al. (2001) a propôr assim o conceito compreensivo de ‘capital humano científico e técnico’ que definem como “a soma do conhecimento científico e técnico de cientistas e engenheiros, das suas capacidades profissionais relevantes e dos seus laços sociais e recursos” (Bozeman et al., 2001: 716). Nesta definição, o capital humano científico integra não apenas as capacidades científicas normalmente traduzidas neste conceito, mas também o seu capital social, os recursos que podem mobilizar através desse capital social, os aspectos normativos implícitos nas suas relações profissionais e todo o *saber fazer* e conhecimento tácito e experiencial que se encontra incorporado nos cientistas e que é já em si eminentemente social. As capacidades para escrever projectos bem-sucedidos, para obter fundos das instituições financiadoras e os poder gerir, de atrair estudantes e investigadores para o seu trabalho, o papel enquanto professor e orientador, a sua capacidade para participar no discurso profissional da sua área são elementos essenciais da actividade científica (Bozeman et. al. 1999).

É a relação dinâmica entre este capital humano alargado dos cientistas com as suas redes sociais e profissionais que suporta a capacidade dos cientistas para contribuírem com conhecimento. Ao longo da sua carreira os cientistas tentam ir desenvolvendo ambas. (Bozeman et al., 2001; Bozeman e Rogers, 2002; Bozeman e Mangematin, 2004). A actividade e produtividade dos cientistas estrutura-se assim em torno destes dois grandes pilares: o seu capital humano e as suas redes de colaboração estruturadas em torno do seu capital social. Neste estudo iremos focar essa dimensão relacional nas dinâmicas de acesso e circulação de conhecimento entre cientistas.

1.3. Condicionantes estruturais e cognitivas das dinâmicas de produção e circulação de conhecimento

1.3.1. Natureza do conhecimento e suas implicações

A natureza do conhecimento é um factor importante na forma como o conhecimento se propaga e na importância das redes sociais nesse processo. Conhecimento altamente específico pode propagar-se de forma mais lenta, dado que poucos agentes, para além do que o produz, detêm capacidade absorptiva ou a possibilidade de o aplicar (Cohen e Levinthal, 1990; McEvily e Chakravarthy, 2002 citado por Sorenson et al. 2006).

É igualmente relevante a distinção, tantas vezes presente na literatura, entre conhecimento tácito e conhecimento codificado ou explícito. Seguindo a formulação de Polanyi (1958), alguns autores defendem que o conhecimento, seja qual for a sua área de aplicação, pode ser dividido em dois tipos: codificado e tácito (Nonaka e Takeuchi, 1995). Outros autores preferem encarar o conhecimento como um todo, que incorpora essas duas dimensões. Estas seriam complementares, mutuamente interdependentes e até certo ponto conversíveis entre si (Allen, 2000). No entanto, é amplamente discutido na literatura o grau em que a conversão de certos tipos de conhecimento tácito em explícito pode ser plenamente atingível. A dimensão tácita do conhecimento teria assim uma natureza inerentemente implícita, de *saber fazer*, localizada geograficamente num determinado grupo ou região e dificilmente transmissível sem interacção directa. A dimensão codificada ou explícita, embora esteja baseada na já interiorizada dimensão tácita (Gertler, 2003; Allen, 2000), é a que pode ser convertida sob a forma de artigos ou explicitada de outras formas, tendo portanto uma natureza mais global e facilmente apreensível à distância (Polanyi, 1958; Nonaka e Takeuchi, 1995; Gertler, 2003). Por exemplo, a aprendizagem de uma língua estrangeira possui inúmeros elementos explícitos (gramática, vocabulário, etc.) que podem ser apreendidos à distância, mas a verdadeira fluência provém da combinação desses elementos com uma componente tácita que é mais facilmente, quiçá exclusivamente, atingível com a imersão linguística e cultural de viver nesse país (Baláz e Williams, 2004).

Em termos do conhecimento científico, uma grande componente deste é complexo e inerente a campos científicos e metodologias muito específicas, o que o torna frequentemente de natureza tácita e, de certa forma, restrito a um pequeno grupo que partilha um determinado tipo de experiência ou conhecimento (Polanyi, 1966 citado por McFadyen e Canella, 2004). No entanto, as componentes que são codificadas tornam-se imediatamente acessíveis a outros

cientistas (quase instantaneamente desde o advento da internet) sem qualquer outro custo para além do custo original da sua codificação, permitindo que facilmente se expanda para além do seu ponto de origem. É isto que explica que em patentes que não associam artigos científicos, a difusão do novo conhecimento tecnológico inerente à patente seja feita sobretudo através de redes interpessoais, ao passo que quando estas associam artigos as redes não oferecem grande vantagem adicional na difusão desse mesmo conhecimento codificado (Sorenson e Singh, 2007). O que sugere que as redes interpessoais e as publicações actuam de forma complementar, sendo substituíveis uma pela outra de acordo com a natureza do conhecimento em análise, nomeadamente a maior ou menor presença de elementos tácitos ou codificados na sua composição (Sorenson e Singh, 2007).

1.3.2. Estrutura de redes e a circulação de conhecimento científico

Para além da natureza do conhecimento também questões ligadas à estrutura das redes científicas, nomeadamente o equilíbrio entre laços fortes e fracos e o posicionamento dos actores na rede, se constituem como factores importantes para a análise das redes de conhecimento científico e a sua mobilização por parte dos investigadores.

Em termos genéricos, e de acordo com Granovetter (1973), a força dos laços deve ser analisada através de uma combinação entre a frequência/duração, intensidade emocional, intimidade e reciprocidade que os caracterizam. O desenvolvimento de laços fortes requer esforços concretos e uma interacção regular ou duradoura no tempo, pelo que é geralmente favorecido pela proximidade física dos actores. Na literatura tal proximidade surge associada à frequência da interacção face-a-face (McEvily e Zaheer, 1999), à ocorrência de contactos não planeados (Fornahl, 2005) e também à confiança (Bönte, 2008; Johanisson, 1998). No entanto, a existência de muitos laços deste tipo não é viável, dados os custos da sua manutenção. Neste sentido, a presença de laços fracos numa rede pode ter efeitos benéficos ao nível dos recursos e informação que se pretendem obter.

Esta interacção com os laços fracos é menos regular e requer um menor investimento individual, portanto cada indivíduo pode ter um número muito alargado destes laços, que lhe permitem obter informação única (Granovetter, 1973). Em termos da estrutura da rede, é claro na literatura que o equilíbrio entre laços fortes e fracos influencia a velocidade, quantidade, qualidade e fiabilidade das trocas de informação e conhecimento (Maskell e Malmberg,

1999), bem como os custos com a sua recolha (Coleman, 1988). Logo, a rede social de um indivíduo pode determinar a amplitude e qualidade da informação/conhecimento a que ele tem acesso. No entanto, existe uma grande clivagem sobre qual seria a estrutura de rede mais adequada à produção de conhecimento e inovação e sua circulação entre os agentes envolvidos (Jansen 2002, 2004).

Certos autores defendem que redes coesas, onde predominam laços fortes, são mais benéficas, pois tendem a facilitar o desenvolvimento de normas comuns e a partilha de valores, expectativas, identidades e perspectivas, conduzindo ao estabelecimento de obrigações e sanções sociais, confiança, compreensão, reputação e reciprocidade (Granovetter, 1985; Coleman, 1988).

Neste sentido, os laços fortes e as redes coesas facilitam o fluxo de informação (detalhada e específica) de elevada qualidade (Gulati, 1998; Van Geenhuizen, 2008) e a transferência de conhecimento tácito (Lundvall, 1993) e complexo (Hansen, 1999), sendo particularmente relevantes no acesso a recursos escassos (Lovas e Sorenson, 2008).

Por outro lado, autores como Granovetter (1973) e Burt (1992, 2004) realçam o papel que os laços fracos e as redes ricas em aberturas estruturais desempenham no acesso a contextos que normalmente não teriam contacto entre si e logo à obtenção de informação nova e variada. Partindo de um estudo sobre a forma como as pessoas conseguem usualmente obter novos empregos, Granovetter observa que este processo ocorre muito mais frequentemente através de laços fracos (amigos ou conhecidos de amigos) do que através de laços fortes (família), o que o leva então a postular a ideia da *força dos laços fracos*. Segundo o autor, uma rede muito coesa conduz a uma partilha forte de amigos mútuos, contactos profissionais e a um menor acesso a informação diversa. Quando se pretende que o recurso a ser difundido ou procurado atinja um maior número e diversidade de pessoas, atravessando uma maior distância social, isto é muito mais facilmente atingido através de laços fracos do que de laços fortes (Granovetter, 1973).

Por seu lado, Burt (1992, 2004) defende igualmente as vantagens das redes abertas, argumentando que estas beneficiam a inovação ao ligarem, mesmo que através de laços fracos, actores e grupos que estariam desconectados entre si e permitindo uma mais rápida difusão de ideias e acesso a conhecimento diversificado. Baseado em estudos sobre empreendedores, Burt (2004) defende que redes mais abertas promovem a existência de *buracos estruturais*, i.e. grupos que à partida não estão interconectados entre si, mas que podem ser ligados por intermediários que assim promovem a circulação de conhecimento e informação diversos. Naturalmente, estes intermediários ganham uma posição privilegiada no

acesso e controle dessa mesma informação, o que se traduz no aumento de recursos que têm disponível e na sua própria produtividade: “pessoas cujas redes transpõem os ‘buracos estruturais’ ligando grupos têm mais cedo acesso a uma maior diversidade de informação e têm experiência em traduzir informação entre grupos [...] providenciando-lhes uma visão sobre opções de outro modo não perceptíveis” (Burt, 2004: 354). O valor destas ideias e informação complementar ganha maior relevância quanto maior for a especialização dos indivíduos, uma vez que se torna difícil acompanhar os desenvolvimentos em outras áreas de especialização.

Uma vez que, em termos teóricos, quanto maior for o número de laços que um determinado cientista mantém menor tenderá a ser a redundância ao nível dos recursos de conhecimento a que tem acesso na sua actividade de investigação (Burt, 1992; Coleman, 1988 citado por McFadyen e Canella, 2004), muitos cientistas optam por ter na sua rede um certo número de laços fracos.

Adicionalmente, é ainda defendido (Jansen, 1996) que a presença de laços fracos aumenta a construção, por parte dos investigadores, da sua *capacidade de absorção*, i.e da sua capacidade para incorporarem ideias e resultados de investigação de outros (Cohen e Levinthal, 1990). Ao invés, o excessivo recurso a laços fortes nas suas redes conduziria a uma certa estagnação e incapacidade de sinalizar e aproveitar novas ideias, prejudicando assim o processo de inovação (Jansen et al., 2009).

Existem assim vantagens, ao nível da produção e circulação de conhecimento, tanto em redes mais fechadas, com elevados níveis de confiança e reciprocidade, que permitem a troca de conhecimento mais específico e aprofundado (Coleman, 1988; Ahuja, 2000; Van Geenhuizen, 2008), como em redes mais abertas, em que a informação é mais diversa, dispersa e acessível. (Granovetter, 1973; Burt, 2004).

Deste modo, a estrutura de rede ideal para a circulação de um determinado tipo de conhecimento dependerá de factores como a sua possibilidade de codificação ou, pelo contrário, da sua natureza eminentemente tácita; da área de conhecimento em que se insere ao nível da especialização e necessidade de busca de complementaridades; e da sua natureza exclusiva ou elevada complexidade, que podem exigir elevados graus de confiança entre os actores e interações frequentes baseadas em laços mútuos fortes.

Em síntese, o número de contactos mobilizáveis pelos cientistas proporciona o acesso a recursos, a profundidade das relações permite desenvolvê-los. No entanto, tal como vimos anteriormente, existem igualmente riscos associados tanto ao número de contactos que se mantém como à excessiva intensidade ou profundidade da relação. Por um lado, embora estas

relações permitam aceder a recursos necessários ao investigador, a sua busca, desenvolvimento e manutenção tem custos em termos do tempo e esforço despendidos. À medida que se acrescentam novos contactos os custos começam a tornar-se maiores do que os benefícios, dado que se diminui cada vez mais o tempo disponível para fazer investigação. Por outro lado, à medida que as relações se desenvolvem e aprofundam, os parceiros desenvolvem uma maior base de confiança mútua, hábitos de trabalho e linguagem de comum (McFadyen e Canella, 2004). Isto tem efeitos positivos, na medida em que as trocas são mais intensas e o conhecimento mais aprofundado e tácito, mas existe o risco de convergência do conhecimento comum (Coleman, 1988) o que diminui o acesso a informação e conhecimento inovador.

É esta necessidade de equilíbrio entre o número de relações que os cientistas podem manter e a profundidade das mesmas que leva a que os estudos bibliométricos efectuados sobre redes científicas e tecnológicas revelem normalmente um padrão de *pequeno mundo* (Newman, 2001). Nesta estrutura de rede, os nós ou agentes encontram-se aglomerados em *cliques* locais (grupos densamente interconectados com ligações normalmente directas entre os actores), mas todos os nós, incluindo os mais distantes e menos conectados, podem ser acedidos através de um número reduzido de intermediários. O elevado grau de densidade e redundância das relações no seio dos *cliques* favorece a criação de laços de confiança e de uma linguagem comum, que promove a troca de conhecimento complexo e tácito entre os agentes. Adicionalmente, a presença de laços com partes da rede com menor número de ligações permite a difusão e recombinação de ideias novas e o acesso a novas fontes de conhecimento, o que minimiza os riscos de perda de capacidade inovativa (Cowan e Jonard, 2004). Este tipo de estrutura é assim considerado como muito importante na produção e circulação de conhecimento científico (Breschi e Catalini 2010).

Em termos estruturais, existem ainda algumas diferenças entre transferência de conhecimento e criação de conhecimento. Na transferência de conhecimento os actores sabem normalmente o conhecimento que procuram, as questões específicas a que querem ver dar resposta e, como tal, os contactos não têm de ser muito aprofundados e podem ser em maior número. Na criação de conhecimento, em que muitas vezes a indefinição é maior, é normalmente necessária uma relação mais intensa e uma busca mais partilhada (McFadyen e Canella, 2004).

Por outro lado, embora as redes tenham sempre um papel importante na actividade científica no seu todo, as estruturas de rede mais vantajosas para a investigação podem variar

segundo o campo científico em que os cientistas desenvolvem a sua actividade (Jansen et al., 2009).

Como iremos analisar em maior profundidade no decorrer deste trabalho, é defendido por diversos autores que em diferentes disciplinas e áreas científicas as dinâmicas de produção e circulação de conhecimento têm características distintas, a que correspondem igualmente diferentes tipos de redes de investigação e colaboração (Jansen et al., 2009). Assim, a estrutura de rede dos investigadores dependeria dos interesses e agenda de investigação do próprio investigador, mas também das características do campo científico em que desenvolve o seu trabalho. Se este valoriza uma grande semelhança ao nível da base de conhecimento e uma colaboração muito próxima e intensa, baseada num elevado grau de confiança e com um número mais reduzido de colegas, a sua rede terá de ter poucos buracos estruturais, na medida em que estes indicariam que não está inteiramente interconectado dentro da sua área. Ao inverso, quando o que se procura é conhecimento diverso, de bases de conhecimento variadas, a rede ideal deve possuir inúmeros laços fracos e buracos estruturais que permitam o acesso a várias linhas de investigação simultaneamente (Jansen et al., 2009).

Esta questão foi investigada por exemplo por Heinze e Bauer (2007) que mostram que em nanociência a presença de buracos estruturais na rede tem um efeito positivo tanto nos *racios* de citações como na criatividade individual da pesquisa. Do mesmo modo, num trabalho sobre produtividade de grupos de investigação em duas áreas distintas (Jansen et al. 2009), a astrofísica e a nanotecnologia, as conclusões são semelhantes. Em nanotecnologia a produtividade dos grupos de investigação estava directamente relacionada com a presença de buracos estruturais na sua rede e o inverso verificava-se na astrofísica.

1.4. Os processos de construção das redes de conhecimento

1.4.1. A importância da proximidade na construção das redes de conhecimento

Embora esta não seja a única forma de proximidade a ter em conta, a literatura realça a importância da proximidade física nos processos de transmissão de conhecimento devido à natureza destes processos.

Com efeito, a interacção frequente face-a-face e a partilha de experiências permitida pela co-localização, geram oportunidades para identificação de interesses comuns e favorecem o desenvolvimento de relações para os explorar conjuntamente, bem como o

aprofundamento dessas relações através de experiências múltiplas, permitindo nomeadamente a co-evolução dos actores. A proximidade física surge assim como particularmente relevante quando o conhecimento transmitido tem uma elevada componente tácita (por exemplo, no caso de novas descobertas científicas ou processos em que o *saber fazer* é crítico), quando é de natureza sensível e, portanto, se coloca a questão da exclusividade, ou quando é complexo (Hansen, 1999).

Adicionalmente, os laços criados pela proximidade física podem persistir após a separação e permitir subsequentes trocas de conhecimento à distância, embora a relação possa beneficiar de novos momentos de co-localização temporária para evitar a decadência dos laços (Saxenian e Hsu 2001; Williams et al. 2004).

Apesar da ênfase colocada na proximidade geográfica, vários autores têm referido que a co-localização entre os actores não é condição suficiente para a ocorrência de processos de transferência de conhecimento (Breschi e Malerba, 2001; Boschma, 2005). Vários estudos revelam que as redes estabelecidas com actores distantes podem ser tão ou mais relevantes do que as estabelecidas com actores próximos e que, frequentemente, os cientistas combinam os benefícios de redes que cobrem vários níveis espaciais (Cooke, 2006; Stahecker e Koschatzky, 2004).

A literatura apresenta ainda vários conceitos de proximidade relevantes na análise das redes sociais e nos processos de transmissão de conhecimento. Para além da proximidade física, Boschma (2005) apresenta ainda mais três formas de proximidade com relevância nestes processos: social, cognitiva, organizacional.

A proximidade social está relacionada com existência de laços sociais entre os actores ao nível micro, decorrentes da partilha de uma origem ou filiação ou de determinados atributos sociais (Sorenson, 2003), sendo de destacar: a facilidade de comunicação, suportada por linguagem e culturas comuns e a confiança, baseada na amizade, parentesco e outros laços decorrentes da experiência pessoal (Casson e Della Giusta, 2007). Desta forma, a proximidade social funciona através da coesão dos actores, facilitando a comunicação entre os membros do grupo ou da rede e logo a troca de conhecimento, onde a confiança é essencial (McPherson et al., 2001). A importância da proximidade social para a transmissão de conhecimento tem sido aliás confirmada em diversos estudos já efectuados em diversos campos tecnológicos (Breschi e Lissoni, 2004; Singh, 2005).

A proximidade cognitiva, associada à partilha de uma base de conhecimento e de competências comuns, é igualmente relevante, sobretudo em sectores baseados em tecnologias emergentes como a biotecnologia e a nanotecnologia, devido à natureza

frequentemente exclusiva e, portanto, localizada do conhecimento a elas subjacente (Antonelli, 1995; Zucker et, al, 1998) e à necessidade de combinar conhecimentos de diferentes proveniências (Nooteboom, 2000). Mas, independentemente da área científica, a transferência efectiva de conhecimento requer que o receptor tenha capacidade de o absorver (Cohen e Levinthal, 1990), sendo portanto necessário que a estrutura cognitiva deste não seja muito diferente da do emissor. No entanto, para que a troca de conhecimento seja proveitosa, também não deve existir uma sobreposição total das duas bases de conhecimento. Na intersecção entre as proximidades cognitiva e social surgem as *comunidades epistémicas*, ou seja, grupos de cientistas, que podem estar mais ou menos dispersos geográfica e institucionalmente, mas que partilham uma base de conhecimento, uma linguagem e outros códigos de comunicação, e procedimentos de investigação e teste. No seu seio, o conhecimento codificado pode ser considerado um bem público, mas o desconhecimento dos códigos pode levar à exclusão de outros actores (mesmo que co-localizados com o emissor), que não conseguem descodificar as mensagens “abertamente” trocadas (Breschi e Lissoni, 2001).

A proximidade organizacional refere-se à partilha de relações numa base organizacional, estando relacionada com a estrutura de governação hierárquica dessas relações, nomeadamente em termos de autonomia e controlo (Boschma, 2005). Essa estrutura pode ser associada à configuração dos laços da rede social: forte proximidade organizacional traduz-se em laços fortes numa rede hierarquicamente organizada, maior distância organizacional traduz-se em laços fracos entre actores independentes. De acordo com Boschma, quer a proximidade organizacional quer a social estão associadas à existência de laços fortes, embora com diferentes mecanismos (hierarquia e confiança, respectivamente) e neste trabalho surgem associadas às redes sociais dos cientistas.

Neste sentido, a literatura sugere que a importância da proximidade física na transmissão do conhecimento científico e tecnológico é reforçada pelo facto de a co-localização ser usualmente determinante para criar as outras formas de proximidade, nomeadamente cognitiva, social e organizacional. A proximidade cognitiva é necessária para compreender o conhecimento gerado (nomeadamente quando a sua difusão envolve os códigos próprios de comunidades epistémicas fechadas) e aplicá-lo de forma efectiva. A proximidade social é importante para gerar relações de confiança e facilitar a entrada em comunidades mais exclusivas. Finalmente, a proximidade organizacional (presente ou passada) facilita a interacção porque permite compreender as hierarquias, a organização e os códigos de comportamento das organizações onde o conhecimento é gerado. Como foi

argumentado, a simples proximidade física sem proximidade cognitiva, social ou organizacional não garante automaticamente o acesso ao conhecimento, embora permita a criação de condições para o desenvolvimento das outras formas de proximidade, que serão sempre mais difíceis de desenvolver à distância.

Mas exactamente porque a proximidade física não é condição suficiente é possível, em certas circunstâncias, desenvolver proximidade cognitiva, social ou organizacional sem a ocorrência de co-localização continuada. A co-localização temporária pode, em certas condições, substituir-se àquela, designadamente quando o conhecimento a que pretende aceder não se encontra disponível (ou é de mais difícil acesso) no contexto em que o actor se insere. Assim, as redes dos cientistas podem envolver, quer indivíduos localizados em organizações geograficamente próximas, que tendencialmente serão relações mais fortes, envolvendo interacções frequentes, quer indivíduos localizados em organizações geograficamente mais distantes, que tendencialmente serão mais complexas de criar e/ou manter e por essa razão estarão associadas ao acesso a conhecimento científico e tecnológico de especial importância ou mais difíceis de aceder no seu contexto geográfico. A literatura sobre redes pessoais traz um importante contributo para este debate ao possibilitar a análise detalhada do processo de construção dessas redes e, nomeadamente, ao chamar a atenção para o papel dos *percursos anteriores* dos indivíduos nesse processo. Esses contributos permitem-nos argumentar que embora a construção das redes que facilitam o acesso ao conhecimento científico e tecnológico raramente seja possível sem co-localização, esta pode ter lugar em diferentes momentos do percurso do cientista. Esta discussão será aprofundada posteriormente, tanto no capítulo sobre mobilidade científica e seu impacto na construção das redes interpessoais como ao nível da construção do modelo analítico deste estudo.

1.4.2. A estruturação da actividade colaborativa dos cientistas: condicionantes estruturais e estratégias individuais

A literatura sobre a formação de redes de colaboração científica, sejam estas de índole formal ou informal, e sobre as escolhas colaborativas por parte dos cientistas demonstra-nos que existe uma miríade de motivações pelas quais estas se podem efectuar. No entanto, essa pluralidade de estratégias e modalidades de construção de redes que enformam a actividade colaborativa podem ser examinadas à luz de dois níveis de análise: o nível institucional e o individual.

Relativamente às instituições que enformam a actividade científica, verificamos que na ciência, provavelmente mais do que em qualquer outro sector, a própria organização do trabalho científico e das instituições que a estruturam, sejam estas de investigação, divulgação ou financiamento, incentiva os cientistas a manter relações próximas entre si.

Desde os espaços de interacção mais ocasionais como conferências, congressos e associações temáticas, até aos mais permanentes como universidades, departamentos, laboratórios, centros de investigação, entre outros, todos são instrumentais para incentivar os cientistas a criar e manter laços mais ou menos intensos, promovendo na prática a multiplicação dos fluxos de conhecimento locais ou à distância (Sorenson e Singh, 2007). Estes espaços de interacção, promovem não só a formação e manutenção de laços directos como são igualmente espaços de referenciação que permitem o estabelecimento de contactos indirectos, intermediados por cientistas que promovem a ligação entre cientistas cujas redes estariam de outro modo desconexas.

No caso específico das universidades e instituições de investigação, as formas como as relações entre os cientistas são promovidas e incentivadas são múltiplas e potenciadas pela convivência num mesmo espaço. A interacção constante face-a-face permite não apenas a busca deliberada de conhecimento específico, mas igualmente a obtenção de toda uma panóplia de outros elementos importantes para a actividade científica como informações sobre bolsas e financiamento, bibliografia útil, referências sobre quem poderá estar a trabalhar em problemas semelhantes, possíveis oportunidades de emprego, etc. Por outro lado, esta proximidade física que vem da co-localização dos cientistas é, como vimos, igualmente importante para desenvolver relações de confiança (Coleman 1988) e outros tipos de proximidade que permitem trocas mais aprofundadas de conhecimento (Breschi e Lissoni 2001).

Para além disso, estas instituições estabelecem protocolos, alianças e projectos de investigação com outros parceiros, que incentivam a criação de laços e são igualmente uma fonte de possíveis contactos de cientistas com interesses e problemas de investigação semelhantes (Bozeman e Corley, 2004). Particularmente em campos com possível aplicação industrial (como a biotecnologia ou nanotecnologia) as estratégias das instituições de investigação passam igualmente pelo incentivo à busca de complementaridades institucionais. As universidades procuram colaborações com instituições extra-universitárias para obterem acesso a instalações, instrumentação e temas de investigação mas, sobretudo, para se tornarem mais visíveis e atractivas para cientistas e empresas da área (Heinze e Kuhlmann, 2008).

As instituições que financiam a investigação científica, tanto a nível nacional como a nível europeu, incentivam igualmente a actividade colaborativa através de inúmeros programas, particularmente a que tem lugar a nível internacional (Hoekman et al. 2010) ou que pressuponham uma maior interdisciplinaridade ou interações entre investigação académica e indústria (Rigby e Edler, 2005). A importância das colaborações formais, uma dimensão em que as estratégias institucionais e condicionantes estruturais próprias do sistema científico se conjugam com os interesses e estratégias colaborativas dos cientistas, no processo de construção das redes interpessoais e nas dinâmicas de acesso ao conhecimento dos cientistas será aliás uma dimensão que procuraremos aprofundar ao longo deste estudo.

No entanto, interligadas com estas circunstâncias estruturais, encontram-se as próprias estratégias individuais dos cientistas na construção das redes de colaboração que procuram e constroem. Aliás, segundo Bozeman e Corley (2004), não menosprezando o papel que desempenham as condicionantes institucionais, muitos dos factores que estruturam as escolhas dos cientistas ao nível da sua rede de colaboração permanecem nas suas mãos, especialmente quando trabalham em instituições académicas.

Entre as razões para a colaboração têm sido apontadas na literatura razões de índole mais pessoal como a simples curiosidade científica e desejo de progresso do conhecimento, a aprendizagem tácita sobre uma determinada técnica ou instrumento, ou simplesmente o prazer da partilha de conhecimento e camaradagem científica (Katz e Martin, 1997; Melin, 2000; Rafols e Meyer, 2007). Estes motivos encontram-se ancorados no que Luhmann (1975) descreve como uma *expectativa de tipo cognitivo* (Heinze e Kuhlmann, 2008). No entanto, existem igualmente motivações mais utilitárias para a colaboração entre cientistas, que permitem compreender como, dentro da estrutura social que é o sistema científico, certos tipos de colaborações são incentivados ou constringidos.

Em primeiro lugar as colaborações permitem aos investigadores a expansão das suas capacidades de pesquisa através do acesso a equipamento, instrumentação e conhecimento complementar. Problemas e temáticas cuja resolução estaria fora do alcance de um determinado cientista ou grupo podem, mais fácil e eficazmente ser abordados no âmbito de uma actividade colaborativa. Outra das principais motivações para os cientistas colaborarem passa por aumentarem a sua visibilidade no campo científico em que trabalham (Heinze e Kuhlmann, 2008) aumentando a sua credibilidade (Latour e Woolgar, 1979), reputação e reconhecimento entre pares (Whitley, 2000) e aumentando as suas possibilidades de publicação de resultados. Este capital simbólico irá por seu turno permitir manter e expandir

as suas posições e actividades, nomeadamente pelos seus efeitos positivos na obtenção de financiamentos.

No caso específico das colaborações interdisciplinares, apesar da existência, como vimos, de fundos especificamente alocados a incentivar este tipo de colaborações (Melin, 2000), estas requerem um maior esforço por parte dos investigadores dada a distância cognitiva entre as partes (Noteboom, 2000 citado por Rijnsoever, 2011). Nestes casos, os cientistas podem ser motivados tanto por curiosidade intelectual como pela possibilidade de futuras publicações e reconhecimento, mas provavelmente sê-lo-ão sobretudo por estarem perante um problema ou tema que não pode ser abordado exclusivamente dentro de uma determinada disciplina ou campo científico.

Relativamente às estratégias individuais de construção das redes de colaboração, Jansen et al. (2009) elaboram uma tipologia que compreende três tipos principais de estratégias. A primeira, e mais comum, consistiria simplesmente em confiar que a presença em conferências e demais tipos de reuniões ocasionais de cientistas seria suficiente para estabelecer os contactos necessários e desenvolver a sua rede. A segunda e terceira estratégias assumem a necessidade de uma busca deliberada e consciente de possíveis parceiros para colaborações: num dos casos essa busca seria aberta e não dirigida um grupo específico; no segundo caso a escolha seria mais fechada e limitada a um grupo específico de possíveis parceiros de colaboração (Jansen et al., 2009).

Para além da dimensão institucional e da dimensão individual, embora profundamente interligada com elas, encontra-se uma terceira e importante dimensão na construção das redes de colaboração por parte dos cientistas: as suas estratégias de mobilidade interinstitucional, quer ocorram ao nível nacional ou internacional.

A importância que a mobilidade dos cientistas assume na criação das suas redes de conhecimento reside na oportunidade que permite para a ocorrência de períodos de co-localização – i.e. proximidade física – entre eles. Esta proximidade física, que permite interações face-a-face é, como vimos na literatura de redes de conhecimento, de grande importância para a criação de laços directos entre os actores e decisiva na criação ou reforço dos laços de confiança essenciais à criação de conhecimento partilhado ou à sua transferência (Maskell e Malmberg, 1999; Nonaka e Takeuchi, 1995). Pela sua importância na investigação a que nos propomos esta temática será discutida com maior profundidade no capítulo subsequente.

1.5. Breve síntese do capítulo e suas implicações

O primeiro ponto que urge salientar, pela centralidade que assume no presente estudo, é o da importância das redes interpessoais dos cientistas nos processos de produção e circulação de conhecimento. As redes de colaboração desempenham um papel crucial no acesso dos cientistas ao conhecimento, nomeadamente tácito ou de elevada complexidade, na sua visibilidade no campo e capacidade de aceder a recursos, equipamentos e financiamentos e conseqüentemente na sua produtividade científica. Para além disso, as redes interpessoais dos cientistas constituem-se frequentemente como plataformas de circulação de conhecimento entre os grandes centros de produção de conhecimento e sistemas científicos mais periféricos, e entre a investigação académica e a indústria.

Ao longo da sua carreira, os investigadores procuram assim não apenas aumentar o seu conhecimento científico especializado, o seu capital humano científico, mas igualmente o seu capital social, que lhes permite aceder e mobilizar os recursos embebidos nas relações cognitivas e sociais que estabelecem, que contribuem decisivamente para a sua capacidade de produção de conhecimento e de competir dentro do seu campo científico.

A produção, circulação e acesso a conhecimento científico através das redes interpessoais dos cientistas encontra-se igualmente ligada a questões como a natureza do conhecimento (nomeadamente quanto à sua fácil codificabilidade ou elevada componente tácita), o que por sua vez tem implicações relativamente à estrutura de rede mais adequada face às áreas científicas e estratégias individuais dos próprios cientistas.

Foi igualmente discutida a relevância da proximidade física e da co-localização no estabelecimento de laços de confiança e afinidade (nomeadamente ao facilitar a construção de outros tipos de proximidade como a social, a cognitiva e a organizacional) que são decisivos nos processos de circulação de conhecimento, nomeadamente de natureza tácita. A importância da co-localização, que pode ter lugar em diversos momentos do percurso dos cientistas e assumir carácter mais temporário ou permanente, vem salientar o papel que os diversos tipos de mobilidade internacional dos cientistas assumem nos processos de circulação de conhecimento, temática que será aprofundada ao longo do capítulo seguinte.

Por último, analisámos os processos de construção de redes de circulação de conhecimento por parte dos cientistas. Verificamos que ao nível institucional a colaboração é fortemente incentivada do meio científico, tanto na própria organização do trabalho, nas instituições de investigação e nas interacções que promovem, como ao nível de financiamento e visibilidade atribuída ao trabalho colaborativo. No entanto, muitos dos processos que dão

origem a redes de conhecimento continuam, em larga medida, dependentes dos investigadores e das suas estratégias individuais. Esta dimensão estratégica será igualmente analisada neste estudo, uma vez que uma das suas preocupações é precisamente a de analisar a origem e processo de formação das redes de conhecimento mais relevantes para a actividade dos investigadores.

Capítulo II – A importância da mobilidade científica internacional na construção de redes transnacionais de circulação de conhecimento ²

Introdução

Pelo menos nos países mais desenvolvidos, a gestão das carreiras científicas encontra-se cada vez mais ligada à mobilidade internacional (Mangematin e Robin, 2003), que permite o contacto com conhecimento novo e com novas formas de ‘fazer’ e ‘julgar’ na actividade científica (Allen, 2000). As políticas europeias também enfatizam esta exigência de mobilidade, que é encarada pelos investigadores como parte essencial do percurso profissional (Musselin, 2004; Morano-Foadi, 2005), e determinante para a construção do seu capital humano e social (Murray, 2004).

O intercâmbio acentuado dos recursos humanos que são afectos à actividade científica liga-se, de uma forma muito próxima, à emergente *economia do conhecimento* ao nível global. O estudo dos percursos de carreira dos investigadores e dos seus comportamentos colaborativos poderá permitir identificar de forma mais clara o seu papel na circulação do conhecimento (Mangematin e Robin, 2003), mas requer novas abordagens teóricas e metodológicas capazes de ir para além do mero mapeamento dos fluxos de mobilidade.

Para se poder abordar de forma aprofundada a questão da importância da mobilidade internacional na construção de redes de circulação de conhecimento transnacionais, iremos proceder a uma análise da literatura sobre o tema segundo três vectores essenciais: i) a definição de mobilidade científica, da sua importância, dos paradigmas e conceitos que têm historicamente enquadrado os estudos na área e das políticas que a têm enformado; ii) a forma como a mobilidade é encarada e vivida pelos próprios cientistas, nomeadamente em termos da importância que lhe atribuem e das suas motivações e constrangimentos nas trajetórias de mobilidade; e iii) os processos e meios através dos quais a mobilidade internacional efectivamente pode originar redes transnacionais de conhecimento.

² Uma versão preliminar deste capítulo foi publicada em Videira, Pedro (2013), “A mobilidade internacional dos cientistas: construções teóricas e respostas políticas”, em Araújo, Emília, Margarida Fontes e Sofia Bento (eds.) *Para um debate sobre Mobilidade e Fuga de Cérebros*, Braga, CECS Publicações-Ebooks

Posteriormente far-se-á uma breve resenha de como a mobilidade internacional de cientistas portugueses tem sido encarada na literatura e nas políticas nacionais e dos seus efeitos na internacionalização do sistema científico português.

2.1. A mobilidade científica e sua importância

Os fenómenos migratórios têm sido, ao longo das décadas, e sob diferentes perspectivas, alvo de intenso estudo no âmbito das mais variadas ciências sociais. Estes movimentos adquiriram especial visibilidade e relevância política e económica no mundo contemporâneo, em que, sob o impulso de fenómenos de globalização acentuada, conhecem uma forte recomposição dos seus fluxos em termos temporais e espaciais (Williams et. al., 2004).

No seio destes movimentos migratórios, extremamente diversificados na sua composição e características, podemos encontrar indivíduos e grupos possuidores de determinados talentos ou conhecimentos particulares. Estes indivíduos e grupos distinguem-se dos outros pelo papel desempenhado na produção e difusão desse conhecimento específico de que são detentores. Apesar destas migrações de *indivíduos altamente qualificados*³ serem constantes ao longo da história, são cada vez mais entendidas como economicamente relevantes tanto para o país de origem como para o de acolhimento (Brandi, 2006) e, como tal, alvo de atenção redobrada por parte de investigadores e decisores políticos.

Não existe, no entanto, uma definição clara e aceite do que constitui a migração dos *altamente qualificados* ou ‘cérebros’ (Salt, 1997; Brandi, 2001). De acordo com a definição das Nações Unidas (1998), que embora não seja aceite por todos os académicos ou agências de estatística nacionais se tornou efectivamente muito consensual, a migração internacional de um indivíduo implica que este se mude do seu país de residência actual para outro, por um período entre 3 meses e um ano (migração de curta duração) ou superior a um ano (migração de longa duração).

Por seu turno, a crescente complexificação das trajectórias migratórias dos altamente qualificados em geral, e dos investigadores e cientistas em particular, leva King (2002: 89–

³ Apesar de não existir uma definição unânime da categoria *trabalhadores altamente qualificados*, decidimos, pela sua simplicidade, seguir aquela avançada por Robyn Iredale: ‘trabalhadores com diploma universitário ou experiência extensiva/equivalente em qualquer área’ (Iredale, 2001).

90) a argumentar que estas se caracterizam cada vez mais por “novas flexibilidades espaço-temporais” que complexificam a “nunca evidente fronteira entre migração e mobilidade”.

Na verdade, apesar da heterogeneidade dos casos, têm-se vindo a acentuar, entre os altamente qualificados, alterações estruturais de migrações permanentes para temporárias e de longa duração para menores durações (King, 2002; Wallace and Stola, 2001 citado por Balaz, 2004). Estas tendências não são de todo exclusivas ao espaço europeu, embora os estudos efectuados demonstrem a sua validade dentro desta união económica (Piracha e Vickerman, 2002 citado por Ackers 2005a). Em termos genéricos, estão relacionadas com tendências globais que se vêm acentuando como a globalização do capital e crescente mobilidade intra-empresas (Salt, 1988); a exigência de forças de trabalho mais flexíveis e a escassez de trabalhadores qualificados em algumas das economias mais desenvolvidas; ou os avanços em controlos regulatórios (Price et al., 2002 citado por Balaz, 2004).

Assim, embora muitos *altamente qualificados* embarquem ainda em formas de migração mais ou menos prolongadas ou mesmo permanentes, correspondendo assim a projectos migratórios mais tradicionais, alguns especialistas argumentam que, uma vez que os seus movimentos espaciais tendem a ser cada vez mais intermitentes, de curta duração e circulares, mobilidade será um conceito mais ilustrativo, compreensivo e apropriado ao fenómeno em causa (Koser e Salt 1997; Vertovec, 2002).

Esta tendência para trajectórias de mobilidade em maior número e de menor duração são particularmente acentuadas no seio da actividade científica. Numa investigação levada a cabo sobre mobilidade e progressão na carreira Ackers (2005b) assinala que não é incomum os cientistas passarem cerca de 6 semanas em cada ano em mobilidade internacional, seja para apresentação de artigos, para o desenvolvimento de projectos colaborativos ou para visitar centros de investigação de excelência. Assim, cada vez mais existem trajectórias de mobilidade múltipla (King, 2002), implicando que os cientistas fazem pelo menos um trajecto de mobilidade internacional e, muitas vezes, para diversas localizações (Ackers, 2001; Van de Sande et al., 2005, Ackers, 2005a).

O conceito de mobilidade científica tornou-se assim o mais usual na literatura que estuda o fenómeno, e acomoda os movimentos geográficos de estudantes e investigadores dentro de um contínuo entre a mobilidade muito temporária e a migração permanente. Nestes incluem-se visitas de curta duração para conferências ou seminários e de maior duração para propósitos de estudo, investigação e ensino, dentro ou fora de um programa de bolsas ou incentivos, sendo que frequentemente estes movimentos são internacionais (Ackers, 2008; Jöns, 2009).

Mas qual a importância e efeitos desses fluxos de mobilidade dos altamente qualificados? Em primeiro lugar, é considerado que a mobilidade, nomeadamente a mobilidade internacional, apresenta vantagens para os próprios indivíduos que passam por essa experiência, e sobretudo para os mais altamente qualificados. Estes indivíduos podem enriquecer as suas biografias através dessas trajetórias de mobilidade geográfica e organizacional, aumentando as suas hipóteses de prossecução de carreiras mais bem-sucedidas e criativas (King e Ruiz-Gelices citado por Baláz e Williams 2004). Para além da obtenção de competências linguísticas, a mobilidade internacional tende a dotar o indivíduo de uma maior flexibilidade e abertura a novas ideias e conceitos e a provê-lo de redes sociais mais alargadas e diversas (Balaz e Williams, 2004). Estas redes sociais transnacionais poderão ser instrumentais como fontes de informação, conhecimento e recursos, detendo assim, potencialmente, um alto valor económico e social (Portes et al., 2001; Vertovec, 2002).

No caso de cientistas e investigadores, as trajetórias de mobilidade permitem o contacto com conhecimento novo e com novas formas de 'fazer' e 'julgar' na actividade científica (Allen, 2000) e é encarada pelos investigadores como parte essencial do percurso profissional (Musselin, 2004), e determinante para a construção do seu capital humano e social (Murray, 2004). As políticas europeias também enfatizam esta exigência de mobilidade, segundo a convicção de que a mobilidade institucional e geográfica se encontram directamente ligadas a melhorias no desempenho dos investigadores (OECD, 2001; CEC, 2003a, 2005; Official Journal of the European Union, 2005). Essa assumpção parece ser corroborada, nomeadamente ao nível do desenvolvimento das suas carreiras científicas posteriores (Morano-Foadi, 2005), bem como da participação destes cientistas móveis em investigação e projectos internacionais (Canibaño et al., 2008).

Porém, a importância da mobilidade dos investigadores não se esgota apenas ao nível individual, tendo igualmente implicações estruturais evidentes. A mobilidade académica, nas suas diversas formas, tem um papel fundamental na internacionalização e qualidade da investigação e educação superior e no desenvolvimento de redes transnacionais duradouras dentro e para além da academia (Altbach, 1989; Blumenthal et al., 1996; OECD, 1995, 2004; Ackers, 2005a; Jöns, 2007). Na verdade, a mobilidade dos cientistas é um dos meios mais salientes através do qual conhecimento, tácito ou codificado, pode ser transferido da investigação pública para o sector privado (Crespi et al., 2007; Edler et al., 2011). Assim, a circulação global de cientistas, dentro do quadro da economia do conhecimento, parece ser de crucial importância para a competitividade dos estados e instituições académicas (Jöns, 2007).

O estudo da natureza e efeitos deste fenómeno, permite um melhor conhecimento sobre as geografias do conhecimento contemporâneo e dos espaços da sua produção (Teichler, 2002; Jöns, 2003a). A compreensão da forma como o conhecimento é gerado, transferido e utilizado (Ackers, 2005), tem igualmente implicações importantes ao nível das políticas da ciência e ensino superior (Jöns, 2007).

Esta atenção política sobre a mobilidade dos cientistas é particularmente acentuada ao nível da União Europeia. A circulação de cientistas e investigadores é um dos conceitos chave que presidiram à constituição da ‘*European Research Area*’ (ERA), que visa precisamente criar “para a investigação e inovação um equivalente do mercado comum de pessoas bens e serviços”. A mobilidade deste grupo é encarada como um mecanismo fundamental para a difusão de conhecimento e integração dos sistemas de investigação (CEC, 2000 a,b), para a homogeneização dos níveis económicos e culturais dos países europeus (Ruberti, 1997 citado por Canibaño et al. 2008) e para a melhoria do desempenho dos sistemas de investigação abrangidos (Canibaño et al. 2008). Por consequência, esta mobilidade é fortemente encorajada através de inúmeras políticas europeias e crescentemente financiada através de fundos públicos (Patrício, 2010).

Contudo, existem riscos estruturais em presença de fortes desequilíbrios ao nível dos fluxos de mobilidade dos altamente qualificados que têm sido discutidos internacionalmente e também especificamente no caso europeu (Salt e Ford, 1995; Mahroum, 1999; Iredale, 2001, Gill, 2005). Apesar da Comissão Europeia (2001^a: 6) enfatizar que se “procurará evitar que as regiões menos desenvolvidas, dentro da ERA, sofram pelo aumento da competição pelos investigadores altamente qualificados” permanecem preocupações de que um desequilíbrio suficientemente grande entre a entrada e saída de investigadores, de um determinado sistema nacional ou regional de inovação, possa resultar em perdas de conhecimento para esse país ou região e fortes suspeitas de que isso poderá estar a acontecer dentro do espaço europeu (Gill, 2005).

2.2. A Evolução histórica das perspectivas sobre a mobilidade científica

2.2.1. A evolução das perspectivas teóricas sobre a mobilidade científica

Ao longo do tempo os discursos académicos e políticos sobre a mobilidade foram criando conceitos como *brain drain*, *brain gain*, *brain circulation* e *brain exchange* que representam

visões distintas, e por vezes opostas, sobre temáticas centrais nos estudos da mobilidade como sejam os efeitos que esta provoca nos países emissores e receptores de fluxos, o retorno dos cientistas e os processos de circulação de conhecimento gerados no processo.

O primeiro paradigma a surgir nos estudos sobre mobilidade foi baseado no conceito de *brain drain* e é, ainda hoje, alvo de um debate muito activo entre os investigadores da área. O conceito de *brain drain* emergiu no início da década de 60, num relatório da Sociedade Real de Londres, e referia-se ao êxodo, numérica e economicamente relevante, de cientistas britânicos para os Estados Unidos (Brandi, 2006). Posteriormente, este conceito passou a ser associado a todos os movimentos de capital humano qualificado em que o fluxo de mobilidade é claramente desequilibrado numa direcção (Salt, 1997). Se entre os anos 60 e 70 se encontrava profundamente ligado às migrações de académicos e profissionais, durante os anos 70 passou igualmente a referir-se ao fenómeno crescente de migração permanente de estudantes de países em desenvolvimento para os países desenvolvidos. Este desequilíbrio nas migrações dos altamente qualificados de países em desenvolvimento levou inclusivamente as Nações Unidas a introduzir em 1972 o conceito de *transferência revertida de tecnologia* (Brandi, 2001).

Intimamente ligado às teorias neoclássicas de capital humano (Canibaño et al., 2008), o conceito de *brain drain* privilegiava uma perspectiva atomista, de autonomia dos agentes económicos (Meyer, 2001; Giannocolo, 2006). Dentro desta perspectiva, a emigração permanente de indivíduos altamente qualificados de uma jurisdição para outra implica uma perda absoluta de capital humano do país emissor e o respectivo ganho por parte do país de acolhimento (Mahroum, 2005). A mobilidade consiste, portanto, numa espécie de jogo de soma zero, em que única forma que o país emissor dos fluxos teria de recuperar a sua perda seria conseguir o regresso dos cientistas nacionais no exterior. A alternativa para colmatar esta perda seria investir em treinar mais investigadores ou atrair cientistas estrangeiros (Canibaño et al. 2008). Existe aqui uma ligação intrínseca e inexorável entre a migração de cientistas e a transferência de conhecimento. Sempre que existisse migração, existiria transferência de conhecimento (Hohendahl, 2001). Tendo este quadro analítico como base, os estudos empíricos sobre mobilidade consistiam na medição dos fluxos de cientistas, encarando a mobilidade enquanto fenómeno cumulativo e sobretudo contabilístico face ao número de cientistas que entram ou saem de um determinado contexto nacional ou regional (Canibaño et al. 2008).

Um dos primeiros contrapontos à teoria de *brain drain* passou pela discussão em torno do conceito de *brain gain*. Segundo esta perspectiva, em termos de formação de capital

humano, numa economia pobre e sem grande potencial de crescimento, não existe grande retorno para o indivíduo pela obtenção de educação e competências a não ser que este emigre. Usando esta possibilidade de emigração como incentivo, e sendo que só uma fracção dos qualificados emigra efectivamente, seria possível aumentar o nível médio de educação da população remanescente e potenciar o crescimento económico dos países mais pobres (Beine et al. 2001 citado por Giannoccolo, 2006).

Adicionalmente, um estudo apresentado em 1978 pela United Nations Institute for Training and Research (UNITAR), defendia que muitos dos cientistas que saíam dos seus países de origem, nomeadamente de países em desenvolvimento, regressavam em fases posteriores da sua carreira e contribuía de forma decisiva para o desenvolvimento do seu campo científico nesse país (Boulier, 1999 citado por Brandi, 2010). Outra ideia que ganhou popularidade foi a de que os altamente qualificados estavam a confluír igualmente para países emergentes onde pudessem usar as suas competências e contribuir para o seu desenvolvimento, sendo a Polónia e países do sudeste asiático apresentados como exemplo deste fenómeno (Rudolph e Hillmann, 1997 citado por Brandi, 2001). Estes estudos e posições vieram esvaziar, durante algum tempo, alguma da atenção dada ao conceito de *brain drain*, tanto na literatura como nos círculos de decisão política.

A partir dos anos 90, começam a surgir na literatura estudos que contestam o modelo analítico do *brain drain*, apresentando como alternativa o de *brain circulation* (Johnson e Regets, 1998). O conceito de *brain circulation* foi primeiramente usado para explicar fenómenos de mobilidade de estudantes pós-graduados nos Estados Unidos, mas apresenta uma perspectiva sobre mobilidade, migração e formação de capital humano e social substancialmente diferente da do *brain drain*.

Em primeiro lugar, enquadra de forma mais abrangente a ideia de que os movimentos transnacionais dos altamente qualificados são, cada vez mais, processos em curso, de carácter temporário e multidireccional (Gaillard e Gaillard 1997; Meyer, 2003, Ackers, 2005). A competição global por talento e as constantes transferências internas em empresas multinacionais levam a que crescentemente os indivíduos altamente qualificados circulem por uma miríade de destinos, incluindo o seu país de origem, já não de forma unidireccional (Cervantes e Guellec, 2002 citado por Davenport, 2004). Por outro lado, enquanto embarcam nessas trajectórias de mobilidade múltiplas promovem e facilitam as trocas de conhecimento entre os locais por onde passam, incluindo com o seu país de origem (Saxenian, 2002). No caso dos cientistas, essas trajectórias de mobilidade internacional facultam, como vimos, a oportunidade de se especializarem, eventualmente mesmo em áreas pouco desenvolvidas no

país de origem, aumentarem o seu conhecimento e rede de contactos e, num eventual regresso, transmitirem e utilizarem o conhecimento assim obtido (Brandi, 2001). O desenvolvimento de inúmeros sistemas nacionais de ciência e inovação, por exemplo em países como a Coreia, Taiwan e países do sudeste asiático assentou fortemente na sua capacidade de atrair os seus cientistas de volta ao país, depois de estes embarcarem em trajectórias de mobilidade internacional. Mesmo países de maiores dimensões e recursos como a China têm usado essa estratégia para obter competências científicas em áreas incipientemente desenvolvidas ao nível interno (Meyer e Brown, 1999).

Neste quadro, a perspectiva do *brain drain* não conseguia satisfatoriamente explicar os complexos fluxos de conhecimento gerados pela mobilidade (Regets, 2001 citado por Canibaño, 2008). Ao ter em conta as complexas ligações entre expatriados, os seus países de origem e outras localizações por onde passavam, o conceito de *brain circulation* ajuda a estabelecer a distinção entre transferência de conhecimento e a presença física do migrante, reconhecendo que estes processos podem funcionar de forma autónoma (Ackers, 2005).

Um desses veículos de circulação de conhecimento, que não é apreensível à luz da perspectiva do *brain drain*, são as redes interpessoais que os altamente qualificados constroem ao longo das suas trajectórias de mobilidade. No caso particular dos cientistas, essas conexões são particularmente importantes para a composição e mobilização do seu *capital humano científico e tecnológico* (Bozeman et al, 2001), logo é fundamental que a perspectiva analítica trate a mobilidade como “um fenómeno inerentemente dinâmico e conectivo com impacte na evolução do conhecimento individual e colectivo, nas carreiras profissionais e na investigação e sistemas sociais” (Canibaño et al. 2008: 19).

Inextricavelmente ligada ao conceito de *brain circulation* surge a perspectiva acerca do potencial das diásporas científicas. A opção da diáspora foi lançada por Meyer (2001) e, partindo da noção de que a relação entre circulação de conhecimento e mobilidade geográfica é complexa e nem sempre directa, considera as migrações dos qualificados não necessariamente como uma perda mas como um potencial recurso para o país de origem.

A principal característica da diáspora é que procura conceptualizar (através de uma perspectiva conectivista, assente no conceito de rede social) as ligações dos expatriados altamente qualificados entre si e com o seu país de origem. Isto permite a troca de informação e conhecimento entre expatriados, e entre estes e o país de origem, tornando o *brain drain* num potencial ganho para o país, sem obrigar ao regresso físico dos expatriados. Outros autores rapidamente suportaram esta perspectiva, argumentando que as redes de conhecimento internacionais podem-se constituir como um meio de os países emissores

lucrarem com a emigração dos altamente qualificados (Lowell, 2003), através de trocas de conhecimento e das redes de contactos socioprofissionais decorrentes dessa mobilidade (Gill, 2005, Regets, 2003). Por outro lado, os seus laços com os países de origem poderiam igualmente beneficiar os países de acolhimento, abrindo oportunidades que não existiriam sem ser através dessas redes (Meyer e Brown, 1999).

Assim, um dos elementos cruciais da diáspora é a existência de um efectivo sistema de informação que facilite a transferência e a troca de conhecimento em redes de conhecimento diaspórica e com seus parceiros no país de origem. Outro elemento importante prende-se com a questão macro-política, de como criar incentivos que motivem estes recursos humanos altamente qualificados para participar nestas transferências.

No entanto, sobretudo a partir da segunda metade dos anos 90, o termo *brain drain* voltou à discussão académica e política. A crescente especialização nos mercados de trabalho altamente qualificados, o fraco crescimento demográfico e a queda acentuada nas inscrições em cursos de ciência, tem levado à escassez de recursos humanos altamente qualificados em algumas das economias mais desenvolvidas. Como consequência, os países desenvolvem estratégias políticas para uma competição feroz por talentos à escala global, numa tendência que se deverá continuar a aprofundar nos próximos anos (Mahroum, 2001, Lowell, 2003, Iredale, 2001).

Este fenómeno levou ao ressurgimento das preocupações com o *brain drain*. É considerada a existência de prejuízos, para países ou regiões, quando em presença de um forte desequilíbrio entre entradas e saídas de trabalhadores altamente qualificados do seu espaço. Foram feitos inúmeros estudos sobre o tema em regiões como a América Latina e Índia (Castonos-Lomnitz, 1998; Awasthi e Chandra, 1994; Robinson e Carey, 2000; Iredale, 1999 citado por Ackers, 2005a) bem como sobre a Europa de leste e Rússia depois da queda do Muro de Berlim (Francovich, 2000).

No entanto, os discursos sobre *brain drain* começaram a focar igualmente os fluxos de cientistas de países semi-periféricos como a Irlanda e o Canadá para os países económica e cientificamente mais desenvolvidos (Davenport, 2004). Como vimos, um forte desequilíbrio entre os fluxos de entrada e saída de cientistas de um determinado sistema científico, incapaz de reter ou atrair cientistas nacionais e estrangeiros, poderá levar a uma degradação do volume e qualidade do capital humano ao dispor desse mesmo sistema nacional ou regional e conduzir a uma situação de *brain drain* (Brandi, 2001). Apesar das evidências de significativos desequilíbrios nos fluxos internos de mobilidade, dentro do espaço europeu (Ackers, 2001; Van de Sande et al., 2005) e de alguns estudos sobre os fluxos de saída,

nomeadamente em regiões e países do sul e leste da Europa, pouca atenção tem sido dada ao tema (Ackers, 2005a).

A outro nível, também em termos conceptuais se levantam algumas reservas quanto ao optimismo presente na perspectiva da diáspora e do seu potencial. Embora estas tenham evidentemente um potencial para facilitar transferências internacionais de conhecimento, a perspectiva diaspórica pode levar a uma certa resignação e complacência com o fenómeno de *brain drain* por parte dos países emissores que deixem de tentar fazer retornar os seus cientistas (Mahroum, 2003). Por outro lado, a própria diáspora científica pode servir como um pólo de atracção que incentive a saída de outros cientistas de um determinado sistema científico ao proporcionar a criação de redes que facilitem o processo de emigração diminuindo os seus riscos e custos (Meyer, 2001).

2.2.2. Mobilidade e retorno

Uma dimensão fundamental do conceito de mobilidade científica é a questão do retorno dos cientistas ao seu país de origem. No entanto, até recentemente a literatura preocupou-se essencialmente com os cientistas que saem e pouco com os que voltam, levando a que o estudo desses processos de retorno seja considerado o “capítulo não escrito na história das migrações” (King, 2000: 10 citado por Gill, 2005) e a mais significativa falha no conhecimento sobre mobilidade científica (Baláz e Williams, 2004).

Como vimos, segundo as perspectivas do *brain drain*, o retorno dos cientistas nacionais, depois de uma experiência de mobilidade no estrangeiro, é uma das medidas essenciais de sucesso das políticas nacionais de ciência. Por outro lado, embora os defensores da diáspora e do *brain circulation* não se oponham ao retorno dos cérebros, assinalam igualmente que este retorno nem sempre é positivo. Sobretudo se resultar do desapontamento com essa trajectória de mobilidade (Gamlén, 2005) ou se o sistema científico nacional não conseguir dar uso às capacidades adquiridas pelos cientistas, na prática retirando-os dos contextos onde eram mais produtivos e de onde podiam, à distância, ser mais úteis para o próprio sistema científico do país de origem (Meyer, 2001). Em casos onde não seja possível, ou desejável, absorver os cientistas nacionais, pode ser útil deixar que sejam os países de acolhimento a suportar os custos da sua formação para só posteriormente os chamar, política essa que foi, num determinado período, seguida conscientemente por países como a China (Meyers, 2003).

Esta posição não rejeita a ideia do retorno de cientistas ao seu país de origem, mas não se baseia nesse mesmo retorno. Ao invés, procura-se, com base na sua afiliação cultural e afectiva ao país de origem, criar redes formais e institucionalmente organizadas que permitam conectar ou reconectar os cientistas entre si e com as comunidades de prática nacionais (Davenport, 2004; Thorn e Holm-Nielsen, 2008). Estas *diásporas científicas* (Gamlen, 2005; Lowell, 2003; Meyer, 2001; Meyer e Brown, 1999), são assim encaradas como ‘reservatório’ de conhecimento e recursos (Gaillard e Gaillard, 1998). É defendido o desenho de políticas que promovam uma relação entre os cientistas expatriados e as organizações nacionais, facilitando a integração destas em redes transnacionais de conhecimento. A própria reactivação das ligações com cientistas expatriados poderia, eventualmente, motivar e propiciar condições para o retorno de alguns cientistas ao sistema científico do país de origem (Davenport, 2004; Laudel, 2005).

Portanto, embora o retorno dos cérebros possa ser importante, juntamente com o recrutamento de investigadores estrangeiros, para potenciar a produção de conhecimento e para evitar ‘*local thinking*’ num determinado sistema científico (Cismas, 2004 citado por Ackers, 2005), deve ser considerado numa perspectiva mais abrangente de circulação. Não deve ser abordado de forma meramente quantitativa ao nível dos fluxos, mas tendo igualmente em conta a sua qualidade e a natureza dos processos de transferência de conhecimento assim gerados (Ackers, 2005). A este nível, embora o nosso conhecimento sobre o fenómeno seja muito incipiente, foram já realizados alguns estudos que demonstram a influência dessa mobilidade internacional na criação de redes de conhecimento que são mobilizadas e persistem após o regresso dos cientistas ao seu país de origem (Fontes et al. 2012, Turpin et al. 2008, Jöns, 2009).

2.2.3. Respostas Políticas

A mobilidade dos cientistas e a circulação de conhecimento científico de um contexto nacional ou regional para outro tem implicações políticas importantes (Davenport, 2004), tendo vindo a dar origem a diversos tipos de políticas e iniciativas para incentivar ou regular esses fluxos ao nível nacional e regional.

O primeiro grande conjunto de políticas, que foi dominante desde os anos 60 até ao final dos anos 80, tinha na sua génese os receios de *brain drain* em alguns países desenvolvidos, e apresentava duas grandes vertentes. A primeira baseava-se essencialmente

em medidas de natureza restritiva ou compensatória. A lógica por trás destas medidas era a de evitar os fluxos de saída através de decisões autoritaristas ou negociadas com os cientistas, ou de calcular e obter compensação financeira dos mesmos, através de uma indemnização pela formação que lhes tinha sido dada (Meyer e Brown, 1999). A segunda premissa consistia em tentar incentivar o retorno desse capital humano ou promover o recrutamento de mão-de-obra altamente qualificada de outros países através de medidas fiscais e salariais. Apesar de as políticas de retorno terem sido bem-sucedidas em países como Singapura, Coreia e mesmo grandes países em desenvolvimento como a China e a Índia (Meyer e Brown, 1999), no global as políticas restritivas ou compensatórias não conseguiram os resultados pretendidos ao nível da regulação dos fluxos de saída de indivíduos altamente qualificados (Meyer et al. 1997).

Por oposição, outros países e regiões desenvolveram estrategicamente políticas de fomento da mobilidade, sendo a criação da ERA, ao nível europeu, um bom exemplo de como a mobilidade tem vindo a ser valorizada e incentivada pelos decisores políticos. Ainda na Europa, muitos países com sistemas científicos mais frágeis como Portugal, ensaiaram políticas de promoção da mobilidade dos cientistas como estratégia para o desenvolvimento posterior do sistema científico nacional (Jonkers e Tijssen, 2008; Patrício, 2010). Estas políticas encorajavam os cientistas mais talentosos a conduzirem o seu doutoramento ou pós-doutoramento em centros de excelência para acederem a conhecimento avançado em áreas subdesenvolvidas ou inexistentes no seu país de origem (Veugelers, 2010). Após o seu regresso, esse conhecimento avançado, tal como as redes científicas internacionais dos cientistas, formadas durante esse período de mobilidade (Mahroum, 2000; Avveduto, 2001; Ackers, 2005; Jöns, 2007), seriam mobilizáveis e contribuiriam para a melhoria do sistema científico e das organizações que empregassem esses mesmos cientistas. Ao nível da própria União Europeia foram implementados programas de incentivo ao retorno dos cientistas ao sistema científico dos países de origem, por exemplo no âmbito do programa *Marie Curie*, entre outros.

No entanto, a percepção de que uma parte muito significativa dos cientistas não regressavam levou a que, por um lado, os países reforçassem os incentivos ao retorno (Davenport, 2004; Laudel, 2005) e, por outro lado, tentassem beneficiar das redes e competências desses cientistas que permaneciam no estrangeiro (Meyers e Brown, 2001). Baseados nas perspectivas teóricas anteriormente referidas como a de *brain circulation* e diáspora, diversos países lançaram iniciativas e programas para aproveitar e potenciar para o desenvolvimento do país as competências e redes socioprofissionais de cientistas nacionais no

estrangeiro (Meyer e Brown, 1999), o que representa uma inflexão paradigmática ao nível das políticas de mobilidade. Estas políticas foram primeiramente abordada por Meyer et al. (1997) no seu estudo sobre a rede ‘CALDAS’, de cientistas colombianos no estrangeiro.

Foram contabilizadas dezenas de exemplos de redes desse tipo, focadas na troca de conhecimento e contactos entre expatriados (Meyer e Brown, 1999), sendo algumas delas formadas por iniciativa estatal como a rede ‘SANSÁ’ de origem sul-africana, e muitas outras formalmente apoiadas pelos conselhos de investigação de diversos países como a Nova Zelândia, onde este debate tem tido grande eco político. Também no caso português, e reconhecendo a importância destes laços com o país de origem, a Fundação de Ciência e Tecnologia (FCT) mantém uma certa ligação e apoio a diversas redes formadas *ad-hoc* por investigadores e doutorandos portugueses no estrangeiro. Apesar de não existirem ainda estudos a validarem o grau de eficácia destas políticas de diáspora (Gamlen, 2005), uma das suas grandes vantagens potenciais é de não requerem grandes investimentos infra-estruturais e poderem ser, portanto, acessíveis mesmo para países em desenvolvimento e sem grande investimento em ciência e tecnologia.

No entanto, estas políticas são cada vez mais encaradas como um instrumento importante e uma tomada de posição estratégica para qualquer país, particularmente países semi-periféricos com níveis de emigração elevados como Portugal, tentarem melhorar o seu acesso e posicionamento no sistema económico e científico à escala global (Gamlen, 2005). Esta tomada de posição implica, por seu turno, um reenquadramento das políticas nacionais de ciência e inovação que, ao invés de se encontrarem focadas exclusivamente no espaço nacional, deixam de estar circunscritas por fronteiras geográficas. Assim, o capital humano de um determinado país é encarado como “uma rede global de competências culturalmente afiliadas por país de origem e não apenas por país de residência” (Davenport, 2004: 624).

Por outro lado, uma nova vertente das políticas de diáspora tem sido igualmente debatida e abordada por parte dos países receptores dos fluxos de cientistas. Em países em que parte significativa da investigação em ciência e tecnologia é feita por cientistas estrangeiros existe uma crescente preocupação de que o retorno destes cientistas aos seus países de origem possa constituir um problema sistémico (Ackers, 2005). Como tal surgem diversas iniciativas para promover uma melhor integração dessas diásporas na sua sociedade de acolhimento (Vertovec, 1999, Gamlen, 2005), tanto do ponto de vista científico como social, por forma a incentivar a sua retenção no sistema científico desse país.

Alguns estudos sugerem, no entanto, que a manutenção de laços dos cientistas expatriados com o seu país de origem, para além de facilitar um hipotético retorno, pode na

verdade ser benéfico para ambos os países na medida em que estimula a sua produtividade científica e a criação de redes internacionais e projectos colaborativos entre esses países (Baruffaldi e Landoni, 2012).

Um terceiro conjunto de medidas, que responde às preocupações de *brain drain* mas promovendo a mobilidade dentro do sistema e o aproveitamento das diásporas, passa naturalmente pelo investimento na melhoria do sistema científico promovendo a sua atractividade e retenção. Através do aumento do investimento público e privado em ciência, do encorajamento à mobilidade, da adopção de regras claras e justas de reconhecimento do mérito e da possibilidade de progressão na carreira é possível evitar o desequilíbrio entre entradas e saídas de um determinado sistema científico nacional e obviar os riscos de um *brain drain*. Naturalmente, esse tipo de medidas implicam um grande esforço financeiro e organizativo e um período de tempo considerável para se poder fruir dos seus efeitos, sendo, portanto, um desiderato a muito mais longo prazo do que medidas de aproveitamento da diáspora.

2.2.4. Obstáculos ao estudo da mobilidade

A mobilidade dos investigadores, enquanto fenómeno multidimensional e multidireccional (Ackers, 2005; Cañibano, 2008; Fontes, 2007; Meyer, 2001; Davenport, 2004) e passível de ser abordado sob inúmeras perspectivas depara-se com obstáculos teóricos e metodológicos difíceis de ultrapassar (De la Vega, 2005 citado por Canibaño et al.2008).

Em termos teóricos, a própria definição do conceito de mobilidade apresenta-se problemática e não foi alvo de uma revisão sistemática na literatura, ao contrário de outras temáticas associadas como a questão do *brain drain* e da *diáspora* (vide Mahroum, 2005; Lowell, 2002; Giannoccolo, 2006). Antes de uma conveniente clarificação, conceptualização ou definição temática da mobilidade, todo um outro conjunto de tópicos foram-se juntando, criando uma espécie de neblina teórica difícil de ultrapassar (Kehm e Teichler, 2007) uma vez que, tal como Rothaermel et al. (2007) referem, não se pode avançar para a fase de construção teórica sem uma categorização conceptual maioritariamente aceite. Assim, e apesar da proliferação de estudos sobre mobilidade científica, a melhoria da base teórica de análise (Teichler, 1996 citado por Jöns, 2009) permanece um objectivo importante neste campo de estudos (Ackers, 2005).

Por outro lado, dadas as limitações nos dados disponíveis, existe um significativo défice de estudos empíricos sobre a mobilidade no sector académico. As estatísticas sobre a imigração normalmente não têm em linha de conta o grau de qualificação dos imigrantes (Auriol, 2007) sendo que os mais qualificados se tornam, muitas vezes, estatisticamente invisíveis. No caso específico da Europa, o facto de muitos cientistas em mobilidade serem cidadãos de outros países do espaço europeu contribui para essa mesma invisibilidade estatística (Salt e Singleton, 1993; Rotheram e Salt, 1995 citado por Brandi, 2001). Devido à dificuldade em obter dados, as fronteiras do conceito de mobilidade são frequentemente definidas a partir da informação disponível. A recolha de dados empíricos sobre a mobilidade académica dependerá assim, em última análise, dos dados disponíveis em cada sistema científico nacional e da proactividade e recursos do próprio investigador.

Por tudo isto, a medição dos fluxos de mobilidade é inerentemente problemática. Apesar da importância do tema ser amiúde reafirmada, os cientistas sociais e decisores políticos não têm ainda ao seu dispor um *corpus* de conhecimento empírico que lhes permita conhecer os padrões globais de mobilidade e interacção (Iredale e Appleyard, 2001; King, 2002; Ackers, 2005, Jöns 2007), ou examinar os efeitos da mobilidade sobre as dinâmicas de produção e difusão de conhecimento científico e sobre as carreiras dos investigadores (Musselin, 2006; Fontes, 2007; Canibaño et al.2008).

Na verdade, e se como vimos, os fluxos de conhecimento não são predeterminados pela mobilidade geográfica dos investigadores não basta já, para apreender o fenómeno da circulação de conhecimento, o mero cálculo de entradas e saídas de cientistas num determinado sistema científico nacional ou regional (Canibaño et al., 2008). Também ao nível das diásporas, a dificuldade em obter dados é particularmente aguda. O facto de não existirem dados concretos sobre a sua dimensão e as suas características apenas tornam possível captar certas vertentes deste fenómeno. Os métodos de pesquisa utilizados ilustram esta observação, ao recorrerem a redes de contacto na internet (Meyer e Brown, 1999; Séguin et. al., 2006) ou a comunidades imigrantes bem estabelecidas em determinados pontos geográficos (Zweig e Fung, 2005).

Dada toda a complexidade e desafios que se colocam ao estudo da mobilidade científica, nas suas diversas vertentes, bem como sobre os seus impactes, “é necessário procurar instrumentos que permitam retirar dados de uma forma longitudinal ao mesmo tempo que se presta atenção à trajectória individual dos investigadores” (Fontes, 2007: 289).

2.3. A mobilidade vista pelos cientistas: motivações, constrangimentos e carreiras

2.3.1. Motivações e constrangimentos à mobilidade

O mercado de trabalho científico é tendencialmente mais internacionalizado, comparativamente mais pequeno e com maiores níveis de mobilidade do que outros mercados de trabalho de indivíduos altamente qualificados (Chompalov, 2000).

Como vimos, as carreiras académicas cada vez mais pressupõem, embora com ênfases diferentes entre disciplinas (Mahroun, 1998) e contextos nacionais (Ackers, 2004), elevados níveis de mobilidade como forma de obtenção de conhecimento e experiência internacional e com reflexos ao nível da progressão individual na carreira.

Esta exigência de mobilidade é particularmente evidente nas ciências exactas como a física, em que o acesso a infraestruturas-chave é fundamental para a qualidade da investigação produzida e no início de carreira dos investigadores (van de Sande et al., 2005). Do mesmo modo, cientistas naturais terão, pela maior conversibilidade do seu conhecimento, uma maior propensão e uma maior pressão para a mobilidade internacional do que por exemplo os cientistas sociais (Chompalov, 2000 citado por Ackers, 2005a). Dada esta elevada expectativa de mobilidade, torna-se difícil falar em migração forçada ou voluntária sendo porventura mais útil encará-la como “um *continuum* de escolhas e constrangimentos que se vão alterando ao longo do tempo, do espaço e do curso de vida” (King, 2002: 92).

Por outro lado, apesar da enorme pressão colocada sobre os cientistas para desenvolverem trajectórias de mobilidade internacional, os canais organizacionais colocados à disposição de outros trabalhadores altamente qualificados pelas empresas multinacionais não existem, ou são incipientes, no caso do sector académico (Peixoto, 2001 citado por Ackers, 2005a). Assim, a mobilidade de cientistas no sector académico não é tanto induzida por processos formais de recrutamento ao nível organizacional, embora esta esteja em crescendo, nomeadamente ao nível do recrutamento internacional, por exemplo, no âmbito da ERA. Tem, ao invés, lugar sobretudo através de redes *ad hoc* (Williams et al. 2004) e de formas de recrutamento autopropostas, através de amigos, colegas e familiares ou derivadas de mobilidade enquanto estudante, levando a que o elemento de motivação individual e risco esteja muito presente (Ackers, 2005a).

Apesar de estas trajectórias de mobilidade científica, se enquadrarem assim maioritariamente (mas não exclusivamente) em processos voluntaristas por parte dos cientistas (Williams et al. 2004), é relevante a discussão sobre quais os factores que levam

tantos cientistas a procurar essas mesmas trajetórias de mobilidade e o que leva outros a optar por não o fazer.

Embora muitos cientistas de países com sistemas científicos menos desenvolvidos e com reduzidas oportunidades de emprego (Morano-Foadi, 2005), emigrem para aceder a melhores oportunidades imediatas ou futuras ao nível da carreira e situação económica, muitas vezes as principais motivações apresentadas pelos cientistas para a sua mobilidade não são da esfera económica (Ackers, 2005; Brandi et. al. 2011), ao contrário de outros grupos de altamente qualificados como engenheiros e técnicos (Mahroum, 2000). No caso dos cientistas estes são motivados essencialmente pelo conteúdo e condições concretas em que conduzem o seu trabalho de investigação (Thorn e Holm-Nielsen, 2008). Assim, assumem particular relevância factores como a excelência da investigação praticada numa determinada instituição, o acesso aos melhores laboratórios e equipamentos mais avançados, a atracção por sistemas meritocráticos transparentes na avaliação e recompensa da excelência (Thorn e Holm-Nielsen, 2008; Ackers, 2001; Van den sande et al., 2005; Delicado, 2008), a autonomia no trabalho (Ackers, 2005) e o próprio reconhecimento social dado à actividade científica. A existência de contactos académicos prévios, particularmente com a sua instituição de acolhimento é, do mesmo modo, frequentemente um forte incentivo a uma experiência de mobilidade (Jöns, 2007).

No reverso da medalha, questões de proximidade familiar (sobretudo, mas não exclusivamente, no caso das mulheres investigadoras com filhos pequenos ou familiares dependentes), de carreiras duplas de investigadores e o receio de perder o acesso a redes internas e de serem bloqueados na tentativa de reentrada no sistema científico nacional podem constituir obstáculos sérios à mobilidade dos cientistas (Ackers, 2005; Delicado e Alves, 2013; Fontes e Araújo, 2013).

Como podemos ver, é importante na análise das motivações individuais dos cientistas a compreensão do contexto em que estes se movimentam. Cientistas a trabalhar em diferentes campos científicos, sectores e contextos nacionais serão sujeitos a diferentes pressões e oportunidades. Questões de curso de vida e de carreira, bem como a qualidade e evolução dos contextos de investigação nacionais, serão igualmente decisivas na importância dada à mobilidade e na capacidade para lhe dar resposta (Ackers, 2005).

2.3.2. Motivações para o retorno

Estudos que foram sendo realizados sobre o retorno dos cérebros, em realidades tão diversas como a da Coreia (Lee e Kim, 2010), Itália (Gill, 2005) e Portugal (Fontes, 2007; Delicado, 2010), focaram essencialmente tanto as motivações dos cientistas para o retorno (ou para o não retorno) como as formas como os diversos sistemas nacionais de ciência são ou não capazes de os absorver, em carreiras cientificamente produtivas e satisfatórias para os cientistas.

A este nível, as motivações para o retorno podem ser enquadradas em três grandes perspectivas teóricas (Cassarino, 2004 citado por Thorm e Holm-Nielsen, 2008): i) a abordagem neoclássica, baseada na importância dos diferenciais ao nível dos salários, que se centra na questão dos ganhos económicos; ii) a abordagem do transnacionalismo, que foca os laços que o migrante tem com o seu país de origem e favorecem o seu regresso quando sente que já cumpriu os objectivos económicos ou de conhecimento que levaram à sua mobilidade e que as condições oferecidas no seu país de origem são suficientemente favoráveis ao seu regresso; e iii) a abordagem das teorias de redes sociais, que enfatiza as redes estrategicamente criadas ou mantidas pelos cientistas, com instituições e indivíduos no país de origem, para facilitar o processo de reentrada, não só do ponto de vista da carreira mas igualmente em termos de poderem usar de forma produtiva o conhecimento e redes ganhas com a mobilidade.

Como vimos ao nível das motivações para os fluxos de saída, e que se mantém nos estudos já realizados às motivações para o regresso, no caso dos investigadores, a questão económica, embora relevante, não é decisiva (Delicado, 2010; Fontes 2007). A atractividade do sistema para potenciar o retorno dos cientistas, passa pela percepção que estes tenham sobre a sua possibilidade de progressão na carreira e de uso proveitoso das competências e redes desenvolvidas ao longo do processo de mobilidade.

Por outro lado, a questão da identidade nacional e afinidade cultural entre investigadores do mesmo país e a vontade de contribuir para o sistema científico nacional através, entre outros meios, do retorno são motivações igualmente importantes nos estudos já realizados. No entanto, aqui é necessário ter alguma cautela para não se confundirem as intenções ou vontade de retorno com as taxas de retorno efectivas (Lidgard 2001; Ligard e Gilson 2002; Carr et al. 2004 citado por Gamlen, 2005)

Já a questão da manutenção ou criação de redes com o país de origem tem sido frequentemente apontada tanto como motivação para o retorno como para o sucesso desse

mesmo retorno. A literatura sobre esta questão tem evidenciado que o factor mais importante no sucesso do retorno não é *o que se conhece* mas sim *quem se conhece* (Gill, 2005). As dificuldades de inserção num mercado de trabalho altamente competitivo tornam fundamental a manutenção de redes de relações pessoais e profissionais com elementos dentro do sistema que facilitem a integração e aumentem as probabilidades de retorno (Baruffaldi e Landoni, 2012).

Por outro lado, embora o foco da análise sobre o retorno tenha sido, de forma muito vinculada, sobre o seu impacto nas regiões emissoras dos fluxos de mobilidade, o tema tem sido igualmente abordado no caso das regiões de acolhimento (Gill, 2004). Nestas, têm surgido preocupação ao nível dos decisores políticos sobre as possíveis decisões de retorno dos cientistas estrangeiros a trabalhar no país para os sistemas científicos nacionais.

2.4. Mobilidade, proximidade e a construção de redes transnacionais de conhecimento

Retomando a discussão no capítulo anterior sobre a relação entre diferentes tipos de proximidade e a construção de redes de conhecimento, a importância que a mobilidade dos cientistas assume na criação das suas redes de conhecimento reside na oportunidade que permite para a ocorrência de períodos de co-localização – i.e. proximidade física – entre eles por períodos mais ou menos prolongados. Esta proximidade física que permite interações face-a-face é, de acordo com a literatura de redes sociais de grande importância para a criação de laços directos entre os actores. É igualmente aceite na literatura como crítica para a troca de conhecimento (Feldman, 1999), particularmente quando este tem uma forte componente tácita, como é o caso de novas descobertas científicas (Zucker et al., 2002); ou quando é altamente complexo, em cujo caso a codificação não garante completa compreensão e reprodução (Dasgupta e David, 1994).

Esta questão assume um relevo particular num contexto de crescente mobilidade interorganizacional e internacional dos cientistas, tendo sido objecto de análise em áreas científicas emergentes como a biotecnologia (Ackers, 2005). É expectável que relações caracterizadas pela proximidade cognitiva e/ou social e/ou organizacional se vão estabelecendo em localizações diversas, ao longo do percurso do cientista e se mantenham quando a co-localização termina (alimentadas pelos avanços das TIC e por novas oportunidades de co-localização temporária) (Saxenian and Hsu, 2001). Tendo em conta que a mobilidade está frequentemente associada à procura de conhecimento mais avançado, também

é expectável que os indivíduos/organizações com quem essas relações se estabelecem venham a assumir um papel importante como fontes de conhecimento científico e tecnológico para os cientistas que passaram por essa experiência de mobilidade.

Relativamente à questão do impacto da mobilidade na criação de redes de conhecimento duas correntes na literatura empírica assumem particular relevância. As pesquisas sobre a influência da mobilidade laboral sobre os fluxos de conhecimento no universo empresarial produziram resultados empíricos e teóricos relevantes. Nomeadamente, confirmaram a importância dos períodos de co-localização na mesma organização para a criação de relações sociais e cognitivas que persistem após a separação física. A investigação aplicada ao caso da mobilidade científica focou-se inicialmente na criação de redes científicas diaspóricas mas, recentemente, começou igualmente a produzir evidência empírica sobre a relevância da mobilidade para o desenvolvimento de redes de conhecimento entre cientistas que regressam ao seu país de origem mas mantêm laços com os países onde tinham feito a sua estadia anterior. As contribuições destas duas linhas de pesquisa serão discutidas de forma mais detalhada nos parágrafos seguintes.

Diversos autores investigaram a influência da mobilidade dos trabalhadores nos fluxos de conhecimento para as empresas (Almeida e Kogut 1999, Oettl e Agrawal 2008, Rosenkopf e Almeida 2003). A premissa seria a de que os trabalhadores móveis iriam manter relações com pelo menos alguns dos seus colegas anteriores e que essas relações serviriam como veículos para a continuação das trocas de conhecimento entre eles. O impacto destas trocas poder-se-ia estender aos seus colegas na nova organização e logo, se a mobilidade tiver tido lugar entre países diferentes, a mobilidade poderia igualmente conduzir a fluxos de conhecimento internacionais (Oettl e Agrawal 2008).

Análises empíricas, baseadas em citações de patentes, confirmaram a persistência de fluxos de conhecimento, em ambos os sentidos, após a mobilidade. Por outras palavras, as relações sociais e cognitivas criadas por estes indivíduos durante a sua co-localização na mesma organização persistiram após a separação e adicionaram-se às redes pessoais de ambos. Pelo menos algumas destas relações são subsequentemente mobilizadas no novo contexto (de produção de conhecimento) das suas actividades. Deste modo, a criação e mobilização destas redes é um elemento-chave para o desenvolvimento de fluxos de conhecimento entre pessoas e as suas organizações/países.

A investigação sobre a relação entre a mobilidade internacional dos cientistas e a construção das suas redes interpessoais de circulação de conhecimento emergiu sobretudo

enquanto resposta às perspectivas do *brain drain*. Esta perspectiva encarava, como vimos, a mobilidade internacional dos cientistas de um país para outro como um jogo de soma nula, em que o país de origem ficava inteiramente privado dos seus talentos. As abordagens mais recentes, que definiam a mobilidade científica como um fenómeno complexo, multi-dimensional e multi-direccional (Ackers, 2005; Meyer, 2001, Davenport, 2004), previam a possibilidade de que estes cientistas podiam ainda contribuir para o seu sistema científico nacional através de *redes diaspóricas*, conectando-o a contextos científicos mais avançados (Davenport 2004, Kuznetsov, 2006). Nessa lógica, as pesquisas iniciais sobre fluxos de conhecimento associados à mobilidade internacional dos cientistas concentraram-se nestas *redes diaspóricas*.

Mais recentemente, os investigadores começaram a demonstrar mais interesse no caso dos cientistas que regressam aos seus países de origem. O papel dos expatriados regressados como condutas para fontes de competências e conhecimento localizadas nos países onde tinham anteriormente trabalhado ou estudado já tinha sido discutido por alguns autores (Saxenian e Hsu 2001, Williams et al., 2004). No entanto, no nosso conhecimento, existem apenas três estudos que focam especificamente a influência da mobilidade internacional de cientistas na criação de redes de conhecimento que persistem após o cientista regressar ao país de origem (ou ir para outro país).

O primeiro utiliza uma amostra vasta de cientistas de uma série de países da Asia-Pacífico e investiga o impacte da sua mobilidade entre países – para doutoramentos e pós-doutoramentos – na criação de redes de investigação e colaborações transnacionais com esses países (Turpin et al., 2008). O segundo concentra-se em cientistas estrangeiros que visitaram a Alemanha no contexto do programa de bolsas Humboldt e investiga os processos subsequentes de colaboração e mobilidade transnacional que resultaram desse processo, tendo como destino a Alemanha (Jöns, 2009).

Ambos os estudos encontraram evidências sobre a relevância da mobilidade para o estabelecimento de redes de conhecimento, ao nível do país, demonstrando que os cientistas tendem a estabelecer relações de conhecimento com os países onde tinham tido estadias. No entanto, uma vez que a unidade de análise é o país, não é possível aferir as condições em que a relação foi estabelecida, nomeadamente se proveio de uma permanência numa mesma instituição ou se foi obtida de outras formas.

Num terceiro estudo de Fontes, Videira e Calapez (2013), sobre cientistas portugueses (com e sem trajectórias de mobilidade internacional superiores a um ano) a trabalhar em instituições de investigação nacionais, procura-se já aferir o impacte, tanto da mobilidade

como das co-localizações, em determinadas instituições, na construção das redes de conhecimento mais relevantes dos cientistas. Os resultados parecem indicar que tanto a trajetória de mobilidade internacional em si, como a própria co-localização institucional são relevantes para a construção desses laços que, em determinadas circunstâncias, demonstram elevada persistência após o regresso dos cientistas a Portugal.

Apesar destes estudos, dada a reduzida atenção prestada às redes dos cientistas que regressam, podemos afirmar que sabemos ainda muito pouco sobre o papel da mobilidade na criação de relações que permitam a circulação de conhecimento entre países (Jonkers e Tijssen, 2008). As hipóteses lançadas a este nível pelas correntes teóricas mais ligadas à discussão dos diferentes tipos de proximidade encontram-se apenas parcialmente testadas e faltam estudos empíricos que abordem de forma mais compreensiva o próprio processo de construção das redes de conhecimento dos cientistas. Esta é uma dimensão que será abordada teórica e empiricamente neste estudo que procurará assim contribuir para o conhecimento nesta área.

2.5. A mobilidade dos cientistas portugueses e o seu impacte na internacionalização do sistema científico nacional

2.5.1 A mobilidade dos cientistas portugueses

No caso português, apesar do considerável investimento na internacionalização da investigação e da formação avançada (Fontes e Novais, 1998; Patrício, 2010), existem relativamente poucos estudos sobre as dinâmicas de mobilidade dos cientistas portugueses e suas implicações no alargamento da base científica nacional, sendo pertinente aprofundar esta questão.

Torna-se assim imperativo analisar aprofundadamente e de forma crítica as contribuições que esses estudos sobre o caso português trazem para o nosso conhecimento do fenómeno da mobilidade dos cientistas portugueses e dos seus possíveis impactes ao nível das redes e processos de circulação de conhecimento.

A questão da importância da dimensão internacional no sistema de investigação nacional e das políticas de internacionalização dessa mesma investigação, por um lado, e as tensões entre as dimensões nacional e internacional do sistema de investigação e os processos

de articulação para ultrapassar essa tensão, por outro lado, constituem um dos prismas de análise que foi já levado em conta (Pereira, 2002).

Complementarmente, numa obra sobre os contextos da produção científica nacional enquanto semi-periferia do sistema de ciência global (Nunes e Gonçalves, 2001), e que contou com a colaboração de vários autores de referência na sociologia da ciência nacional, levanta-se, sobre vários prismas, a questão da transnacionalização da investigação através da mobilidade dos investigadores. Através do estudo da inserção activa da investigação biomédica nacional nos mundos de ciência transnacionais (Nunes, 2001), da análise das iniciativas de colaboração internacional de investigadores portugueses (Pereira, 2001) ou da perspectiva histórica sobre a articulação entre as condições nacionais de produção de conhecimento científico e a inserção de renomados cientistas portugueses em comunidades transnacionais de conhecimento (Diogo, Carneiro e Simões, 2001) procura-se olhar para a mobilidade dos cientistas (nomeadamente os fluxos de saída), não como uma fatalidade ou necessária condição de dependência e atraso, mas sim numa perspectiva do posicionamento do país na semi-periferia de um sistema global de ciência.

Esta posição de Portugal no sistema global de ciência (Nunes e Gonçalves, 2001) implica que tanto em termos de indicadores científicos de *input* (financiamento, organização, recursos humanos) como de *output* (publicações, patentes, produção tecnológica) Portugal se encontre numa posição intermédia entre os países de centro e os de periferia. Ao nível dos fluxos de mobilidade este posicionamento implica que Portugal seja mais um país ‘de saída’ (tal como os periféricos) do que de ‘entrada’ (países de centro) embora apresente taxas de retorno claramente superiores aos dos países periféricos (Delicado, 2010).

No entanto, as principais contribuições para o aprofundamento do nosso conhecimento sobre a mobilidade internacional dos cientistas portugueses provêm de estudos relativamente recentes (Araújo, 2007; Fontes, 2007; Delicado, 2008, 2010; Patrício, 2010; Fontes, Videira e Calapez, 2012; Videira, 2013; Fontes e Araújo, 2013; Delicado e Alves, 2013), o que demonstra a crescente visibilidade do tema na produção científica nacional.

No primeiro, e focando-se exclusivamente na análise de trajectórias de mobilidade de estudantes portugueses de doutoramento no estrangeiro (Araújo, 2007), procuram-se perceber as motivações para a mobilidade internacional bem como as implicações desta na vida dos indivíduos, tendo em vista a criação de políticas neste domínio.

Por seu turno Fontes (2007), partindo de uma abordagem metodológica de selecção de entrevistados baseada em critérios de produtividade científica, de cientistas portugueses no estrangeiro (sobretudo na área da biotecnologia), procura perceber não apenas as trajectórias

de mobilidade desses cientistas, mas, sobretudo, a forma como estes vêm um possível regresso a Portugal.

Um terceiro estudo, conjuga uma vasta revisão de literatura internacional sobre mobilidade, sobretudo sobre mobilidade de estudantes de doutoramento, com um trabalho de reflexão e análise (teórica e empírica) aprofundada sobre os cientistas portugueses no estrangeiro (Delicado, 2008). Através de uma estratégia de identificação dos cientistas inovadora, que conjuga fontes de informação diversificadas e complementares, este estudo apresenta ainda uma amostra bastante vasta e abrangente.

Em Patrício (2010), examinam-se as políticas que ao nível europeu mas, sobretudo, nacional foram sendo implementadas com vista ao aumento das colaborações internacionais, procurando relacionar indicadores de mobilidade dos cientistas portugueses e o aumento das suas publicações internacionais em co-autoria.

Outros dois estudos, embora com abordagens e objectivos diferentes, apresentam-se como os únicos efectivamente focados no estudo dos processos e implicações do retorno de cientistas portugueses. Em Delicado (2010), tanto através de dados quantitativos, como de entrevistas de índole qualitativo, procura-se aferir fluxos de retorno e modalidades de reintegração no sistema científico nacional e perceber tanto as motivações dos cientistas como os impactes dessa mesma mobilidade na sua carreira e actividade científica. Fontes, Videira e Calapez (2012), usando uma amostra de cientistas regressados das áreas das ciências da saúde, tecnologias de informação e sociologia, procuram aferir o impacte da mobilidade internacional nas redes de conhecimento que os cientistas mantinham com instituições pertencentes à sua trajectória de mobilidade internacional, bem como os factores que podem influenciar essa persistência de laços colaborativos.

Por último, destacam-se as contribuições de um conjunto de autores num livro que procura conjugar e problematizar um conjunto de temáticas ligadas à mobilidade científica em Portugal (Araújo, Fontes e Bento, 2013). Em Videira (2013), apresenta-se e reflecte-se sobre o estado da arte das conceptualizações sobre mobilidade científica e das respostas políticas a este fenómeno. Em Fontes e Araújo (2013), problematiza-se a relação entre mobilidade e a construção de redes de colaboração científica internacional. Em Delicado e Alves (2013), procura-se, recorrendo a diferentes fontes de estatísticas nacionais e internacionais, aferir a relevância do género na construção dos percursos de mobilidade em Ciência.

Procuraremos em seguida verificar, e seguindo as grandes questões enunciadas anteriormente ao nível internacional, que têm norteado as pesquisas sobre mobilidade científica, quais as tendências e especificidades do caso português debatidas por estes autores.

Um primeiro ponto de partida para o estudo da mobilidade dos cientistas tem a ver com a dimensão do fenómeno e com a identificação das causas estruturais e motivações individuais que, em diferentes períodos, têm levado os cientistas portugueses a procurar uma carreira ou a cumprir etapas importantes e prolongadas da sua formação ou profissionalização no estrangeiro.

Embora seja muito difícil aferir com exactidão o universo dos cientistas e investigadores portugueses no estrangeiro podemos, através de indicadores como o número de bolsas de doutoramento e pós-doutoramento atribuídas, chegar à conclusão que o número de investigadores que vive um trajecto de mobilidade internacional prolongada, mesmo que temporário, é extraordinariamente vasto.

A saída de investigadores, mediante a atribuição de bolsas de doutoramento e de pós doutoramento, tem sido um dos vectores estratégicos mais visíveis da política científica portuguesa das últimas décadas. Entre 1994 e 2014 (último ano para o qual estas estatísticas estão disponíveis) foram atribuídas 22855 bolsas de doutoramento, das quais 9459 (41%) eram bolsas para prosseguimento de estudos no estrangeiro ou contemplavam estadias prolongadas no estrangeiro (no caso das bolsas mistas). Também ao nível do pós-doutoramento foram, neste período, atribuídas 2372 bolsas para o estrangeiro ou mistas, o que corresponde a cerca de 30% do total (8042 bolsas).

Por outro lado, este fenómeno não é de toda uma tendência recente nem os dados permitem concluir que haja actualmente um aumento do número e proporção de cientistas portugueses que partem para o estrangeiro (Delicado, 2008). Na verdade, segundo os dados do Gabinete de Planeamento, Estratégia e Relações Internacionais (2007) o número de investigadores portugueses que se deslocam para o estrangeiro de forma a concluir os seus doutoramentos aumentou entre 1970 e 1998, tendo posteriormente sofrido um pequeno recuo até à estabilização a partir de 2001 (Araújo, 2007).

Enquanto tendências mais recentes, embora tenha havido, particularmente entre 2005 e 2011, um aumento do número total de bolsas de doutoramento e pós-doutoramento atribuídas, houve a partir desta data um significativo decréscimo de bolsas atribuídas, reflectindo os efeitos da crise económica no financiamento da ciência em Portugal e opções políticas distintas das anteriores. Esta redução é visível tanto ao nível das bolsas de doutoramento, cujo número total decresceu cerca de 60% como ao nível das bolsas de pós-doutoramento que registaram um decréscimo menor, mas igualmente significativo em torno dos 30%. Por outro lado, a proporção de bolsas de doutoramento atribuídas para prosseguir estudos em Portugal tem subido consideravelmente nos últimos anos (de 50% entre 1994 a 2004 para 63% entre

2005 e 2011 e 72% entre 2012 e 2014), o que reflectirá a melhoria da oferta formativa proporcionada, a este nível, pelas instituições nacionais, mas também uma mudança paradigmática ao nível político, acentuada em anos recentes. Ocorre igualmente uma tendência semelhante ao nível das bolsas de pós-doutoramento, em que a proporção de bolsas atribuídas para a realização de pós-doutoramentos em instituições nacionais face ao total de bolsas concedidas sobe de uma média de 61% entre 1994 e 2004, para cerca de 70% no período entre 2005 e 2011, e para 82% entre 2012 e 2014. O que indicia que embora a redução no número de bolsas de doutoramento e pós-doutoramento concedidas nos últimos anos afecte todos os tipos de bolsas (nacionais, no estrangeiro ou mistas), é particularmente evidentes naquelas que implicam a prossecução de trajectórias de mobilidade internacional por parte dos cientistas.

Entre os que efectivamente decidem, com ou sem bolsa (e sobre estes sabemos ainda menos), prosseguir a sua formação avançada no estrangeiro, o ponto de partida para os seus trajectos são, normalmente, as universidades mais antigas e de maior dimensão (com maior reconhecimento por parte de instituições estrangeiras) e cujo capital de prestígio e redes de referência interpessoais são determinantes para alguns dos cientistas que saem (Delicado, 2008). Os factores de escolha do destino são normalmente de ordem científica (prestígio da instituição ou equipa de investigação e recursos disponíveis), de oportunidade (nomeadamente contactos prévios), familiares (harmonização de carreiras entre os cônjuges), culturais (familiaridade com a língua ou estilos de vida) ou instrumentais (proximidade a Portugal).

Uma percentagem muito significativa dos cientistas, sobretudo os mais jovens, já tinha tido uma experiência internacional prévia (através de conferências, estágios ou participação em programas como o Sócrates ou o Erasmus) que funciona como catalizador e factor de atracção para a mobilidade já que faz prever uma certa facilidade no contacto com outros contextos culturais (Araújo, 2007).

No entanto, se até aos anos 70 e 80, os principais factores de saída têm a ver com a ausência de programas doutorais e de investigação em Portugal, a falta de estruturas institucionais e as barreiras à entrada das mulheres no mundo académico (Araújo, 2007), actualmente os investigadores estão bem conscientes da necessidade e importância da experiência no estrangeiro como prova de mérito (sobretudo se em instituições de grande prestígio) e da capacidade de construir redes transnacionais de colaboração participando no sistema global de produção e troca de conhecimento (Delicado, 2008). Todo o processo de decisão é aliás normalmente moldado e estimulado durante vários anos pelos próprios

supervisores dos doutorandos, que usam as suas próprias redes de conhecimento para inserir o jovem investigador no estrangeiro.

Por seu turno, o enorme investimento, como vimos, em bolsas de doutoramento e pós-doutoramento que englobam períodos alargados no estrangeiro contribuiu e contribui decisivamente para proporcionar as condições para esses fluxos acentuados de mobilidade internacional.

No entanto, a mobilidade não é sempre o resultado de escolhas pessoais nem é um indicador do nível de desenvolvimento científico em determinado país (Araújo, 2007), na medida em que pode assentar na impossibilidade de proporcionar condições adequadas para a prossecução dos projectos individuais de investigação ou em fracas possibilidades de carreira no país de origem (Perista e Silva, 2004), em que a incapacidade de absorver os investigadores formados leva à precarização do emprego científico. Aqueles que não possuem contratos de trabalho duradouros vêm, nessa mobilidade, uma forma de acederem a oportunidades de emprego no estrangeiro (Gonçalves et al. 2006; Fontes et al., 2005). Assim, e contrariamente à hipótese que encara a mobilidade académica como resultante de um elevado desejo de liberdade pessoal para circular e permanecer períodos prolongados no estrangeiro, um número considerável de jovens investigadores portugueses vê estes trajectos como um esforço e investimento a que recorrem instrumentalmente para desenvolver as suas carreiras (Araújo, 2007).

É expectável que estas tendências possam estar a ser reforçadas actualmente no sistema científico nacional, dado o desinvestimento público e privado em ciência e tecnologia por virtude da continuação dos efeitos da crise económica e dos seus reflexos na capacidade de contratação de cientistas (particularmente os mais jovens e em posições iniciais de carreira), tanto ao nível sistémico como das próprias instituições de investigação e ensino superior. No entanto, não existem ainda, no nosso conhecimento, estudos empíricos que permitam avaliar a dimensão dos fluxos de saída de cientistas do sistema científico nacional neste período.

No entanto, se para uns a mobilidade é consequência da pressão vivida no seio dos universos académico e universitário, onde é actualmente relativamente reduzido o recrutamento de jovens para carreiras académicas e de investigação, esse mesmo factor é paradoxalmente um obstáculo para a mobilidade, mesmo que temporária, de outros investigadores. Cada vez mais investigadores e docentes universitários, sobretudo os mais jovens, que pretendem realizar um pós-doutoramento assente em parcerias (realizadas em Portugal e com outras instituições estrangeiras), vêm-se impossibilitados de se afastarem do

seu contexto de trabalho de forma prolongada, dado o risco de perderem as suas posições (Fontes e Araújo, 2013).

Constrangimentos económicos, familiares e expectativas de género são igualmente obstáculos consideráveis para estas trajectórias de mobilidade levando a uma tipologia em que, à semelhança do que sucede em outros grupos nacionais (Ackers, 2004), ser solteiro(a) e sem qualquer compromisso familiar parece ser o perfil mais adequado para enfrentar um programa de mobilidade, dado o efeito perturbador das trajectórias de mobilidade em eventuais projectos pessoais e familiares. Por outro lado, embora os indivíduos casados ou com parceiro possam estabelecer várias estratégias de mobilidade que passem ou por levar o parceiro(a) e eventualmente os filhos ou deixar temporariamente as suas famílias, a verdade é que isso acontece mais frequentemente no masculino do que no feminino (Araújo, 2007), indiciando que mesmo a este nível de escolaridade continua a haver expectativas de género diferenciadas (Araújo e Fontes, 2013; Delicado e Alves, 2013).

Não só a saída mas também o regresso a Portugal coloca desafios a estes cientistas, na medida em para além do défice de oportunidades de emprego ao nível da investigação têm a dificuldade acrescida de terem estado fora por períodos prolongados, tendo perdido alguns dos seus contactos a nível nacional (Morano-Foadi, 2005; Delicado, 2010).

Apesar de existir uma extensa literatura que discute a possibilidade e condições para *reverse brain drain*, sobretudo focando o caso de países em desenvolvimento, é muito reduzida a investigação feita sobre o efectivo regresso e factores influenciadores dessa decisão no caso de cientistas e investigadores (Gill, 2005; Lee e Kim 2010; Delicado, 2010).

No caso português, uma conclusão muito interessante dos estudos já realizados é de que boa parte dos cientistas inquiridos a trabalhar no estrangeiro veriam com bom olhos e em determinadas condições de empregabilidade, um regresso a Portugal, quer por razões pessoais quer pelo desejo de contribuir para o desenvolvimento do sistema científico português (Delicado, 2008; Fontes, 2007). Existem diferenças evidentes nesta predisposição para o regresso entre os cientistas mais jovens e os que iniciaram o seu trajecto de mobilidade há mais tempo, maioritariamente cientistas seniores e com uma vida pessoal e profissional estabilizada no país de acolhimento. No entanto, mesmo não perspectivando um regresso expressam igualmente um desejo de contribuir à distância para o desenvolvimento do sistema científico português, visto ainda como por vezes pouco atractivo e padecente de algumas carências.

Relativamente aos que efectivamente retornam, entre as principais motivações apresentadas contam-se imperativos legais (no caso de investigadores com contratos prévios),

razões de proximidade familiar ou saudades de Portugal, o desejo de contribuir para o sistema científico português e a falta de alternativas de carreira no estrangeiro (Delicado, 2010). No entanto, tanto ao nível das motivações para o retorno como ao nível das modalidades de reintegração e seus desafios específicos, novamente se denotam diferenças significativas ao nível geracional. Assim, nas gerações de anos 70 e 80, que normalmente mantinham contratos prévios com instituições portuguesas, o regresso estava não só assegurado como havia subjacente uma obrigação formal ou moral de o fazer (Delicado, 2010).

Entre as gerações mais novas, a saída é feita muitas vezes sem qualquer vínculo a uma instituição nacional e a integração após o retorno é feita sobretudo através de bolsas de pós-doutoramento em centros de investigação universitários ou convites de instituições de investigação nacionais, com quem os jovens investigadores frequentemente desenvolvem ou mantém contactos mesmo que informais (Delicado, 2010). Estes cientistas mais jovens regressam sobretudo por motivos de ordem familiar e, embora partilhem muitas das dificuldades no processo de retorno presentes nas gerações mais antigas (peso excessivo de tarefas burocráticas e lectivas, dificuldade de reintegração em equipas estabelecidas e constrangimentos materiais ao nível institucional), têm ainda enormes dificuldades ao nível da construção de uma carreira científica não pautada pela incerteza e precariedade (Delicado, 2010).

2.5.2. Mobilidade, internacionalização e circulação de conhecimento

Nas últimas duas décadas, Portugal teve progressos muito assinaláveis em diversas dimensões de análise ao seu sistema científico (Patrício, 2010). Esses resultados foram obtidos através de um conjunto de instrumentos e políticas como a adopção de avaliações internacionais para tomadas de decisão ao nível do financiamento das instituições, o estabelecimento de metas a atingir pela sua comunidade científica ao nível de *outputs* internacionais, a promoção de parcerias e projectos colaborativos ao nível internacional, nomeadamente intra-europeu, o investimento sério no aumento de doutorados no sistema e, como vimos, uma política de bolsas que permitiu a um número considerável de cientistas portugueses a obtenção de formação avançada no estrangeiro e cientistas estrangeiros a integração no sistema científico nacional.

O regresso dos cientistas que foram fazer a sua formação avançada no estrangeiro tem tido um impacte inegável no sistema científico nacional, não só ao nível da qualificação do

peçoal científico e da dinamização e abertura a novas ideias e novas formas de fazer e pensar na actividade científica mas, sobretudo, ao nível da internacionalização do sistema através de colaborações e co-publicações de cariz internacional (Delicado, 2010).

Na verdade, a extrema internacionalização do sistema de investigação português, quando comparado com outros países industrializados, tanto a nível das publicações científicas (cerca de metade são produzidas em colaboração internacional) como de patentes, é explicada, em grande medida, precisamente em função dessa enorme mobilidade internacional dos investigadores portugueses (e do seu retorno) tanto ao nível do doutoramento como, mais recentemente, do pós-doutoramento (e da consequente mobilização de redes interpessoais e institucionais de colaboração científica que trazem consigo).

Esta persistência e relevância de laços com investigadores e instituições internacionais onde os cientistas portugueses tiveram trajectórias de mobilidade prolongadas (superiores a um ano) é aliás sugerida em Fontes, Videira e Calapez (2013) num estudo exploratório, através de resultados que parecem confirmar a influência de co-localizações prévias na composição das redes de conhecimento mais relevantes apresentadas por cientistas portugueses em algumas áreas científicas.

Estas redes interpessoais de cariz internacional constituem assim um recurso que os investigadores portugueses fazem valer, como forma de acederem a meios que lhes faltam dentro do país e que extravasa inclusivamente o próprio campo da investigação puramente académica. Num estudo sobre a criação de empresas de biotecnologia em Portugal (Fontes, 2005), fica bem patente a importância das redes pessoais internacionais dos cientistas empreendedores (baseadas sobretudo em processos de mobilidade internacional dos próprios ou de algum ‘mediador’ numa universidade nacional) na obtenção de conhecimento e recursos cruciais para a sobrevivência das empresas, dada a sua localização periférica face aos principais centros científicos e grandes mercados da indústria.

Apesar destas vantagens, vimos que fluxos de mobilidade desequilibrados ao nível agregado podem igualmente trazer desvantagens aos países emissores. Embora, a relação entre circulação de pessoas e de conhecimento seja, como vimos, muito mais complexa do que era idealizado nas teorias do *brain drain*, a verdade é que um grande desequilíbrio entre os processos de saída e de entrada de cientistas num determinado sistema nacional de ciência traz prejuízos aos países que se mostram incapazes de reter os seus recursos humanos mais qualificados (Mahroum, 2005; Fontes, 2007).

Sendo Portugal um país mais de saída do que de entrada, apesar de programas recentes que procuraram atrair investigadores estrangeiros através de bolsas prolongadas (programa

Ciência), as mais recentes dificuldades económicas sentidas ao nível do país e das instituições universitárias e de investigação, vêm agravar tanto os riscos de *brain drain* como de *brain waste*. Ou seja, num sistema cujas instituições demonstravam já claramente dificuldades na absorção de cientistas sem ser através de bolsas (nomeadamente os mais jovens), a falta de posições e a precariedade nas existentes podem obviar ao regresso de muitos cientistas actualmente a fazerem a sua formação no estrangeiro ou, caso regressem, pode levá-los a não arranjam colocação em posições onde possam ser cientificamente mais produtivos.

Por outro lado, embora a formação dos cientistas em ambiente internacional e a construção e participação em de redes internacionais fossem apresentadas como objectivos a atingir pela prossecução de políticas de apoio à mobilidade, é inclusivamente difícil perceber até que ponto a mobilidade dos cientistas pode ser igualmente encarada como uma forma que os investigadores e governos sucessivos encontraram para lidar com a ausência de estratégias de valorização de um mercado de recursos humanos em investigação de base nacional (Araújo, 2007), que combinem o fortalecimento da rede diaspórica com incentivos ao regresso e com a criação de condições para que este regresso seja efectivo (Fontes, 2007).

2.6. Breve síntese do capítulo e suas implicações

Ao longo deste capítulo, pudemos aprofundar e contextualizar a evolução das perspectivas teóricas sobre a mobilidade dos cientistas, tanto na literatura nacional como internacional e evidenciar a importância que estas trajectórias de mobilidade assumem na arena científica actual, para investigadores, instituições de investigação e ensino e decisores políticos aos mais diversos níveis. As trajectórias de mobilidade dos cientistas permitem, como vimos, não apenas o contacto com conhecimento novo e com novas formas de ‘fazer’ e ‘julgar’ na actividade científica (Allen, 2000) mas são igualmente determinantes para a construção do seu capital humano e social (Murray, 2004).

As políticas de fomento das trajectórias de mobilidade e de retorno dos cientistas, bem como da potenciação das redes diaspóricas de cientistas nacionais, baseiam-se na premissa de que é possível potenciar para os sistemas científicos nacionais não apenas o capital humano dos cientistas, mas também a sua inserção em redes internacionais de conhecimento, potenciada por essas mesmas trajectórias de mobilidade.

No entanto, existem ainda lacunas importantes, ao nível teórico e sobretudo empírico, no nosso conhecimento sobre: i) o papel da mobilidade científica e dos diferentes tipos de proximidade que proporciona na construção de redes de conhecimento; ii) a persistência dessas redes após o retorno dos cientistas a um determinado sistema científico nacional e o seu papel nas dinâmicas de acesso ao conhecimento desses cientistas; e iii) o impacto dessas redes na circulação de conhecimento entre países (Jonkers e Tijssen, 2008).

Estas são dimensões analíticas e empíricas para as quais pretendemos contribuir ao longo deste estudo.

CAPÍTULO III – A estruturação dos processos de produção e circulação de conhecimento científico: ‘ciências antigas’ e ‘novas ciências’

Introdução

Uma das grandes questões de natureza epistemológica com que se têm confrontado disciplinas como a filosofia e a sociologia da ciência, é a da forma como é produzido o conhecimento científico e quais as dinâmicas internas à comunidade científica que permeiam a produção e validação desse conhecimento, nomeadamente ao nível da sua estruturação em torno de disciplinas científicas e da movimentação e interacção dos agentes nesses campos disciplinares (Popper, 1959; Kuhn 1970; Lakatos 1970; Merton, 1942; Bourdieu, 2001; Whitley 2000).

No entanto, os processos de produção e disseminação de conhecimento científico, bem como a sua estruturação, dinâmicas e actores, têm sofrido alterações profundas nas últimas décadas (Gibbons et al. 1994; Bonaccorsi 2008), embora não seja claro nem consensual que estas alterações tenham afectado de igual modo os diferentes campos disciplinares do sistema científico.

Importantes descobertas científicas e tecnológicas, como os computadores, a descoberta da dupla hélice do ADN e o ‘Scanning Tunneling Microscope’ (STM), dão origem ou enorme impulso a ‘ciências novas’ como, respectivamente a ciência computacional, a biologia molecular e biotecnologia e a nanotecnologia. Estas ‘ciências novas’, posteriores à Segunda Guerra Mundial, e de carácter marcadamente tecnológico, apresentam, segundo alguns autores, características substantivamente diferentes, ao nível dos seus modos de produção e circulação de conhecimento, das chamadas ‘ciências antigas’, originárias da revolução científica do séc. XVII, como a física, a química e a biologia. (Bonaccorsi, 2008).

No entanto, estas conceptualizações e delimitações são necessariamente problemáticas e, por vezes, redutoras de uma realidade que é inerentemente complexa e fluida. Dado que uma das questões que se colocam com este trabalho se prende com a possível diferenciação, ao nível das redes de conhecimento e dinâmicas de acesso ao conhecimento através das redes interpessoais, entre cientistas com diferentes pertenças disciplinares, esta é uma discussão que urge fazer. Adicionalmente, poderemos contribuir para o debate e *corpus* teórico e empírico de como circula o conhecimento científico e se efectivamente há diferenças a este nível entre

ciências antigas e mais estabelecidas e novos campos disciplinares de base tecnológica como a biotecnologia e a nanotecnologia.

3.1. Os processos de produção e validação do conhecimento científico e sua estruturação em torno de disciplinas

Os processos de produção e validação do conhecimento científico, bem como as dinâmicas sociais e de estruturação interna da actividade científica, têm sido alvo de inúmeras abordagens, particularmente no seio da filosofia e sociologia da ciência.

Embora ambas as disciplinas defendam o carácter eminentemente social destes processos de produção e validação do conhecimento científico, a abordagem da filosofia da ciência tende a apresentar uma perspectiva mais normativa. Entre os autores que se debruçam sobre a temática destacam-se os trabalhos seminais de Popper (1959) Kuhn (1962) e Lakatos (1970).

Para Popper, todo o conhecimento que se pretenda assumir como científico tem de ser inerentemente falsificável (Popper, 1959), ou seja, os cientistas têm necessariamente de tentar provar que as suas hipóteses são erradas. Se a teoria ultrapassa com sucesso esse processo de falsificação deverá ser aceite pela comunidade científica, do mesmo modo que, se se verificar o contrário, deve ser abandonada. No entanto, a aceitação de uma determinada teoria não implica a sua veracidade, na medida em que todo o conhecimento mantém a sua natureza essencialmente conjectural, até à sua eventual falsificação.

Complementando e complexificando esta definição, Lakatos (1970) argumenta que, este processo de falsificação, não implica necessariamente que os programas de investigação antigos sejam completamente abandonados pelos mais recentes, na medida em que as suas hipóteses centrais se encontram protegidas por outras hipóteses secundárias, que são mais facilmente abandonadas, melhoradas ou (re)criadas. Por exemplo, a teoria de Newton não foi inteiramente abandonada pelos cientistas com a teoria da relatividade de Einstein, sendo ao invés sucessivamente alterada e melhorada (Battard, 2012).

Por oposição, em Kuhn (1962, 1970), a evolução dos programas de pesquisa (ou paradigmas na sua definição) segue uma lógica mais disruptiva. Para Kuhn um paradigma é um conjunto de conceitos, hipóteses práticas, métodos e crenças fundamentais e centrais à produção de conhecimento numa determinada área ou disciplina científica. Naquilo a que chamou de *ciência normal*, os cientistas produzem e testam um sem número de hipóteses,

enquadradas dentro dessa estrutura central, melhorando a própria teoria e produzindo conhecimento acumulável e partilhado nessa comunidade científica (Kuhn, 1962). Quando o núcleo central de teorias e práticas subjacentes a esse determinado campo ou área científica é posto em causa, de forma continuada e consistente, dá-se então uma ruptura paradigmática, originando novas teorias que, uma vez testadas e aceites pela comunidade, iniciam um novo ciclo de *ciência normal*.

Uma das principais noções que se retiram sobre este trabalho proveniente da filosofia da ciência, e que será utilizada e aprofundada pela sociologia da ciência, é a de que o conhecimento científico não provém apenas através de dados observacionais e experimentais ou pela força da lógica e razão individuais mas que depende para a sua estrutura, de dinâmicas e conteúdos de fenómenos eminentemente sociais (Barnes et al. 1996). Neste sentido, quando se pretende analisar as dinâmicas de produção e circulação de conhecimento científico, seja numa área específica do saber ou de uma forma mais global, é essencial perceber as dinâmicas sociais que enquadram esses fenómenos.

Com o desenvolvimento da sociologia da ciência, ao invés de tentarem responder à questão de índole mais filosófica das condições em que o conhecimento pode ser cientificamente verdadeiro, os sociólogos da ciência começaram a analisar a governação das instituições de produção de conhecimento científico (Merton, 1942, 1973) e a questionar em que condições uma proposta de conhecimento se torna aceite pelos cientistas como sendo científico (Shapin, 1984; Collins, 1986)

Um conceito importante para começar a abordar essas questões é o conceito de *campo científico*. Para Bourdieu, todo o campo (e necessariamente o campo científico ao qual aliás dedica um interesse particular) se constitui, por um lado, como irreduzível às intenções dos indivíduos e às interacções sociais nas quais se inserem e, por outro lado, como um espaço de concorrência estruturado em torno dos interesses específicos segundo os quais os agentes se distribuem, em função do volume e estrutura dos seus capitais culturais, económicos e simbólicos. No entanto, e apesar desta definição segundo características gerais e comuns, todos os campos detêm igualmente a sua própria especificidade, que lhe advém da sua própria lógica de funcionamento e da sua evolução específica.

Na sua formulação, o campo científico global é descrito como “um conjunto de campos locais que têm em comum interesses e princípios mínimos” (Bourdieu, 2001, p.103). Estes campos locais não são, no entanto, completamente independentes uns dos outros no sentido em que se regem por princípios unificadores de racionalidade e de interesses e se constituem, na prática, enquanto *disciplinas*, detentoras da sua própria historicidade e

competindo, interna e externamente, em torno dos interesses dos agentes que nelas se movimentam e interagem.

Esta noção de campos disciplinares, ou disciplinas assume assim uma grande importância na produção, legitimação e circulação do conhecimento científico e deve ser analisada com mais detalhe. Uma disciplina científica pode ser definida enquanto “possuidora de um problema central com temas considerados relevantes para esse problema e tendo explicações, objectivos e teorias relacionadas com esse problema” (Porter et al. 2006 citado por Wagner et al. 2011: 15).

A estrutura disciplinar da ciência tem as suas raízes remotas no séc. XVIII, processo que se acelerou ao longo do séc. XIX, primeiro com os financiamentos dedicados a laboratórios como os de Pasteur e dos Curies e, seguidamente, com a reestruturação do ensino superior pelo desenvolvimento e disseminação do modelo Humboldtiano das universidades de pesquisa na Alemanha e Estados Unidos.

Em meados do séc. XX as distinções disciplinares eram suficientemente marcadas para investigadores como Boulding (1956) e Price (1963) lamentassem o isolamento e a falta de intercâmbio de conhecimento entre os membros de diferentes disciplinas. (Wagner et al. 2011).

Esta delimitação entre diferentes campos ou disciplinas científicas foi sendo aprofundada na medida em que cumpre funções importantes, tanto para o desenvolvimento das próprias disciplinas como para os cientistas que nelas trabalham e nas quais se especializam. Em primeiro lugar, a construção dessas fronteiras estruturantes da actividade científica permite que a disciplina cresça, evolua e se autonomize, tornando-se uma ciência estabelecida e independente de estados, indústrias e outras disciplinas científicas (Gieryn, 1983 citado por Battard, 2012).

Em segundo lugar, as delimitações disciplinares permitem a criação de comunidades identificadas de especialistas, o que facilita a criação de autoridade intelectual (Gieryn, 1983 citado por Battard, 2012) por parte desses especialistas e melhora as suas oportunidades de carreira, uma vez que facilita o processo de acreditação e as oportunidades de entrada e subida na carreira científica (Latour e Woolgar, 1979).

Em terceiro lugar, o processo de delimitação entre diferentes campos disciplinares permite a identificação de conhecimento fundamental, métodos e formas de pensar a realidade que será institucionalizada e ensinada, dessa forma reproduzindo se e sendo mantida por uma determinada comunidade. É dentro desses limites que dados são produzidos, aceites e publicados, numa dinâmica de produção, validação ou refutação do conhecimento dessa

comunidade específica. As disciplinas encontram-se estruturadas em torno de paradigmas (Kuhn, 1962) que permitem a acumulação de conhecimento (Merton, 1942). Este conhecimento, por seu turno é materializado pelas diferentes escolas, que ensinam conceitos, métodos e formas de pensar específicas, em concordância com esses mesmos paradigmas. Cria-se deste modo ‘um contexto social de transmissão e educação e um corpo social que auto reproduz’ (Schummer, 2004). Segundo a literatura da sociologia da ciência sobre as dinâmicas da investigação e a sua estruturação disciplinar, estas disciplinas podem ser assim vistas enquanto construções sociais com dimensões cognitivas firmemente associadas (Weingart, 2000; Becher e Trowler, 2001), *tribos com territórios* nesta formulação de Becher.

Estes territórios podem ser de tal forma estanques que na sua obra de 1997 sobre a evolução do campo da microfísica entre 1945 e 1995, Peter Galison defende que, neste campo, se desenvolveram ao longo do tempo três linhas de pesquisa substantivamente diferenciadas e autónomas: uma teórica, uma experimentalista e uma instrumentalista. Essas microculturas, relativamente autónomas do ponto de vista cognitivo e com um certo grau de homogeneidade entre si, pressupõem uma base comum de conhecimentos e uma vontade de troca de informação para além da sua própria comunidade, mas mostram que, mesmo dentro de uma determinada área científica, existem fronteiras relativamente sedimentadas e que podem levar a trabalhos paralelamente redundantes por falta de comunicação entre si.

Também em Bourdieu (2001) e em Whitley (2000) a ideia de disciplina científica é defendida, mas estes autores estão conscientes da plasticidade dos campos disciplinares. Assim, para Bourdieu, mesmo que as disciplinas sejam dotadas de uma certa estabilidade, devido ao seu carácter institucionalizado e à sua historicidade, as suas fronteiras permanecem um jogo constante de lutas que afectam o campo científico no seu todo. Mas apesar da relativa plasticidade dos campos disciplinares, essas fronteiras não são facilmente transponíveis, o que pode levar situações de fechamento na produção de conhecimento científico.

3.2. Para uma conceptualização de multidisciplinaridade e interdisciplinaridade em Ciência

Apesar desse relativo fechamento disciplinar, existe uma tendência, cada vez mais discernível desde os anos 70 do séc. XX, para o crescente cruzamento entre disciplinas, concomitante com um maior enfoque nas pesquisas científicas orientadas para a resolução de

problemas sociais e na investigação em engenharias (Schmidt 2008 citado por Wagner et al., 2011).

Para descrever este fenómeno têm surgido ao longo do tempo conceitos como a multidisciplinaridade, a interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade, embora a sua definição e fronteiras nem sempre sejam explícitas nem a própria dicotomia entre investigação disciplinar e interdisciplinar isenta de questionamento e controvérsia. Apesar da atenção que o tema tem assumido junto das próprias universidades, entidades financiadoras e programas governamentais, existe um número relativamente reduzido de estudos focados nas questões associadas a essa temática (Jacobs e Frickel, 2009).

Em termos gerais a interdisciplinaridade pode ser definida enquanto “a integração ou síntese de duas ou mais disciplinas distintas, corpos de conhecimento, ou formas de pensamento para a produção de significados, explicações ou produtos que são mais extensivos ou poderosos do que as suas componentes” (Rijnsoever e Hessels 2011).

Porter et al. (2007) e Rafolds e Meyer (2010) colocam novamente em enfoque como aspecto central da definição da interdisciplinaridade o da integração de diferentes conceitos, técnicas e dados de diferentes campos disciplinares no processo cognitivo de produção de conhecimento e não propriamente a transgressão das fronteiras entre esses mesmos campos disciplinares.

Klein, (1996: 153) salienta a existência de muitas formas de interdisciplinaridade desde “simples empréstimos e espessamento metodológico a enriquecimento teórico, sítios convergentes e uma mudança geral para novas posições cruzadas e antidisciplinares que enfrentam o problema de como os significados são produzidos, mantidos e desconstruídos”. A interdisciplinaridade é assim melhor compreendida como uma variedade de formas de estabelecer pontes e confrontar as abordagens disciplinares dominantes (Huutoniemi et al., 2010) e um modo de pesquisa que integra diferentes corpos de conhecimento, i.e uma característica cognitiva do próprio processo de pesquisa. (Klein, 2000; Rafols e Meyer, 2007; Porter et al., 2006).

No entanto, de todas as definições de interdisciplinaridade que surgiram, uma das mais concretas é a que a distingue do conceito vizinho de multidisciplinaridade. Numa definição muito consensual na literatura, um determinado campo é multidisciplinar quando envolve pelo menos duas disciplinas (Heinze e Bauer, 2007) mas com uma interação limitada entre si, ou seja, com “uma relação entre as disciplinas envolvidas bastante solta, aditiva ou preliminar” (Schummer, 2004). Embora existam trocas de conhecimento, informação e métodos as disciplinas permanecem separadas entre si e a estrutura do conhecimento não é

questionada (Klein, 2010). Um campo pode ser fortemente multidisciplinar sem que haja verdadeira interdisciplinaridade, i.e uma mais sintética e aprofundada interação entre as disciplinas que o compõem, que requer “laços fortes, sobreposição ou integração” (Schummer, 2004). No entanto, normalmente a multidisciplinaridade é o primeiro passo para que um campo se venha eventualmente a tornar interdisciplinar.

Por seu lado, a transdisciplinaridade constituir-se-ia como um aprofundamento ainda maior da interdisciplinaridade, implicando a colaboração entre membros de disciplinas diferentes por períodos prolongados e a criação de quadros conceptuais e metodológicos compreensivos e sínteses globais, que transcendem as próprias conceptualizações disciplinares (Wagner et al. 2010). Uma outra conotação de transdisciplinaridade seria igualmente a de implicar investigação trans-sectorial, orientada para a resolução de problemas e envolvendo um grande espectro de actores e partes interessadas na sociedade (Klein, 2008). Deve-se, no entanto, ter em conta que todas estas definições entre investigação multidisciplinar, interdisciplinar ou transdisciplinar se tornam extremamente difíceis de aplicar na compartimentação de uma actividade tão complexa e diversa como a investigação científica, devendo ter sempre em conta as particularidades do contexto (Spaapen et al. 2007 citado por Klein, 2008).

De qualquer modo, algumas condições específicas parecem favorecer ou condicionar a produção de conhecimento multidisciplinar ou interdisciplinar. Embora esta relação careça ainda de comprovação empírica (Woelert e Millar, 2013), parece existir ainda uma certa discrepância entre as possibilidades de investigação interdisciplinar sobre temas transversais e um sistema de carreira académica que favorece a especialização, nomeadamente através dos critérios editoriais das principais revistas, que têm uma base disciplinar (Carayol e Thi, 2005). Investigadores a tempo inteiro e com posição assegurada estão assim teoricamente melhor posicionados para a produção de trabalho interdisciplinar do que os investigadores mais jovens e ainda sem posição académica ou de investigação assegurada, que necessitam em primeiro lugar de construir um currículo dentro da sua própria disciplina. Do mesmo modo, uma forte diversidade disciplinar e comunicação densa ao nível da equipa de investigação e a existência de conexões com a indústria e financiamento contratual (quer público quer privado) são igualmente condições apresentadas na literatura como tendencialmente mais propícias para a produção de conhecimento interdisciplinar (Carayol e Thi, 2005).

Outro grande factor que tem sido insistentemente apontado na literatura como provável potenciador da possibilidade e necessidade por parte dos investigadores para a

colaboração multidisciplinar ou interdisciplinar é a disciplina ou campo científico em que exercem a sua actividade de investigação, tema que iremos aprofundar no próximo ponto.

3.3. A reestruturação da actividade científica: a problemática distinção entre ‘ciências antigas’ e ‘ciências novas’

Parece haver um consenso na literatura de que os modos de produção e circulação de conhecimento, bem como as características e estruturação da actividade científica em geral têm sofrido alterações profundas nas últimas décadas. Concomitantemente, deu-se o surgimento de um conjunto de *ciências novas*, surgidas a partir da Segunda Guerra Mundial, como as ciências da computação e informação, as ciências da vida baseadas na biologia molecular, a ciência dos materiais e a nanotecnologia, entre outras, que tiveram um crescimento e desenvolvimentos espectaculares nas últimas décadas. A estas *ciências novas*, apesar de manterem óbvias relações e estreitos laços com as chamadas *ciências antigas*, nascidas a partir do séc XVII (Bonaccorsi, 2008), têm sido associadas características relativamente distintas ao nível da produção e circulação de conhecimento (Gibbons et al. 1994; Bonaccorsi 2007, 2008), embora não haja absoluto consenso quanto a quais são essas características, como se operacionalizam ou em que campos especificamente se encontram.

Um dos modelos mais reconhecidos quanto a essas diferenças e à reformulação da actividade científica foi proposta por Gibbons (1994), enquanto uma transição entre ciência de *Modo 1* e de *Modo 2*. De acordo com este autor, as ciências mais antigas, como a física, a química e a biologia produzem ciência de *Modo 1*, fundamentalmente de base disciplinar, ancorada institucionalmente em investigação básica realizada em universidades ou grandes laboratórios de financiamento público, e conduzida por um investigador ou grupo de investigação específico. Pelo contrário, o surgimento das chamadas *ciências novas* vem acompanhado de uma nova forma de fazer ciência, predominantemente multidisciplinar ou interdisciplinar, baseada em redes de conhecimento partilhado e orientada para resolução de problemas e desafios sociais. Para Heinze e Kuhlmann (2008) nestas *novas ciências* de base tecnológica, uma parte considerável da pesquisa é realizada precisamente na intersecção entre disciplinas científicas estabelecidas e entre investigação fundamental e aplicada, fundamentada na construção de complementaridades cognitivas e institucionais.

Outros autores apontam para a existência de uma maior interdisciplinaridade nas *ciências novas* ao nível das suas práticas cognitivas, apontando o papel do uso não apenas de

referenciais comuns mas igualmente de instrumentos, como por exemplo determinados microscópios, que sendo usados de forma transversal a várias disciplinas científicas servem de conectores entre estas e de difusores de conhecimento tácito (Latour, 1987; Shinn e Joerges, 2002; Heinze e Kuhlmann 2008).

Embora se possa igualmente afirmar que não existe uma inteira transição e que os dois modos de fazer ciência coexistem e evoluem simultaneamente em diversos campos (Hessels e Lente, 2008), nesta nova forma de fazer ciência o conhecimento é assim muito dirigido para aplicações concretas, pragmático e baseado em critérios de procura por parte dos financiadores, sejam eles privados ou públicos (Jansen et al., 2010). Esta tendência tem efeitos significativos em instituições, disciplinas, práticas e políticas (Gibbons et al. 1994). Enquanto que a produção de conhecimento científico de *Modo 1* era assim fundamentalmente de base disciplinar e localizada em instituições científicas é agora mais interactiva e socialmente distribuída (Hessels e Lente, 2008).

Assim, encontra-se sujeita, à necessidade de procura de novas complementaridades institucionais (Bonaccorsi 2008), i.e. a necessidade de reunir contribuições de cientistas a trabalhar em ambientes institucionais diversos, com diferentes tipos de contribuições (Jansen et al., 2010).

Do mesmo modo, o modelo *triple-helix* apresentado por Leydesdorff e Etzkowitz (1998) e Leydesdorff (2000), assinala que, na produção científica actual, as fronteiras entre governo, ciência e indústria se encontram cada vez mais fluidas, implicando uma diversidade organizacional crescente, o que levanta desafios e um novo papel às universidades.

No entanto, continua a não ser claro empiricamente quais os campos científicos que efectivamente seguem este *Modo 2* de produção de conhecimento (Jacob 2001; Jansen et al. 2009; Hessels e Van Lente 2008), nem sobre se as diferenças entre as *ciências novas* e as *antigas* residem efectivamente em questões como a interdisciplinaridade ou a orientação para problemas ou em outros factores como é defendido por Bonnacorsi (2008). Esta distinção entre *ciências novas* e *antigas*, bem como o pressuposto da interdisciplinaridade de umas por oposição às outras, tem sido alvo de um debate intenso.

Tomando como exemplo a nanotecnologia, uma das áreas mais recentes e, apresentada amiúde como das mais interdisciplinares, existem posições relativamente distintas na literatura sobre este pressuposto de efectiva correspondência empírica.

Para Heinze e Kuhlmann (2008), uma das características mais evidentes da nanotecnologia é precisamente a elevada proporção de investigação dentro desta área científica que atravessa campos disciplinares distintos e fronteiras cognitivas estabelecidas.

Do mesmo modo, Etzkowitz e Leydesdorff, confirmam esta proposição através dos seus estudos sobre *ciências novas* em que, através de métodos bibliométricos afirmam a interdisciplinaridade da nanotecnologia que é construída através “da síntese interdisciplinar de interesses de investigação práticos e teóricos” (Etzkowitz e Leydesdorff, 2000: 117).

No entanto, a existência desta convergência entre diferentes disciplinas e campos científicos na nanotecnologia (Avenel et al., 2007; Bozeman et al., 2007; Porter e Youtie, 2009) não implica necessariamente um elevado nível de interdisciplinaridade. Na verdade, através de outros estudos realizados sobretudo com recurso a métodos bibliométricos, tem sido proposto que as bases disciplinares não estarão erodidas (Schummer 2004; Bonnacorsi, 2008), e que o campo apresenta sim múltiplas disciplinas científicas trabalhando lado a lado (Schummer, 2004), mas que em termos de afiliações e colaborações se tendem a manter dentro dos limites da sua própria disciplina. Existem, assim, sobreposições disciplinares e a criação de novas subdisciplinas em torno desta tecnologia mas o grau de convergência não permitirá enunciar uma verdadeira investigação interdisciplinar (Battard, 2012). Assim, a nanotecnologia seria mais um campo multidisciplinar na medida em que requer uma pesquisa multidisciplinar em rede (Meyer e Persson, 1998; Schummer, 2004; Rafols e Meyer, 2007; Islam e Miyazaki, 2009) que recebe contribuições de disciplinas tão diversificadas como a química, a física, a ciência dos materiais, a biologia, as engenharias e a farmacologia, para citar apenas algumas das mais relevantes (Islam e Miyazaki 2010).

Uma proposta mais recente para a diferenciação entre *novas ciências* e *ciências antigas* foi enunciada por Bonnacorsi (2007, 2008), segundo dimensões inteiramente distintas, em que procura distinguir os diferentes *regimes de pesquisa* presentes nos vários campos científicos. Sendo a forma como os cientistas produzem e circulam conhecimento conceptualizado como as dinâmicas de conhecimento específicas de cada campo (Bonnacorsi, 2008), por *regimes de pesquisa* entende-se aqui o conjunto de grandes dimensões que capturam as dinâmicas de conhecimento nas diferentes áreas científicas. Por outras palavras, o *regime de pesquisa* constitui-se como uma descrição sumária tanto do padrão de desenvolvimento como da efectiva actividade de investigação científica num determinado campo. (Bonnacorsi, 2008).

Para este autor, o que distingue as ciências nascidas a partir da segunda metade do séc. XX das ciências anteriormente estabelecidas não é o processo de especialização e criação de novas disciplinas, a interdisciplinaridade ou multidisciplinaridade ou a orientação para

resolução de problemas sociais. Estes elementos não são, segundo o autor, verdadeiramente novos ou são, como vimos, empiricamente questionáveis.

A diferença verdadeiramente significativa das *ciências novas* prende-se fundamentalmente com a crescente complexidade dos fenómenos em estudo nestas novas áreas científicas, suportadas por um crescimento da instrumentação experimental e poder computacional que relaciona de forma completamente nova o natural e o artificial, a explicação e a manipulação. Essa mesma enorme complexidade requer a criação de inúmeras pequenas teorias específicas que abarquem de forma detalhada esta complexidade, não sendo, portanto, propícias à criação de grandes teorias unificadas, mas sim de pequenas teorias específicas e localizadas (Bonnaccorsi, 2008).

Dado que a literatura demonstra que não existe um modelo universal de produção científica, comum a todas as diferentes áreas científicas (Jansen et al., 2010), o conceito de Bonnaccorsi (2007, 2008) sobre *regimes de pesquisa* é operacionalizado em função de três dimensões que permitem comparar tanto o padrão de evolução do conhecimento em cada campo, como a própria *praxis* de pesquisa neles presente (Leydesdorff e Heimeriks, 2001), permitindo analisar empiricamente as diferenças entre as *ciências novas* e as antigas. Assim, os diferentes campos científicos poderiam ser analisados e diferenciados de acordo com: i) o seu grau de crescimento; ii) a sua diversidade cognitiva; e iii) o tipo de complementaridades institucionais presentes no processo de pesquisa. Estes elementos transcendem as disciplinas específicas e podem ser, de certo modo, operacionalizados.

De acordo com esta formulação um *regime de pesquisa* pode assumir essencialmente dois tipos de padrão de desenvolvimento: um padrão mais convergente e um padrão mais divergente. Um *regime de pesquisa* convergente é associado normalmente a campos ou disciplinas mais estabelecidas, que seguem um determinado paradigma e produzem conhecimento complementar a esse mesmo paradigma. Isto dificulta a entrada de novos membros e a proposição de teorias alternativas por parte dos cientistas mais novos. Num *regime de pesquisa* divergente, típico das *ciências novas* como a nanotecnologia, assiste-se ao invés a uma proliferação de diferentes sub-teorias e hipóteses que se traduzem na exploração simultânea de diferentes linhas de pesquisa e na criação de novos campos e áreas de pesquisa. Este regime divergente permite a exposição a um número crescente de outros campos científicos criando com o tempo ainda maior diversificação, maior produção de conhecimento, bem como um aumento da qualidade da pesquisa na área (Bonaccorsi, 2008) e consequente atracção de cada vez mais investigadores e actores para essa área.

Desta forma, as *ciências novas* pela grande divergência dos seus *regimes de pesquisa*, apresentam taxas de crescimento da sua produção científica extremamente elevadas, medidas através do volume de publicações e patentes, não só durante a sua fase inicial, mas igualmente em fases de maior maturidade (tendo este fenómeno sido estudado por exemplo na biotecnologia). Isto é substancialmente diferente das *ciências antigas* que tendem, como vimos, a desenvolver trabalho mais paradigmático, de longo prazo e assim com taxas de crescimento substancialmente menores.

Por último, as *ciências novas* requerem um maior e mais diverso universo de complementaridades. Para além do uso das infraestruturas físicas, comum às *ciências antigas*, é agora necessária a integração de competências heterogéneas de vários campos disciplinares (complementaridade cognitiva) e a cooperação com diferentes tipos de actores presentes no sistema de produção de conhecimento, sejam estes oriundos da indústria, universidade ou laboratórios clínicos (complementaridade institucional). Este aumento e diversificação das complementaridades torna-se mensurável pelo aumento das colaborações nacionais e internacionais com diferentes tipos de actores e crescentes ligações à indústria nestas ciências novas (Heimeriks e Leydesdorff 2012). Este modelo permite assim analisar as propriedades dinâmicas de cada campo específico e examinar os seus diferentes *regimes de pesquisa* (Bonnacorsi, 2008). Alguns destes debates serão apropriados e aprofundados neste estudo, nomeadamente na relação entre as pertenças disciplinares dos cientistas e as suas dinâmicas de acesso ao conhecimento através de redes interpessoais, nomeadamente ao nível das complementaridades cognitivas e institucionais presentes nessas redes.

3.4. A biotecnologia e a nanotecnologia enquanto exemplos paradigmáticos dos novos regimes de pesquisa

A biotecnologia emergiu na intersecção da biologia e da química orgânica (Grodal e Thoma, 2009), impulsionada pelo desenvolvimento da engenharia genética (Powell et al. 1996; Zucker et al. 1998) e tem aplicações em sectores tão diversos como o farmacêutico, a agricultura, o processamento de comida, entre outros. O seu desenvolvimento e potencial de aplicabilidade à indústria farmacêutica inaugura, durante os anos 70 e 80, uma nova forma de organização industrial e cognitiva, baseada em redes, numa forte interacção entre a indústria e as universidades (Leydesdorff e Heimeriks, 2001) e numa divisão de trabalho entre diversas instituições complementares (ex: novas empresas, empresas farmacêuticas incumbentes,

universidades, financiadores, etc.), o que levou à multiplicação de parcerias de pesquisa entre organizações privadas e públicas (Powell et al. 1996, 2010; Orsenigo 1989).

A nanotecnologia é geralmente definida como a procura de avanços científicos e técnicos específicos da matéria ao nível do nanómetro (Bozeman et al. 2007). Uma definição global e mais integrada define a nanotecnologia como a compreensão e controlo da matéria à escala nano (um bilionésimo do metro) e que envolve: (i) pesquisa e desenvolvimento tecnológico ao nível atómico, molecular ou macromolecular nas dimensões entre 1 e 100 nm; (ii) a criação e utilização de estruturas, aparelhos e sistemas que possuem propriedades e funções novas por causa dessa sua dimensão; e (iii) a capacidade de controlar e manipular a matéria à escala atómica (Bonaccorsi e Thoma, 2007).

Em termos históricos o surgimento do conceito de nanotecnologia remonta ao ano de 1959, no qual Richard Feynman fez a sua aclamada comunicação intitulada *There is Plenty of Room at the Bottom*. Na sua argumentação sugeria que as fronteiras do conhecimento e tecnologia que urgia transpôr, não seriam encontradas apenas na física tradicional mas igualmente nos campos de dimensão nano. No entanto, só nos anos 80, a invenção do ‘*Scanning Tunneling Microscope*’ (STM), um sistema de imagem computadorizado com uma sonda de superfície, e do ‘*Atomic Force Microscope*’ (AFM), instrumentos que permitiam a manipulação de átomos individuais e moléculas, vieram revolucionar e impulsionar definitivamente o campo. A democratização destes dois equipamentos tecnológicos levou a que laboratórios por todo o mundo pudessem proceder a investigação no campo (Battard, 2012).

Ao nível da sua importância, do mesmo modo que tecnologias revolucionárias como a electricidade, o motor de combustão interna e, mais recentemente, as TIC tiveram consequências económicas que se estenderam até aos dias de hoje, diversos autores encaram as tecnologias com raízes em investigação básica, conduzida sobretudo a partir dos anos 70 e 80, em campos como a biotecnologia e a nanotecnologia, como potencialmente igualmente marcantes tanto ao nível da produtividade e crescimento económico como na procura de respostas a desafios sociais.

Teorias e estudos sobre a gestão da tecnologia e da inovação defendem de facto que algumas mudanças tecnológicas têm efeitos tão pervasivos na economia que provocam uma mudança no paradigma técnico-económico, acarretando uma disrupção ou renovação em muitas indústrias existentes (Dosi, 1982; Freeman e Perez, 1988; Perez, 2000; Islam e Miyazaki 2010).

A nanotecnologia, em particular e de forma mais recente, é assinalada como um novo horizonte para a ciência e indústria e um dos campos científicos baseados em tecnologia marcantes para o séc. XXI (Battard, 2012), no mesmo patamar dos que as TIC e a biotecnologia (Miyazaki e Islam, 2007), mas com a particularidade de ter o potencial de promover uma grande convergência entre vários sectores tecnológicos distintos.

Pode ajudar na miniaturização de aparelhos das TIC, contribuir para acelerar avanços e resolver questões fundamentais relacionadas com o sistema imunitário, a genómica ou a produção de energias renováveis (Heimeriks e Leydesdorff, 2012).

Os proponentes dessa transformação falam numa convergência das NBIC (Nanotecnologia, Biotecnologia, TIC e Ciências Cognitivas) que se traduza numa verdadeira zona comum de trabalho científico e tecnológico. As expectativas sobre o potencial da nanotecnologia não concernem assim apenas a inovação industrial, mas também o seu impacto na criação de uma indústria genérica que se relacione, penetre e transforme as outras indústrias (Bozeman et al. 2007).

Um bom exemplo desta convergência é o campo de nanobiotecnologia, que combina estruturas biológicas com moléculas inorgânicas. Após o seu surgimento nos anos 90 tem tido um crescimento espectacular, acompanhado pela criação de inúmeras empresas (Darby and Zucker 2003) que comercializam resultados sobretudo no campo dos processos de diagnóstico e desenvolvimento de medicamentos (Grodal e Thoma, 2009).

Tanto a biotecnologia como a nanotecnologia, que seleccionámos neste estudo como exemplos dessas *novas ciências*, comungam assim de paralelismos e semelhanças muito importantes ao nível da sua origem, desenvolvimento e regime de pesquisa.

Ambas podem ser consideradas (tal como as outras *ciências novas*) enquanto *áreas científicas de base tecnológica*, em que uma revolução importante em instrumentos analíticos (a descoberta e manipulação da estrutura do *ADN* no caso da biotecnologia e a invenção do *STM* e do *AFM* no caso da nanotecnologia), precede descobertas científicas e desenvolvimento tecnológico subsequente (Rosenberg, 1982 citado por Islam e Miyazaki 2010). A interacção entre os instrumentos analíticos, as técnicas de engenharia e a produção de conhecimento fundamental fazem com que a distinção entre conhecimento científico e tecnológico seja muito menos vincada e discernível nas *ciências novas* face a disciplinas ou áreas científicas mais tradicionais.

Do mesmo modo, são como vimos campos de grande convergência disciplinar. Foi a colaboração de pessoas em disciplinas muito diversas como a química, a física e a zoologia

que levou à descoberta da dupla hélice do *ADN*. Com o surgimento da biologia molecular e o desenvolvimento da biotecnologia biólogos, físicos, químicos e investigadores de áreas diversificadas convergiram para este novo campo (Grodal e Thoma, 2009). Do mesmo modo, a nanotecnologia abarca e recebe contribuições de disciplinas como a física, a ciência dos materiais, a química e a própria biologia molecular, entre outras.

Outro traço comum passa pelo facto de que tanto a biotecnologia como a nanotecnologia são normalmente consideradas como exemplos paradigmáticos dos *regimes de pesquisa das novas ciências* que, na formulação de Bonnacorsi (2008), se caracterizam, como vimos, por ritmos de crescimento elevados, dinâmicas de investigação divergentes e novos tipos de complementaridades que implicam competências que atravessam diferentes disciplinas e uma maior diversidade de actores envolvidos no processo de produção e circulação de conhecimento.

Ambas demonstram os padrões de crescimento elevados e a fluidez cognitiva que caracterizam as *áreas científicas de base tecnológica* emergentes (Avila-Robinson e Miyazaki, 2012). Uma importante fonte da sua grande divergência provém, aliás, da sobreposição e integração entre ciência e engenharia uma vez que enquanto a actividade científica é baseada sobretudo em proposições causais, dedução e reducionismo metodológico, a engenharia se baseia sobretudo em abdução, projecção e adaptação (Bonaccorsi e Vargas, 2010). Desta interacção nasce assim uma proliferação de programas de pesquisa em busca de soluções de engenharia diferentes para outras formas de manipulação da matéria que permitam a resposta às questões científicas colocadas.

Dando como exemplo a nanotecnologia (embora a biotecnologia apresente padrões semelhantes) verificamos que esta tem tido ao longo das duas últimas décadas um aumento do número de publicações e patentes extremamente rápido, claramente acima do da ciência e tecnologia no geral. Bonnacorsi e Thoma (2007) mostram, pelo uso de métodos bibliométricos, que a taxa de crescimento no número de publicações em nanotecnologia a nível mundial entre 1988 e 2004 se situava nos 14% ao ano, face aos 2% no global da ciência. Usando igualmente métodos bibliométricos, Chen et al. (2013), comparam o número de publicações e patentes em nanotecnologia a nível mundial, no período de 2001-2010 face ao período de 1991-2000, e descobrem um aumento de 4,99 e 4,31 vezes respectivamente. No entanto, comparando o período de 2011-2012 ao de 2001-2010 o aumento de número de publicações era já de 1,91 e de patentes de 2,31, o que demonstra claramente a aceleração do crescimento anual do campo (Chen et al., 2013).

Por outro lado, embora alguns autores comecem a debater se a nanotecnologia poderá ou não ser já considerada uma ciência paradigmática, na medida em que possui uma explicação comum baseada na física, instrumentos analíticos comuns e duas abordagens fundamentais de *bottom-up*, baseada na química, e *bottom-down*, proveniente da física (Bonaccorsi e Vargas, 2010), a verdade é que isso não restringe minimamente a enorme e crescente diversidade presente no campo. O processo de criação de conhecimento não é cumulativo (Battard, 2012) nem confirmativo, antes gerando múltiplas ramificações divergentes (Bonaccorsi e Vargas, 2010). Do mesmo modo, tanto ao nível cognitivo como institucional é necessário para o seu desenvolvimento, como na biotecnologia e outras *novas ciências*, um conjunto de complementaridades diversas que se traduzem numa rede de actores e instituições provenientes tanto do sector público como privado (Carlsson et al., 2002, Malerba, 2002).

No entanto, embora tanto a biotecnologia como a nanotecnologia possuam, como vimos, elevados níveis de crescimento, diversidade e complementaridades, os seus regimes parecem diferir ao nível da sua organização dentro destas três fontes de variância, com o contexto de aplicação a contribuir para as dinâmicas de conhecimento nestes campos (Leydesdorff e Heimeriks, 2001).

Na verdade, uma consideração importante, com possíveis implicações ao nível da produção e circulação de conhecimento, prende-se com o grau de maturidade de uma determinada tecnologia. Para muitos autores a nanotecnologia encontra-se de facto no grau de maturidade inicial num ciclo de vida semelhante ao de outras *novas ciências*, hoje em dia mais estabilizadas como as TIC e a biotecnologia (Bozeman et al. 2007; Rothaermel e Thurby 2007). Parte da literatura sobre nanotecnologia usa assim a biotecnologia como *benchmark*, tentando apresentar as suas semelhanças e diferenças (Darby e Zucker, 2003).

Existem ainda assim elementos que apontam para que, nesta primeira explosão da nanotecnologia, os três elementos do regime de pesquisa estejam presentes com ainda maior intensidade e velocidade do que no período inicial de desenvolvimento da biotecnologia (Bonaccorsi e Thoma, 2007), tanto ao nível do número de publicações, como em termos da proliferação de direcções distintas de investigação ou das complementaridades institucionais.

Também os dados das patentes reforçam a ideia de que a nanotecnologia se encontra de facto num estágio muito inicial, dado que 2/3 das patentes têm pelo menos um inventor que também publicou artigos científicos, encontrando-se assim o campo ainda umbilicalmente ligado à investigação académica.

Os estudos de mudança tecnológica e industrial sugerem igualmente que tanto as condições cognitivas como a estrutura industrial segundo as quais o conhecimento é produzido, variam em função do grau de maturidade das tecnologias que lhes são inerentes (Dosi, 1982; Anderson e Tushman, 1990 e Afuah e Utterback 1997). Em *áreas científicas de base tecnológica* em que as actividades científicas permanecem perto da fronteira do conhecimento, este é eminentemente tácito e incorporado nos cientistas que o produzem. Neste sentido, a circulação de conhecimento nestes campos estará, em grande parte, dependente de processos de circulação e mobilidade dos investigadores (Almeida e Kogut, 1999; Bozeman e Mangematin, 2004).

3.5. Breve síntese do capítulo e suas implicações

Como foi referido, um dos objectivos deste trabalho prende-se com a tentativa de contribuir para a compreensão dos processos de circulação e acesso a conhecimento, através de redes interpessoais, em diferentes áreas científicas.

Nesse sentido, apresentámos e problematizámos algumas questões relacionadas com a discussão que decorre na literatura sobre as possíveis diferenças entre os processos de produção e circulação de conhecimento nas chamadas *ciências novas*, face aos que se verificariam nas ditas *ciências antigas*.

Neste capítulo, para além da discussão acima enunciada, pretendíamos igualmente justificar a selecção da biotecnologia e nanotecnologia enquanto exemplos destas *ciências novas* e a pertinência da comparação das redes interpessoais de conhecimento nestas áreas face a outras áreas científicas. As *novas ciências* têm características diferentes das áreas que se regem por regimes mais divergentes, nomeadamente nas suas taxas de crescimento, diversificação e complementaridades

Uma vez que o nosso objecto de estudo não é o desenvolvimento da área científica *per se*, mas sim as redes e os comportamentos colaborativos dos cientistas que nelas trabalham, a análise centrar-se-á necessariamente sobre a questão das complementaridades. Estas tanto podem ser aferidas na sua dimensão cognitiva, do tipo de conhecimento produzido e disseminado (de base ou aplicado, disciplinar ou multidisciplinar), institucional (importância de tipos distintos de organizações presentes na rede, proximidade das relações com a indústria, etc.), como ainda geográfica (nomeadamente ao nível da internacionalização das redes).

Por último, uma vez que, como vimos, a maturidade de uma área científica pode igualmente influenciar os seus regimes de pesquisa, procuraremos discernir as diferenças nos comportamentos colaborativos dos cientistas portugueses que trabalham em biotecnologia face aos que desenvolvem a sua actividade na nanotecnologia.

Capítulo IV - Modelo analítico e desafios metodológicos

Introdução

Neste capítulo, pretendemos apresentar e estruturar os grandes eixos analíticos que norteiam esta investigação, discutindo de forma crítica as diferentes contribuições que recolhemos da literatura anteriormente apresentada e propondo uma abordagem empírica inovadora para o estudo das redes interpessoais de acesso ao conhecimento científico.

Como pudemos constatar, a importância das redes interpessoais e organizacionais na produção e circulação de conhecimento tem sido amplamente reconhecida na literatura (Jansen, 2004). As redes de colaboração facilitam o equilíbrio entre cooperação, que requer confiança, e competição (Jansen et al., 2009), promovem os fluxos de informação e a troca de ideias (Burt, 1992) e juntam actores e tipos de conhecimento heterogéneo, constituindo-se como um mecanismo-chave na investigação científica e tecnológica (Ahuja, 2000; Hagedoorn et al., 2000; Powell et al., 2005; Heinze e Kuhlmann, 2008).

A literatura sustenta ainda que o processo de criação de conhecimento por parte dos investigadores é influenciado pelas suas redes interpessoais (Nahapiet e Ghoshal, 1998; Canella e McFayden, 2013), que desempenham um papel crucial na sua produtividade, no seu acesso ao conhecimento, nomeadamente tácito (Polanyi, 1966; Blackler, 2002) ou de elevada complexidade, e na sua visibilidade no campo e capacidade de aceder a recursos, equipamentos e financiamentos. Ao longo da sua carreira, os investigadores procuram assim não apenas aumentar o seu conhecimento científico especializado, o seu capital humano científico, mas igualmente o seu capital social (Bourdieu, 1986), que lhes permite aceder e mobilizar os recursos embebidos nas relações cognitivas e sociais que estabelecem (Van Der Gaag e Snijders, 2004), que contribuem decisivamente para a sua capacidade de contribuir com conhecimento e competir dentro do seu campo científico (Jonkers e Tijssen, 2008).

Neste estudo, procuramos contribuir para uma melhor compreensão dos processos de construção das redes interpessoais dos cientistas e para os mecanismos de acesso ao conhecimento que estas suportam. Apesar da importância atribuída às redes interpessoais dos cientistas nos processos de produção e circulação de conhecimento, nos diversos estudos já efectuados sobre esta temática, consideramos que existem ainda importantes lacunas teóricas e empíricas no nosso conhecimento sobre o fenómeno.

Estas insuficiências derivam, em primeiro lugar, de uma eventual excessiva fragmentação teórica sobre o tema, em que diferentes autores, disciplinas e corpos teóricos promovem o nosso conhecimento sobre questões muito específicas associadas tanto à análise destas redes em si e dos elementos que as constituem, como dos factores que afectam a sua criação, manutenção e papel nos processos de circulação de conhecimento, mas sem que haja uma visão mais holista e integrada sobre o tema.

No entanto, parte significativa destas lacunas derivam igualmente dos próprios métodos que têm sido aplicados na selecção, recolha e análise dos dados utilizados para a construção das redes. A maior parte dos estudos publicados na literatura têm, por opção ou conveniência e facilidade de acesso, recorrido sobretudo a métodos bibliométricos e a bases de dados secundários, nomeadamente de publicações e patentes, deixando de fora uma importante parcela das redes interpessoais dos cientistas.

A recolha de dados primários sobre estas redes, nomeadamente as que os próprios consideram como sendo as mais cruciais no seu acesso ao conhecimento, é um processo comparativamente mais oneroso em termos de tempo e recursos do que a utilização de dados secundários e apresenta igualmente algumas limitações, que serão discutidas ao longo deste capítulo. No entanto, defendemos que apresenta potencialidades para complementar os resultados obtidos através de outros métodos e para contribuir para uma melhor e mais completa compreensão das redes interpessoais de acesso ao conhecimento dos cientistas.

Nesse sentido, propomos um modelo analítico distinto sobre o tema, alicerçado na recolha de dados primários junto de uma amostra alargada de cientistas doutorados portugueses a trabalhar em instituições de investigação públicas nacionais.

Procuramos, num primeiro momento, mapear, caracterizar e analisar as redes interpessoais de acesso ao conhecimento, de uma forma integrada, em três dimensões analíticas que salientamos e iremos examinar em maior detalhe: i) o processo de construção destas redes interpessoais de acesso ao conhecimento; ii) a sua composição (diversidade institucional e geográfica) e características estruturais; iii) a natureza e importância do conhecimento que por elas circula.

Num segundo momento, que corresponde igualmente à segunda grande preocupação analítica do presente estudo, procuraremos ainda aferir a importância assumida por um conjunto de factores assinalados na literatura sobre o tema, nomeadamente: i) as trajectórias de mobilidade internacional dos cientistas; ii) as suas pertenças disciplinares diferenciadas (com particular ênfase na questão dos novos campos disciplinares como a biotecnologia e a nanotecnologia); iii) e certos elementos socioprofissionais, nomeadamente geracionais e de

carreira, nas características dessas suas redes interpessoais e nas dinâmicas de acesso ao conhecimento que lhes subjazem.

Estes objectivos analíticos, e a sua articulação com os debates na literatura sobre o tema, irão sendo abordados em maior detalhe ao longo do subcapítulo seguinte, referente à construção das dimensões analíticas.

Em seguida, no subcapítulo dedicado aos desafios metodológicos que se nos colocam na prossecução dos desideratos analíticos propostos, iremos apresentar e debater as opções metodológicas assumidas, com particular ênfase na da recolha de dados primários sobre as redes interpessoais dos cientistas. Esta é uma metodologia pouco usada na literatura sobre o tema (e que justifica, em parte, o carácter algo exploratório deste estudo), cujos méritos e limitações importa debater. Iremos ainda apresentar o processo de selecção e construção das variáveis e sua operacionalização. Finalizaremos o capítulo com a descrição da amostra utilizada para este estudo, discutindo a sua representatividade no panorama de investigação nacional, e estabelecendo já, através do cruzamento das diferentes variáveis de caracterização, os diferentes subgrupos que serão utilizados para as análises de resultados subsequentes.

4.1. Modelo Analítico

4.1.1. A construção das dimensões analíticas

Como defendemos anteriormente, embora a importância das redes interpessoais de circulação de conhecimento esteja amplamente documentada na literatura, existem ainda algumas lacunas importantes no nosso conhecimento sobre o tema. Em parte, devido às insuficiências empíricas dos métodos usualmente empregues para a recolha dos dados necessários à sua análise, mas também devido à ausência de estudos que abarquem estas redes de uma forma integrada. Neste primeiro momento de reflexão analítica sobre as redes interpessoais de acesso ao conhecimento dos cientistas portugueses, iremos assim procurar contribuir para o seu mapeamento, caracterização e análise, de uma forma abrangente, ao longo de três dimensões essenciais: i) o seu processo de construção; ii) a sua composição (diversidade institucional e geográfica) e características estruturais; e iii) a natureza e importância do conhecimento que por elas circula.

4.1.1.1. O processo de construção das redes

O processo de construção das redes interpessoais de circulação de conhecimento é, das três dimensões seleccionadas para a análise das redes interpessoais dos cientistas, a que menos atenção tem merecido tanto do ponto de vista teórico como sobretudo empírico, provavelmente por ser a mais dificilmente apreensível através de bases de dados secundários.

Adicionalmente, a maior parte dos estudos que efectivamente procedem a essa mesma recolha de dados primários acabam por promover apenas análises parcelares sobre o processo de construção das redes, que se concentram sobretudo ao longo de duas linhas de investigação distintas.

A primeira, de cariz mais quantitativo, centra-se na análise da relação entre os percursos anteriores dos cientistas, particularmente nos efectuados em mobilidade internacional, e o estabelecimento deste tipo de redes. No entanto, deixa normalmente de lado outros importantes vectores de construção das redes interpessoais que não passem pela co-localização física proporcionada pela mobilidade científica.

A segunda linha de investigação que se tem debruçado sobre esta questão procura, usualmente através da recolha de dados qualitativos, aferir a importância atribuída pelos cientistas a determinados vectores através dos quais constroem as suas redes, nomeadamente as suas estratégias individuais de busca de conhecimento ou outras de cariz mais institucional ou provenientes dos próprios modos de organização do sistema científico como um todo. Esta linha de investigação é mais abrangente ao nível das diferentes estratégias e meios de construção das redes por parte dos cientistas mas, para além de usar habitualmente amostras muito pequenas e tendencialmente pouco representativas, acaba por não mapear efectivamente as redes dos cientistas nem permitir, portanto, a análise empírica das mesmas.

Neste estudo, procuramos combinar as vantagens de cada uma destas abordagens procedendo, por um lado, ao mapeamento das redes interpessoais efectivamente mobilizadas pelos cientistas portugueses para acederem a conhecimento relevante para a sua actividade e, por outro lado, aferindo de uma forma mais compreensiva a importância relativa de diferentes vectores no processo de construção dessas mesmas redes interpessoais.

O primeiro destes vectores, apontado na literatura como forte potenciador dos processos de construção das redes interpessoais de circulação de conhecimento é, como vimos, a proximidade física proporcionada pelos períodos de co-localização prolongada ou temporária entre os cientistas. Esta proximidade física, que permite interações face-a-face, assume grande importância para a criação de laços directos entre os actores e é decisiva na

criação ou reforço dos laços de confiança essenciais à criação de conhecimento partilhado ou à sua transferência (Maskell e Malmberg, 1999; Nonaka e Takeuchi, 1995). Estes laços criados pela proximidade física podem persistir após a separação e permitir subsequentes trocas de conhecimento à distância, embora a relação possa beneficiar de novos momentos de co-localização temporária para evitar a decadência dos laços (Saxenian e Hsu 2001; Williams et al. 2004).

Esta interacção constante face-a-face permite não apenas a busca deliberada de conhecimento específico, mas igualmente a obtenção de toda uma panóplia de outros elementos importantes para a actividade científica como informações sobre bolsas e financiamento, bibliografia útil, referências sobre quem poderá estar a trabalhar em problemas semelhantes, possíveis oportunidades de emprego, etc.

Embora estes efeitos da proximidade física possam ocorrer em espaços de interacção mais ocasionais e temporários como a participação em congressos, conferências, ou mesmo visitas de curta duração a determinada instituição ou grupo de investigação, a literatura salienta a importância da co-localização de cariz mais prolongado como potencialmente mais relevante na criação de laços mais fortes, duradouros e intensivos do ponto de vista da produção e circulação de conhecimento. Estes períodos de co-localização mais prolongada são absolutamente instrumentais para desenvolver relações de confiança (Coleman, 1988) e outros tipos de proximidade, que permitem trocas mais aprofundadas de conhecimento (Breschi e Lissoni 2001). Com efeito, a interacção frequente face-a-face e a partilha de experiências permitida pela co-localização prolongada, geram oportunidades para identificação de interesses comuns e favorecem o desenvolvimento de relações para os explorar conjuntamente.

Surgem assim as primeiras duas questões de investigação que pretendemos aprofundar:

Q1: Qual a importância da proximidade física, proporcionada pelos períodos de co-localização prolongada ou temporária, no processo de construção das redes interpessoais de acesso ao conhecimento dos cientistas?

Q2: Qual a importância relativa dos períodos de co-localização prolongada no processo de construção destas redes, face à co-localização de carácter mais temporário?

Embora muitos dos processos que dão origem a redes de conhecimento se processem no seio das instituições de investigação e ensino superior, que promovem a partilha de diferentes tipos de proximidade, a literatura indica-nos que estes processos se encontram ainda, em larga medida, dependentes dos investigadores e das suas estratégias individuais de trabalho e colaboração, que constituem assim o segundo grande vector de construção de redes interpessoais que pretendemos analisar.

Os cientistas não cingem o seu trabalho colaborativo exclusivamente aos colegas com quem partilham, ou partilharam, o mesmo espaço físico de trabalho. Como vimos em Jansen et al. (2009), existe igualmente uma dimensão mais proactiva nestes processos de construção de redes em que se assume a necessidade de uma busca mais ou menos deliberada e consciente de possíveis parceiros para colaboração, seja esta busca mais aberta ou dirigida a um grupo ou indivíduos específicos. Esta dimensão mais proactiva processa-se normalmente em torno de dois grandes eixos. O primeiro, passa pela potenciação dos laços indirectos, ou seja, uma busca junto de colegas, amigos ou conhecidos, por contactos de investigadores, das suas redes de trabalho ou amizade, que trabalhem num determinado tema ou que tenham conhecimento ou competências específicas que o cientista procura. Eventualmente, estes contactos intermediados poderão dar origem a uma colaboração ou a uma simples troca, formal ou informal, de determinado tipo de conhecimento. Apesar de tanto quem busca esse conhecimento como quem, potencialmente, o detém não se conhecerem, a existência de um laço comum que pode intermediar a relação e servir de referenciação para avaliar o capital científico e humano de ambos pode constituir uma vantagem importante neste tipo de relação, promovendo mais facilmente a confiança necessária à troca de conhecimento.

Por outro lado, os desenvolvimentos nas tecnologias de informação e comunicação, nas quais se destaca o papel da internet, facilitam cada vez mais a divulgação de conhecimento e a comunicação dentro da comunidade científica, constituindo-se como um factor potenciador de estratégias de busca de conhecimento e de pessoas que o possam deter, sem recorrer à intermediação proporcionada pelos laços indirectos. Esta busca permite pôr em contacto perfeitos desconhecidos, que podem não partilhar qualquer laço comum, apenas o interesse sobre determinado tema, método ou teoria e dar igualmente azo a trocas efectivas de conhecimento e trabalho colaborativo. No entanto, a confiança pessoal e científica nestas relações de colaboração poder-se-á estabelecer de uma forma mais lenta e cautelosa do que na presença desse intermediário que poderia, pelo menos de início, ter um papel facilitador e promotor do estabelecimento dessa confiança mútua.

Q3: Qual a importância das estratégias individuais (intermediadas ou de cariz mais directo e proactivo) nos processos de construção de redes interpessoais de acesso ao conhecimento dos cientistas?

Q4: Qual a importância relativa assumida pelos contactos intermediados, assentes em laços indirectos, nos processos de construção de redes de conhecimento, face às estratégias em que estes intermediários estão ausentes?

O terceiro grande vector assinalado na literatura sobre o tema tem um carácter mais institucional e assenta em colaborações formais e na promoção que as próprias instituições de investigação e entidades financiadoras (públicas e privadas) exercem sobre o trabalho colaborativo dos cientistas. Provavelmente mais do que em qualquer outro sector, a própria organização do trabalho científico e das instituições que a estruturam, sejam estas de investigação, divulgação ou de financiamento, incentiva os cientistas a manter relações próximas entre si. Para além das oportunidades de co-localização, prolongada ou temporária, que as instituições que enquadram o trabalho científico activamente promovem, o reconhecimento da importância do trabalho colaborativo dos cientistas, nomeadamente o de cariz internacional (Hoekman et al. 2010), leva as universidades e centros de investigação a estabelecer protocolos, alianças ou projectos de investigação com outros parceiros institucionais, que incentivam a criação de laços entre cientistas com interesses e problemas de investigação semelhantes (Bozeman e Corley, 2004). Assim, a última grande questão de caracterização sobre a construção das redes interpessoais de acesso ao conhecimento visa aferir precisamente o papel destas colaborações formais, normalmente promovidas ou apoiadas ao nível institucional, nestes processos.

Q5: Qual a importância assumida pelas colaborações formais, nos processos de construção das redes interpessoais de circulação de conhecimento?

4.1.1.2. Composição e estrutura das redes: instituições, laços e geografias do conhecimento

Neste segundo subcapítulo, iremos focar a nossa análise em dimensões relacionadas com a composição e a estrutura das redes interpessoais de acesso ao conhecimento, nomeadamente ao nível das complementaridades institucionais e geográficas presentes nestas redes e das características estruturais que lhes subjazem.

Relativamente às primeiras duas dimensões de análise que vamos abordar, i.e. a diversidade institucional e abrangência geográfica das redes interpessoais de circulação de conhecimento, ambas têm sido estudadas por autores em diversos campos do conhecimento. Estas dimensões encontram-se aliás relacionadas entre si podendo ser apresentadas como duas faces de uma das principais potencialidades das redes, a de se constituírem como mecanismos conectores entre conhecimento produzido em diferentes níveis institucionais e espaciais. Ao nível individual esta capacidade das redes em ultrapassar diferentes tipos de barreiras pode assim constituir um contributo importante para alargar e diversificar o campo de parceiros relevantes para a actividade científica dos investigadores.

Relativamente à composição ou, dito de outra forma, à diversidade e complementaridades institucionais presentes nas redes interpessoais de acesso ao conhecimento dos cientistas portugueses que trabalham em instituições de investigação nacionais, pudemos constatar, ao longo da revisão da literatura, que uma das potencialidades destas redes interpessoais enquanto mecanismos conectores, é a de se poderem constituir como uma plataforma de interface entre a ciência e tecnologia que é produzida no sector público e a produzida no sector privado, tendencialmente mais vocacionado para as suas aplicações.

Diferentes estudos sobre redes interpessoais nas áreas das ciências e engenharias salientam aqui dois aspectos fundamentais das mesmas: i) o carácter relativamente estanque das redes de circulação de conhecimento do sector público e do sector privado que funcionam, essencialmente, segundo lógicas e objectivos distintos (Murray, 2002) e; ii) que apesar desta tendência de relativa separação existem alguns cientistas-chave que promovem a efectiva ligação entre estes sectores contribuindo para a circulação de conhecimento e evolução de ambos (Breshi e Catalini, 2007).

Mais uma vez, estes estudos foram realizados sobretudo recorrendo a métodos bibliométricos pelo que o nosso conhecimento sobre as redes interpessoais dos cientistas numa perspectiva mais abrangente é ainda relativamente escasso. No entanto, assumimos que

estas características possam estar igualmente aqui presentes, i.e. que estas redes de contactos que os cientistas portugueses (a trabalhar em centros de investigação públicos) usam para aceder a conhecimento para a sua actividade, sejam maioritariamente estabelecidas com entidades públicas (sobretudo universidades e centros de investigação). Apesar disso, alguns cientistas poder-se-ão igualmente estabelecer como pontes para a investigação realizada no sector privado, quer acedendo ao conhecimento produzido em empresas e centros de investigação privados, quer para estas transmitindo o seu próprio conhecimento através de projectos de consultoria e empreendedorismo científico e tecnológico.

Q6: Qual o grau de diversidade institucional presente nas redes interpessoais de acesso ao conhecimento dos cientistas portugueses, nomeadamente em termos da proporção e tipos de entidades públicas e privadas presentes nessas redes?

Q7: Qual o grau de participação dos cientistas portugueses a trabalhar em instituições nacionais públicas de investigação em projectos de empreendedorismo científico (tanto no papel de consultor como de promotor)?

Para além da diversidade institucional presente nas redes de circulação de conhecimento dos cientistas, uma outra questão que pretendemos analisar prende-se com a abrangência e diversidade geográfica destas mesmas redes. Como vimos, outra das principais potencialidades destas redes interpessoais de circulação de conhecimento prende-se com a sua capacidade de ultrapassar barreiras geográficas e abarcar simultaneamente níveis espaciais distintos, permitindo e facilitando o acesso a conhecimento e outros recursos distantes.

Q8: Qual a proporção de laços nacionais e internacionais mobilizados pelos cientistas portugueses para acesso a conhecimento científico que utilizam na sua actividade científica?

Q9: Quais os países e regiões mais centrais nas redes internacionais de acesso ao conhecimento dos cientistas portugueses?

Estudos sobre a difusão de conhecimento, novamente recorrendo a bases de dados de patentes e citações, têm verificado simultaneamente que: i) o conhecimento tecnológico se difunde sobretudo através de relações sociais, directas ou indirectas (Breschi and Lissoni,

2003; Singh, 2005), mesmo na presença de mecanismos alternativos de difusão e; ii) que a maior parte dos cientistas tende a colaborar mais com membros da sua própria instituição ou grupo de investigação. Isto ajuda a explicar a natureza localizada do conhecimento, aferida por exemplo pela tendência para a multiplicação e *clusterização* de artigos e patentes sobre o mesmo tema ou usando técnicas específicas em núcleos regionais de conhecimento, mas permite, simultaneamente, a difusão desse conhecimento específico com laços distantes que os cientistas possam deter nas suas redes interpessoais.

Q10: Quais as regiões de Portugal mais centrais nas redes nacionais de acesso ao conhecimento dos cientistas portugueses?

Q11: Qual a proporção de laços que os cientistas estabelecem com pessoas da mesma instituição/região face a laços mais distantes presentes nestas redes?

Na última dimensão de análise que pretendemos aqui explorar procuraremos caracterizar estas redes interpessoais dos cientistas ao nível dos seus aspectos mais estruturais, nomeadamente em termos da sua dimensão, proporção de laços formais e informais e do equilíbrio que nelas se estabelece entre laços fortes e fracos.

Em termos da dimensão das redes, a literatura diz-nos que quanto maior for o número de laços que um determinado cientista mantém menor será, tendencialmente, a redundância ao nível dos recursos de conhecimento a que tem acesso na sua actividade de investigação (Burt, 1992; Coleman, 1988 citado por McFadyen e Canella, 2004). Ou seja, o número de laços da rede não é obviamente o único factor que influencia a maior ou menor redundância do conhecimento a que o cientista consegue aceder (a diversidade dos interlocutores e a própria intensidade da relação são exemplos de outras variáveis relevantes), mas redes mais alargadas permitem, tendencialmente, o acesso a conhecimento e recursos mais diversos.

No entanto, embora permitam aceder a recursos necessários ao investigador, a busca, desenvolvimento e manutenção de cada relação tem custos em termos do tempo e esforço despendidos. À medida que se acrescentam novos contactos esses custos começam a tornar-se maiores do que os benefícios, dado que diminui cada vez mais o tempo disponível para outras actividades de investigação.

Apesar de pretendermos, neste estudo, mapear e analisar apenas uma fracção específica das redes interpessoais dos cientistas portugueses, o núcleo de laços que os próprios consideram constituir a sua rede mais importante de acesso ao conhecimento,

defendemos ser, apesar de tudo, relevante ter em conta a questão da dimensão dessas mesmas redes. O número médio de laços nestas redes nucleares poderá aliás variar em função de alguns vectores como a área científica em que os cientistas desenvolvem a sua actividade. Em áreas em que a base de conhecimento esteja menos estabilizada poderá ser necessário o estabelecimento de um maior número de laços de forma a alargar a base de conhecimento diverso ao dispor dos cientistas. Assim, a primeira questão que levantamos ao nível da caracterização da estrutura das redes dos cientistas portugueses é:

Q12: Como se caracterizam as redes interpessoais de acesso ao conhecimento dos cientistas portugueses a trabalhar e centros de investigação nacionais, ao nível da sua dimensão, em termos individuais e globais?

Para além do número de relações mantidas pelos cientistas para aceder a conhecimento relevante para a sua actividade, é igualmente importante aferir o tipo de relações que são estabelecidas. Nesse sentido, embora tanto as relações de cariz mais formal, como as estabelecidas por exemplo através de projectos de investigação ou de parcerias, como as de natureza mais informal se possam constituir como veículos para diferentes fenómenos de circulação de variados tipos de conhecimento, é particularmente assinalada a importância das relações informais nestes processos (Nelson e Nelson, 2002; Bozeman e Corley, 2004). Estas relações informais, quer assentem em relações interpessoais directas ou indirectas, são tendencialmente mais fáceis e rápidas de estabelecer (uma vez que não implicam processos burocráticos ao nível institucional) e poderão assumir particular importância em áreas científicas menos estabilizadas e mais dispersas ou em situações em que o investigador não tem um conhecimento aprofundado sobre o campo ou sobre o conhecimento que efectivamente procura. Adicionalmente, estas relações informais são frequentemente a base para o estabelecimento de relações formais subsequentes, através de candidaturas conjuntas a projectos, bolsas ou programas de apoio à colaboração interinstitucional.

Q13: Qual a proporção de laços formais e informais presentes nas redes interpessoais de acesso ao conhecimento dos cientistas portugueses?

Q14: Qual a proporção de laços formais e informais estabelecidos pelos cientistas portugueses com investigadores de diferentes tipos de entidades públicas e privadas e em distintos níveis geográficos?

Uma última dimensão de análise no processo de caracterização da estrutura das redes interpessoais dos cientistas, amplamente discutida na literatura, é a do equilíbrio entre os laços fortes e fracos presentes nessas mesmas redes. O balanço entre laços fortes e fracos influencia a velocidade, quantidade, qualidade e fiabilidade das trocas de informação e conhecimento (Maskell e Malmberg, 1999), bem como os custos com a sua recolha (Coleman, 1988). Logo, este equilíbrio entre laços fortes e fracos na rede social de um indivíduo pode determinar a amplitude e qualidade da informação/conhecimento a que ele tem acesso.

Existem, como vimos, vantagens ao nível da produção e circulação de conhecimento tanto em redes mais fechadas e assentes em relações fortes, com elevados níveis de confiança e reciprocidade, que permitem a troca de conhecimento aprofundado (Coleman, 1988; Ahuja, 2000; Van Geenhuizen, 2008), tácito (Lundvall, 1993) ou complexo (Hansen) e o acesso a recursos escassos (Lovas e Sorenson, 2008), como em redes mais abertas e com maior proporção de laços fracos, que permitem o acesso a informação nova e variada (Granovetter, 1973; Burt, 2004), de forma menor regular e dispendiosa.

Esta necessidade de equilíbrio entre o número de relações que os cientistas podem manter e a profundidade das mesmas leva a que estes tentem frequentemente, como é possível constatar em inúmeros estudos bibliométricos, combinar os benefícios da presença tanto de laços fortes como fracos nas suas redes de colaboração (Breschi e Catalini 2007). Isto remete-nos assim, para a última questão de caracterização, ao nível da sua estrutura, das redes interpessoais de acesso ao conhecimento dos cientistas portugueses.

Q15: Qual a proporção de laços fortes e fracos presentes nestas redes?

Q16: Qual a proporção de laços fortes e fracos estabelecidos pelos cientistas portugueses com investigadores de diferentes tipos de entidades públicas e privadas e em distintos níveis geográficos?

4.1.1.3. Da natureza do conhecimento que circula nas redes interpessoais dos cientistas portugueses e suas implicações

Uma última grande dimensão de análise que importa explorar, na tentativa de contribuir para uma mais completa e integrada compreensão sobre as redes interpessoais de acesso ao conhecimento, passa naturalmente pelos tipos de conhecimento e dinâmicas de acesso ao conhecimento que suportam.

Da análise de literatura efectuada destacamos três grandes eixos de conceptualização e distinção do conhecimento científico: i) conhecimento tácito e codificado; ii) conhecimento disciplinar, multidisciplinar e interdisciplinar; e iii) conhecimento de base e aplicado.

Relativamente à primeira tipologia, a literatura salienta que todo o conhecimento, seja qual for o seu campo e área de aplicação, é composto por elementos tácitos e de natureza mais implícita, ligada ao ‘saber fazer’, geograficamente mais localizada e dificilmente apreensível à distância ou a pessoas estranhas aos grupos que o desenvolvem, e elementos mais explícitos e facilmente codificáveis em publicações, portanto de natureza mais global e facilmente apreensível à distância (Polanyi, 1958; Nonaka e Takeuchi, 1995; Forsman e Solitander, 2003), sobretudo desde o advento da internet. Embora estas duas dimensões sejam complementares, mutuamente interdependentes e até certo ponto conversíveis entre si (Allen, 2000), é amplamente discutido na literatura o grau em que a conversão de certos tipos de conhecimento tácito em explícito pode ser plenamente atingível.

No entanto, esta distinção entre elementos tácitos e codificados do conhecimento é extremamente difícil de operacionalizar e apreender sem o recurso a métodos de natureza qualitativa e de maior imersão no trabalho científico quotidiano de determinados grupos ou instituições em análise. O que a literatura sugere, e que cremos como válido, é que as redes interpessoais são um dos principais veículos (a par da co-localização física) de acesso aos elementos mais tácitos do conhecimento, cuja codificação é particularmente complexa ou ainda não foi efectuada, ao passo que os elementos codificados poderiam mais facilmente e com maior rapidez ser acedidos através de publicações científicas (Sorenson e Singh, 2007). O que sugere que as redes interpessoais e as publicações actuam de forma complementar, sendo substituídas uma pela outra de acordo com a natureza do conhecimento (mais tácito ou facilmente codificável). Nesse sentido, consideramos que mesmo sem operacionalizarmos esta distinção entre conhecimento tácito e explícito, o próprio enfoque nas redes interpessoais de acesso ao conhecimento, ao invés das redes de co-publicações, permitirá integrar as

dinâmicas de acesso aos elementos mais tácitos do conhecimento por parte dos cientistas portugueses.

Admitimos que os outros dois grandes eixos de distinção do conhecimento científico abordados neste estudo, i.e. a sua natureza disciplinar ou multidisciplinar e de base ou aplicada, possam ser mais facilmente apreendidos e operacionalizados através da recolha de dados primários por questionário do que a distinção entre os elementos tácitos e explícitos do saber, uma vez que os cientistas e as próprias organizações de investigação têm maior familiaridade e fazem maior uso destas mesmas distinções sobre o conhecimento na sua actividade e na própria estruturação do trabalho científico. E acreditamos igualmente que a percepção dos cientistas sobre os tipos de conhecimento a que acedem através das suas redes interpessoais de conhecimento pode contribuir para o debate sobre as diferenças entre os campos disciplinares, ao nível das suas dinâmicas de produção e circulação de conhecimento.

Relativamente à questão da base disciplinar, multidisciplinar ou interdisciplinar do conhecimento científico vimos como estes conceitos, cuja definição nem sempre é explícita, unívoca ou isenta de controvérsia, são frequentemente usados tanto por investigadores como por instituições de investigação e decisores políticos. Em termos sintéticos, a multidisciplinaridade tem sido sobretudo associada à troca de conhecimentos, informação e métodos entre pelo menos duas disciplinas, mas com uma interacção limitada entre si (Battard, 2012) e em que a estrutura disciplinar do conhecimento não é contestada (Klein, 2010). Uma verdadeira interdisciplinaridade implicaria, por seu lado, uma mais sintética e aprofundada interacção entre as disciplinas que o compõem, que requer *'laços fortes, sobreposição ou integração'* (Schummer, 2004) e uma variedade de formas de estabelecer pontes e confrontar as abordagens disciplinares dominantes (Huutoniemi et al., 2010). No entanto, tanto a operacionalização que tem sido feita destas questões, baseada em critérios bibliométricos de palavras-chave em publicações e patentes, como a ausência de estudos específicos de verdadeira delimitação teórica na literatura que os utiliza (Jacobs e Frickel, 2009) tem dado azo a grandes debates sobre a sua validade e sobre os resultados obtidos.

Relativamente consensual, no entanto, parece ser a tendência para, pelo menos desde os anos 70 do séc. XX, a existência de um crescente cruzamento entre disciplinas científicas, mormente nas pesquisas mais orientadas para a resolução de problemas sociais e na investigação em engenharias (Schmidt 2008 citado por Wagner et al. 2011).

Neste estudo, não estamos particularmente preocupados com as possíveis diferenças entre a multidisciplinaridade e a interdisciplinaridade nos modos de produção de conhecimento, nem quanto ao grau em que efectivamente as bases disciplinares são

sobrepostas, transpostas ou integradas em determinada área ou campo de especialização. Aquilo que se pretende efectivamente analisar é a percepção dos próprios cientistas sobre as características do conhecimento a que acedem através das suas redes interpessoais, nomeadamente quanto à sua natureza específica do campo disciplinar em que o próprio cientista desenvolve a sua actividade ou se, pelo contrário, esses conceitos, técnicas ou dados a que pretende aceder são mobilizados por diferentes campos disciplinares em simultâneo.

Q17: Qual a proporção relativa dos diferentes tipos de conhecimento a que os cientistas acedem, através das suas redes interpessoais, para o exercício da sua actividade científica?

Q18: Qual a proporção relativa de laços, nas suas redes interpessoais, que os cientistas mobilizam para aceder a conhecimento que percebem como de base disciplinar face a tipos mais transversais e multidisciplinares de conhecimento?

Adicionalmente, para além da questão das fronteiras disciplinares do conhecimento, a distinção, do mesmo modo nem sempre fácil ou isenta de ambiguidade, entre conhecimento de base ou fundamental, face a conhecimento de cariz mais aplicado, tem sido igualmente utilizada na literatura. Este debate tem sido normalmente associado à questão dos novos modos de produção do conhecimento científico, tendencialmente com menor grau de dependência da investigação básica produzida nas universidades e laboratórios de financiamento público e mais baseados em redes de conhecimento partilhado e orientados para resolução de problemas e desafios sociais. Esta questão de uma possível transição nos modos de produção de conhecimento científico tem sido alvo de profundo debate, que será explorado em maior detalhe numa fase posterior deste estudo, quando explorarmos a relação entre as pertenças disciplinares dos cientistas e os tipos de conhecimento a que procuram aceder. Para já, o nosso enfoque será aqui apreender e caracterizar as percepções dos próprios cientistas quanto às características do conhecimento a que pretendem aceder através das suas redes interpessoais. Adicionalmente, procuramos igualmente aferir o grau de importância atribuído pelos cientistas aos diferentes tipos de conhecimento a que acedem para a sua actividade científica.

Q19: Qual a proporção relativa de laços, nas suas redes interpessoais, que os cientistas mobilizam para aceder a conhecimento que percebem como sendo de natureza mais aplicada ou de base?

Q20: Qual a importância atribuída pelos cientistas às relações usadas para aceder aos diferentes tipos de conhecimento presentes nas suas redes interpessoais de acesso ao conhecimento?

4.1.2. Factores que podem influenciar as redes interpessoais de acesso ao conhecimento

A análise de literatura efectuada indica-nos que as redes interpessoais de acesso ao conhecimento são fortemente influenciadas não só pelos incentivos (ou obstáculos) institucionais à colaboração como igualmente por um conjunto de factores que decorrem das características individuais dos próprios cientistas. Entre estes, destacam-se as suas trajectórias de mobilidade institucional (particularmente se efectuada em contexto internacional), as suas pertenças disciplinares diferenciadas e alguns elementos de caracterização socioprofissional, nomeadamente em termos geracionais e de carreira.

Neste subcapítulo iremos assim detalhar um conjunto de hipóteses, decorrentes da literatura ou de cariz mais prospetivo, que nos permitirão tentar aferir a possível influência destes factores sobre as redes interpessoais de acesso ao conhecimento dos cientistas portugueses, ao longo das três grandes dimensões analíticas seleccionadas, i.e., o processo de construção destas redes, a sua composição e estrutura, e as dinâmicas de conhecimento que lhes estão associadas.

4.1.2.1. O papel da mobilidade científica nas redes interpessoais de acesso ao conhecimento

A mobilidade dos cientistas, particularmente a que tem lugar em contexto internacional, permite não só o contacto com conhecimento novo e com novas formas de ‘fazer’ e ‘julgar’ na actividade científica (Allen, 2000) mas é igualmente determinante para a construção do capital social dos cientistas e investigadores (Murray, 2004). A importância que

a mobilidade dos cientistas assume na criação das suas redes de conhecimento reside assim na oportunidade que permite para a ocorrência e multiplicação dos períodos de co-localização – i.e. proximidade física – entre eles por períodos mais ou menos prolongados e que pode assumir grande importância para a criação de laços directos entre os actores.

A proximidade física é um importante veículo no estabelecimento de outros tipos de proximidade como a social, a cognitiva e a organizacional, que são por sua vez decisivos nos processos de circulação de conhecimento, nomeadamente de natureza tácita. A importância da co-localização, que pode ter lugar em diversos momentos do percurso dos cientistas e assumir carácter mais temporário ou permanente, vem assim salientar o papel que os diversos tipos de mobilidade internacional dos cientistas assumem nos processos de circulação de conhecimento. Embora todos os cientistas tenham, no decurso das suas carreiras profissionais, tido instâncias de co-localização em instituições de investigação com outros cientistas, instrumentais no desenvolvimento das suas redes de colaboração, postulamos que aqueles que tiveram trajectórias de mobilidade internacional prolongada possam ter tido maiores oportunidades para desenvolver laços directos com cientistas estrangeiros e que atribuirão, tendencialmente, maior relevância à co-localização prolongada para a construção das suas redes mais importantes de acesso ao conhecimento.

H1: Os cientistas com trajectórias de mobilidade internacional prolongada atribuem, tendencialmente, maior importância à proximidade física em termos gerais e à co-localização prolongada em particular para a construção das suas redes de conhecimento face a cientistas que desenvolveram a sua actividade maioritariamente em Portugal.

Por outro lado, é igualmente proposto na literatura que cientistas que, por escolha própria ou porque as suas circunstâncias pessoais ou profissionais lhes dificultam essa opção, não embarcam em trajectórias de mobilidade internacional prolongada, podem usar a mobilidade de mais curta duração como substituta, ao nível dos benefícios sobre a carreira e construção de redes internacionais, face a essa mobilidade internacional prolongada que se lhes encontra vedada ou dificultada. Pretendemos neste trabalho aferir, de forma complementar e independente: i) se os cientistas que não têm trajectórias de mobilidade internacional prolongada tendem a ter maior número de trajectórias de mobilidade internacional de curta duração ou se, pelo contrário, a mobilidade internacional prolongada gera maior oportunidade e propensão para os cientistas embarcaram igualmente em maior número de instâncias de mobilidade temporária; e ii) se cientistas com maior número de

estadias de curta duração em instituições estrangeiras tendem a atribuir maior importância aos períodos de co-localização temporária nos processos de construção das suas redes de acesso ao conhecimento.

H2: Os cientistas que não têm trajetórias de mobilidade internacional prolongada tendem a ter maior número de estadias de curta duração em instituições estrangeiras.

H3: Os cientistas com maior número de estadias de curta duração em instituições estrangeiras tendem a atribuir maior importância à co-localização temporária nos seus processos de construção das redes interpessoais de acesso ao conhecimento.

Do mesmo modo que postulamos que os cientistas que têm trajetórias de mobilidade internacional prolongada (ou maior número de estadias de curta duração no estrangeiro) possam atribuir maior importância aos diferentes tipos de co-localização para a construção das suas redes interpessoais de acesso ao conhecimento, acreditamos igualmente que quem não passou por essa experiência (ou o fez de forma mais esporádica), poderá, pelo contrário, atribuir maior importância, tanto a estratégias individuais, intermediadas ou não, na construção das suas redes de acesso ao conhecimento como às próprias colaborações formais, com maior cariz institucional.

H4: Os cientistas que não têm trajetórias de mobilidade internacional prolongada, atribuem maior importância às estratégias individuais e às colaborações formais na construção das suas redes interpessoais de acesso ao conhecimento, quando comparados com os cientistas com experiências de mobilidade em instituições estrangeiras.

Relativamente aos efeitos da mobilidade internacional dos cientistas sobre a composição, abrangência geográfica e estrutura das redes interpessoais de acesso ao conhecimento, tanto a literatura como a nossa própria intuição apontam para que estes sejam particularmente sentidos em termos das geografias de acesso ao conhecimento.

Com efeito, uma vez que a proximidade física, proporcionada pelos períodos de co-localização é, como vimos, um elemento importante na criação de laços directos entre os actores e que estes podem ser mobilizados após a separação física, esperamos que os cientistas que tenham tido experiências de mobilidade internacional prolongada tenham igualmente uma rede de acesso ao conhecimento mais internacionalizada do que os que não

tiveram esse tipo de trajetória. Do mesmo modo, embora eventualmente de forma menos acentuada, será também expectável que os cientistas que mais vezes embarcaram em períodos curtos de mobilidade internacional tenham redes mais internacionalizadas dos que o fizeram com menos frequência ou que não tiveram de todo esse tipo de experiências. Estes efeitos têm sido aliás notados em diversos estudos que salientam a importância das trajetórias de mobilidade internacional prolongada na criação de redes de colaboração internacionais dos cientistas tanto com cientistas da própria instituição de destino (Fontes et al. 2012) como igualmente com outras instituições do país em que essa mobilidade teve lugar (Turpin et al. 2008; Jöns, 2009) e que essa mobilidade internacional dos cientistas portugueses tenha ainda efeitos sistémicos ao nível da própria internacionalização do sistema de investigação português

O elevado e crescente nível de internacionalização do sistema científico nacional, em termos das publicações e patentes de cariz internacional, tem sido explicado também em função da enorme mobilidade internacional (e retorno) dos investigadores portugueses (Delicado, 2010), tanto ao nível do doutoramento como, mais recentemente, do pós-doutoramento (e da conseqüente mobilização de redes interpessoais e institucionais de colaboração científica que trazem consigo). Assim, admitimos que esta relação entre a mobilidade internacional (particularmente por períodos mais prolongados) e a internacionalização das redes interpessoais dos cientistas seja aqui igualmente verificada:

H5: Os cientistas que tiveram trajetórias de mobilidade internacional prolongada têm, tendencialmente, uma maior proporção de laços internacionais na sua rede do que os cientistas que desenvolveram a sua carreira científica maioritariamente em Portugal.

H6: Os cientistas que não tiveram trajetórias de mobilidade internacional prolongada mas que experienciaram um maior número de estadias de curta duração em instituições estrangeiras têm, tendencialmente, redes mais internacionalizadas do que os que mais ocasionalmente (ou nunca) o fizeram.

Adicionalmente, uma vez que os períodos de co-localização prolongada são mais propícios não apenas à criação de laços directos entre os actores mas igualmente à criação de laços de confiança e de outros tipos de proximidade que mais facilmente conduzem ao estabelecimento de relações fortes e persistentes (Fontes et al. 2012), acreditamos igualmente que a mobilidade internacional prolongada irá não apenas tornar as redes dos cientistas que a

experienciam mais internacionalizada mas igualmente com uma maior proporção de laços fortes com instituições estrangeiras do que as redes dos cientistas que desenvolveram a sua carreira maioritariamente em Portugal.

H7: As redes dos cientistas que tiveram trajetórias de mobilidade internacional prolongada têm, tendencialmente, uma maior proporção de laços fortes com investigadores estrangeiros do que as redes dos cientistas que desenvolveram a sua carreira científica maioritariamente em Portugal.

4.1.2.2. O papel das pertenças disciplinares nas redes interpessoais de acesso a conhecimento científico: o caso da biotecnologia e da nanotecnologia

Um dos factores que poderão influenciar as redes interpessoais de acesso ao conhecimento dos cientistas, nos diferentes níveis de análise seleccionados para este estudo, são as áreas disciplinares em que estes desenvolvem a sua actividade.

A literatura indica-nos que em campos disciplinares relacionados com tecnologias emergentes e em que as actividades científicas permanecem perto da fronteira do conhecimento, este é eminentemente tácito e incorporado nos cientistas que o produzem. Neste sentido, a circulação de conhecimento nestes campos estará, em grande parte, dependente de processos de circulação e mobilidade dos investigadores (Almeida e Kogut, 1999; Bozeman e Mangematin, 2004). Consequentemente, admitimos que para os cientistas que desenvolvem a sua actividade em áreas como a biotecnologia ou a nanotecnologia, e neste último caso de forma ainda mais acentuada dado ser um campo mais recente, menos estável na sua base de conhecimento e logo tendencialmente mais dependente de conhecimento tácito, os períodos de co-localização possam ser mais importantes para a construção das redes interpessoais de acesso ao conhecimento dos cientistas, do que em outras áreas científicas mais estabilizadas.

H8: Os cientistas que trabalham em biotecnologia e nanotecnologia (e nestes de forma ainda mais acentuada) tendem a atribuir maior importância à proximidade física para a construção das suas redes de acesso ao conhecimento do que os que trabalham em outras áreas científicas.

Como pudemos ir ainda constatando ao longo da revisão da literatura, é defendido por inúmeros autores que: i) os modos de produção e circulação de conhecimento, bem como as características e estruturação da actividade científica em geral têm sofrido alterações profundas nas últimas décadas; e ii) que as chamadas *ciências novas* de que são exemplos as ciências da computação, a biotecnologia e, mais recentemente, a nanotecnologia, têm características relativamente distintas, quando comparadas com campos disciplinares mais antigos e estabilizados, ao nível dos processos de produção e circulação de conhecimento (Gibbons et al. 1994; Bonaccorsi 2007, 2008), embora não haja absoluto consenso quanto a quais são essas características, como se operacionalizam ou em que campos específicos se encontram.

Um desses modelos teóricos, propõe uma transição entre ciência de *Modo 1*, presente em disciplinas mais antigas e estabilizadas com a física, a química e a biologia, que se caracterizaria por ser fundamentalmente de base disciplinar, assente em investigação básica produzida em instituições públicas e conduzida por investigadores e grupos de investigação específicos, e ciência de *Modo 2*, presente em *ciências novas* de base tecnológica como a biotecnologia, nanotecnologia ou ciência de materiais, que se caracterizariam pela produção de conhecimento na intersecção entre diferentes bases disciplinares e entre investigação básica e aplicada, e assente em redes de conhecimento partilhado com uma maior pluralidade de actores e instituições.

Uma outra proposta para a diferenciação entre estas *ciências novas* e *ciências antigas* foi enunciada por Bonaccorsi (2007, 2008), que procura distinguir os diferentes *regimes de pesquisa* presentes nos vários campos científicos segundo as suas dinâmicas de conhecimento específicas (Bonaccorsi, 2004). Neste sentido, admite-se que a estas diferentes dinâmicas de produção de conhecimento, possam corresponder diferentes tipos de redes de investigação (Jansen et al., 2009) e que as dinâmicas de conhecimento em campos como a biotecnologia e a nanotecnologia exigem uma maior diversidade de complementaridades institucionais, cognitivas e geográficas presentes nestas mesmas redes (Bonaccorsi, 2008).

Nesse sentido, as redes interpessoais de acesso ao conhecimento dos cientistas que trabalham em campos como a biotecnologia e a nanotecnologia deveriam reflectir esta superior exigência de complementaridades institucionais, quando comparadas com as redes de cientistas a trabalhar em áreas mais estabilizadas. Estes efeitos poderão ser particularmente evidentes no caso da nanotecnologia, normalmente apresentada como estando num grau de maturidade menor face à biotecnologia (Bozeman et al. 2007; Rothaermel e Thurby, 2007) e

em que a necessidade de complementaridades institucionais é ainda mais acentuada (Bonaccorsi e Thoma, 2006).

H9: Os cientistas que trabalham em biotecnologia e nanotecnologia (e nestes de forma ainda mais acentuada) terão tendencialmente redes interpessoais de acesso ao conhecimento mais diversas do ponto de vista institucional do que os cientistas que trabalham em áreas científicas mais estabilizadas.

Por outro lado, uma vez que são áreas científicas relativamente recentes, em que a produção de conhecimento se encontra ainda muito localizada em instituições internacionais de grande visibilidade, prestígio e capacidade financeira (dados os elevados investimentos em equipamentos específicos para a investigação nestas áreas), admitimos igualmente que as redes de acesso ao conhecimento dos cientistas portugueses a trabalhar nestas áreas reflectam essa mesma necessidade de acesso a conhecimento e equipamentos escassos ou mesmo inexistentes na maior parte das instituições de investigação nacionais.

H10: As redes interpessoais de acesso ao conhecimento dos cientistas portugueses a trabalhar em biotecnologia e nanotecnologia (e nestes de forma ainda mais acentuada) tenderão a ser mais internacionalizadas quando comparadas com as redes de cientistas a trabalhar em outras áreas.

Embora as redes tenham sempre um papel importante na actividade científica, a dimensão e estrutura das redes mobilizadas pelos cientistas poderão variar em função das suas estratégias individuais mas igualmente segundo as características do campo científico em que desenvolvem a sua actividade (Jansen et al., 2009).

Quando se procura uma colaboração muito próxima e intensa, baseada num elevado grau de confiança, a rede terá de ter um número mais reduzido de colegas e poucos laços fracos e buracos estruturais, na medida em que estes indicariam que não está inteiramente interconectado dentro da sua área. Ao inverso, quando o que se procura é conhecimento diverso, de bases de conhecimento variadas, a rede ideal deve possuir inúmeros laços fracos e buracos estruturais que permitam o acesso a várias linhas de investigação simultaneamente (Jansen et al., 2009). Frequentemente, os cientistas procuram combinar os benefícios de ambos os tipos de laços, no entanto, o equilíbrio entre ambos poderá ser influenciado não apenas pelas suas estratégias individuais mas também pelas suas pertenças disciplinares.

Ao nível disciplinar, os estudos efectuados mostram como numa *ciência nova* como a nanotecnologia a presença de buracos estruturais na rede tem um efeito positivo tanto nos rácios de citações (Heinze e Bauer, 2007) como na criatividade individual da pesquisa e produtividade dos grupos de investigação (Jansen et al. 2009), ao passo que o inverso se verificava na astrofísica, uma *ciência antiga*.

Procuramos aqui assim aferir se para os cientistas que desenvolvem a sua actividade em áreas como a biotecnologia ou a nanotecnologia, as redes interpessoais de acesso ao conhecimento tendem a ser comparativamente maiores (para manter a sua diversidade), com uma maior proporção de laços informais (maior flexibilidade e rapidez no acesso ao conhecimento) e estruturalmente mais abertas (para reduzir a redundância do conhecimento a que se procura aceder), do que em áreas científicas mais estabilizadas.

H11: As redes interpessoais de acesso ao conhecimento de cientistas a trabalhar em biotecnologia e nanotecnologia (e nestes de forma ainda mais acentuada) serão tendencialmente maiores e com uma maior proporção de laços informais e de laços fracos do que as redes de cientistas a trabalhar em áreas mais estabilizadas.

Também ao nível da estrutura e diversidade cognitiva presentes nas redes procuramos aferir se as pertenças disciplinares dos cientistas podem ser um factor importante nas características das suas redes. Adicionalmente, procuramos igualmente contribuir para o debate sobre possíveis diferenças entre a biotecnologia e a nanotecnologia e outras áreas científicas mais estabilizadas, neste caso ao nível das redes interpessoais de acesso ao conhecimento dos cientistas portugueses que nelas desenvolvem a sua actividade. Como vimos, parece haver algum consenso quanto a uma maior diversidade e necessidade de complementaridades cognitivas, ou seja, contribuições de diferentes campos disciplinares, nos processos de produção de conhecimento em áreas como a biotecnologia e a nanotecnologia face a outras mais estabilizadas.

A nanotecnologia em particular, uma das áreas mais recentes, tem sido apresentada amiúde como o epítome da crescente multidisciplinaridade e interdisciplinaridade nestas novas áreas científicas (Schummer, 2004; Rafols e Meyer, 2007; Islam e Miyazaki, 2009), embora esta asserção tenha vindo a ser alvo de um debate intenso.

Como foi anteriormente referido, não pretendemos estudar as possíveis diferenças entre a multidisciplinaridade e a interdisciplinaridade nos modos de produção de conhecimento das chamadas *ciências novas*, mas sim a percepção dos próprios cientistas

sobre as características do conhecimento que obtém nas suas redes interpessoais, nomeadamente quanto à sua natureza específica do campo disciplinar em que desenvolvem a sua actividade ou se, pelo contrário, esses conceitos, técnicas ou dados a que pretende aceder são mobilizáveis e mobilizados por diferentes campos disciplinares em simultâneo. Adicionalmente, tal como em outras questões anteriores, procuramos igualmente aferir o grau de importância atribuído pelos cientistas aos diferentes tipos de conhecimento a que acedem para a sua actividade científica.

H12: Os cientistas que trabalham em biotecnologia e nanotecnologia (e nestes de forma ainda mais acentuada) têm, tendencialmente, uma maior proporção de laços através dos quais obtém conhecimento que percebem como não sendo exclusivo da sua própria área de investigação face a cientistas que trabalham em outras áreas disciplinares.

H13: Os cientistas que trabalham em biotecnologia e nanotecnologia (e nestes de forma ainda mais acentuada) atribuem, tendencialmente, maior importância às relações que estabelecem para obter conhecimento que percebem como não sendo exclusivo da sua própria área de investigação face a cientistas que trabalham em outras áreas disciplinares.

Relativamente à distinção entre conhecimento básico e aplicado, o debate na literatura acerca das diferenças entre as *ciências novas* e as *ciências antigas* segue moldes muito semelhantes aos que estruturam os debates sobre a interdisciplinaridade e multidisciplinaridade nestes campos. Assim, embora se postule novamente que não existe uma verdadeira transição e coexistem diversas formas de fazer ciência transversalmente aos diferentes campos disciplinares (Hessels e Lente, 2008), é pela maioria dos autores defendido que nas *ciências novas* o conhecimento se encontra mais vocacionado para aplicações concretas, pragmático e baseado em critérios de procura por parte dos financiadores, sejam eles privados ou públicos (Jansen et al., 2010). Pretendemos em primeiro lugar aferir se as pertenças disciplinares dos cientistas influenciam as características do conhecimento a que acedem através das suas redes interpessoais. Adicionalmente, procuramos contribuir para o debate acerca das possíveis distinções entre *ciências novas* e *antigas* analisando as percepções dos cientistas a trabalhar em diferentes áreas científicas sobre o grau de aplicabilidade do conhecimento a que procuram aceder, bem como da importância relativa de diferentes tipos de conhecimento (mais básico e fundamental ou de cariz mais aplicado) na sua actividade científica.

H14: Os cientistas que trabalham em biotecnologia e nanotecnologia (e nestes de forma ainda mais acentuada) têm, tendencialmente, uma maior proporção de laços através dos quais obtém conhecimento que percebem como aplicado face a cientistas que trabalham em outras áreas disciplinares.

H15: Os cientistas que trabalham em biotecnologia e nanotecnologia (e nestes de forma ainda mais acentuada) atribuem, tendencialmente, maior importância às relações que estabelecem para obter conhecimento que percebem como aplicado face a cientistas que trabalham em outras áreas disciplinares.

4.1.2.3. A importância dos elementos de caracterização socioprofissional nas redes interpessoais de acesso ao conhecimento.

Um último (e importante) vector que pode influir nas redes interpessoais dos cientistas são os seus elementos de caracterização socioprofissional, particularmente os de cariz geracional, de género e de carreira. Ao nível geracional, sabemos que tanto o sistema científico global como o próprio contexto científico nacional sofreram alterações profundas nas últimas décadas. O advento das tecnologias de comunicação e informação e o desenvolvimento exponencial da instrumentação científica e da capacidade de computação provocaram alterações profundas na forma como o conhecimento científico se produz, circula ou é acedido. Do mesmo modo, a forma como se estruturam e financiam as instituições de investigação e ciência (dinâmicas às quais não são alheias, em tempos mais recentes, as políticas europeias entre as quais se destacam os programas-quadro de investimento e a criação da *European Research Area*) e os percursos de carreira e de mobilidade internacional ou interorganizacional dos cientistas são, hoje em dia, significativamente distintos do que há umas décadas. Em Portugal esses efeitos geracionais poderão ser ainda mais pronunciados, em virtude do tardio desenvolvimento do sistema científico nacional, face aos grandes centros de produção científica a nível internacional.

Adicionalmente, o capital social dos cientistas, instrumental na estruturação das suas redes de colaboração, é como vimos desenvolvido ao longo do seu percurso profissional e os cientistas com um maior percurso biográfico e profissional (e normalmente maior senioridade na carreira) tenderão a ter igualmente mais oportunidades para estabelecerem laços, de formas mais diversas e em diferentes momentos do seu percurso. Existe ainda uma dimensão

instrumental na forma como os cientistas constroem e usam tanto as redes de conhecimento como o capital social que as suporta e as estratégias de acesso ao conhecimento poderão assim ser diferenciadas em função dos momentos e posições em que se encontram os indivíduos na sua carreira.

Tendo em atenção estas dinâmicas geracionais consideramos que a idade dos cientistas pode influir de forma muito significativa na forma como constroem as suas redes. Nomeadamente, consideramos que os cientistas mais seniores, apesar de terem tido, ao longo do seu percurso, um maior número de momentos de proximidade física e de co-localização prolongada ou temporária com outros cientistas, estarão simultaneamente menos dependentes dessas instâncias de proximidade física para a construção das suas redes de acesso ao conhecimento. O seu (comparativamente) maior percurso profissional, face aos seus colegas mais juniores, com tudo o que isso acarreta ao nível da multiplicação de experiências profissionais, de participação em diferentes tipos de projectos e colaborações formais ou informais e, de um modo geral, de acumulação de capital social e relacional torná-los-á hipoteticamente menos dependentes da proximidade física e a valorizarem mais os vectores individuais ou institucionais na construção das suas redes de acesso ao conhecimento comparativamente aos seus colegas mais novos.

Estes, pela sua maior juventude e menor capital social acumulado, poderão estar inversamente mais dependentes das instâncias de co-localização física, prolongada ou temporária, ou das redes de outros cientistas mais seniores para o estabelecimento e aprofundamento da sua própria rede individual.

H16: Os cientistas mais seniores atribuem, tendencialmente, menor importância à proximidade física e às instâncias de co-localização temporária ou prolongada, para a construção das suas redes de conhecimento face a cientistas mais novos.

H17: Os cientistas mais seniores atribuem, tendencialmente, maior importância a estratégias individuais, directas ou intermediadas, ou de cariz mais formal (institucionais), para a construção das suas redes de conhecimento face a cientistas mais novos.

Também o género poderá ser um factor importante ao nível dos processos de construção das redes interpessoais. Como vimos, diversos estudos apontam para a existência ainda de alguns obstáculos adicionais que se colocam, ao nível familiar, para as trajectórias de mobilidade internacional no feminino. Nesse sentido, poderá haver alguma tendência para que

as mulheres cientistas tentem compensar eventuais barreiras ao estabelecimento de trajetórias de mobilidade internacional prolongada através de períodos de mobilidade de menor duração em instituições de investigação distantes da sua área de residência e que, conseqüentemente, atribuam uma maior importância, face aos seus colegas masculinos, à localização temporária na construção das suas redes de acesso ao conhecimento.

H18: As cientistas e investigadoras tenderão a atribuir maior importância à localização temporária, na construção das suas redes interpessoais de acesso ao conhecimento, quando comparadas com os seus colegas masculinos.

Mas voltamos a frisar o carácter verdadeiramente prospectivo e exploratório destas hipóteses, dada a escassez de estudos que relacionem o processo de construção das redes interpessoais de acesso ao conhecimento com as características socioprofissionais dos cientistas e investigadores. Adicionalmente, usaremos igualmente na nossa análise outros elementos de caracterização socioprofissional como a exclusividade na investigação ou a acumulação com a docência ou a estabilidade da sua situação profissional, procurando aferir e interpretar os seus possíveis efeitos nos processos de construção das redes interpessoais de acesso ao conhecimento dos cientistas portugueses.

Para além destes efeitos, admitimos ainda que estas variáveis de caracterização socioprofissional dos cientistas, possam igualmente influenciar a composição e estrutura dessas mesmas redes. Novamente, as questões geracionais poderão aqui ser as mais relevantes. Cientistas mais seniores e, tendencialmente, tanto com maior reconhecimento no seu campo como com carreiras mais longas e com maiores oportunidades para o estabelecimento de laços internacionais e com instituições em sectores distintos, dentro ou fora da arena de investigação, tenderão assim a ter redes geográfica e institucionalmente mais diversas.

H19: Os cientistas mais seniores tenderão a ter uma maior proporção de laços internacionais e redes institucionalmente mais diversas, face aos seus colegas mais novos.

A literatura aponta igualmente alguns factores geracionais e de carreira que podem ser relevantes ao nível das dinâmicas de circulação de conhecimento através das redes interpessoais, particularmente em termos da maior ou menor interdisciplinaridade do conhecimento que nelas circula. Embora esta relação careça ainda de comprovação empírica

(Woelert e Millar 2013), parece existir uma certa discrepância entre as possibilidades de investigação interdisciplinar sobre temas transversais e um sistema de carreira acadêmica que favorece a especialização, nomeadamente através dos critérios editoriais das principais revistas, que têm uma base essencialmente disciplinar (Carayol e Thi, 2004). Investigadores a tempo inteiro e com posição assegurada poderão assim tender a produzir mais trabalho interdisciplinar do que os investigadores mais jovens e ainda sem posição académica ou de investigação assegurada, que necessitam em primeiro lugar de construir um currículo dentro da sua própria disciplina.

H20: Os cientistas mais seniores e em posições contratuais com maior estabilidade têm, tendencialmente, uma maior proporção de laços através dos quais obtém conhecimento que percebem como não sendo exclusivo da sua própria área de investigação face a cientistas mais novos e com menor estabilidade contratual.

H21: Os cientistas mais seniores e em posições contratuais com maior estabilidade atribuem, tendencialmente, maior importância às relações que estabelecem para obter conhecimento que percebem como não sendo exclusivo da sua própria área de investigação face a cientistas mais novos e com menor estabilidade contratual.

4.2. Desafios metodológicos e operacionalização da pesquisa

4.2.1. O processo de recolha dos dados

Todos os investigadores que se debruçam sobre a temática das redes de conhecimento ou de colaboração científica são, a dado ponto, inevitavelmente confrontados com a intangibilidade dos fluxos de conhecimento e as conseqüentes dificuldades metodológicas da sua apreensão e estudo. Para essas mesmas dificuldades tinha já alertado Krugman (1991:53) quando salienta que a medição empírica dos fluxos de conhecimento poderá ser impossível uma vez que estes “são invisíveis, não deixam um rasto em papel através dos quais possam ser medidos ou rastreados”.

A resposta mais usual para contornar esta intangibilidade dos fluxos e das relações que os suportam passa pelo uso de dados secundários sobre co-autoria de artigos ou patentes entre investigadores, na prática subsumindo as relações de conhecimento a estes seus subprodutos.

Esta prática tem inúmeras vantagens. Não só permite tornar tangíveis e mensuráveis as relações de conhecimento entre os actores como, pela fácil acessibilidade e disponibilidade de extensas bases de dados existentes sobre publicações e patentes, o estudo e mapeamento destas redes de conhecimento torna-se (relativamente) mais simples e menos oneroso a nível de tempo e recursos despendidos na sua apreensão.

A medição dos fluxos de conhecimento, bem como do papel das redes sociais no seu funcionamento (Sorenson et al., 2005; Bozeman e Mangematin, 2004), tem sido assim abordada sobretudo através de aplicação de métodos bibliométricos (Crespi, Geuna e Nesta, 2007; Singh, 2005, Stuart et al., 2007), ou da análise dos *curricula vitae* dos cientistas (Dietz et al., 2000; Kim, 2005; Canibano et al., 2008). No entanto, esta estratégia tem algumas limitações importantes tornando-se necessário desenvolver metodologias alternativas e complementares.

A frequente correlação entre redes de conhecimento e redes de co-publicações e citações baseia-se na premissa de que as colaborações mais importantes do ponto de vista da produção e circulação de conhecimento são aquelas que acabam por dar origem a uma publicação ou patente (usualmente as referenciadas na base da *Web of Science* ou outras bases bibliográficas semelhantes). Embora isto seja parcialmente verdade, esta abordagem incorre no risco de excluir um número significativo de contactos significativos. A recolha primária de dados é particularmente pertinente para a construção e análise de redes onde circula conhecimento tácito e não codificável que, através de métodos bibliométricos, muito dificilmente será apreendido, por não dar facilmente origem a publicações e patentes (embora muito do conhecimento nestes subprodutos tenha naturalmente uma componente tácita).

Adicionalmente, a co-autoria pode desenvolver-se sem que haja uma efectiva colaboração. Um investigador pode ser designado como co-autor simplesmente por fornecer dados para determinada investigação, por contribuir com uma mera análise de rotina ou simplesmente por se encontrar numa posição de prestígio ou poder face aos autores (Zi-Lin He et al. 2008).

Por outro lado, estas abordagens não têm igualmente em conta as diferenças existentes entre campos científicos em termos de práticas de (co)publicações e os problemas provocados na construção das redes pela variabilidade dos períodos de tempo que medeiam entre a colaboração propriamente dita e a publicação dos seus resultados.

Dadas as limitações destes métodos e os objectivos específicos deste estudo optámos assim pela recolha de dados primários junto dos cientistas, que incluam não apenas os laços que usam nas suas estratégias de acesso ao conhecimento, mas igualmente uma panóplia de

informação adicional sobre as próprias relações, desde a forma como foram estabelecidas, tipologias que assumem e tipo de conhecimento que nelas circula.

Consideramos que o estudo das redes interpessoais dos cientistas, através da recolha e análise destes dados primários pode constituir um prisma de análise pertinente e complementar às abordagens mais habituais nesta mesma literatura.

Embora esta metodologia permita assim uma perspectiva mais completa das redes e a inclusão de informação adicional sobre as relações, dada por parte dos próprios cientistas, apresenta igualmente desafios importantes que não se cingem unicamente à dificuldade e tempo necessário para a sua recolha (embora este factor não seja desprezível sobretudo em estudos comparativos ou que se pretendam representativos e impliquem extensas bases de dados).

A opção pela recolha de dados primários tem desvantagens sobretudo ao nível da uniformização de critérios e comparabilidade dos dados. Embora o facto de se dar voz aos cientistas na identificação e valoração dos laços que os próprios consideram ser mais relevantes seja, quanto a nós, uma vantagem muito importante desta metodologia, a rede que resulta dessa reconstrução por memória continua a não ser a rede completa de relações de conhecimento. Simultaneamente, dentro da mesma amostra alguns cientistas ou grupos de cientistas podem, consciente ou inconscientemente, focar-se em determinados laços em detrimento de outros ou, por desinteresse ou falta de tempo, deixar de fora partes importantes da sua rede. Ao mesmo tempo, a recolha primária de dados não permite facilmente a comparabilidade com dados obtidos em outros estudos ou em séries temporais distintas, sendo mais fácil cumprir este desiderato através do uso de dados secundários, que podem ir beber às mesmas fontes os dados longitudinais para o mesmo grupo de cientistas.

No entanto, a ponderação entre as vantagens e desvantagens dos dois tipos de metodologia levou-nos a optar pela recolha de dados primários junto dos cientistas. Consideramos que a riqueza de dados assim obtida, a inclusão de laços que apesar da sua importância muitas vezes não aparecem nas análises bibliométricas (nomeadamente as relações mais informais ou que envolvem conhecimento tácito) e os objectivos de análise do nosso estudo, as redes interpessoais de acesso ao conhecimento dos cientistas portugueses, são razões suficientes para justificar esta opção. Que adicionalmente permite ainda servir de contraponto e explorar as potencialidades desta metodologia na sua complementaridade às análises mais usuais na literatura sobre o tema.

Uma segunda questão relacionada com a estratégia metodológica de obtenção dos dados passa pelo instrumento de recolha de dados seleccionado. Tendo em atenção que, pelas

razões acima explanadas, optámos pela recolha de dados primários junto dos próprios cientistas, deparámo-nos com a possibilidade de optar entre duas grandes estratégias de recolha de dados (ou usá-las de forma concomitante e complementar): uma estratégia de cariz mais intensivo, vocacionada para a obtenção de dados mais ricos e aprofundados, potenciada pelo uso de entrevistas, estudos de caso ou de outras metodologias similares; ou uma estratégia de cariz mais extensivo, suportada pelo uso de um questionário ou instrumento de recolha similar, e em que os dados possam quiçá não ser tão aprofundados para cada caso, mas que permita a obtenção de um maior número de casos e um conjunto de análises quantitativas que de outro modo seriam inviáveis.

Para os objectivos deste estudo optámos pela constituição de uma amostra mais alargada, através da aplicação de um questionário *online*, que possa permitir um nível de análise meso, combinando as vantagens da recolha de dados primária com as da constituição, ainda assim, de uma amostra relativamente vasta sobre o caso português.

Admitimos, no entanto, que possa ser interessante, num momento analítico futuro e fora do âmbito deste trabalho, complementar esta abordagem com a realização de um ou mais estudos de caso em que se possa obter uma profundidade analítica mais vincada.

4.2.2. Construção das variáveis e operacionalização

O desenvolvimento do modelo analítico, decorrente tanto dos objectivos que norteiam a análise como da recensão de literatura efectuada, levou-nos, como vimos, a estabelecer três grandes dimensões de análise, ao longo das quais pretendemos contribuir para o conhecimento das redes interpessoais de acesso ao conhecimento científico: i) o processo de construção destas redes; ii) a sua composição institucional e características estruturais; e iii) a natureza do conhecimento que nelas circula.

Na elaboração do questionário incluímos assim um conjunto de questões que nos permita apreender e comparar as redes de cada um dos cientistas ao longo destas dimensões. O quadro seguinte detalha as variáveis seleccionadas para cada uma dessas três dimensões, variáveis essas que serão depois operacionalizadas através de diversos indicadores com elas relacionados, que traduzam relações de frequência da sua ocorrência, proporção, importância a elas atribuída pelos inquiridos através de escalas de *Lickert* ou outras medidas similares.

Quadro 4.1 – Dimensões analíticas das redes de conhecimento e principais variáveis associadas

Dimensões analíticas	Variáveis
<p>Processo de construção das redes</p>	<p>Vectores de construção das redes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Co-localização prolongada • Co-localização temporária • Através de colegas • Pesquisa própria de contactos • Colaborações formais • Outros vectores
<p>Composição e estrutura das redes</p>	<p>Geografia das redes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Laços nacionais/internacionais • Laços com regiões nacionais de centro/média dimensão ou periféricas <p>Diversidade institucional nas redes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Universidades/centros de I&D • Outras instituições públicas • Hospitais • Empresas • Outras instituições <p>Tipologia dos laços:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Laços formais ou informais • Laços fortes/persistentes ou fracos
<p>Das redes ao conhecimento</p>	<p>Tipologia de conhecimento acessado:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conhecimento de base específico da área científica • Conhecimento de base em várias áreas científicas • Conhecimento aplicado específico da área científica • Conhecimento aplicado de várias áreas científicas • Conhecimento operacional sobre projectos, publicações, etc.

Ao nível das variáveis referentes ao processo de construção das redes foi pedido aos inquiridos que, num primeiro momento, atribuíssem um nível de importância (segundo uma escala de *Lickert* de 5 pontos) aos vectores seleccionados para a construção da sua rede global de acesso ao conhecimento. Posteriormente, foi pedido aos inquiridos que identificassem a sua rede mais importante de acesso ao conhecimento (num máximo de 10 relações) e, usando a mesma tipologia de vectores de construção de redes, identificassem para cada relação a forma como esta foi estabelecida. Consideramos que a comparação entre os resultados obtidos nestas questões nos permite uma mais completa análise tanto sobre as redes globais como ao

nível deste núcleo central de laços mais importantes para os indivíduos. As duas dimensões analíticas seguintes, que caracterizam a composição e estrutura das redes e o tipo de conhecimento que nelas circula referem-se novamente às redes nucleares dos inquiridos, cujas características são apreendidas para cada relação identificada, sendo posteriormente usadas medidas agregadas, usualmente sob a forma de percentagens.

As variáveis anteriormente enunciadas, e os indicadores que adicionalmente permitam construir, serão usadas: i) como forma de caracterização das redes e dos recursos que nelas circulam; e ii) para os testes de hipóteses enunciados anteriormente, segundo um conjunto de variáveis independentes identificadas na literatura sobre o tema. Estas variáveis, que podem ser consultadas na figura 4.2, permitem caracterizar os cientistas segundo os seus percursos de mobilidade, pertenças disciplinares e características socioprofissionais. Esperamos com esses mesmos testes de hipóteses contribuir tanto para um melhor conhecimento sobre as redes interpessoais de acesso ao conhecimento dos cientistas portugueses e dos factores que as influenciam, como igualmente contribuir para alguns debates existentes na literatura, nomeadamente ao nível dos efeitos da mobilidade nas redes e da hipotética diferenciação, ao nível dos comportamentos colaborativos dos cientistas, entre *ciências antigas* e *ciências novas*.

Figura 4.2. – Variáveis independentes usadas na construção das hipóteses

Categorias	Variáveis
Mobilidade científica	<ul style="list-style-type: none"> • Ter Mobilidade internacional longa (dicotómica) • Tem mobilidade de curta/média duração (dicotómica) • Estimativa do número de estadias de curta/média duração em instituições estrangeiras (1 a 2; 3 a 4; 5 ou mais)
Pertenças disciplinares	<ul style="list-style-type: none"> • Classificação disciplinar de área científica (Física; Química; Biotecnologia ou Nanotecnologia) • Classificação de áreas científicas por tipologia (Básicas; Aplicadas; Biotecnologia ou Nanotecnologia) • Variável de comparação entre Biotecnologia e Nanotecnologia (dicotómica)
Características Socioprofissionais	<ul style="list-style-type: none"> • Género (dicotómica) • Idade (Até 34 anos; 35 a 44 anos; 45 ou mais anos) • Ocupações Profissionais (Investigador; Docente; Ambas) • Estabilidade Contratual (Inferior a 3 anos; 3 ou mais anos)

Para testarmos as hipóteses relacionadas com as áreas disciplinares dos cientistas optámos por agregar os cientistas segundo duas metodologias diferentes. Na primeira, iremos comparar os cientistas a trabalhar em biotecnologia e nanotecnologia, duas *ciências novas*, com os cientistas a trabalhar em duas disciplinas distintas, a física e a química, que pertencem ao grupo das chamadas *ciências antigas*, i.e. estabelecidas, enquanto tal, desde o século XIX. Cientistas que trabalham simultaneamente numa destas disciplinas e em biotecnologia ou nanotecnologia foram incluídos nestas últimas. Este modelo permite-nos essencialmente explorar a questão teórica em debate na literatura acerca da hipotética diferenciação entre modos de produção e circulação de conhecimento entre *ciências novas* e *ciências antigas*, aqui através das possíveis diferenças encontradas ao nível das redes interpessoais dos cientistas.

Na segunda metodologia de diferenciação das pertenças disciplinares dos cientistas agrupámos: i) num primeiro grupo os cientistas a trabalhar nas chamadas ciências básicas (física, química, matemática, biologia, etc.) que não desenvolvem trabalho em áreas mais aplicadas como as engenharias; ii) num segundo grupo os cientistas a trabalhar nas chamadas ciências aplicadas como as engenharias e ciências da saúde; e iii) num terceiro grupo ficaram os cientistas que trabalham em biotecnologia ou nanotecnologia, independentemente de desenvolverem também actividade em algum dos grupos anteriores. Pretendemos aqui verificar simultaneamente se as pertenças disciplinares dos cientistas (de acordo com esta formulação) influenciam os seus comportamentos colaborativos e, em segundo lugar, se os cientistas da biotecnologia e nanotecnologia, *ciências novas* que fazem a ponte entre investigação básica e aplicada de formas potencialmente diferentes das chamadas *ciências antigas*, têm redes interpessoais e dinâmicas de acesso ao conhecimento mais semelhantes à dos cientistas das áreas mais básicas ou das aplicadas ou se, pelo contrário, se distinguem significativamente de ambas.

Num terceiro momento de análise iremos comparar os cientistas a trabalhar em biotecnologia e nanotecnologia de forma a ver se as suas características próprias e diferente grau de maturidade em que se encontram implicam diferenças significativas nas redes dos cientistas.

Relativamente às variáveis de caracterização socioprofissional, nomeadamente as geracionais, serão usadas não apenas para dar resposta às hipóteses específicas nas quais estão inseridas, mas igualmente como variável de controlo relativamente a outras hipóteses, nomeadamente de mobilidade e área científica. Acreditamos que será útil aferir se eventuais diferenças nos comportamentos colaborativos dos cientistas a trabalhar em diferentes áreas

estão exclusivamente relacionadas com os percursos de mobilidade ou diferenças de área científica ou se, pelo contrário, se referem mais a uma diferença geracional do que face às variáveis anteriores.

Os dados obtidos através do questionário serão analisados com recurso ao SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) privilegiando o uso de medidas de tendência central (médias, moda, mediana, desvio-padrão) e proporções nas questões de caracterização e de testes não-paramétricos – *Qui-quadrado*, *Kruskal-Wallis* e *Mann-Whitney* - nos testes de hipóteses (dado que em muitas das hipóteses, apesar dos dados serem numéricos, não se verificam os pressupostos para a realização de testes paramétricos).

4.2.3. Amostragem e descrição da amostra

Para a prossecução dos objectivos do estudo optámos por constituir como seu universo os cientistas doutorados portugueses a trabalhar em centros de investigação financiados pela Fundação de Ciência e Tecnologia (FCT) e ligados às ciências exactas, naturais, engenharias e tecnologias, ciências da saúde e ciências agrárias.

Nesta fase do estudo preferimos não inquirir cientistas a trabalhar em ciências sociais e humanidades, para manter uma certa coerência e comparabilidade entre as redes de acesso ao conhecimento de cientistas a trabalhar em áreas com potenciais aplicações tecnológicas.

Os questionários foram construídos e enviados através de uma plataforma *online* (*SurveyMonkey*) entre janeiro e maio de 2012 à quase totalidade dos cerca de 11000 cientistas portugueses doutorados a trabalhar nessas áreas científicas em instituições de investigação suportadas pela FCT. As raras excepções de não envio de questionário a cientistas que cumprissem estes requisitos deveram-se à impossibilidade de obtenção dos seus endereços electrónicos directamente nos sítios das instituições, ou pela não-resposta às solicitações de disponibilização dos mesmos. O envio dos questionários produziu uma amostra de 1828 cientistas, correspondendo a cerca de 17% do universo o que, em estudos desta natureza, constitui uma amostra significativamente robusta.

Relativamente às características dessa amostra, de acordo com as variáveis seleccionadas para este estudo, verificamos que esta é, em primeiro lugar, bastante equilibrada ao nível do género (51,4% de mulheres e 48,6% de homens). A idade média dos investigadores é de 43 anos, sendo que 18,6% têm até 34 anos, 41,5% têm idades compreendidas entre os 35 e os 44 anos e 40% têm mais de 45 anos. Em termos globais, a

amostra é relativamente jovem se comparada por exemplo com o universo dos professores universitários em Portugal, o que se explica uma vez que embora muitos professores universitários sejam investigadores, exista ainda um conjunto significativo de investigadores doutorados a trabalhar em instituições de investigação que não têm funções de docência universitária. Ao nível do ano de conclusão do doutoramento, outra variável de índole geracional e de senioridade na carreira, verificamos que a maioria dos investigadores (64,5%) concluiu o doutoramento já depois do ano 2000, 27% fê-lo entre 1990 e 2000 e apenas 8,6% concluiu este grau antes de 1990. Embora não sejam coincidentes, esta variável encontra-se naturalmente relacionada com a idade dos inquiridos.

Ao nível das ocupações profissionais 38% dos respondentes declaram-se investigadores a tempo inteiro, 50,9% são apenas docentes e 10,8% desempenham ambas as ocupações profissionais. De salientar aqui que a totalidade ou a esmagadora maioria dos respondentes faz de facto alguma investigação (daí estarem como investigadores nos centros seleccionados), simplesmente há quem tenha como ocupação exclusiva a investigação e há quem tenha, como entidade patronal, apenas a instituição de ensino superior que lhe paga o salário, embora faça investigação enquanto membro associado de um centro. Esta variável permite assim distinguir quem, do ponto de vista profissional, faz investigação a tempo inteiro de quem desempenha funções de docência ou acumula essas funções, em maior ou menor grau, com o desenvolvimento de investigação de forma paralela a essa ocupação principal. De referir ainda aqui que existe uma relação muito forte entre a idade e as ocupações profissionais dos inquiridos, sendo que a esmagadora maioria dos inquiridos que são apenas investigadores têm até 34 anos (38,1%) ou entre 35 e 44 anos (48,8%), ao passo que 60,1% dos que são apenas docentes têm 45 anos ou mais e apenas 4,3% têm menos de 35 anos. Esta relação entre idade e ocupações profissionais (com investigadores tendencialmente mais jovens e docentes tendencialmente mais velhos) tem assim de ser tida em conta na interpretação das hipóteses a que estas variáveis estejam associadas.

Em termos geográficos a maioria dos respondentes desenvolve a sua actividade em centros localizados em Lisboa ou no Porto (62,1%), 27,7% em cidades que neste estudo foram recodificadas como sendo de média dimensão, não apenas em função da sua população mas igualmente do que representam para o sistema de investigação e ensino superior ao nível nacional (Coimbra, Braga, Aveiro e Faro) e 10,2% desempenham as suas funções em regiões mais periféricas, nomeadamente em instituições no interior do país e ilhas.

Relativamente às trajectórias de mobilidade dos respondentes, nomeadamente quanto à mobilidade de longa duração (aqui definida como superior a 6 meses de duração, seja de

forma contínua ou descontínua desde que na mesma instituição estrangeira) 51,6% refere ter tido essa experiência de mobilidade longa face a 48,4% que desenvolveu a sua actividade de forma continuada primordialmente em instituições nacionais (embora posso ter tido períodos de mobilidade de menor duração no estrangeiro). Estes dados evidenciam por um lado os elevados níveis de mobilidade internacional dos investigadores portugueses, tal como foi referido em capítulos anteriores. No entanto, poderá haver ainda uma maior predisposição dos cientistas com mobilidade internacional prolongada para responderem ao questionário enviado, quando comparados com cientistas sem este tipo de mobilidade, uma vez que no *email* de solicitação à participação se referia que um dos objectivos do estudo era a análise da possível relação entre as trajectórias de mobilidade internacional e as redes interpessoais de circulação de conhecimento.

No entanto, essa mobilidade internacional prolongada não é um fenómeno conjuntural e situado no tempo, sendo independente da idade dos investigadores, com uma proporção muito semelhante de investigadores com essa experiência de mobilidade internacional (ligeiramente superior a 50%) nos três grupos etários anteriormente referidos. Essa mobilidade prolongada teve lugar essencialmente durante a realização do doutoramento (para 85,4% dos inquiridos embora em apenas 42,6% corresponda efectivamente a efectuar o doutoramento numa instituição estrangeira e nos outros casos se trate de um período no estrangeiro durante a realização do doutoramento), e em apenas 14,6% dos casos esse período no estrangeiro foi posterior ao doutoramento. Independentemente da prossecução ou não destas estadias mais prolongadas foi igualmente perguntado aos cientistas se efectuaram estadias de menor duração (entre 1 a 6 meses) após a realização do doutoramento a instituições às quais não se encontravam vinculados. Cerca de metade (47,2%) dos inquiridos teve esta experiência de mobilidade institucional enquanto os restantes (52,8%) não o fizeram. Dos que o fizeram a esmagadora maioria (74%) fê-lo igualmente em ambiente internacional. Ou seja, cerca de um terço (33%) de todos os inquiridos tiveram pelo menos uma estadia de curta/média duração em instituições internacionais, o que vem novamente reforçar a constatação dos elevados níveis de mobilidade internacional dos cientistas portugueses. Relativamente ao número de estadias de curta duração realizadas em ambiente internacional a maior parte dos inquiridos que teve esta experiência (50,9%) teve apenas 1 ou 2 estadias, mas um número ainda considerável (23,8%) teve entre 3 a 4 estadias e 25,3% assinalam 5 ou mais estadias.

Relativamente às áreas científicas em que trabalham os respondentes usámos, como foi dito anteriormente, duas metodologias para a construção das variáveis usadas neste estudo

baseadas na classificação de *Fields of Science and Technology* (FOS), de forma a proporcionar uma visão mais completa e multidimensional do possível efeito das pertenças disciplinares sobre as redes e comportamentos colaborativos dos cientistas. Uma das variáveis usa uma metodologia de índole mais disciplinar, distinguindo entre os cientistas que trabalham em física, dos que trabalham em química, ou dos que o fazem em biotecnologia ou nanotecnologia. Na nossa amostra 4,2% dos inquiridos trabalham exclusivamente em física, 7,1% exclusivamente em química e cerca de um quarto dos respondentes (25,6%) desenvolve a sua actividade, mesmo que parcialmente, em biotecnologia ou nanotecnologia.

A outra formulação distingue os cientistas que trabalham exclusivamente nas chamadas ciências básicas (como a física, a química ou a biologia, entre outras), dos que trabalham, no todo ou parcialmente, nas ciências aplicadas (como as engenharias), e novamente dos que trabalham em biotecnologia ou nanotecnologia. Nesta formulação, 31% dos inquiridos trabalham exclusivamente em ciências básicas e 36,3% trabalham em ciências aplicadas ou têm algumas actividades científicas neste campo.

Capítulo V – O processo de construção das redes interpessoais de acesso ao conhecimento

Introdução

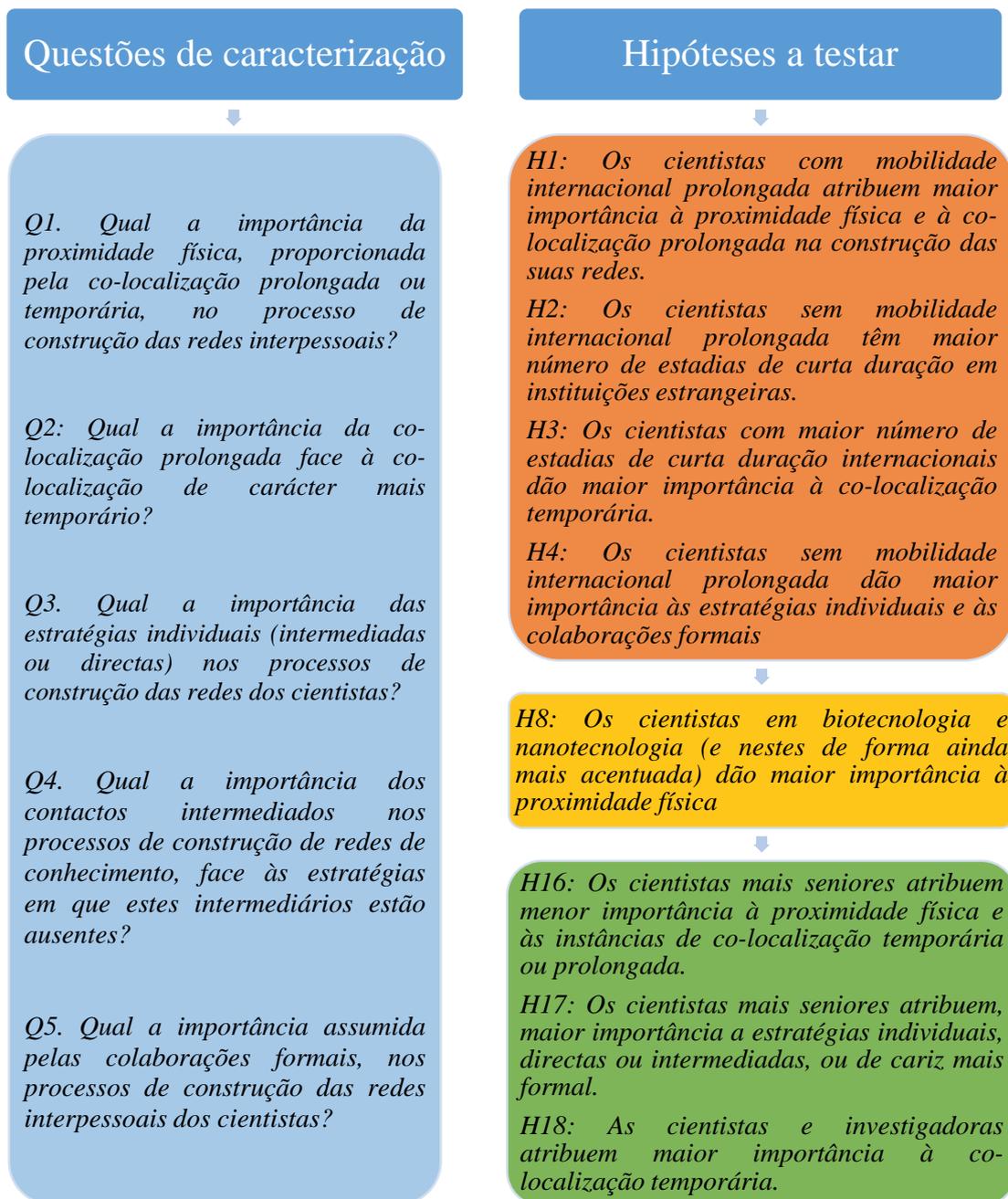
Como foi anteriormente referido, o processo de construção das redes interpessoais de conhecimento científico é provavelmente a menos estudada das dimensões analíticas consideradas neste estudo. A literatura tem abordado este tema de forma relativamente parcelar tanto do ponto de vista teórico como empírico. Este subcapítulo terá assim, ainda mais do que os seguintes, um carácter eminentemente exploratório.

Pretendemos aqui, em primeiro lugar, aferir de uma forma compreensiva como são construídas as redes interpessoais de acesso ao conhecimento e a importância relativa de um conjunto de vectores, decorrentes da literatura, nesse processo (Figura 5.1).

Neste primeiro momento analítico, iremos analisar as percepções dos cientistas sobre a importância de cada um dos vectores seleccionados na construção das suas *redes globais* de acesso ao conhecimento. Em seguida, iremos aferir o peso relativo de cada um destes vectores nas redes que os próprios cientistas definem como sendo as mais importantes para as suas dinâmicas de acesso ao conhecimento. Pretendemos assim contrapor e contrastar estas percepções dos cientistas sobre as suas *redes globais* com as suas *redes nucleares* de acesso ao conhecimento, mapeadas e analisadas em maior detalhe. Acreditamos que esta justaposição entre as percepções e práticas de construção de redes de acesso ao conhecimento por parte dos cientistas, e a análise das diferenças entre as *redes globais* e *redes nucleares* de acesso ao conhecimento permitirá a obtenção de uma mais completa e problematizadora perspectiva sobre o tema.

Num segundo momento analítico, iremos testar as hipóteses anteriormente avançadas sobre a influência de um conjunto de factores, nomeadamente o perfil de mobilidade dos cientistas, as suas pertenças disciplinares diferenciadas e algumas das suas características socioprofissionais, sobre o seu processo de construção de redes interpessoais de acesso ao conhecimento.

Figura 5.1 – Processo de construção das redes interpessoais de conhecimento



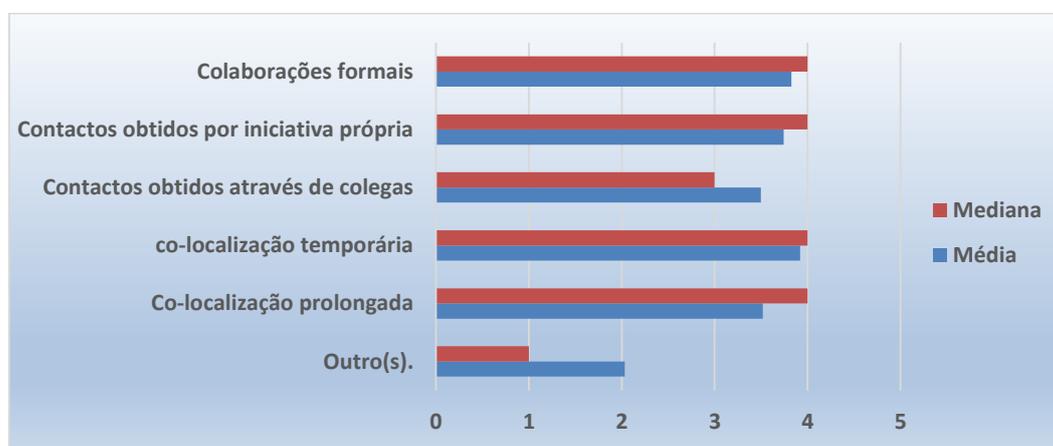
5.1. O processo de construção das redes interpessoais de acesso ao conhecimento

A análise da literatura efectuada permitiu-nos, como vimos, seleccionar três vectores primordiais no processo de construção das redes interpessoais dos cientistas: a proximidade física (de cariz mais ou menos prolongado); as estratégias individuais dos cientistas (tanto as directas como as intermediadas através de colegas); e as colaborações formais.

A análise das percepções dos cientistas da nossa amostra sobre o processo de construção das suas redes interpessoais de acesso ao conhecimento (aqui entendidas de forma global) permite-nos verificar, em primeiro lugar, que todos os vectores propostos assumem uma importância efectiva neste processo, com valores médios e medianos acima do ponto médio da escala de Lickert utilizada (de 1= ‘Sem importância’; a 5= ‘Essencial’). A opção de ‘Outros’ é, aliás, a única que se posiciona claramente abaixo deste ponto médio da escala, o que parece indicar que esta selecção de vectores cobre de forma apropriada os principais meios de construção de redes utilizados pelos investigadores portugueses.

Em segundo lugar, embora todos os vectores seleccionados assumam uma importância significativa as instâncias de co-localização temporária (média de 3,92 e mediana de 4), as colaborações formais (média de 3,83 e mediana de 4) e os contactos obtidos por iniciativa própria (média de 3,74 e mediana de 4) são respectivamente apontados como detendo maior importância no processo de construção destas *redes globais* de acesso ao conhecimento. Inversamente, os contactos obtidos através de colegas (média de 3,50 e mediana de 3) e a co-localização prolongada (média de 3,52 e mediana de 4) apresentam uma importância relativa menor (Figura 5.2).

Figura 5.2 – Importância relativa dos diferentes vectores de construção de redes



Não se pode, portanto, afirmar que exista aqui uma primazia clara de um determinado tipo de vector face aos outros (proximidade física por exemplo face às estratégias individuais ou às colaborações formais). No entanto, um dos elementos potencialmente mais surpreendentes destes resultados, face à literatura analisada, passa pela menor importância dos momentos de co-localização prolongada nos processos de construção de redes interpessoais face a outros vectores, e nomeadamente face às instâncias de co-localização de cariz mais

temporário. Como vimos, a proximidade física e frequente interação face-a-face associadas à co-localização prolongada são apontadas como elementos cruciais na construção de laços de confiança e de outros tipos de proximidade que facilitam a criação de laços fortes e a troca aprofundada de conhecimento, nomeadamente o de natureza mais tácita ou complexa.

A importância das instâncias de co-localização temporária poder-se-á aqui dever às suas potencialidades para, de uma forma comparativamente menos onerosa ao nível de tempo e de investimento pessoal dos cientistas face à co-localização mais prolongada, promover o alargamento e diversificação da rede de contactos dos cientistas. Esta diversificação da rede de contactos teria também uma implicação muito importante ao nível da base de conhecimento ao dispor dos investigadores, tornando-a mais aberta e menos redundante, um risco decorrente da partilha intensa e continuada de conhecimento com um número mais limitado de colegas. Este aspecto da diversificação da base de conhecimento e da ampliação do número de contactos parece assim ser aqui altamente valorizado quando os inquiridos abordam a sua rede de acesso ao conhecimento em termos globais (mais tarde analisaremos se esta tendência se mantém nas suas *redes nucleares* de acesso a conhecimento).

O segundo vector de construção de redes mais realçado pelos nossos inquiridos foi, como vimos, a participação em colaborações formais. Estas colaborações formais, muitas vezes promovidas pelas próprias instituições de investigação e por entidades de financiamento público e privado, reforçam o trabalho colaborativo de investigadores com interesses de investigação semelhantes (ou complementares) e promovem a criação de laços de confiança entre os mesmos que podem perdurar após o término desses mesmos projectos e conduzir a outros momentos de colaboração subsequente.

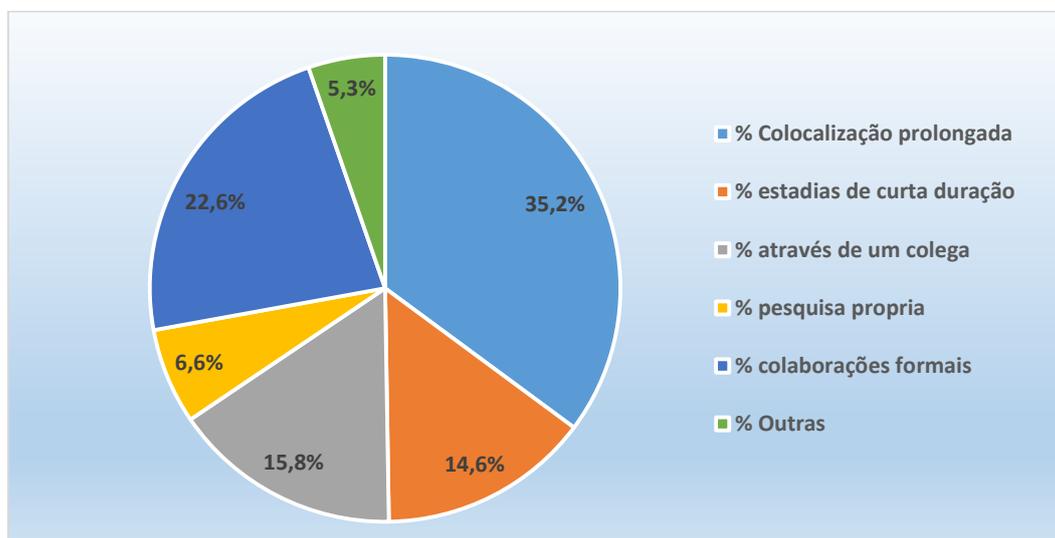
O terceiro grande vector de construção de redes interpessoais assinalado na literatura tem uma dimensão mais proactiva e estratégica dos cientistas na busca mais ou menos deliberada de possíveis parceiros para colaboração ou acesso a conhecimento. Esta busca pode ser intermediada através de colegas ou feita de forma mais directa, embora neste último caso a confiança se possa estabelecer de forma mais lenta e cautelosa do que na presença de um intermediário que a propicie e facilite. Nestas *redes globais* de acesso ao conhecimento os nossos inquiridos parecem valorizar mais as estratégias directas do que as intermediadas por colegas e contactos comuns, embora a importância relativa de umas e outras não seja muito diferente.

Para além de inquirimos os cientistas da nossa amostra sobre a importância que atribuem a cada um dos vectores anteriormente assinalados na construção das redes

interpessoais que mobilizam para aceder a conhecimento relevante para a sua actividade profissional e científica, pedimos-lhes ainda que identificassem os laços mais importantes dessas suas redes, i.e., a sua *rede nuclear* de acesso ao conhecimento. Acreditávamos que essa *rede nuclear*, que mapeámos ao longo de várias dimensões, poderia apresentar características diferenciadas da rede global de acesso ao conhecimento, nomeadamente quanto ao seu processo de construção.

Uma primeira análise destas redes centrais de acesso ao conhecimento (Figura 5.3) parece confirmar essa diferenciação. Ao contrário do verificado nas redes globais de acesso ao conhecimento, o principal vector de construção destas redes nucleares é de forma clara a co-localização prolongada (na origem de 35,2% dos laços mapeados), seguida das colaborações formais (22,6%). Num segundo grupo aparecem as estratégias individuais intermediadas (15,8%), as instâncias de co-localização temporária (14,6%) e, por último, as pesquisas próprias e não intermediadas de contactos relevantes (6,6%). Novamente o peso de outros vectores de construção de redes parece ser muito residual (5,3%) o que reforça a pertinência e abrangência dos vectores seleccionados também quanto a estas redes mais importantes.

Figura 5.3. – Peso relativo dos diferentes vectores na construção das redes nucleares



A análise destas redes permite-nos ainda reforçar a importância da proximidade física, propiciada pela co-localização prolongada e temporária, na construção deste segmento das redes que os cientistas consideram mais importante para aceder ao conhecimento necessário à sua actividade profissional. Estas instâncias de proximidade física são responsáveis por cerca

de metade destes laços (49,8%) embora, ao contrário do registado nas redes globais, a co-localização de cariz mais prolongado assuma uma enorme preponderância. Se nas redes globais o diminuto investimento de tempo e consequente multiplicação e diversificação das redes propiciadas pelas instâncias de co-localização temporária parecem ser mais valorizados, neste núcleo mais importante das redes de conhecimento o estabelecimento da confiança e da interação frequente propiciadas pela co-localização prolongada parece ser o factor mais determinante. Por outro lado, as colaborações formais mantêm uma posição de acentuado relevo tanto nas redes globais de acesso ao conhecimento como neste núcleo de contactos mais importantes. Para além dos dividendos científicos e de carreira que os cientistas retiram deste tipo de colaborações estas parecem ainda assumir uma importância assinalável na construção do seu capital social e na sua capacidade de aceder a conhecimento relevante para a sua actividade. As estratégias individuais são o vector menos importante na construção das redes interpessoais mais centrais (embora o seu papel não seja despreciando pois representam ainda assim 22,4% dos laços nestas redes) e, tal como sucede nas instâncias de co-localização, também a importância relativa de cada um dos elementos que constituem este vector se inverte consoante estejamos a analisar as *redes globais* ou este núcleo central. Assim, se nas *redes globais* os contactos obtidos por iniciativa própria e sem intermediação assumiam um ligeiro ascendente face aos contactos obtidos através de colegas, nas *redes nucleares* os contactos intermediados são significativamente mais relevantes. Este dado vem assim reforçar a hipótese, avançada na análise da maior importância relativa da co-localização prolongada face à temporária, de que neste núcleo central de acesso ao conhecimento a confiança, mais fácil de estabelecer numa relação intermediada e avalizada por um contacto comum do que numa estabelecida por um contacto directo e *had-hoc*, é efectivamente um elemento absolutamente crucial.

Por último, pretendemos ainda verificar a existência de uma correlação entre a importância que os cientistas dão a cada um dos vectores de construção de redes na sua rede global e a percentagem de laços que têm na sua rede central proveniente desse vector específico. Esta é uma simultaneamente uma medida de coerência dos dados (sendo a rede nuclear uma componente da rede global é natural que haja alguma relação entre ambas) e uma forma de aferir se os cientistas fazem uma dissociação completa entre estas duas componentes da sua rede, ou seja se tendencialmente os núcleos centrais das redes de conhecimento dos cientistas assumem, ao nível dos seus processos de construção, características muito díspares das redes globais desses mesmos cientistas.

A aplicação de correlações de *Spearman* ao conjunto de variáveis em causa permite-nos aferir a existência de correlações positivas e estatisticamente significativas (embora com coeficientes de correlação de intensidade fraca ou muito fraca) entre a importância atribuída a cada vector de construção de redes nas *redes globais* e a percentagem de laços que resulta desse vector nas *redes nucleares* dos cientistas. Ou seja, os cientistas que mais valorizam cada um dos vectores em análise na *rede global* têm tendencialmente uma maior percentagem de laços provenientes desse vector na sua *rede nuclear* e vice-versa. Ao mesmo tempo, o facto de essa correlação ser de intensidade fraca ou muito fraca indicia que as *redes globais* e as *redes nucleares* de acesso ao conhecimento detêm, mesmo assim, algumas diferenças importantes ao nível do seu processo de construção e, eventualmente, dos usos e necessidades de acesso ao conhecimento que cada uma visa suprir.

5. 2. O impacte da mobilidade internacional na construção de redes de conhecimento

A importância que a mobilidade dos cientistas pode assumir na criação das redes interpessoais de acesso ao conhecimento reside sobretudo na oportunidade que permite para a multiplicação dos períodos de co-localização destes cientistas, nomeadamente em ambiente internacional. Na primeira hipótese levantada nesta secção do estudo (H1) assumia-se que os cientistas com trajectórias de mobilidade internacional prolongadas no estrangeiro poderiam atribuir maior importância às instâncias de co-localização prolongada nos processos de construção das suas redes de conhecimento, face a cientistas que desenvolveram a sua actividade maioritariamente ou exclusivamente em Portugal

Os resultados obtidos através da aplicação dos testes de Mann-Whitney às variáveis em estudo permitem-nos confirmar esta hipótese. Na verdade, os cientistas com trajectórias de mobilidade internacional prolongada atribuem uma importância estatisticamente diferente (e superior) à co-localização prolongada na construção das suas redes globais de acesso ao conhecimento face aos cientistas que não têm essas mesmas trajectórias de mobilidade (Mann-Whitney $U=150340$; $z= -6,143$; $p= 0,000$) e têm igualmente uma maior presença de laços provenientes de co-localização prolongada nas suas redes mais importantes de acesso ao conhecimento (Mann-Whitney $U=99545$; $z= -3,819$; $p= 0,000$). Para além da análise da percentagem absoluta do número de laços provenientes de co-localização prolongada considerou-se que a recodificação desta variável em três escalões (em que um dos escalões corresponde a não ter nenhum laço na rede mais importante proveniente de instâncias de co-

localização prolongada, outro a ter alguns laços e o terceiro a ter todos os laços provenientes deste vector) permitiria outras *nuances* na comparação entre cientistas e deteria assim algum potencial heurístico adicional. A análise da tabela de contingência correspondente corrobora o teste anterior, permitindo-nos verificar que a percentagem de cientistas que, na sua rede mais importante, não tem laços provenientes de momentos de co-localização prolongada é significativamente menor entre os que têm trajectórias de mobilidade internacional (26,8%) face aos que não têm mobilidade internacional (37,9%). Inversamente, a percentagem de cientistas com mobilidade internacional longa que têm alguns laços (61,8%) ou todos os laços (11,4%) provenientes de instâncias de co-localização prolongada é consideravelmente superior quando comparada com a verificada entre os cientistas que não têm estas trajectórias de mobilidade internacional prolongada (52,7% e 9,4% respectivamente). Estas diferenças são estatisticamente significativas ($X^2_{(2)} = 13,641$; $p=0,001$).

Numa outra hipótese avançada no modelo analítico (H2) assinalávamos a possibilidade de que os cientistas que, por opção ou necessidade, não experienciaram trajectórias de mobilidade internacional prolongada, pudessem substituir essas instâncias de mobilidade através da realização (e multiplicação) de estadias de menor duração (entre um a seis meses) em instituições científicas estrangeiras. Dessa forma tentando colher benefícios semelhantes ao nível do acesso a conhecimento avançado ou inexistente no país de origem. A análise das tabelas de contingência e dos testes de qui-quadrado correspondentes permitem-nos verificar que não só os cientistas que não têm mobilidade internacional prolongada não realizam mais frequentemente este tipo de mobilidade mais curta em ambiente internacional nem têm tendencialmente maior número deste tipo de estadias como, na verdade, é o inverso que se verifica, i.e. os cientistas que têm essas instâncias de mobilidade internacional prolongada efectuam mais frequentemente estadias de índole mais curta em ambiente internacional (52,1% face a 26,6% dos cientistas sem mobilidade internacional prolongada), sendo essa diferença estatisticamente significativa ($X^2_{(1)} = 103,305$; $p=0,000$), e têm também, novamente de forma estatisticamente significativa, maior número de estadias de curta duração em instituições estrangeiras ($X^2_{(2)} = 15,058$; $p=0,001$). Estes resultados parecem indiciar que as instâncias de mobilidade internacional prolongada facilitam e propiciam o estabelecimento de outras formas de mobilidade, não havendo tendencialmente uma substituição de uma por outra.

Do mesmo modo que esperávamos que os cientistas com trajectórias de mobilidade internacional prolongada atribuíssem maior importância à co-localização prolongada, e

tivessem maior número de laços na sua rede central provenientes deste vector, acreditamos que os cientistas com maior número de instâncias de mobilidade internacional de curta duração possam igualmente atribuir maior importância à co-localização temporária (H3) na construção das suas redes de acesso a conhecimento. Os resultados dos testes efectuados permitem-nos aferir que embora os cientistas com maior número de instâncias de mobilidade internacional de curta duração atribuam uma importância ligeiramente superior à co-localização temporária no processo de construção das suas redes interpessoais de acesso ao conhecimento essas diferenças não são estatisticamente significativas. Situação semelhante acontece no que se refere ao núcleo mais importante das redes que os cientistas mobilizam na sua actividade. Tanto ao nível da percentagem de laços provenientes de co-localização temporária em termos absolutos como agrupando esta percentagem de laços nos escalões anteriormente utilizados, não há diferenças estatisticamente significativas entre os cientistas que têm maior ou menor número de estadias de curta duração em instituições estrangeiras.

Adicionalmente, postulámos a hipótese de que os cientistas que não têm trajectórias de mobilidade internacional prolongada pudessem atribuir uma maior importância às estratégias individuais e às colaborações formais (H4) na construção das suas redes de acesso ao conhecimento, quando comparados com os cientistas que tiveram essa experiência prolongada em ambiente internacional.

Ao nível das redes globais e em ambos os vectores de construção de redes os resultados contradizem a nossa expectativa. São na verdade os cientistas que têm trajectórias de mobilidade internacional longa que, tal como atribuíam maior importância à co-localização prolongada, atribuem igualmente maior importância tanto às colaborações formais (Mann-Whitney $U=172718,5$; $z= -3,141$; $p= 0,002$) como às estratégias individuais, embora aqui não de forma estatisticamente significativa, nos processos de construção das suas redes interpessoais de acesso ao conhecimento. Uma possível explicação para estes dados será a da existência de uma tendência para os cientistas que têm trajectórias de mobilidade internacional longa estarem, em termos gerais, mais conscientes da importância das redes de acesso ao conhecimento e valorizarem assim de forma superior cada um dos possíveis vectores de construção destas redes. Por outro lado, uma vez que esta questão foi formulada em escalas de *lickert* autónomas, nada impede que determinados cientistas ou grupos de cientistas atribuam uma maior importância a todos os vectores de construção de redes seleccionados em simultâneo. Já quando olhamos para as *redes nucleares* de acesso ao conhecimento os valores são medidos em percentagem de laços provenientes de cada um dos

vectores de construção de redes, ou seja, nenhum cientista, ou grupo de cientistas pode objectivamente ter uma maior percentagem de laços provenientes de todos os vectores de construção em simultâneo face a outro cientista ou grupo de cientistas. Os resultados dos testes efectuados sobre estas *redes nucleares* de acesso ao conhecimento apontam para a inexistência de diferenças significativas entre os cientistas com e sem mobilidade internacional prolongada quer ao nível da percentagem de laços construídos através de estratégias individuais quer provenientes de colaborações formais. Estes resultados são corroborados pela análise das tabelas de contingência em que novamente os cientistas com e sem mobilidade internacional prolongada se distribuem de forma muito semelhante pelos três escalões de resposta (não ter laços; ter alguns laços; e ter todos os laços) relativamente aos laços provenientes de estratégias individuais e de colaborações formais.

Em termos globais, uma questão deve assim ser salientada na análise da relação entre as trajectórias de mobilidade internacional dos cientistas portugueses e os seus processos de construção de redes. Não só os cientistas com mobilidade internacional de longa duração atribuem maior importância à co-localização prolongada na construção das suas *redes globais* como têm significativamente mais laços na sua *rede nuclear* construídos através de momentos de co-localização prolongada. Aliás, a única diferença estatisticamente significativa, ao nível deste núcleo central das suas redes, entre os cientistas com e sem mobilidade internacional prolongada é precisamente nesta dimensão. Estes dados indiciam assim que são precisamente estes percursos de mobilidade internacional, e não outras instâncias de co-localização, que fazem a diferença entre estes dois grupos reforçando a importância da mobilidade internacional longa nos processos de construção das redes interpessoais de acesso ao conhecimento.

5.3. Pertenças disciplinares e processo de construção das redes

Como foi explicitado no capítulo da metodologia e operacionalização da pesquisa, nas hipóteses relacionadas com as áreas científicas dos cientistas iremos usar duas tipologias de áreas científicas que procuram dar resposta a questões teóricas complementares. A primeira permite comparar cientistas que trabalham em campos disciplinares mais tradicionais como a física e a química com os cientistas a trabalhar em biotecnologia e nanotecnologia. A segunda diferencia os cientistas segundo trabalhem em ciências básicas, ciências de índole mais aplicada ou novamente em biotecnologia e nanotecnologia, permitindo-nos aferir, para cada

uma das dimensões em estudo, se o padrão de comportamentos colaborativos dos cientistas a trabalhar em biotecnologia ou nanotecnologia tem maiores afinidades com o encontrado nas ciências básicas, nas ciências aplicadas ou se, pelo contrário, se destaca de ambas. Num terceiro momento de análise iremos, para cada hipótese, comparar os cientistas que trabalham em nanotecnologia com os que desenvolvem a sua actividade em biotecnologia de forma a ver se as características próprias de cada área e sobretudo o seu diferente grau de maturidade implicam diferenças ao nível dos comportamentos colaborativos e de acesso ao conhecimento por parte dos cientistas.

A revisão da literatura efectuada indica-nos que em campos disciplinares relacionados com tecnologias emergentes, como a biotecnologia e nanotecnologia, o conhecimento é eminentemente tácito e incorporado nos cientistas que o produzem. Acreditamos, portanto, que nestas áreas científicas (e de forma ainda mais acentuada na nanotecnologia quando comparada com a biotecnologia) a importância da proximidade física, aqui traduzida em momentos de co-localização prolongada e temporária, no processo de construção das redes interpessoais de acesso ao conhecimento seja maior do que em outras áreas científicas (H8). Pois essa mesma proximidade física é, segundo a literatura, instrumental no acesso a esse conhecimento mais tácito, logo de difícil codificabilidade e acesso à distância.

Relativamente à relação entre as pertenças disciplinares dos cientistas e a importância atribuída à proximidade física na construção das suas *redes globais* de acesso ao conhecimento verificamos, num primeiro momento, que os cientistas a trabalhar em biotecnologia e nanotecnologia atribuem tendencialmente uma maior importância a este vector de construção das redes, face aos que desenvolvem a sua actividade em física ou em química, embora esta diferença não seja estatisticamente significativa. Decompondo a proximidade física nas suas duas componentes analisadas, i.e. a co-localização prolongada e a temporária, o padrão mais evidente aponta novamente para a maior importância atribuída a cada uma destas componentes de forma autónoma pelos cientistas a trabalhar em biotecnologia ou nanotecnologia, seguidos dos cientistas a trabalhar em física, sendo os que trabalham na área da química a dar menor importância a qualquer um destes vectores de construção das suas redes globais. No entanto, esta tendência não é novamente de tal modo expressiva que detenha significância estatística.

Também ao nível das *redes nucleares*, as diferenças encontradas entre cientistas que desenvolvem actividade na área da física, da química ou da biotecnologia e nanotecnologia, não são estatisticamente significativas. Apesar disso, verificamos que embora a percentagem de laços proveniente de instâncias de proximidade física seja sempre muito elevada nestas

redes, este vector assume ainda maior importância entre os cientistas que trabalham em nanotecnologia e biotecnologia (em média 53% dos laços) face aos que trabalham em física ou química (respectivamente 45% e 47%). Esta diferença pode ser verificada igualmente pelo facto de apenas 15% dos cientistas que trabalham em biotecnologia e nanotecnologia não terem nesta sua rede mais importante nenhum laço proveniente de instâncias de proximidade física, enquanto tanto nos que trabalham em química como em física estes valores são consideravelmente superiores (21% e 25% respectivamente).

Olhando de forma autónoma para a importância da co-localização prolongada e temporária nos processos de construção das *redes nucleares* dos cientistas, verificamos que a percentagem de laços provenientes de co-localização prolongada é superior entre os cientistas que trabalham em biotecnologia e nanotecnologia, face aos que trabalham em física e em química. A co-localização temporária assume maior importância para os que trabalham em química (embora os que trabalham em biotecnologia e nanotecnologia tenham um valor muito semelhante) e parece ser menos importante para os que trabalham em física. No entanto, estes resultados não são, mais uma vez, suficientemente expressivos para assumir significância estatística. A distribuição dos respondentes pelos 3 escalões (não ter laços; ter alguns laços; ou ter todos os laços) confirma estes resultados. A percentagem de inquiridos da biotecnologia e nanotecnologia que não têm laços provenientes de co-localização prolongada é assim consideravelmente mais baixa do que nas restantes disciplinas (26,3% face a 34,1% de cientistas na física e 37,3% na química) e na co-localização temporária são os cientistas que trabalham em química e os que trabalham em biotecnologia e nanotecnologia que menos frequentemente não têm nenhum laço proveniente deste vector (61,2% e 64,1% respectivamente face a 77,3% dos inquiridos que trabalham em física).

Quando comparando as diferenças entre as ciências básicas e aplicadas e novamente a biotecnologia e nanotecnologia verificamos que são os cientistas a trabalhar nestas últimas, seguidos de perto pelos cientistas que trabalham nas ciências básicas, quem maior importância atribui à proximidade física para a construção das *suas redes globais* de acesso ao conhecimento, sendo as diferenças entre os grupos estatisticamente significativas (Kruskal-Wallis $H_{(2)} = 6,960$; $p=0,031$), nomeadamente quanto à diferença entre a (menor) importância atribuída a este vector pelos cientistas que trabalham em áreas mais aplicadas face aos que trabalham em biotecnologia e nanotecnologia ($T=-2,528$; $p=0,034$). Analisando de forma autónoma a importância da co-localização prolongada e temporária, verificamos que a co-localização prolongada assume maior importância para os cientistas a trabalhar em biotecnologia e nanotecnologia, seguidos dos cientistas a trabalhar em ciências básicas e por

último os que o fazem em áreas mais aplicadas, embora as diferenças entre os grupos não sejam estatisticamente significativas. A co-localização temporária assume maior importância para os cientistas que trabalham em ciências básicas, logo seguidos dos que o fazem em biotecnologia e nanotecnologia e novamente em último lugar para os que trabalham nas áreas aplicadas (Kruskal-Wallis $H_{(2)} = 8,512$; $p=0,014$). Aqui a diferença entre a maior importância atribuída pelos cientistas das ciências básicas e a menor dos que o fazem em áreas aplicadas reveste-se de significância estatística ($T=2,765$; $p=0,017$).

Focando a nossa análise nas *redes nucleares* de acesso ao conhecimento dos cientistas verificamos a emergência de um padrão semelhante. São novamente os cientistas que trabalham em biotecnologia e nanotecnologia a ter, tendencialmente, uma maior percentagem de laços construídos em momentos de proximidade física nestas redes nucleares, seguidos pelos que trabalham em ciências básicas e, por último, pelos que o fazem em áreas mais aplicadas. São igualmente os cientistas a trabalhar em biotecnologia e nanotecnologia quem menos frequentemente não tem nenhum laço na sua rede proveniente destes momentos de proximidade física (15,1% dos cientistas face a 21,2% e 22,1% nas ciências básicas e aplicadas) e quem mais frequentemente tem todos os laços na sua *rede nuclear* construídos através deste vector (20,5% dos cientistas face a respectivamente 15,4% e 16,9% nas ciências básicas e nas aplicadas). No entanto, em ambos os testes as diferenças encontradas não têm significância estatística.

Analisando novamente de forma autónoma a co-localização prolongada e a temporária verificamos que a percentagem de laços provenientes de co-localização prolongada é consideravelmente superior (e aproximando-se de valores de significância estatística) nas *redes nucleares* dos cientistas a trabalhar em biotecnologia ou nanotecnologia, face aos que o fazem nas chamadas ciências básicas ou nas aplicadas. Estas diferenças são igualmente perceptíveis na distribuição dos cientistas pelos escalões de resposta anteriormente utilizados, sendo que a percentagem de cientistas a trabalhar em biotecnologia e nanotecnologia que não têm nenhum laço proveniente de co-localização prolongada na sua *rede nuclear* é consideravelmente menor do que nas restantes áreas (26,3% dos cientistas face a 34,6% e 33,1% nas ciências básicas e aplicadas respectivamente). Inversamente, a percentagem de cientistas que tem todos os laços da sua *rede nuclear* provenientes de instâncias de co-localização prolongada é superior entre os que trabalham em biotecnologia ou nanotecnologia face aos que o fazem nas ciências básicas ou em outras ciências aplicadas (12,7% dos cientistas face a 10,2% e 9% respectivamente), embora novamente sem os resultados serem estatisticamente significativos.

Ao nível da co-localização temporária os valores são muito semelhantes entre os cientistas a trabalhar em qualquer destas áreas, tanto ao nível da percentagem de laços provenientes deste vector de forma absoluta, como ao nível dos três escalões seleccionados.

Relativamente à comparação entre a importância atribuída à proximidade física na construção das suas *redes globais* de acesso ao conhecimento entre os cientistas que trabalham em biotecnologia face aos que desenvolvem a sua actividade em nanotecnologia não se registam diferenças significativas quer na proximidade física como um todo quer na sua decomposição entre co-localização prolongada ou temporária, embora tendencialmente os cientistas que trabalham em biotecnologia pareçam atribuir maior importância à co-localização prolongada e, inversamente os cientistas a trabalhar em nanotecnologia atribuam maior importância à co-localização temporária. Quando analisamos as *redes nucleares* acesso ao conhecimento destes cientistas a situação inverte-se. São aqui os cientistas a trabalhar em nanotecnologia a ter uma maior percentagem de laços nesta rede provenientes de instâncias de co-localização prolongada, ao passo que os cientistas a trabalhar em biotecnologia têm uma maior percentagem de laços nesta rede contruídos ao longo de momentos de co-localização temporária. Estas diferenças são, no entanto, reduzidas e estatisticamente não significativas, tal como é igualmente reduzida e estatisticamente não significativa a diferença entre a maior percentagem de laços contruídos através da proximidade física por parte dos cientistas que trabalham em nanotecnologia face aos que desenvolvem a sua actividade na área da biotecnologia.

Embora a literatura analisada não nos permita postular um conjunto fundamentado de hipóteses sobre possíveis diferenças, ao nível da importância atribuída aos restantes vectores de construção de redes levantados neste estudo, entre os cientistas que trabalham em biotecnologia ou nanotecnologia face a cientistas com outras pertenças disciplinares acreditamos que será importante fazê-lo, mesmo que de forma exploratória. Tanto porque isso permitirá contribuir para ter uma percepção mais completa sobre o processo de construção de redes dos cientistas portuguesas, sendo esta uma área ainda largamente inexplorada, como poderá simultaneamente contribuir para o debate sobre eventuais diferenças entre *ciências antigas* e *ciências novas*, neste caso ao nível das redes de acesso ao conhecimento dos cientistas que trabalham nestas áreas. Como vimos anteriormente, para além da proximidade física, os demais vectores do processo de construção de redes analisados neste estudo eram as estratégias individuais, tanto as intermediadas através de colegas como as assentes em

pesquisas próprias de contactos relevantes, como as colaborações formais, um vector de cariz mais institucional.

Ao nível da rede global de acesso ao conhecimento verificamos que os cientistas a trabalhar em biotecnologia e nanotecnologia atribuem tendencialmente uma maior importância às estratégias individuais, no seu todo, face aos cientistas a trabalhar em física e em química (Kruskal-Wallis $H_{(2)} = 8,061$; $p=0,018$), sendo que face a estes últimos, essas diferenças são estatisticamente significativas ($T=-2,794$; $p=0,016$). Analisando de forma autónoma as estratégias individuais intermediadas e as directas verificamos que novamente são os cientistas a trabalhar em biotecnologia ou nanotecnologia quem atribui maior importância à pesquisa própria de contactos relevantes face aos cientistas que trabalham em física e em química e que essas diferenças são estatisticamente significativas (Kruskal-Wallis $H_{(2)} = 7,492$; $p=0,024$). Ao nível das estratégias intermediadas através de colegas são os cientistas a trabalhar em física e, de forma muito próxima, novamente os cientistas a trabalhar em biotecnologia ou nanotecnologia quem mais valoriza este vector de construção de redes (Kruskal-Wallis $H_{(2)} = 8,202$; $p=0,017$), ao passo que os cientistas a trabalhar em química atribuem, face aos dois grupos de cientistas anteriores, uma importância significativamente menor ($T=-2,572$; $p=0,030$ face aos cientistas que trabalham em biotecnologia ou nanotecnologia e $T=2,461$; $p=0,042$ face aos que o fazem em física).

Um padrão semelhante emerge ao nível da importância atribuída pelos cientistas às colaborações formais na construção das suas redes, sendo que tanto os cientistas a trabalhar em biotecnologia ou nanotecnologia como os que desenvolvem a sua actividade em física valorizam mais e de forma semelhante este vector face aos cientistas que trabalham em química, sendo estas diferenças novamente significativas do ponto de vista estatístico (Kruskal-Wallis $H_{(2)} = 11,823$; $p=0,003$), nomeadamente entre os cientistas que trabalham em química tanto face aos que o fazem na biotecnologia ou nanotecnologia ($T=-3,374$; $p=0,002$) como em relação aos da física ($T=2,401$; $p=0,049$). Em síntese, verificamos de uma forma geral que os cientistas a trabalhar em biotecnologia e nanotecnologia atribuem uma maior importância às estratégias individuais no seu todo e aos contactos obtidos por iniciativa própria em particular face aos cientistas das duas áreas disciplinares mais tradicionais. Relativamente às estratégias individuais intermediadas e às colaborações formais existe um padrão de aproximação face à física e as diferenças estatisticamente significativas encontradas são face aos cientistas que trabalham em química que valorizam menos estes dois vectores. É, no entanto, de ter em conta que, como vimos anteriormente, esta importância atribuída aos diferentes vectores de construção das redes globais de acesso ao conhecimento é aferida

através de escalas de *likert* autónomas e que nada impede, portanto, que os cientistas de uma determinada área científica deem consistentemente uma maior importância a todos estes vectores em simultâneo face aos cientistas das restantes áreas. No caso das redes centrais de acesso ao conhecimento a importância dos diferentes vectores de construção de redes é aferida através da percentagem de laços que nas redes individuais dos cientistas provém de cada vector e, portanto, essa situação não se verifica, sendo assim particularmente interessante ver qual destes vectores efectivamente assume maior peso relativo no processo de construção das redes nucleares de acesso ao conhecimento dos cientistas de diferentes áreas disciplinares.

Analisando então o peso relativo destes diferentes vectores na construção das redes centrais de acesso ao conhecimento de cientistas em áreas disciplinares distintas, verificamos que o padrão de respostas é significativamente diferente face ao verificado nas redes globais.

Aqui, são os cientistas que trabalham em química que têm tendencialmente uma maior percentagem de laços provenientes de estratégias individuais na sua rede central, seguidos pelos que trabalham em biotecnologia ou nanotecnologia e por último pelos que desenvolvem a sua actividade na física, sendo que as diferenças entre os grupos são estatisticamente significativas (Kruskal-Wallis $H_{(2)} = 9,763$; $p=0,008$). Este padrão repete-se aliás tanto nas estratégias individuais intermediadas por colegas como nas estratégias individuais directas, embora apenas no primeiro caso as diferenças sejam novamente estatisticamente significativas (Kruskal-Wallis $H_{(2)} = 6,127$; $p=0,047$).

Ao nível das colaborações formais a situação inverte-se e são aqui os cientistas que trabalham em física que têm, de forma estatisticamente significativa (Kruskal-Wallis $H_{(2)} = 7,970$; $p=0,019$) uma maior percentagem de laços na sua rede central proveniente deste vector face tanto aos cientistas que trabalham em biotecnologia e nanotecnologia como aos que desenvolvem a sua actividade em química. Em termos globais, podemos então afirmar que as principais diferenças ao nível das redes centrais de acesso ao conhecimento se processam entre os cientistas que trabalham em química e os que trabalham em física, sendo que as estratégias individuais assumem maior importância para os primeiros e as colaborações formais para os segundos. Esse padrão foi aliás corroborado de forma global na análise da repartição dos cientistas pelos diferentes escalões de distribuição de laços (não ter laços; ter alguns; ou ter todos os laços) em que os cientistas a trabalhar em química eram os que menos frequentemente não tinham nenhum laço proveniente de estratégias individuais nas suas redes (em qualquer dos seus componentes) e mais frequentemente tinham todos os laços na rede

provenientes destes vectores, sendo que situação idêntica se verificava para os cientistas a trabalhar em física face às colaborações formais.

Não cabe naturalmente no âmbito deste trabalho a caracterização exaustiva dos processos de construção de redes dos cientistas que trabalham em física, em química ou em nanotecnologia e biotecnologia. No entanto, assinala-se que de facto cada disciplina parece ter vectores primordiais de construção de redes distintos sendo que a biotecnologia e nanotecnologia dá em termos genéricos primazia, como vimos anteriormente, à proximidade física ao passo que para os cientistas que trabalham em química as estratégias individuais assumem maior relevância e na física, eventualmente pela necessidade em muitos ramos de uso e partilha de equipamentos complexos, as colaborações formais ganhem maior destaque.

Relativamente ao segundo vector de comparação dos padrões colaborativos em áreas científicas distintas, i.e., o que opõe os cientistas a trabalhar em biotecnologia ou nanotecnologia face aos que desenvolvem a sua actividade nas chamadas ciências básicas ou aplicadas, detectamos novamente alguma diferenças significativas que importa explorar. Ao nível das *redes globais* de acesso ao conhecimento, os cientistas que trabalham em biotecnologia ou nanotecnologia atribuem tendencialmente maior importância tanto às estratégias individuais de construção de redes como às colaborações formais, face aos cientistas que desenvolvem a sua actividade nas ciências básicas ou aos que o fazem nas ciências aplicadas que, aliás, de forma consistente são os que menor importância atribuem a ambos os vectores. No caso das colaborações formais aliás as diferenças entre os grupos de cientistas são evidentes e estatisticamente significativas (Kruskal-Wallis $H_{(2)} = 14,483$; $p=0,001$), sendo que verificamos que são os cientistas a trabalhar em biotecnologia ou nanotecnologia que se diferenciam tanto face aos que desenvolvem a sua actividade nas ciências básicas ($T=-3,690$; $p=0,001$) como aos que o fazem nas aplicadas ($T=-2,821$; $p=0,014$), atribuindo a este vector uma importância significativamente superior. Ao nível das estratégias individuais no seu todo as diferenças não são significativas embora decompondo estas estratégias em contactos intermediados ou directos verifiquemos que nos contactos directos, obtidos sem intermediação de colegas, as diferenças entre grupos sejam novamente significativas (Kruskal-Wallis $H_{(2)} = 6,418$; $p=0,040$). A análise dos testes de post-hoc que os grupos em que estas diferenças assumem significância estatística são os que trabalham em biotecnologia ou nanotecnologia e os que desenvolvem a sua actividade nas chamadas ciências aplicadas, sendo que para estes últimos os contactos obtidos por iniciativa própria são significativamente menos importantes na construção das suas redes globais de acesso ao

conhecimento. Nas estratégias individuais intermediadas não parece haver diferenças entre os grupos quer ao nível estatístico quer ao nível de tendências assinaláveis.

Ao nível das redes centrais de acesso ao conhecimento, a análise das diferenças entre os grupos de cientistas relativamente à percentagem de laços provenientes de cada um dos vectores em estudo nestas suas redes não revela diferenças estatisticamente significativas. Apesar disso, os cientistas a trabalhar nas chamadas ciências básicas apresentam tendencialmente uma maior percentagem de laços nestas redes centrais provenientes de estratégias individuais, tanto intermediadas como directas, face aos cientistas que desenvolvem a sua actividade nas ciências aplicadas ou na biotecnologia ou nanotecnologia, sendo estes últimos quem consistentemente apresenta menor percentagem de laços construídos através este vector. Por outro lado, são os cientistas que trabalham nas ciências básicas quem tem, nas suas redes centrais, maior percentagem de laços provenientes de colaborações formais seguidos pelos que trabalham em biotecnologia ou nanotecnologia e, por último, pelos que desenvolvem a sua actividade nas ciências básicas. No entanto, como foi anteriormente referido, em nenhum destes vectores estas diferenças são particularmente expressivas ou assumem relevância estatística.

Do mesmo modo, a comparação entre os cientistas que trabalham em biotecnologia com os que desenvolvem a sua actividade em nanotecnologia não apresenta igualmente diferenças significativas em qualquer dos vectores de construção de redes em análise, quer face à importância atribuída a estes vectores nas redes globais quer ao nível da percentagem de laços que deles decorrem nas redes centrais de acesso ao conhecimento.

5.4. A influência das características socioprofissionais dos cientistas no seu processo de construção de redes interpessoais de acesso ao conhecimento

Um último vector de análise que acreditamos que possa assumir grande relevância nos processos de construção das redes interpessoais de acesso ao conhecimento dos cientistas portugueses são as suas características socioprofissionais, particularmente ao nível geracional e de género. Ao nível geracional, sabemos que tanto o sistema científico global como o europeu e o nacional sofreram alterações profundas ao longo das últimas décadas, com efeitos evidentes ao nível das instituições que estruturam o trabalho científico e dos próprios percursos de carreira e de mobilidade (interorganizacional e internacional) dos cientistas. Adicionalmente, as dinâmicas de construção do capital social dos cientistas têm uma

componente geracional inerente, na medida em que este é não apenas acumulado ao longo do seu percurso profissional, mas potencialmente mobilizado de forma diferenciada em função das estratégias individuais e dos momentos de carreira destes mesmos cientistas. Nesse sentido, cientistas de diferentes pertenças geracionais tenderão a ter não apenas um capital social acumulado diferenciado ao seu dispor (recursos disponíveis), como eventualmente diferentes necessidades de conhecimento, em função do momento de carreira em que se encontram, o que poderá naturalmente influenciar as suas estratégias (e redes) de acesso ao conhecimento.

Postulámos assim como hipóteses que os cientistas mais seniores, em virtude da multiplicação de experiências profissionais e da maior acumulação de capital social e relacional ao longo dos seus percursos estarão menos dependentes das instâncias de proximidade física e valorizarão mais os vectores individuais ou institucionais na construção das suas redes de acesso ao conhecimento comparativamente aos seus colegas mais novos.

Relativamente à relação entre a idade dos cientistas e a importância atribuída à proximidade física em geral e à co-localização prolongada em particular (H16) os efeitos são evidentes e expressivos. Os cientistas mais velhos (com idades superiores a 45 anos) atribuem uma importância diferente (e significativamente menor) à proximidade física (Kruskal-Wallis $H_{(2)} = 16,557$; $p=0,000$) e à co-localização prolongada (Kruskal-Wallis $H_{(2)} = 26,889$; $p=0,000$) nos processos de construção das suas redes globais de acesso ao conhecimento face tanto aos seus colegas mais novos (até 34 anos) como face a colegas com pertenças geracionais intermédias (entre 35 e 44 anos). Estes últimos, atribuem uma importância a estes vectores muito semelhante à registada entre os escalões mais novos. Relativamente à co-localização temporária não há, ao nível das redes globais diferenças significativas entre os grupos embora os cientistas mais velhos atribuam novamente uma importância relativamente menor face ao registados nos restantes escalões etários.

No que concerne as redes nucleares de acesso ao conhecimento estas tendências repetem-se. Tanto ao nível da proximidade física como da co-localização prolongada os cientistas mais velhos têm uma percentagem significativamente menor de laços provenientes destes vectores nas suas redes (Kruskal-Wallis $H_{(2)} = 7,956$; $p=0,019$ no caso da proximidade física; e Kruskal-Wallis $H_{(2)} = 27,528$; $p=0,000$ na co-localização prolongada) face aos seus colegas mais novos e face aos cientistas em posições geracionais intermédias. Estes últimos dois grupos não apresentam diferenças significativas entre si, nestes vectores são efectivamente os cientistas mais velhos que apresentam um padrão diferenciado face aos

restantes grupos etários. No entanto, é importante salientar que a percentagem de laços provenientes de proximidade física e de co-localização prolongada nestas redes centrais é relativamente elevada em todos os grupos geracionais, o que reforça a importância global destes vectores na construção deste núcleo central da rede de acesso ao conhecimento. Relativamente à co-localização temporária são inversamente os cientistas mais novos (até 35 anos de idade) que têm menor percentagem de laços provenientes deste vector face aos seus colegas mais velhos (com idades superiores a 45 anos), sendo essas diferenças estatisticamente significativas (Kruskal-Wallis $H_{(2)} = 9,151$; $p=0,010$). Acreditamos, no entanto, que esta relação possa estar influenciada pela anterior, i.e, uma vez que os cientistas mais novos têm, nestas redes centrais, uma percentagem de laços provenientes de instâncias de co-localização prolongada muito superior à verificada entre os cientistas mais velhos terão também, necessariamente, uma menor percentagem de laços provenientes dos outros vectores (neste caso de co-localização temporária) nessas suas redes. Esta é uma dinâmica que poderemos confirmar quando analisarmos o peso relativo dos restantes vectores de construção das redes centrais nos diferentes grupos etários. Relativamente à proximidade física e à co-localização prolongada, e em jeito de síntese, as nossas hipóteses confirmam-se em absoluto e estes vectores são indubitavelmente menos importantes para os cientistas mais seniores, tanto ao nível das suas redes globais como das suas redes mais nucleares de acesso ao conhecimento, face aos cientistas mais novos e mesmo face aos que têm pertenças geracionais intermédias.

Analisando agora a relação entre a importância atribuída às estratégias individuais (H17), intermediadas ou não, e às colaborações formais (H18) na construção das redes globais de acesso ao conhecimento nos diferentes grupos etários verificamos que no que se refere às estratégias individuais não há diferenças significativas entre os grupos. Há uma tendência para, tanto em termos globais como no caso particular dos contactos intermediados, estas estratégias serem relativamente menos importantes para os cientistas mais novos face aos restantes grupos, mas estas diferenças não são expressivas e não assumem significância estatística. No caso das colaborações formais, no entanto, os cientistas em posições geracionais intermédias (entre os 35 e os 44 anos) atribuem, de forma significativa (Kruskal-Wallis $H_{(2)} = 16,872$; $p=0,000$), uma importância superior a este vector na construção das suas redes globais face tanto aos seus colegas mais novos como face aos mais velhos. Uma possível explicação para isto poderá ser a de que estes cientistas não se encontrem já tão dependentes das instâncias de proximidade física como os seus colegas mais novos mas não

tenham ainda um volume de capital social acumulado equiparável ao dos seus colegas mais velhos que lhes permita obter o mesmo nível de sucesso em outras estratégias de acesso ao conhecimento (como as de cariz mais individual) e portanto as colaborações formais assumam um papel mais central na suas estratégias de acesso ao conhecimento do que em outros grupos.

Ao nível das redes nucleares de acesso ao conhecimento não há, nestes vectores, diferenças estatisticamente significativas entre os grupos etários de cientistas embora, tanto ao nível das estratégias individuais, intermediadas ou directas, como em termos das colaborações formais, os cientistas mais novos tenham uma menor percentagem de laços provenientes destes vectores nas suas redes face aos cientistas mais velhos e face aos cientistas em posições etárias intermédias (sendo que estes dois últimos grupos apresentam consistentemente valores muito semelhantes entre si). Confirma-se, portanto, a hipótese que levantámos de que o significativamente superior peso relativo dos laços provenientes de co-localização prolongada nas redes nucleares dos cientistas mais novos os faria ter necessariamente uma menor proporção de laços provenientes dos restantes vectores nestas redes.

Adicionalmente, tínhamos ao longo do modelo analítico levantado também a hipótese de que as cientistas e investigadoras poderiam tender a atribuir uma maior importância às instâncias de co-localização temporária na construção das suas redes interpessoais de acesso ao conhecimento, quando comparadas com os seus colegas masculinos. Como vimos, diversos estudos apontam para que o desenvolvimento das carreiras científicas no feminino não seja ainda isento de obstáculos adicionais, face aos seus colegas masculinos, nomeadamente no que concerne a menor propensão para as investigadoras, em circunstâncias familiares semelhantes e nomeadamente a partir do momento em que têm filhos, embarcarem em trajectórias de mobilidade internacional. Nessas circunstâncias, as instâncias de co-localização temporária, nomeadamente em ambiente internacional, poderiam para estas cientistas ganhar uma relevância acrescida nas suas estratégias de construção de redes e de acesso ao conhecimento face aos seus colegas masculinos. Ao nível das redes globais, esta hipótese confirma-se e as cientistas atribuem efectivamente uma importância superior às instâncias de co-localização temporária na construção destas suas redes face aos seus colegas masculinos sendo esta diferença estatisticamente significativa (Mann-Whitney $U=181965$; $z=-2,018$; $p=0,044$). Nas redes nucleares de acesso ao conhecimento não se registam diferenças significativas ao nível do género, o que poderá estar relacionado também com a menor importância que este vector assume, em termos globais, para a construção destas redes mais centrais de acesso ao conhecimento.

Embora a relativa escassez de estudos sobre o processo de construção de redes interpessoais de acesso ao conhecimento leve a que literatura analisada seja omissa neste ponto, procurámos ainda, de forma exploratória, aferir o eventual impacte nestas redes de outras características socioprofissionais dos cientistas portugueses como a estabilidade da sua situação contratual ou as suas ocupações profissionais (nomeadamente se acumulam a investigação com a docência ou desenvolvem qualquer uma destas actividades em exclusividade).

No entanto, tanto a estabilidade da situação contratual dos cientistas (verificada em função dos cientistas terem contratos com duração prevista superior ou inferior a 3 anos) como as suas ocupações profissionais se encontram fortemente relacionadas entre si ($X^2_{(2)} = 602,665$; $p=0,000$) e com a idade dos cientistas, como é imediatamente perceptível pela análise das tabelas de contingência e dos testes do qui-quadrado correspondentes ($X^2_{(2)} = 374,372$; $p=0,000$ no caso das ocupações profissionais e $X^2_{(4)} = 307,739$; $p=0,000$).

Os cientistas em situações de menor estabilidade contratual (nas quais se incluem as bolsas de investigação), tal como os cientistas que são investigadores a tempo inteiro são significativamente mais novos face aos cientistas em situações de maior estabilidade contratual e face aos que combinam a investigação com a docência ou de forma ainda mais clara, aos que são docentes em exclusividade. Do mesmo modo, os cientistas que fazem investigação a tempo inteiro encontram-se tendencialmente em situações de menor estabilidade contratual, sendo que 60,5% se encontram nestas situações contratuais mais precárias, face a apenas 5,2% e 14,7% dos que são docentes a tempo inteiro ou combinam a investigação com a docência e as diferenças entre grupos são de novo estatisticamente significativas. Por este motivo, as variáveis estabilidade da situação contratual e ocupações profissionais seguem um padrão de respostas muito semelhante ao encontrado na variável idade, sendo difícil destrinçar os efeitos que autonomamente possam produzir nestes processos.

Os cientistas em situação de menor estabilidade contratual e os que são exclusivamente investigadores atribuem assim, de forma estatisticamente significativa, uma maior importância tanto à proximidade física como, sobretudo à co-localização prolongada na construção das suas redes globais de acesso ao conhecimento face aos seus colegas em situação contratual de maior estabilidade e aos que exercem funções de docência em exclusividade. Do mesmo modo, tanto os cientistas em situações de menor estabilidade contratual como os que são investigadores a tempo inteiro têm também uma maior proporção de laços provenientes de instâncias de proximidade física em geral e, de forma ainda mais

intensa de co-localização prolongada, nas suas redes centrais de acesso ao conhecimento face respectivamente aos colegas em situação contratual mais estável e aos docentes em exclusividade.

Ainda relativamente às suas redes nucleares, os cientistas em situação de menor estabilidade contratual e os que são investigadores a tempo inteiro têm também, de forma genérica, menor proporção de laços provenientes de outros vectores de construção de redes (que não a proximidade física e a co-localização prolongada), face aos seus colegas em situações contratuais mais estáveis e aos que exercem docência em exclusividade, sendo que no caso da co-localização temporária para ambos os grupos e entre os cientistas com menor estabilidade contratual ainda no das estratégias individuais intermediadas essas diferenças são estatisticamente significativas. No entanto, acreditamos que tal como sucedeu face à idade, com a qual estas variáveis estão, como vimos, fortemente correlacionadas, o que diferencia aqui as redes nucleares de acesso ao conhecimento é a muito maior percentagem de laços provenientes de instâncias de co-localização prolongada nas redes dos cientistas em situação de menor estabilidade contratual e na dos que são exclusivamente investigadores, o que leva a que tenham nessas redes uma proporção necessariamente menor de laços provenientes de qualquer um dos outros vectores.

5.5. Síntese dos principais resultados

Neste capítulo, pretendíamos, em primeiro lugar, contribuir para a compreensão de como são construídas as redes interpessoais dos cientistas portugueses (em termos globais e relativamente ao seu núcleo mais crucial para as dinâmicas de acesso ao conhecimento) e a importância relativa de um conjunto de vectores, decorrentes da literatura, nesse processo.

Relativamente às redes globais, as instâncias de ‘co-localização temporária’, as ‘colaborações formais’ e os ‘contactos obtidos por iniciativa própria’ são os vectores aos quais os cientistas atribuem maior relevância, tendo os ‘contactos obtidos através de colegas’ e a ‘co-localização prolongada’, uma importância relativa menor. É interessante verificar que a co-localização temporária e os contactos obtidos por iniciativa própria assumem maior importância na construção destas redes globais do que, respectivamente, as instâncias de co-localização prolongada e os contactos intermediados. Isto parece indicar que, nas redes globais, a multiplicação e diversificação dos contactos (e da base de conhecimento) parece ser

mais valorizada do que o estabelecimento de relações mais aprofundadas e baseadas na confiança, mas simultaneamente de maior investimento pessoal da parte dos cientistas.

O contrário verifica-se nas redes nucleares de acesso ao conhecimento, em que as instâncias de co-localização prolongada são o principal vector de construção, responsável por mais de um terço dos laços existentes, seguidas pelas colaborações formais (22,6% dos laços), pelos contactos intermediados (15,8%), instâncias de co-localização temporária (14,6%) e, por último, as pesquisas directas de contactos relevantes (6,6%).

Retiramos três grandes conclusões a partir destes dados: i) a crucial importância da proximidade física, particularmente a de cariz mais prolongado, na construção das redes nucleares de acesso ao conhecimento; ii) as diferenças, ao nível dos seus processos de construção, entre as redes globais de acesso ao conhecimento, em que a multiplicação e diversificação dos laços parece ser mais valorizada, e as redes centrais, nas quais a confiança, mais fácil de estabelecer em instâncias de co-localização prolongada ou contactos intermediados, parece deter um papel determinante; e iii) a relevância das colaborações formais, em ambas as redes, o que indicia que, para além dos dividendos científicos e de carreira que os cientistas tiram deste tipo de colaborações, estas assumem ainda uma importância assinalável na construção do seu capital social e na sua capacidade de aceder a conhecimento relevante para a sua actividade.

Num segundo momento analítico, pretendíamos aferir a influência de um conjunto de factores, nomeadamente o perfil de mobilidade dos cientistas, as suas pertenças disciplinares diferenciadas e algumas das suas características socioprofissionais, sobre o seu processo de construção de redes interpessoais de acesso ao conhecimento.

A análise dos resultados obtidos permite-nos, em primeiro lugar, aferir que os cientistas com trajectórias de mobilidade internacional prolongada atribuem maior importância, face aos cientistas que não têm essas mesmas trajectórias de mobilidade, à co-localização prolongada na construção das suas redes globais de acesso ao conhecimento e têm igualmente uma maior presença de laços provenientes de co-localização prolongada (e uma menor probabilidade de não ter laços deste vector) nas suas redes nucleares de acesso ao conhecimento. Aliás, a única diferença estatisticamente significativa, ao nível deste núcleo central das suas redes, entre os cientistas com e sem mobilidade internacional prolongada é precisamente nesta dimensão. Estes dados indiciam assim que são precisamente estes percursos de mobilidade internacional, e não outras instâncias de co-localização, que fazem a diferença entre estes dois grupos reforçando a importância da mobilidade internacional longa

nos processos de construção das redes interpessoais de acesso ao conhecimento. Por último, os cientistas que têm essas instâncias de mobilidade internacional prolongada têm também, de forma estatisticamente significativa, maior número de estadias de curta duração em instituições estrangeiras. Estes resultados parecem indicar que as instâncias de mobilidade internacional prolongada facilitam e propiciam o estabelecimento de outras formas de mobilidade, não havendo tendencialmente uma substituição de uma por outra.

Ao nível das áreas científicas, a literatura indica-nos que em campos disciplinares relacionados com tecnologias emergentes, como a biotecnologia e nanotecnologia, o conhecimento é eminentemente tácito e incorporado nos cientistas que o produzem e a proximidade física, prolongada ou temporária, poderá assim assumir uma maior importância na construção das redes interpessoais de acesso ao conhecimento do que em outras áreas científicas. Usámos aqui, de forma exploratória, duas tipologias de áreas científicas, uma de base disciplinar e a outra em função da aplicabilidade do conhecimento produzido na área em que trabalham os cientistas. Em ambos os casos comparámos os grupos encontrados com o grupo dos cientistas a trabalhar em biotecnologia ou nanotecnologia (e estes entre si).

Verificamos que os cientistas a trabalhar em biotecnologia e nanotecnologia atribuem tendencialmente maior importância à proximidade física em geral e à co-localização prolongada em particular, tanto nas redes globais como nas redes nucleares, face aos que desenvolvem a sua actividade na área da física ou na química, embora estas diferenças não sejam estatisticamente significativas. O mesmo padrão repete-se quando comparamos os cientistas a trabalhar em biotecnologia ou nanotecnologia com os que desenvolvem a sua actividade em áreas mais básicas ou aplicadas, sendo que na rede global a diferença entre a (maior) importância atribuída à proximidade física pelos cientistas que trabalham em biotecnologia e nanotecnologia face aos que trabalham em áreas mais aplicadas é significativa. Estes resultados sugerem assim uma tendência de diferenciação (embora muitas vezes sem assumir significância estatística), ao nível da importância da proximidade física e co-localização prolongada nos processos de construção de redes interpessoais de acesso ao conhecimento, em áreas científicas relacionadas com tecnologias emergentes (no caso a biotecnologia e nanotecnologia) face a outros campos disciplinares.

De forma exploratória, procurámos aferir ainda possíveis diferenças, ao nível da importância dos outros vectores seleccionados na construção de redes interpessoais, entre os cientistas que trabalham em biotecnologia ou nanotecnologia face a cientistas com outras

pertenças disciplinares. Tanto porque isso permitirá contribuir para ter uma percepção mais completa sobre o processo de construção de redes dos cientistas portugueses, sendo esta uma área ainda largamente inexplorada, como poderá simultaneamente contribuir para uma melhor compreensão sobre as hipotéticas diferenças entre ciências antigas e novas ciências, neste caso ao nível das redes de acesso ao conhecimento dos cientistas que trabalham nestas áreas.

Ao nível da rede global de acesso ao conhecimento verificamos que os cientistas a trabalhar em biotecnologia e nanotecnologia atribuem, de forma significativa, uma maior importância às estratégias individuais no seu todo e aos contactos obtidos por iniciativa própria em particular face a cientistas a trabalhar em outras áreas científicas, independentemente do critério diferenciador entre estas ser disciplinar (física e química) ou de aplicabilidade do conhecimento (e neste caso sobretudo face às aplicadas). Nestas redes globais os cientistas a trabalhar em biotecnologia ou nanotecnologia atribuem ainda uma importância superior às colaborações formais tanto face aos que desenvolvem a sua actividade na química como face aos que o fazem nas ciências básicas e aplicadas.

Nas redes centrais de acesso ao conhecimento as principais diferenças processam-se entre os cientistas que trabalham em química e os que trabalham em física, sendo que as estratégias individuais assumem maior importância para os primeiros e as colaborações formais para os segundos. Nestas redes centrais cada disciplina parece ter aliás, vectores primordiais de construção sendo que a proximidade física e a co-localização prolongada têm um peso relativo superior para os cientistas a trabalhar em biotecnologia ou nanotecnologia, ao passo que para os cientistas que trabalham em química as estratégias individuais assumem maior relevância e na física, eventualmente pela necessidade em muitos ramos de uso e partilha de equipamentos complexos, as colaborações formais ganham maior destaque.

Por último, a comparação entre os processos de construção das redes globais ou centrais dos cientistas que trabalham em biotecnologia face aos que o fazem em nanotecnologia não produziu diferenças significativas, o que indicia que o grau de maturidade distinto destes campos não é um factor relevante neste processo.

Relativamente à influência dos factores socioprofissionais seleccionados no processo de construção de redes dos cientistas portugueses destaca-se, como esperado, a importância da idade. Sabemos aliás que há uma componente geracional inerente às próprias dinâmicas de construção e acumulação do capital social dos indivíduos e que, adicionalmente, tanto o sistema científico global como o nacional sofreram alterações profundas ao longo das últimas décadas.

Verificámos assim que os cientistas mais velhos atribuem, face aos seus colegas (tanto aos mais novos como aos em escalões etários intermédios), uma importância significativamente menor à proximidade física e à co-localização prolongada no processo de construção das suas redes globais e têm uma percentagem igualmente menor de laços provenientes destes vectores nas suas redes centrais de acesso ao conhecimento. Os resultados parecem assim sugerir que os cientistas mais seniores, em virtude da multiplicação de experiências profissionais e da maior acumulação de capital social e relacional ao longo dos seus percursos, estarão menos dependentes da proximidade física e das instâncias de co-localização prolongada para o seu acesso a conhecimento relevante para a sua actividade.

Procurámos ainda aferir o eventual impacte nestas redes de variáveis como a estabilidade da situação contratual ou as ocupações profissionais dos cientistas. No entanto, estas variáveis encontram-se tão fortemente relacionadas com a idade (sendo que os cientistas em maior precaridade contratual e que são investigadores a tempo inteiro são significativamente mais novos e seguem o padrão de respostas deste escalão etário) que se torna difícil destrinçar os efeitos que autonomamente possam produzir nestes processos.

Por último, verificámos ainda que, ao nível das redes globais, as cientistas e investigadoras atribuem uma importância superior às instâncias de co-localização temporária na construção destas suas redes face aos seus colegas masculinos, o que poderá estar relacionado com a maior dificuldade que possam ainda ter, sobretudo a partir do momento em que constituem família, em embarcarem em trajectórias de mobilidade internacional prolongada. Nessas circunstâncias, as instâncias de co-localização temporária, nomeadamente em ambiente internacional, poderiam para estas cientistas ganhar uma relevância acrescida nas suas estratégias de construção de redes e de acesso ao conhecimento face aos seus colegas masculinos.

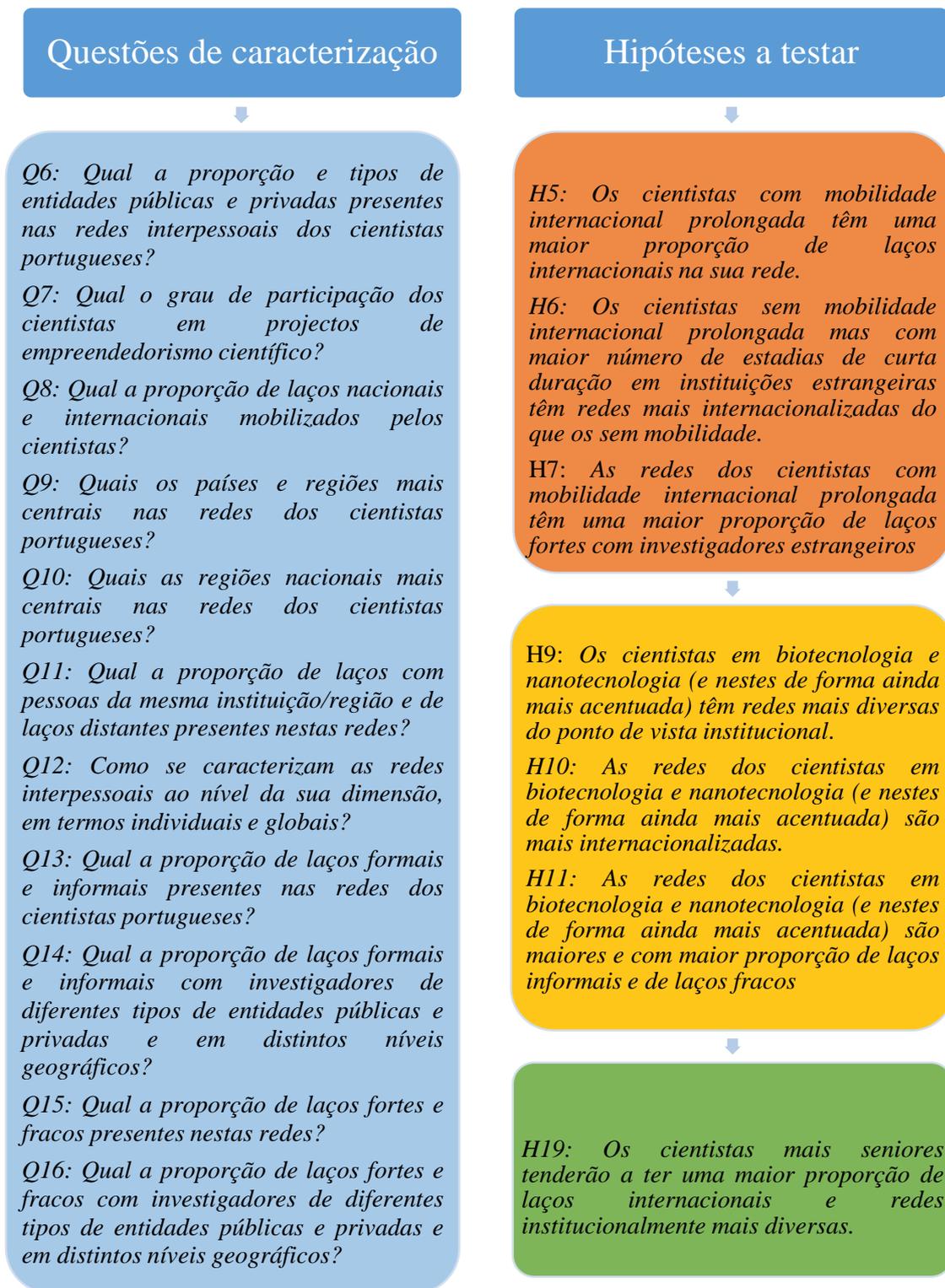
CAPÍTULO VI – Composição e estrutura das redes interpessoais de acesso ao conhecimento

Neste segundo subcapítulo iremos, num primeiro momento, analisar um conjunto de dimensões relacionadas com a composição e a estrutura das redes nucleares de acesso ao conhecimento dos cientistas portugueses. Ao nível da composição destas redes procuraremos sobretudo contribuir para o estudo das complementaridades institucionais e da abrangência e diversidade geográfica presentes nestas redes. Como pudemos constatar ao longo da revisão da literatura, uma das principais potencialidades das redes interpessoais dos cientistas é a de permitirem ultrapassar diferentes tipos de barreiras e de se constituírem como mecanismos conectores entre conhecimento produzido em diferentes níveis institucionais (nomeadamente entre o sector público e o sector privado) e geográficos (sendo de particular relevância a capacidade de permitirem o acesso a conhecimento e recursos escasso ou inexistentes num determinado sistema científico nacional). Dado que os estudos referenciados foram realizados sobretudo recorrendo a métodos bibliométricos, e que estes apresentam, como vimos, limitações importantes, nomeadamente ao excluírem um conjunto potencialmente importante de laços que não dá origem a co-publicações ou patentes, o nosso conhecimento sobre estas dimensões das redes interpessoais de acesso ao conhecimento é ainda relativamente incipiente.

Ao nível estrutural procuraremos caracterizar este núcleo mais central das redes de acesso ao conhecimento em termos da sua dimensão, proporção de laços formais e informais e do equilíbrio que nelas se estabelece entre laços fortes e fracos. Como vimos, tanto o número como o tipo de laços que os cientistas mantêm influenciam a amplitude, diversidade e profundidade do conhecimento a que os cientistas conseguem aceder, bem como os custos ao nível de tempo e investimento pessoal que necessitam de despender para o obter. A análise das características estruturais destas redes contribui assim para a compreensão e discussão das suas potencialidades nas dinâmicas de acesso ao conhecimento dos cientistas portugueses.

Num segundo momento analítico iremos ainda, tal como fizemos no subcapítulo anterior, testar um conjunto de hipóteses sobre a influência da mobilidade internacional dos cientistas, das suas pertenças disciplinares e de algumas das suas características socioprofissionais na composição e estrutura destas redes nucleares de acesso ao conhecimento dos cientistas portugueses. A figura 6.1 apresenta esquematicamente as questões e hipóteses levantadas nestes dois níveis analíticos.

Figura 6.1. Composição e estrutura das redes interpessoais de conhecimento



6.2. Análise da composição e estrutura das redes interpessoais de acesso ao conhecimento dos cientistas portugueses

Diferentes estudos sobre redes de conhecimento científico salientam duas características das mesmas: i) a relativa separação entre as redes de conhecimento do sector público face às existentes no sector privado (Murray, 2002); e ii) a existência de cientistas-chave que promovem a ligação entre os sectores contribuindo para a circulação de conhecimento entre ambos (Breshi e Catalini, 2007). No caso concreto das redes que analisamos essa ligação intersectorial poderá ser estabelecida pelos cientistas quer acedendo ao conhecimento produzido em empresas e outras entidades privadas, quer para estas transmitindo o seu próprio conhecimento através de projectos de consultoria e empreendedorismo científico e tecnológico.

Analisando as redes centrais de acesso ao conhecimento dos cientistas portugueses verificamos que o grau de diversidade, ao nível da natureza das instituições nelas presentes (Q6), é muito baixo. Os cientistas portugueses a trabalhar em instituições públicas de investigação estabelecem, nas suas dinâmicas de acesso ao conhecimento, maioritariamente relações com investigadores a trabalhar em outras universidades e centros de investigação (tendencialmente públicas). Estas relações correspondem a 88,7% de todos os laços estabelecidos, o que confirma uma clara endogamia das relações de conhecimento destes cientistas a dois níveis: i) ao nível profissional na medida em que estas relações são estabelecidas com colegas do mesmo *métier*, ou seja, com outros investigadores em instituições semelhantes à sua; e ii) ao nível sectorial na medida em que a esmagadora maioria destas instituições é pública o que confirma o carácter relativamente estanque das redes de investigação públicas e privadas. Esta separação sectorial é reforçada pelo facto de o segundo tipo de instituições mais presentes nestas redes ser o que agrega outras instituições públicas (nomeadamente agências de financiamento, institutos públicos, academias de ciências, entre outros) e que representam 8,2% das relações, ao passo que as relações com empresas (1,5%), Hospitais e instituições de saúde (1,1%) e outras entidades (0,5%) são quase residuais.

A participação dos cientistas inquiridos em projectos de empreendedorismo (Q7), quer no papel de consultor como de promotor é, apesar de tudo, significativamente mais expressiva, sendo que 16,7% destes cientistas desenvolveu um destes tipos de participação pelo menos uma vez nos três anos anteriores ao momento de inquirição. Ou seja, ao nível deste núcleo central de redes de conhecimento, os cientistas acedem de forma absolutamente

expressiva sobretudo a conhecimento produzido no seu próprio sector da investigação e ensino superior (tendencialmente públicos) mas um número minoritário, embora já relevante, destes mesmos cientistas desenvolve actividades paralelas de difusão do seu conhecimento e competências específicas para o sector privado. Num momento posterior do estudo iremos explorar a relação entre algumas características individuais dos cientistas (nomeadamente ao nível das suas pertenças disciplinares) e o seu grau de participação neste tipo de actividades com o sector privado.

Ao nível da abrangência e diversidade geográfica das redes analisadas, características que, como vimos, permitem e propiciam ao cientista o acesso a conhecimento e outros recursos distantes, verificamos, em primeiro lugar, o enorme grau de internacionalização destas redes (Q8). Na verdade, mais de metade (62,2%) dos laços presentes nestas redes centrais são estabelecidos com instituições estrangeiras, o que reforça indicadores anteriores sobre o grau de internacionalização da nossa amostra tanto em termos das suas trajectórias de mobilidade como das relações de conhecimento que estabelecem. Ao nível destas geografias do conhecimento, os países mais representados nas redes centrais de acesso ao conhecimento dos cientistas portugueses (Q9) são, para além das relações intranacionais naturalmente e que representam 37,8% dos laços presentes nessas redes, Espanha (10,2%), Estados Unidos (8,3%), Reino Unido (7,5%), França (5,6%), Brasil (4,4%) e Alemanha (4,2%). Países que são, em termos genéricos, actores muito importantes na produção de conhecimento ao nível global ou com os quais desenvolvemos uma proximidade histórica e cultural assinaláveis, e que são simultaneamente importantes ao nível dos fluxos de emigração portuguesa em geral e da emigração científica, mobilidade e treino avançado de cientistas portugueses em particular. De forma agregada por continente, a Europa é de forma absolutamente expectável o mais representado com 43,7% dos laços totais a serem estabelecidos com outros países europeus, o que significa que se adicionarmos a estes os laços mantidos com cientistas e instituições em Portugal verificamos que os laços intraeuropeus representam mais de 80% do total de relações estabelecidas. Imediatamente a seguir vem a América do Norte com 9,9% dos laços, a América do Sul com 5,2% (com enorme concentração como vimos no Brasil) e com valores mais residuais a Ásia (1,7%), África (0,9%) e a Oceânia (0,7%).

Uma outra questão que nos interessava explorar dizia respeito à distribuição geográfica dos laços nacionais ao nível regional (Q10). Para esta análise foram definidos três níveis regionais do ponto de vista da arena de investigação e ciência nacionais: i) um nível

mais central que agrega as instituições das grandes áreas metropolitanas de Lisboa e Porto, onde se concentra uma proporção muito significativa das maiores instituições universitárias e de investigação; ii) um segundo nível regional que comporta um conjunto de instituições importantes de cidades de média dimensão em distritos do litoral do país (Coimbra, Aveiro, Braga e Faro); e iii) um terceiro nível regional, mais periférico do ponto de vista geográfico e demográfico, que agrega instituições tendencialmente de menor dimensão, em distritos do interior do país e dos arquipélagos dos Açores e Madeira. É de salientar que para esta diferenciação não entram quaisquer critérios qualitativos nem dela decorrem inferências sobre a qualidade das instituições ou da investigação realizada em qualquer destes três níveis de análise geográfica. Consideramos simplesmente que do ponto de vista geográfico e institucional, factores como a proximidade física a um número mais alargado de outras instituições de investigação e ensino superior, a distância face a aeroportos internacionais e a própria dimensão da instituição onde se desenvolve a actividade (com implicações ao nível da base de conhecimento ao dispor dos cientistas ao nível intrainstitucional), entre outros factores decorrentes da localização geográfica dos cientistas, podem ter influência sobre as suas redes interpessoais e sobre as estratégias de acesso ao conhecimento que estas suportam.

A análise dos dados obtidos permite-nos verificar que, dos laços nacionais presentes nas redes centrais de acesso ao conhecimento dos cientistas, 60,4% são estabelecidos com cientistas e instituições das áreas metropolitanas de Lisboa e Porto, 27,8% com instituições das cidades de média dimensão seleccionadas para este nível e 11,9% com as regiões e instituições mais periféricas. Existe, portanto, uma maior concentração das relações nacionais de acesso ao conhecimento com instituições nos grandes centros urbanos de Lisboa e Porto face às restantes regiões e uma diferença igualmente significativa entre as demais regiões de média dimensão do litoral face a regiões mais periféricas. No entanto, a própria distribuição dos cientistas por estas regiões, em função da instituição de investigação onde desenvolvem a sua actividade, segue de forma muito aproximada as proporções de relações de acesso ao conhecimento referidas. Deste modo, estes efeitos de concentração dos laços nacionais em torno dos maiores centros urbanos do litoral poderão traduzir simplesmente uma grande (e relativamente similar) predisposição dos cientistas que desenvolvem a sua actividade em cada um destes níveis regionais para acederem a conhecimento que lhes está geográfica e institucionalmente mais próximo.

Para explorar a relação entre a área geográfica em que os cientistas desenvolvem a sua actividade e as regiões nacionais com as quais estabelecem laços de acesso ao conhecimento procedemos ao cruzamento das distribuições de respostas nestas duas variáveis. A análise da

tabela de contingência assim obtida permite-nos verificar duas dinâmicas interessantes: i) existem efeitos de concentração dos laços de acesso ao conhecimento dentro do mesmo nível regional em que os cientistas desenvolvem a sua actividade (que sugerem que a proximidade geográfica pode ser um factor importante no estabelecimento destas relações); e ii) estes efeitos não apresentam, no entanto, a mesma intensidade nos diferentes níveis regionais em que os cientistas desenvolvem a sua actividade. Assim, verificamos que os cientistas cujo centro de investigação se encontra localizado em Lisboa ou no Porto têm preferencialmente relações com outros cientistas de Lisboa ou do Porto (75,2% dos seus laços nacionais), face às que estabelecem com cientistas nas chamadas cidades médias do litoral (15,9%) e em regiões mais periféricas (8,9%). Já os cientistas a trabalhar nas regiões de média dimensão concentram igualmente as suas relações nacionais com cientistas dessas mesmas regiões (56,2%), mas em menor grau do que o verificado entre os cientistas de Lisboa e Porto e têm uma percentagem de laços com cientistas localizados nestas duas regiões metropolitanas ainda bastante significativa (35,9% dos seus laços nacionais), sendo os laços com instituições mais periféricas similarmente baixo (7,8%) face aos valores encontrados entre os cientistas das grandes áreas metropolitanas. Por seu turno, os cientistas a trabalhar em centros de investigação situados nas regiões mais periféricas têm uma distribuição das suas relações significativamente mais dispersa e geograficamente distante sendo que 41,7% dos seus laços nacionais são estabelecidos com cientistas de Lisboa e Porto, 36,2% com cientistas e instituições também em regiões mais periféricas e 21,9% com as regiões de média dimensão do litoral.

No entanto, o facto de os cientistas estabelecerem laços com regiões no mesmo nível geográfico indicia, mas não implica, dada a forma como estes níveis foram construídos, que o faça necessariamente com as instituições que lhe são geograficamente mais próximas (pode, em teoria, fazê-lo tendencialmente com instituições localizadas em regiões englobadas no mesmo nível geográfico da sua, mas sem que o faça maioritariamente dentro da sua própria região). A análise da próxima questão permitir-nos-á explorar de forma mais clara a importância efectiva da proximidade institucional e geográfica nas redes centrais de acesso ao conhecimento dos cientistas portugueses.

A análise de literatura anteriormente efectuada, baseada sobretudo em bases de dados de patentes e citações, alertara-nos para duas importantes dinâmicas de circulação e difusão de conhecimento: a difusão do conhecimento ser feita sobretudo através de relações sociais, directas ou indirectas (Breschi e Lissoni, 2003; Singh, 2005), mesmo na presença de

mecanismos alternativos de difusão; e ii) a tendência para os cientistas colaborarem mais frequentemente com membros da sua própria instituição ou com cientistas geograficamente mais próximos face a outros mais distantes, promovendo a criação de núcleos regionais de conhecimento. Ou seja, ao mesmo tempo que estas dinâmicas ilustram a natureza localizada do conhecimento, ao nível institucional e regional, permitem igualmente a transposição destas barreiras geográficas através do estabelecimento de relações interpessoais distantes.

A análise destas tendências na nossa amostra (Q11) permite-nos aferir que a proporção de relações estabelecidas com cientistas da mesma instituição (em alguns casos agregada ao nível da universidade ou instituição de ensino superior à qual estejam associadas diversas instituições de investigação) é ainda significativa (36,2% dos laços nacionais estabelecidos e 13,7% do total de relações) embora seja claramente minoritária face ao conjunto dos restantes laços, muitos deles internacionais (62,2%). Do mesmo modo, a proporção de relações com instituições localizadas no mesmo distrito da instituição de investigação à qual os cientistas se encontram vinculados é também bastante relevante (53,3% dos laços nacionais e 19,7% de todas as relações). Estes dados traduzem, por um lado, a extrema internacionalização das redes centrais de acesso ao conhecimento dos cientistas portugueses, já anteriormente referida, que reforça aliás o papel destas redes no acesso a conhecimento e recursos distantes. Por outro lado, ilustram igualmente a tendência para os laços nacionais serem estabelecidos com a mesma instituição (cerca de um terço dos laços nacionais) ou instituições muito próximas geograficamente (mais de metade das relações nacionais estabelecidas dentro mesmo distrito da instituição à qual o cientista se encontra vinculado).

Analisando as diferenças entre a proporção de relações intrarregionais e intrainstitucionais estabelecidas por cientistas a trabalhar em diferentes níveis geográficos verificamos que os cientistas a trabalhar nas regiões metropolitanas de Lisboa e Porto têm uma maior proporção de relações intrarregionais (65,1% dos seus laços nacionais) e intrainstitucionais (38,2% desse laços), face aos cientistas que trabalham em instituições localizadas nas cidades de média dimensão do litoral (42,5% de laços intrarregionais e 40,2% de laços intrainstitucionais) e, sobretudo, face aos que trabalham em regiões mais periféricas (19,1% e 17,5% dos seus laços nacionais respectivamente). Essas diferenças são aliás estatisticamente significativas tanto ao nível intrarregional ($X^2_{(2)} = 200,577$; $p=0,000$) como intrainstitucional ($X^2_{(2)} = 42,134$; $p=0,000$). Por último, analisando as relações estabelecidas com instituições internacionais em função do nível regional em que os cientistas desenvolvem a sua actividade verificamos que embora os laços internacionais sejam sempre majoritários nas redes centrais de acesso dos cientistas nos três níveis regionais, existem novamente

diferenças significativas entre eles ($X^2_{(2)} = 27,524$; $p=0,000$). Assim, embora os cientistas a trabalhar nas regiões metropolitanas de Lisboa e Porto e nas chamadas cidades de média dimensão tenham uma proporção de laços internacionais semelhante nas suas redes (62% e 65,6% respectivamente), os cientistas que desenvolvem a sua actividade em regiões mais periféricas têm uma proporção de laços internacionais significativamente menor (52,7%).

Ao nível geográfico, e em jeito de síntese, podemos assim assinalar a existência das seguintes tendências: i) os enormes níveis de internacionalização (62,2% dos laços) destes núcleos mais centrais e relevantes nas dinâmicas de acesso ao conhecimento dos cientistas portugueses; ii) apesar da primazia destes laços distantes nas redes (que vincam a sua capacidade para transpor barreiras geográficas) regista-se igualmente uma tendência para os cientistas acederem nas suas redes nacionais a conhecimento que lhes está geograficamente mais próximo, ilustrando parcialmente a natureza localizada do conhecimento; e iii) esta tendência não é sentida da mesma forma pelos cientistas que trabalham em zonas mais periféricas, que não só têm uma maior proporção de laços nacionais com cientistas de outras regiões (sobretudo Lisboa e Porto), face aos cientistas em outros níveis geográficos, como ainda instrumentalizam em maior grau estas relações com cientistas dos grandes centros urbanos nacionais para aceder a conhecimento inexistente nas suas instituições ou regiões (em detrimento de relações internacionais).

No último vector de análise que pretendemos aqui explorar procuraremos caracterizar estas redes interpessoais dos cientistas ao nível das suas dimensões mais estruturais, nomeadamente em termos da sua extensão, proporção de laços formais e informais e do equilíbrio que nelas se estabelece entre laços fortes e fracos. A análise destas características estruturais das redes mais centrais de acesso ao conhecimento pode contribuir para a compreensão das suas potencialidades e dinâmicas de acesso ao conhecimento que lhes estão associadas.

Como vimos, tanto o número como o tipo de laços que os cientistas mantêm influenciam a amplitude, diversidade e profundidade do conhecimento a que conseguem aceder, bem como os custos ao nível de tempo e investimento pessoal que necessitam de despender para o obter. Apesar de os diferentes tipos de laços e redes se poderem, em termos gerais, constituir como veículos para os mais diversos fenómenos de circulação e acesso a conhecimento, redes com um número de laços superior em termos absolutos e uma maior proporção de laços informais e fracos estão normalmente associadas à busca, através de relações tendencialmente menos intensas e duradouras, de conhecimento mais diverso e com

menor sobreposição face à base de conhecimento do cientista. Por oposição, redes menores e onde predominam as relações formais e os laços mais fortes e duradouros são veículos preferenciais para as trocas mais aprofundadas de conhecimento e o estabelecimento de relações de forte confiança mútua.

Relativamente à dimensão destas redes centrais de acesso ao conhecimento, i.e., ao número de laços estabelecidos pelos cientistas, a análise dos dados obtidos (Q12) indica-nos que cada cientista tem, em média, 5,19 laços na sua rede central de acesso ao conhecimento (5408 relações mapeadas de 1042 cientistas que responderam a esta questão). A literatura indicava-nos, como vimos, que quanto maior o número de laços estabelecido menor seria, tendencialmente, a redundância do conhecimento a que o cientista conseguiria aceder (Burt, 1992) mas que o desenvolvimento e manutenção de cada relação implicava igualmente um custo de tempo e esforço da parte do investigador, em detrimento da sua própria actividade de investigação. O facto de o número médio de laços nestas redes centrais ser relativamente reduzido poderá indicar que nestas redes os cientistas privilegiam de facto o estabelecimento de relações mais aprofundadas e intensas, em detrimento de um número maior de relações, eventualmente mais diversas, mas igualmente mais exigentes do ponto de vista da sua manutenção. A análise das demais características estruturais destas redes centrais poderá, eventualmente, contribuir para explorarmos estas questões.

Ao nível da proporção de laços formais e informais presentes nas redes centrais de acesso ao conhecimento dos cientistas portugueses (Q.13) verificamos que existe uma clara primazia dos laços formais (65% das relações estabelecidas nestas redes) em detrimento dos laços informais (35%). Esta distribuição é, à primeira vista, algo surpreendente tanto face ao tipo de redes analisado (interpessoais) como em função da literatura analisada que salientava a importância dos laços informais nas dinâmicas de circulação e acesso ao conhecimento, tanto por serem tendencialmente mais fáceis e rápidas de manter (não implicam processos burocráticos ao nível institucional) como por potenciarem a diversificação da base de conhecimento ao dispor dos cientistas e investigadores. A elevada proporção de laços formais nestas redes, tal como a sua relativamente reduzida dimensão, parece corroborar a hipótese de que os cientistas valorizam mais neste núcleo central de acesso ao conhecimento a profundidade das relações e das trocas de conhecimento em detrimento da sua multiplicação e diversidade.

Procurámos ainda aferir se esta proporção de laços formais e informais estaria relacionada com o tipo de instituição e com o nível geográfico (Q14) em que o laço era mantido. Relativamente ao tipo e sector (público ou privado) da instituição não existem

diferenças significativas, i.e., as relações estabelecidas com instituições públicas ou privadas e com universidades e centros de investigação ou outros tipos de instituições mantém de forma muito aproximada esta distribuição de laços formais e informais encontrada na amostra global ($X^2_{(4)} = 5,580$; $p=0,233$). Ao nível geográfico existem diferenças significativas na distribuição das respostas ($X^2_{(1)} = 14,288$; $p=0,000$) que indicam que as relações estabelecidas com cientistas e instituições nacionais têm uma ainda maior percentagem de laços formais (68,4%) do que na amostra global e que, inversamente, as relações com investigadores a trabalhar em instituições estrangeiras tendem a ser mais informais (36,8%) do que nessa mesma amostra global. Ou seja, apesar de o peso das relações formais ser sempre superior ao das informais em ambos os níveis geográficos no caso dos laços nacionais essa maior formalização é ainda mais evidente.

Uma última dimensão na análise das características estruturais das redes nucleares de acesso ao conhecimento dos cientistas portugueses, passava pelo equilíbrio entre o número de laços fortes e fracos nessas mesmas redes. Existem, como vimos, vantagens tanto em redes assentes em relações fortes, com elevados níveis de confiança e reciprocidade, que permitem a troca de conhecimento aprofundado (Ahuja, 2000), tácito (Lundvall, 1993) ou complexo (Hansen) como em redes com maior proporção de laços fracos, que permitem o acesso a conhecimento mais diverso (Granovetter, 1973; Burt, 2004). Isto leva a que frequentemente os cientistas tentam combinar os benefícios tanto da presença de laços fortes como fracos nas suas redes de colaboração (Breschi e Catalini 2007). Relativamente à proporção de laços fortes e fracos presentes nas redes centrais de acesso ao conhecimento dos cientistas portugueses (Q.15) tínhamos, como vimos, associado a força dos laços à sua persistência e continuidade no tempo. Relações fortes foram aqui definidas como as que perduram há três ou mais anos (e se mantêm neste núcleo central de relações mais importantes para os indivíduos), ao passo que laços (comparativamente mais) fracos são os que, apesar de pertencerem às redes nucleares dos cientistas, foram estabelecidos há menos de três anos e terão, tendencialmente, associado um menor grau de confiança e conhecimento mútuo. A análise dos dados obtidos para este núcleo central da rede dos cientistas permite-nos verificar a enorme predominância nestas redes de laços fortes ou persistentes (78,5%) face aos laços fracos (21,5%). Decompondo ainda mais os escalões de persistência dos laços verificamos ainda que mais de metade (57,5%) dos laços perduram há mais de cinco anos e apenas 4,6% foram estabelecidos há menos de um ano. Explorando, também nesta dimensão estrutural das redes, a eventual relação entre a força ou persistência dos laços estabelecidos e o tipo de

instituições com os quais são mantidos (Q.16), verificamos que estas variáveis não estão relacionadas. Tal como sucedia perante os laços formais e informais, também aqui a distribuição dos laços fortes e fracos se mantém relativamente constante independentemente do tipo de instituição com os quais são mantidos ($X^2_{(3)} = 1,500$; $p=0,682$). No entanto, relativamente à relação entre a geografia dos laços (nomeadamente se são estabelecidos com cientistas de instituições nacionais ou internacionais) e a sua força ou persistência existe já uma relação estatisticamente significativa ($X^2_{(3)} = 19,468$; $p=0,000$) que aponta para que os laços com instituições estrangeiras sejam frequentemente mais fracos do que na amostra global e inversamente as relações com cientistas e instituições nacionais sejam mais fortes ou persistentes. Ou seja, embora a proporção de laços fortes seja sempre superior face à dos laços fracos, independentemente de serem estabelecidos com instituições nacionais (82% de laços fortes) ou internacionais (76,1%) nas relações com instituições nacionais essa tendência acentua-se. Por último, procurámos ainda explorar se o tipo de relação e a sua força ou persistência poderiam estar correlacionados entre si, mas a distribuição de respostas na amostra não confirma esta possível relação ($X^2_{(3)} = 0,224$; $p=0,636$). Ou seja, os laços formais não são tendencialmente mais ou menos fortes do que os informais e vice-versa.

Ao nível das questões estruturais analisados nomeadamente à dimensão das redes e equilíbrio entre laços formais e informais e entre laços mais fortes ou persistentes e mais fracos, a análise dos dados permite-nos salientar três grandes tendências: i) a reduzida dimensão destas redes centrais de acesso ao conhecimento, o que poderá indiciar que nestas redes os cientistas privilegiem o estabelecimento de relações mais aprofundadas e intensas, em detrimento de um número maior de relações, eventualmente mais diversas, mas igualmente mais exigentes do ponto de vista da sua manutenção; ii) a clara primazia dos laços formais (65% das relações estabelecidas nestas redes) em detrimento dos laços informais (35%), e dos laços mais fortes ou persistentes (78,5%) face aos fracos (21,5%), tendências que parecem corroborar a hipótese de que os cientistas valorizem mais neste núcleo central de acesso ao conhecimento a profundidade das relações e das trocas de conhecimento em detrimento da sua multiplicação e diversidade; iii) os laços nacionais são tendencialmente ainda mais persistentes e mais formalizados do que os estabelecidos com cientistas em instituições internacionais, o que poderá estar relacionado com a maior facilidade da criação de laços de confiança com cientistas geográfica, institucionalmente e culturalmente mais próximos e com a maior participação de cientistas em projectos e colaborações formais com cientistas igualmente a trabalhar em instituições nacionais, o que reforça o peso das relações formais nas suas redes nucleares de acesso ao conhecimento.

Naturalmente, estas tendências ao nível das redes mais centrais de acesso ao conhecimento não serão necessariamente transpostas para as redes globais de conhecimento dos cientistas, que suportarão dinâmicas e estratégias de acesso ao conhecimento diferenciadas com eventuais (e prováveis) reflexos ao nível das características estruturais destas mesmas redes.

6.2. Relação entre a mobilidade dos investigadores e a composição e estrutura das suas redes interpessoais de acesso ao conhecimento

As redes mais importantes de acesso ao conhecimento dos cientistas portugueses são, como vimos, extremamente internacionalizadas, o que indicia que os cientistas valorizam significativamente o conhecimento e recursos que obtêm através destas relações mais distantes. A literatura indica-nos que a transposição das barreiras geográficas é precisamente uma das maiores potencialidades das redes interpessoais, mas que, apesar disso, as relações distantes, nomeadamente as internacionais, são tendencialmente mais difíceis de estabelecer e manter do que relações mais próximas do ponto de vista geográfico, institucional e cultural.

Uma vez que a proximidade física, proporcionada pelos períodos de co-localização na mesma instituição é, como vimos, um elemento importante na criação de laços directos entre os actores e que estes podem ser mobilizados após a separação física, esperamos que os cientistas que tenham tido experiências de mobilidade internacional, particularmente a de cariz mais prolongado, tenham uma rede de acesso ao conhecimento ainda mais internacionalizada do que os que não tiveram esse tipo de trajectória de mobilidade (H5). Estes efeitos têm sido aliás verificados em inúmeros estudos que salientem a importância destes períodos de mobilidade internacional para o estabelecimento de relações tanto com investigadores da instituição onde a mobilidade tem lugar (Fontes et al. 2012) como com outras instituições do mesmo país (Turpin et al. 2008; Jöns, 2009).

A análise dos dados permite-nos confirmar esta hipótese. Efectivamente, os cientistas que tiveram trajectórias de mobilidade prolongada têm, tendencialmente, uma muito maior proporção de laços com cientistas e instituições internacionais nas suas redes nucleares de acesso ao conhecimento (valor médio de 76,4% de laços internacionais e mediana de 100%) face aos cientistas que não tiveram esse tipo de mobilidade internacional (que têm em média 47% de laços internacionais para um valor mediano de 41,5%), sendo que essas diferenças

são estatisticamente significativas (Mann-Whitney $U=78016,5$; $z= -11,502$; $p= 0,000$). Tal como em análises anteriores, considerou-se que a recodificação da variável de percentagem de laços internacionais na rede em três escalões (não ter laços internacionais na rede; ter alguns laços; todos os laços serem internacionais) permitiria uma mais rica e matizada comparação entre grupos. A análise da tabela de contingência correspondente permite corroborar o teste anterior permitindo-nos verificar que a percentagem de cientistas que não têm nenhum laço internacional na sua rede mais importante é consideravelmente inferior entre os cientistas que tiveram instâncias de mobilidade internacional de cariz mais prolongado (6,1%), face aos que não têm mobilidade internacional (28,7%). Inversamente, a percentagem de cientistas com mobilidade internacional prolongada que têm todos os laços na sua rede com instituições internacionais é consideravelmente superior (54,4%) face aos que não tiveram este tipo de trajectórias de mobilidade (28,1%). Estas diferenças são novamente significativas do ponto de vista estatístico ($X^2_{(2)} = 1119,778$; $p=0,000$).

No subcapítulo anterior, referente ao processo de construção das redes interpessoais de acesso ao conhecimento, tínhamos verificado que os cientistas com trajectórias de mobilidade prolongada embarcavam igualmente de forma mais frequente em outros tipos de mobilidade internacional de menor duração, face aos cientistas que não tinham experienciado essas estadias longas em instituições estrangeiras. Ou seja, que em geral, os cientistas que, por opção ou necessidade, não experienciaram trajectórias de mobilidade internacional prolongada, tendem a não procurar obter benefícios semelhantes, ao nível do acesso a conhecimento avançado ou inexistente no país de origem, aos proporcionados por essas instâncias de mobilidade longa através da realização (e multiplicação) de estadias de menor duração (entre um a seis meses) em instituições científicas estrangeiras

No entanto, para um número ainda significativo de cientistas, esta possível estratégia de internacionalização das redes através da substituição de um tipo de mobilidade por outra poderá ser relevante. Deste modo, tal como os cientistas que têm mobilidade prolongada tendem a ter redes mais internacionalizadas do que os que não a experienciaram, será também expectável que, entre os cientistas que não embarcaram neste tipo de trajectória de mobilidade prolongada, aqueles que efectuaram estadias de menor duração em instituições estrangeiras (e que tiveram maior número deste tipo de instâncias de mobilidade) possam igualmente ter redes mais internacionalizadas do que os que o fizeram com menos frequência ou que não tiveram de todo esse tipo de experiências (H6).

A análise dos dados obtidos permite-nos verificar em primeiro lugar que, entre estes cientistas que não tiveram instâncias de mobilidade prolongada em instituições estrangeiras, a proporção daqueles que efectuou estadias de menor duração em instituições internacionais é claramente menor (26,6%) do que a dos que não tiveram esta experiência internacional (73,4%). E que os que tiveram estas instâncias de mobilidade internacional fizeram-na de forma relativamente pontual sendo que a maior parte (59,3%) teve apenas entre uma a duas estadias deste tipo, 25,1% entre três a quatro e apenas 15,6% efectuou mais de cinco destas estadias.

Adicionalmente, os cientistas que tiveram instâncias de mobilidade de menor duração em instituições estrangeiras têm muito mais frequentemente alguns laços internacionais na rede (92,6%), face aos cientistas que não tiveram nenhum tipo de mobilidade internacional (62,3%), sendo essas diferenças estatisticamente significativas ($X^2_{(1)} = 45,462$; $p=0,000$). Esta diferença é perceptível também ao nível da proporção de laços internacionais na rede, sendo que os cientistas sem mobilidade internacional prolongada, mas que embarcaram em tipos de mobilidade de menor duração têm tendencialmente uma maior proporção de laços internacionais na sua rede central de acesso ao conhecimento (em média 72,8% de laços internacionais para um valor mediano de 100%), face aos cientistas que não tiveram nenhum tipo de mobilidade internacional (51,5% de laços internacionais e mediana de 50%). As diferenças entre os dois grupos são de novos estatisticamente significativas (Mann-Whitney $U=10919,5$; $z= -9,222$; $p= 0,000$). Do mesmo modo, a proporção de cientistas com trajectórias de mobilidade de curta duração cujas redes centrais de acesso ao conhecimento são estabelecidas integralmente com instituições internacionais (60,5%) é claramente superior face aos valores registados entre os cientistas que não tiveram nenhum tipo de mobilidade internacional (39,5%), sendo as diferenças entre os grupos mais uma vez significativas ($X^2_{(2)} = 79,762$; $p=0,000$).

Relativamente à relação entre o número de instâncias de mobilidade de curta duração e a internacionalização das redes de acesso ao conhecimento, também aqui verificamos que quem tem maior número de estadias de curta duração tem igualmente redes tendencialmente mais internacionalizadas. Assim, entre os cientistas que tiveram mobilidade internacional de curta duração (e não tiveram mobilidade internacional longa), os cientistas que têm apenas entre uma a duas estadias internacionais têm, em média 65,8% de laços internacionais, face aos que tiveram três ou quatro destas estadias (84,5% de laços internacionais nas redes) ou que tiveram mais de 5 momentos de mobilidade de curta duração (79%). Estas diferenças são estatisticamente significativas (Kruskal-Wallis $H_{(2)} = 10,364$; $p=0,006$). Do mesmo modo,

cientistas que têm apenas uma ou duas estadias no estrangeiro têm menos frequentemente todos os laços da sua rede estabelecidos com instituições internacionais (46,2%) face aos cientistas que têm maior número de instâncias de mobilidade curta no estrangeiro (71,8% entre os que tiveram três a quatro estadias e 60,9% entre que têm cinco ou mais), sendo estas diferenças novamente significativas ($X^2_{(4)} = 10,527$; $p=0,032$). Ou seja, não só os cientistas que têm mobilidade internacional de curta duração têm redes mais internacionalizadas dos que os que não têm nenhum tipo de mobilidade, como também aqueles que têm maior número destas instâncias de mobilidade mais curta têm tendencialmente também redes mais internacionalizadas do que os que têm apenas um ou dois destes momentos de mobilidade de menor duração, embora estas diferenças sejam menos evidentes do as que registadas entre os cientistas com e sem mobilidade curta. Todos estes dados demonstram e reforçam a influência da mobilidade internacional dos cientistas na internacionalização das suas redes centrais de acesso ao conhecimento embora, como vimos, mesmo os cientistas sem nenhum tipo de mobilidade internacional tenham uma proporção considerável de laços internacionais nestas suas redes nucleares de acesso ao conhecimento.

Adicionalmente, uma vez que a proximidade física prolongada é igualmente propícia ao desenvolvimento de laços de confiança e de outros tipos de proximidade que mais facilmente conduzem ao estabelecimento de relações fortes e persistentes (Fontes et al. 2012), testámos igualmente a hipótese de que os cientistas com trajectórias de mobilidade prolongada também uma maior proporção de laços fortes com investigadores em instituições estrangeiras do que os cientistas que desenvolveram a sua carreira maioritariamente em Portugal (H7). Mais uma vez, pudemos confirmar a influência da mobilidade internacional prolongada nas redes nucleares de acesso ao conhecimento verificando que os cientistas com trajectórias de mobilidade têm uma maior proporção de laços fortes com instituições estrangeiras nestas suas redes (em média 42% de todos os laços nas suas redes centrais, com um valor mediano de 33,3%) face a cientistas sem este tipo de mobilidade internacional (com uma média de 22% de laços deste tipo nas suas redes e um valor mediano de 0%). Estas diferenças, para além de absolutamente expressivas são igualmente significativas do ponto de vista estatístico (Mann-Whitney $U=98544$; $z= -7,056$; $p= 0,000$).

Numa outra perspectiva sobre estes dados, ao analisarmos a distribuição, em três escalões (não ter laços com estas características nas suas redes; ter alguns laços; ou todos os laços que os cientistas mantêm serem laços fortes com instituições estrangeiras), corroboramos facilmente as diferenças entre os grupos. Não só a proporção de cientistas que

não tem laços fortes ou persistentes com instituições estrangeiras é muito superior entre os cientistas que não experienciaram trajetórias de mobilidade internacional prolongadas (57,1% face a 42,9% dos cientistas com mobilidade internacional longa) como a proporção de cientistas cuja sua rede central é constituída apenas por este tipo de laços com instituições estrangeiras é sensivelmente o dobro entre os cientistas com mobilidade prolongada face aos restantes (16% face a 8,2%). Sendo que essas diferenças entre uns e outros assumem novamente significância estatística ($X^2_{(2)} = 39,692$; $p=0,000$)

Ao longo deste conjunto de hipóteses sobre a influência da mobilidade internacional nas redes interpessoais dos cientistas verificámos que os cientistas com mobilidade internacional (particularmente mobilidade prolongada) têm redes nucleares de acesso ao conhecimento significativamente mais internacionalizadas ao longo de um conjunto de dimensões. Isto significa que a proporção de laços internacionais nas suas redes é consideravelmente superior nessas mesmas dimensões de análise. No entanto, interessa-nos igualmente verificar se há apenas um efeito de substituição de laços nacionais por internacionais nestas redes de acesso ao conhecimento ou se se verifica um efeito multiplicativo dos laços internacionais nas redes dos cientistas com mobilidade internacional prolongada. Dito de outra forma, pretendemos verificar se os cientistas com este tipo de mobilidade têm redes de dimensão similar às dos cientistas sem mobilidade e apenas a proporção de laços internacionais é diferente ou se, pelo contrário, as redes dos cientistas com mobilidade são simultaneamente maiores e mais internacionalizadas face às dos demais cientistas. A análise dos dados permite-nos aferir que de facto as redes dos cientistas com mobilidade internacional prolongada são não apenas mais internacionalizadas, mas igualmente maiores (5,41 laços em média e mediana de 5), face às redes dos cientistas sem estas trajetórias de mobilidade (4,95 laços em média e mediana de 4) e que essas diferenças são significativas (Mann-Whitney $U=121651$; $z= 2,569$; $p= 0,010$).

Em síntese, a análise dos dados permite-nos corroborar a importância destes períodos de mobilidade internacional na internacionalização das redes dos cientistas, ao longo de um conjunto de dimensões. Verificamos assim que os cientistas com trajetórias de mobilidade internacional prolongada têm: i) redes de acesso ao conhecimento mais internacionalizadas; ii) uma maior proporção de laços fortes com instituições estrangeiras nas suas redes; e iii) um maior número de relações nas suas redes nucleares de acesso ao conhecimento, o que indicia que não existe apenas um efeito de substituição de laços nacionais por internacionais nestas

redes de acesso ao conhecimento mas sim um efeito de multiplicação e potenciação dos laços internacionais nestes cientistas com mobilidade internacional prolongada. Adicionalmente, verificamos que mesmo os cientistas que não tiveram mobilidade internacional prolongada, mas experienciaram momentos de mobilidade de menor duração (e maior número destas instâncias de mobilidade) têm redes mais internacionalizadas face aos cientistas sem qualquer tipo de mobilidade internacional. Todos estes dados demonstram e reforçam a influência da mobilidade internacional dos cientistas na internacionalização das suas redes e dinâmicas de acesso ao conhecimento embora, como vimos, mesmo os cientistas sem nenhum tipo de mobilidade internacional tenham uma proporção considerável de laços internacionais nestas suas redes nucleares de acesso ao conhecimento.

6.3. O impacte das pertenças disciplinares dos cientistas na composição e estrutura das suas redes interpessoais de acesso ao conhecimento

Como fomos constatando ao longo da revisão da literatura e da construção do modelo analítico, diversos autores defendem que as chamadas ‘ciências novas’, entre as quais se incluem a biotecnologia e a nanotecnologia, apresentam características relativamente distintas, ao nível dos seus processos de produção e circulação de conhecimento (Gibbons et al. 1994; Bonaccorsi, 2008) quando comparadas com campos disciplinares mais antigos e estabilizados. Ao contrário destas ciências mais estabelecidas, que produziram conhecimento essencialmente de base disciplinar e assente em investigação básica produzida sobretudo em instituições públicas, os regimes de pesquisa destes novos campos, construídos na intersecção entre diferentes bases disciplinares e entre investigação básica e aplicada, exigiram uma maior diversidade de complementaridades institucionais, cognitivas e geográficas presentes nestas mesmas redes (Bonaccorsi, 2008).

Nesse sentido, admitindo que a estas diferentes dinâmicas de produção de conhecimento possam corresponder diferentes tipos de redes de investigação (Jansen et al., 2009), postulámos um conjunto de hipóteses nos quais vamos explorar a relação entre as pertenças disciplinares dos cientistas (nomeadamente o facto de desenvolverem a sua actividade em biotecnologia ou nanotecnologia) e a composição e estrutura das suas centrais de acesso ao conhecimento, particularmente ao nível das complementaridades institucionais, abrangência geográfica e proporção de laços de diferentes tipos.

Na primeira destas dimensões de análise, assinalámos que as redes interpessoais de acesso ao conhecimento de cientistas que desenvolvem a sua actividade em biotecnologia e nanotecnologia (e nestes de forma mais acentuada) teriam tendencialmente redes interpessoais de acesso ao conhecimento mais diversas do ponto de vista institucional do que os cientistas que trabalham em áreas científicas mais estabilizadas (H9).

Ao nível da comparação entre cientistas a trabalhar em biotecnologia e nanotecnologia face aos que desenvolvem a sua actividade nas áreas da física ou da química não há diferenças significativas ao nível da proporção de laços com os diferentes tipos de instituições excepto no que se refere aos laços com hospitais e instituições de saúde. Neste caso, nem os cientistas a trabalhar em física ou em química têm qualquer laço com este tipo de instituições e, embora a proporção de relações com instituições de saúde seja residual também para os cientistas que trabalham em biotecnologia ou nanotecnologia (1,2% dos laços), naturalmente a diferença entre ter poucos ou não ter de todo laços com este tipo de instituições leva a que as diferenças sejam estatisticamente significativas (Kruskal-Wallis $H_{(2)} = 6,430$; $p=0,040$). No entanto, não se pode afirmar que a diversidade institucional presente nas redes de acesso ao conhecimento seja fundamentalmente diferente em função das pertenças disciplinares dos cientistas consideradas nesta análise. Independentemente destas pertenças disciplinares as redes nucleares de acesso ao conhecimento dos cientistas considerados são sempre absolutamente centradas nas relações com universidades ou centros de investigação (com valores a rondar os 90% em qualquer das pertenças disciplinares em análise), seguidas pelos laços com outras instituições públicas (cujas proporções oscilam entre os 7,6% para os cientistas da área da química e os 8,8% para os cientistas que trabalham em física) e a apresentarem valores residuais nas relações com outro tipo de instituições. No caso concreto das empresas são os cientistas a trabalhar em biotecnologia e nanotecnologia a apresentar a maior proporção de laços com este tipo de instituições (2,3%), seguidos pelos cientistas da área da física (1,7%) e dos que trabalham em química (0,9%). No entanto, as diferenças não são estatisticamente significativas nem em termos da proporção de laços com empresas nem relativamente à distribuição dos cientistas em função de terem ou não terem laços com este tipo de instituições.

Analisando a diversidade institucional presente nas redes de acesso ao conhecimento de cientistas a trabalhar em biotecnologia e nanotecnologia face aos que desenvolvem a sua actividade nas chamadas ciências básicas ou aplicadas, novamente o padrão de grande concentração dos laços nas universidades e centros de investigação (maioritariamente

públicos) mantém-se, independentemente das pertenças disciplinares dos cientistas. As diferenças significativas registam-se ao nível da proporção de laços com outras instituições públicas (Kruskal-Wallis $H_{(2)} = 10,853$; $p=0,004$) e novamente ao nível da proporção de laços com hospitais e instituições de saúde (Kruskal-Wallis $H_{(2)} = 20,106$; $p=0,000$). No primeiro caso, são os cientistas das ciências básicas quem tem uma maior proporção de laços com outras instituições públicas (10,8% dos laços face aos 8,8% presentes nas redes de cientistas da biotecnologia e nanotecnologia e aos 6,3% dos cientistas das áreas aplicadas), sendo que as diferenças entre estes últimos e os das ciências básicas são estatisticamente significativas ($T=52,563$; $p=0,005$). Estas diferenças podem aliás ser vistas igualmente em termos da distribuição dos cientistas em função de terem ou não terem relações com outras instituições públicas, em que apenas 22,2% dos cientistas a trabalhar nas áreas mais aplicadas tem este tipo de laços nas suas redes, face a 32,2% dos cientistas a trabalhar nas chamadas ciências básicas (31% no caso da biotecnologia e nanotecnologia). Ao nível da proporção de laços com hospitais e instituições de saúde são os cientistas que trabalham nas áreas aplicadas quem mais intensamente estabelece relações com este tipo de instituições (embora apenas 2,1% dos laços nas suas redes) face aos cientistas que trabalham em biotecnologia ou nanotecnologia (1,2% dos laços nas suas redes) e, sobretudo, face aos cientistas que trabalham nas ciências básicas (0,1%). Neste caso, são os cientistas das ciências básicas quem se diferencia significativamente tanto da biotecnologia e nanotecnologia ($T=-23,106$; $p=0,010$) como dos que trabalham em áreas mais aplicadas ($T=-32,117$; $p=0,000$). Visto de outra forma, verificamos que a proporção de cientistas a trabalhar nas ciências aplicadas que tem algum laço com hospitais e instituições de saúde é de 7%, face a 5,2% dos cientistas que trabalham em biotecnologia ou nanotecnologia e apenas 0,3% dos cientistas que desenvolvem a sua actividade nas ciências básicas e que as diferenças entre os grupos são de novo significativas ($X^2_{(2)} = 19,979$; $p=0,000$).

Ao nível das relações com empresas são novamente os cientistas que trabalham em biotecnologia ou nanotecnologia quem apresenta maior proporção de laços com o sector privado (2,3% das relações face a 1,5% nas ciências aplicadas e 1% nas básicas) mas estas diferenças não são estatisticamente significativas. Do mesmo modo, não são significativas as diferenças em relação à distribuição dos cientistas pela variável dicotómica ter ou não ter alguma relação com empresas, embora a proporção de cientistas que tem pelo menos um laço com empresas seja superior entre os que trabalham em biotecnologia ou nanotecnologia (9%) face aos que desenvolvem a sua actividade nas áreas das ciências básicas (4,6%) ou aplicadas (6,5%).

Postulámos ainda a hipótese de as redes interpessoais de acesso ao conhecimento dos cientistas a trabalhar em nanotecnologia serem institucionalmente mais diversas das dos cientistas a trabalhar em biotecnologia, uma vez que a nanotecnologia é normalmente apresentada como estando num grau de maturidade inicial num ciclo de vida semelhante ao da biotecnologia (Bozeman et al. 2007; Rothaermel e Thurby, 2007) e em que a necessidade de complementaridades institucionais é ainda mais acentuada (Bonaccorsi e Thoma, 2007). Analisando os dados, verificamos novamente que em ambas as áreas as relações dos cientistas se estabelecem de forma absolutamente maioritária e similar com universidades e centros de investigação (em torno dos 87% das relações em ambos os casos). Relativamente à proporção de outras entidades nas suas redes interpessoais os cientistas a trabalhar em biotecnologia têm, tendencialmente, uma maior proporção de laços com outras instituições públicas (8,2% face a 6,9% de laços entre os cientistas a trabalhar em nanotecnologia) e com hospitais e instituições de saúde (2,4% face a 0,1%) enquanto os cientistas a trabalhar em nanotecnologia têm uma maior proporção de laços com empresas (3,4% face a 1,5%). No entanto, apenas no caso dos hospitais e instituições de saúde a maior proporção de laços dos cientistas que trabalham em biotecnologia face aos da nanotecnologia é estatisticamente significativa (Mann-Whitney $U=6096,5$; $z= -2,370$; $p= 0,018$). Em termos globais, não podemos assim afirmar que a diversidade institucional presente nas redes de acesso ao conhecimento dos cientistas a trabalhar em nanotecnologia seja superior face à existente nas redes dos cientistas que trabalham em biotecnologia.

Por último, tínhamo-nos anteriormente proposto explorar a dinâmica de fluxos de conhecimento entre o sector público e privado tanto através da diversidade institucional presente nas redes interpessoais de acesso ao conhecimento dos cientistas como, no sentido inverso do ponto de vista dos fluxos de conhecimento, através da sua participação em projectos de consultoria e de empreendedorismo científico e tecnológico. Nesta dimensão de ligação intersectorial entre o conhecimento produzido nas esferas pública e privada, as pertenças disciplinares dos cientistas são um factor relevante. Assim, verificamos em primeiro lugar que os cientistas que trabalham em biotecnologia e nanotecnologia participam de forma mais frequente neste tipo de relações com o sector privado do que os cientistas que trabalham em física ou em química. Assim, 22,5% dos cientistas em biotecnologia ou nanotecnologia participaram, nos últimos três anos, em projectos de empreendedorismo, quer enquanto empreendedores quer enquanto consultores científicos de uma empresa, ao passo que apenas 9,2% dos cientistas que desenvolvem a sua actividade em física e 4,8% dos cientistas da área

da química tiveram este tipo de actividades. As diferenças entre os grupos são ainda estatisticamente significativas ($X^2_{(2)} = 25,667$; $p=0,000$). Do mesmo modo, também comparando os cientistas que trabalham em biotecnologia ou nanotecnologia com as chamadas ciências básicas e as aplicadas encontramos diferenças significativas entre os grupos ($X^2_{(2)} = 33,475$; $p=0,000$), sendo que neste caso são os cientistas das chamadas ciências básicas que têm menor frequência de participação neste tipo de projectos de empreendedorismo científico e tecnológico (9,8% dos cientistas), face aos cientistas que trabalham em biotecnologia e nanotecnologia ou nas áreas mais aplicadas (respectivamente 22,5% e 19,7% dos cientistas). Esta participação é ainda relativamente semelhante em cientistas que trabalham em nanotecnologia (19,1%) face aos que o fazem em biotecnologia (22,2%), sem que estas diferenças sejam estatisticamente significativas ($X^2_{(2)} = 5,748$; $p=0,056$). Verificamos assim que os cientistas que trabalham nas novas ciências seleccionadas (biotecnologia e nanotecnologia) têm uma maior frequência de estabelecimento deste tipo de relações de conhecimento com o sector privado face a áreas científicas mais estabilizadas como a física ou a química e face às chamadas ciências básicas, sendo que se aproximam neste ponto das ciências aplicadas. Adicionalmente, o facto de não existirem diferenças significativas entre os cientistas que trabalham em biotecnologia face aos que desenvolvem a sua actividade na nanotecnologia indicia que o grau de maturidade da área científica possa, no caso destas duas áreas, não ser relevante ou suficientemente distinto para influenciar decisivamente a frequência de estabelecimento deste tipo de relações com o sector privado.

Em síntese, apesar de algumas diferenças pontuais e estatisticamente significativas na proporção de laços estabelecidos com determinado tipo de instituições nas redes de cientistas com diferentes pertenças disciplinares, em termos gerais não podemos afirmar que essas mesmas pertenças disciplinares tenham uma influência decisiva sobre a diversidade institucional presente nas redes nucleares de acesso ao conhecimento dos cientistas portugueses, ou que os cientistas das novas ciências de base tecnológica tenham redes significativamente mais diversas do que as de cientistas em áreas mais estabilizadas. Independentemente das áreas científicas onde desenvolvem a sua actividade estas redes são aqui sempre maioritariamente estabelecidas com universidades e outros centros de investigação e, num distante segundo lugar, com outras instituições públicas, sendo que a presença de outro tipo de instituições (nomeadamente empresas) é bastante residual. Confirma-se assim, pelo menos ao nível destas redes nucleares de acesso ao conhecimento (analisando as redes globais dos cientistas os resultados poderiam ser outros), a relativa

separação entre a ciência produzida no sector público e privado. No entanto, a maior participação de cientistas a trabalhar em biotecnologia ou nanotecnologia (ou nas ciências aplicadas) em projectos de empreendedorismo científico e tecnológico face a cientistas que desenvolvem a sua actividade em áreas mais estabilizadas ou nas ciências básicas indicia, por um lado, que pelo menos ao nível da transmissão de conhecimento do sector público para o privado, estas redes de conhecimento possam não ser inteiramente estanques e, por outro lado, que as pertenças disciplinares dos cientistas podem assumir relevância na análise destas dinâmicas específicas de conhecimento.

Dado tratarem-se de áreas científicas relativamente recentes, em que a produção de conhecimento se encontra ainda muito localizada em instituições internacionais de grande visibilidade, prestígio e capacidade financeira (dados os elevados investimentos em equipamentos específicos para a investigação nestas áreas), postulámos igualmente a hipótese que as redes nucleares de acesso ao conhecimento dos cientistas portugueses a trabalhar em biotecnologia ou nanotecnologia tivessem uma maior proporção de laços internacionais face às redes de cientistas a trabalhar a outras áreas mais estabilizadas, reflectindo assim essa mesma necessidade de acesso a conhecimento e equipamentos escassos ou mesmo inexistentes na maior parte das instituições de investigação nacionais (H10).

Ao nível da comparação entre cientistas que desenvolvem a sua actividade em física, química ou biotecnologia ou nanotecnologia a análise dos dados obtidos permite-nos verificar que são na verdade os cientistas que trabalham em física quem tem, tendencialmente, redes mais internacionalizadas (71% dos laços em média e 90% de valor mediano), seguidos pelos cientistas da biotecnologia ou nanotecnologia (62% e 71%) e, por último pelos que trabalham em química (51% e 53,5% respectivamente). As diferenças entre os grupos são estatisticamente significativas (Kruskal-Wallis $H_{(2)} = 8,526$; $p=0,014$) sendo que os grupos que se diferenciam de forma significativa são os cientistas que trabalham em física face aos da química ($T=56,389$; $p=0,017$). Também ao nível da distribuição dos cientistas em função de não terem laços internacionais na sua rede central, terem alguns laços deste tipo ou terem redes inteiramente internacionalizadas, voltamos a verificar estas diferenças ($X^2_{(4)} = 13,505$; $p=0,009$). Verificamos aqui que a proporção de cientistas da química que não tem laços internacionais na rede (31,9%) é significativamente superior face ao que se verifica na física ou na biotecnologia e nanotecnologia (14,9% e 15,1% respectivamente) e que inversamente, a proporção de cientistas da área da química que tem redes integralmente internacionalizadas

(27,8%) é claramente inferior face ao que se verifica entre os cientistas da biotecnologia ou nanotecnologia (41,3%) e, sobretudo, face aos da física (48,9%).

Relativamente aos padrões de internacionalização das redes de acesso ao conhecimento de cientistas nas chamadas ciências básicas e aplicadas face aos da biotecnologia ou nanotecnologia verificamos que nas ciências básicas as redes são tendencialmente mais internacionalizadas (média de 66,4% e mediana de 80%) face ao que já tínhamos verificado na biotecnologia ou nanotecnologia (62% e 71%) e às áreas mais aplicadas (média de 59,6% e mediana de 67%). Neste caso concreto, as diferenças entre os grupos não são estatisticamente significativas nem em função da proporção de laços internacionais na rede (Kruskal-Wallis $H_{(2)} = 4,809$; $p=0,090$) nem na distribuição dos cientistas pelos três escalões de resposta anteriormente utilizados ($X^2_{(4)} = 3,752$; $p=0,441$).

Ao nível da comparação entre a internacionalização das redes centrais dos cientistas da área da nanotecnologia face aos da biotecnologia, verificamos que estes últimos têm redes tendencialmente menos internacionalizadas (média de 58,1% dos laços e mediana de 60% face a respectivamente 66,4% e 80%) embora também neste caso as diferenças não assumam significância estatística (Mann-Whitney $U=60886,5$; $z= -1,279$; $p= 0,201$).

Em suma, não temos evidências que nos permitam afirmar que as redes centrais de acesso ao conhecimento dos cientistas a trabalhar em biotecnologia ou nanotecnologia sejam mais internacionalizadas do que as redes de cientistas a trabalhar em outras áreas (ou que as redes de cientistas da área da nanotecnologia o sejam face aos da biotecnologia) e, portanto, não se confirma a hipótese aventada (H10).

Como vimos anteriormente, embora as redes tenham sempre um papel importante na actividade científica, a dimensão e estrutura das redes mobilizadas pelos cientistas poderão variar em função não apenas das suas estratégias individuais, mas igualmente segundo as características do campo científico em que desenvolvem a sua actividade (Jansen et al., 2009). Na última hipótese deste subcapítulo, procuramos aferir se para os cientistas que desenvolvem a sua actividade em áreas como a biotecnologia ou a nanotecnologia, as redes interpessoais de acesso ao conhecimento tendem a ser comparativamente maiores (para manter a sua diversidade), com uma maior proporção de laços informais (maior flexibilidade e rapidez no acesso ao conhecimento) e estruturalmente mais abertas (mais laços fracos que permitam reduzir a redundância do conhecimento a que se procura aceder), do que nas outras áreas científicas consideradas (H11).

Na primeira tipologia de comparação, ao nível das pertenças disciplinares dos cientistas, a análise dos dados permite-nos verificar que: i) as redes dos cientistas que trabalham em biotecnologia ou nanotecnologia são tendencialmente maiores (5,38 laços em média e 5 como valor mediano) face às redes de cientistas que trabalham em física ou em química (respectivamente 4,96 e 4,68 laços em média e 5 e 4 de mediana); ii) com uma menor proporção de laços informais (média de 31,3% e mediana de 25% enquanto na física estes valores são de 41% e 50% respectivamente e na química de 38,3% e 33%); e com uma maior proporção de laços fracos (média de 24,7% e mediana de 20% face a 16,5% e 0% na física e a 20,8% e 13% na química). Verificamos ainda que em nenhum destes vectores (número de laços, proporção de laços informais ou de laços fracos) as diferenças entre os grupos são significativas, tal como não o são em função da distribuição dos cientistas pelos três escalões anteriormente utilizados (não ter laços deste tipo; ter alguns laços; ter todos os laços na rede com estas características).

A comparação entre cientistas que desenvolvem a sua actividade na biotecnologia ou nanotecnologia face aos cientistas das chamadas ciências básicas e aplicadas permite-nos aferir que nos vectores considerados: i) os cientistas da biotecnologia ou nanotecnologia têm, novamente, redes tendencialmente maiores (5,38 laços em média e 5 como valor mediano) em comparação com as redes de cientistas das áreas mais básicas (média de 5,14 e mediana de 5) ou aplicadas (5,13 e 4 respectivamente); ii) têm também uma menor proporção de laços informais (média de 31,3% e mediana de 25%) face às restantes áreas (média de 38% e mediana de 33% nas ciências básicas e de 38,5% e 33% nas aplicadas); e iii) têm igualmente uma proporção superior de laços fracos (média de 24,7% e mediana de 20%) relativamente aos das ciências aplicadas (23,9% e 13%) e das ciências básicas (respectivamente 20,8% e 10%). Estas diferenças são estatisticamente significativas ao nível da proporção de laços informais (Kruskal-Wallis $H_{(2)} = 8,072$; $p=0,018$), sendo que os cientistas que trabalham em biotecnologia ou nanotecnologia têm uma significativamente menor proporção deste tipo de laços na suas redes centrais tanto face aos cientistas das áreas mais básicas ($T=53,258$; $p=0,048$) como das mais aplicadas ($T=54,861$, $p=0,032$). Estas diferenças podem ser igualmente aferidas em função do facto de os cientistas que trabalham em biotecnologia ou nanotecnologia se encontrarem mais frequentemente na posição de não terem laços informais nas suas redes (35,4% face a 30,4% dos cientistas das ciências básicas e 28,8% dos das aplicadas) e menos frequentemente todos os laços da sua rede serem informais (9,5% face a 13,2% nas básicas e 13,6% nas áreas mais aplicadas). Neste caso, as diferenças na distribuição dos cientistas por estes escalões não assumem significância estatística ($X^2_{(4)} =$

4,672; $p=0,323$). No entanto, isto já não se verifica na distribuição dos cientistas por estes escalões em função da proporção de laços fracos na sua rede, em que a percentagem de cientistas da biotecnologia ou nanotecnologia que não tem laços deste tipo na sua rede (35,4%) é significativamente menor ($X^2_{(4)} = 11,511$; $p=0,021$) face ao que se verifica entre os cientistas das áreas mais básicas (48,7%) e mais aplicadas (44,2%).

Ao nível da comparação entre as redes de cientistas a trabalhar em biotecnologia ou nanotecnologia não verificamos a existência de diferenças significativas nas dimensões analisadas. Os cientistas que desenvolvem a sua actividade em nanotecnologia têm, tendencialmente, um maior número de laços na sua rede central de acesso ao conhecimento (5,58 laços em média e um valor mediano de 5) face aos cientistas que trabalham em biotecnologia (5,12 laços em média e também 5 de mediana), tendo igualmente uma maior proporção de laços informais (32,4% em média e 25% de mediana face a 30,1% e também 25%, respectivamente, nos cientistas da biotecnologia) e uma maior proporção de laços fracos (25,7% e 20% face a 23,4% e também 20% respectivamente). No entanto, em nenhuma destas dimensões as diferenças encontradas são estatisticamente significativas nem em relação à proporção de laços nas redes nem relativamente à distribuição dos cientistas pelos três escalões considerados (não ter laços com estas características na rede; ter alguns laços; ou todos os laços terem esta característica).

Em síntese, ao nível da influência das pertenças disciplinares dos cientistas na dimensão das redes e nos equilíbrios entre laços formais e informais e fortes e fracos presentes nessas redes verificamos assim que: i) as redes dos cientistas a trabalhar em biotecnologia ou nanotecnologia são tendencialmente maiores e com uma maior proporção de laços formais e de laços fracos do que as redes de cientistas em outras áreas; ii) no entanto, a maior parte destas diferenças não tem relevância estatística, excepto no que se refere à maior presença de laços formais nas redes dos cientistas a trabalhar em biotecnologia ou nanotecnologia, o que indicia, por um lado, que nestas áreas a participação em projectos e parcerias formais assume particular relevância e por outro que as pertenças disciplinares não são num factor decisivo para estas características estruturais nas redes nucleares de acesso ao conhecimento; iii) novamente os cientistas da nanotecnologia e da biotecnologia não se diferenciam significativamente entre si, o que sugere que a maior ou menor maturidade destes campos não é um factor relevante na análise destas dimensões.

6.4. A relação entre as características socioprofissionais dos cientistas e as suas redes interpessoais de acesso ao conhecimento

Ao nível dos possíveis efeitos das características socioprofissionais dos cientistas sobre a composição e estrutura dessas mesmas redes, as questões geracionais poderão, novamente, assumir uma relevância significativa. Cientistas mais seniores e, tendencialmente, tanto com maior reconhecimento no seu campo como com carreiras mais longas e com maiores oportunidades para o estabelecimento de laços internacionais e com instituições em sectores distintos, dentro ou fora da arena de investigação, tenderão assim a ter redes geográfica e institucionalmente mais diversas (H19).

Relativamente à abrangência geográfica das redes, particularmente ao nível da sua internacionalização, verificamos que os cientistas mais velhos (com quarenta e cinco ou mais anos) têm maior proporção de laços internacionais na sua rede central de acesso ao conhecimento (em média 66,8% dos laços e um valor mediano de 87%) face aos cientistas do escalão etário intermédio (média de 62,4% dos laços e mediana de 71%) e face sobretudo aos cientistas mais novos da amostra (56% e 60% respectivamente). As diferenças entre os grupos etários são estatisticamente significativas (Kruskal-Wallis $H_{(2)} = 9,613$; $p = 0,008$) e a comparação entre pares de grupos permite-nos aferir que os cientistas mais velhos se diferenciam de forma significativa face aos restantes dois escalões etários ($T = -2,566$; $p = 0,031$ na oposição com o mais novos e $T = -2,566$; $p = 0,029$ relativamente ao escalão etário intermédio). Estas diferenças são igualmente visíveis quando analisamos a distribuição dos cientistas em função de não terem laços internacionais nas redes em que 13,8% dos cientistas mais velhos se encontram nesta situação, comparativamente com 16,9% dos cientistas com idades compreendidas entre os trinta e cinco e os quarenta e quatro anos e com 17% dos cientistas com idades até aos trinta e quatro anos. Inversamente, a proporção de cientistas mais velhos cujas redes centrais são exclusivamente compostas por laços internacionais (41,6%) é superior face aos cientistas do escalão etário intermédio (41,5%) e, sobretudo, face aos cientistas mais novos (em que apenas 16,9% se encontram nesta situação). Novamente, as diferenças ao nível da distribuição dos cientistas por estes escalões de resposta assumem significância estatística ($X^2_{(4)} = 11,320$; $p = 0,023$). Verificamos assim que a idade dos cientistas é uma variável significativa quando analisamos o grau de internacionalização das suas redes centrais de acesso ao conhecimento e que os cientistas com maior senioridade têm na verdade redes mais internacionalizadas relativamente aos cientistas em escalões etários intermédios e particularmente face aos cientistas em início de carreira.

Ao nível da diversidade institucional presente nestas redes nucleares de acesso ao conhecimento, a análise dos dados não nos permite, tal como sucedeu em análises anteriores, afirmar que, em termos globais, haja variações significativas nas redes em função da idade dos cientistas. Independentemente dos escalões etários analisados os cientistas recorrem sempre, nas suas dinâmicas de acesso ao conhecimento, de forma esmagadoramente maioritária a relações com universidades ou centros de investigação (com valores médios em torno dos 90% dos laços) e, em segundo lugar, a outras instituições públicas sendo as relações com outro tipo de instituições, nomeadamente com o sector empresarial privado, relativamente residuais. Perante a tipologia de instituições analisada a única diferença significativa encontrada (Kruskal-Wallis $H_{(2)} = 8,459$; $p=0,015$) foi nas relações estabelecidas com outras instituições públicas em que novamente são os cientistas de maior senioridade quem tem nas suas redes uma maior proporção de laços com este tipo de instituições (média de 9,3% e mediana de 0%) face aos cientistas do escalão etário intermédio (média de 6,2% e mediana de 0%) e sobretudo relativamente aos cientistas mais novos (respectivamente 5,7% e 0%). Este tipo de instituições abarca um conjunto de entidades tal como institutos públicos, agências de financiamento e outras similares que normalmente usam conhecimento produzido na arena da investigação para os seus processos de tomada de decisão e os cientistas mais seniores, tanto em idade como em função do posicionamento na carreira, terão provavelmente maiores oportunidades para estabelecer relações com pessoas ligadas a este tipo de instituições. Pela mesma lógica aliás, seria expectável (os dados confirmam-no de forma parcial) que os cientistas em posições mais seniores de carreira estivessem mais frequentemente envolvidos em projectos de empreendedorismo científico e tecnológico, quer na posição de empresário que enquanto consultores científicos de empresas ligadas às suas áreas de actividade. Efectivamente, a participação neste tipo de projectos é mais frequente tanto entre os cientistas mais velhos (17,9%) como entre os cientistas do escalão etário intermédio (com uma frequência de participação ainda ligeiramente superior situada nos 18,9%), quando comparados com os cientistas mais jovens (10,3%) que provavelmente não terão ainda tido oportunidade (e recursos) para amadurecer os seus próprios projectos nem serão, com a mesma frequência, solicitados para o desempenho de funções de consultoria. Estas diferenças na frequência de participação nestes projectos são ainda estatisticamente significativas ($X^2_{(2)} = 8,200$; $p=0,017$).

No entanto, no essencial, não nos é possível afirmar que as redes de acesso ao conhecimento dos cientistas se diferenciam decisivamente, ao nível da sua diversidade e

complementaridades institucionais, em função da sua idade e, portanto, não se confirma a hipótese por nós levantada anteriormente.

Por último, pretendemos ainda nestas dimensões mais estruturais das redes, verificar de uma forma exploratória se a idade dos cientistas influencia a proporção de laços informais e de laços fortes ou persistentes presentes nestas mesmas redes. Intuímos que os cientistas mais velhos terão, pela extensão do seu percurso académico e volume de capital social acumulado ao longo desse percurso, simultaneamente redes mais assentes nesse mesmo capital social e menos dependentes de projectos e outras relações contratualizadas e, portanto, com maior proporção de laços informais. Adicionalmente, ainda em virtude dessa mesma extensão de percurso e das oportunidades que cria para o estabelecimento de relações de confiança, mais fortes e persistentes no tempo, teriam igualmente uma maior proporção de laços fortes nessas mesmas redes. A análise dos dados obtidos permite-nos confirmar essas mesmas hipóteses. A idade é assim uma variável relevante para a maior ou menor presença de laços informais nestas redes de acesso ao conhecimento, sendo que os cientistas mais seniores têm uma maior proporção de laços informais nas suas redes (em média 39,8% dos seus laços e um valor mediano de 33%) face aos cientistas num escalão etário intermédio (média de 34% e mediana de 29%) e sobretudo face aos cientistas mais jovens (respectivamente 31,7% e 30%). As diferenças entre os grupos são estatisticamente significativas (Kruskal-Wallis $H_{(2)} = 9,613$; $p=0,008$) sendo que a proporção de laços informais nas redes dos cientistas mais velhos é significativamente diferente tanto face ao verificado nas redes dos cientistas mais jovens ($T=-2,582$; $p=0,029$) como nas dos cientistas no escalão etário intermédio ($T=-2,566$; $p=0,031$). Do mesmo modo, verificamos ainda que a proporção de cientistas mais seniores que não têm nenhum laço informal na sua rede (24,2%) é substancialmente inferior ao registado nos outros dois escalões etários (34,7% nos cientistas com idades compreendidas entre os 35 e os 44 anos e 37,7% nos cientistas mais jovens) e, inversamente, que a proporção de cientistas mais seniores cujas redes são inteiramente compostas por laços informais (14,4%) é claramente superior ao verificado entre os cientistas do escalão etário intermédio (10,9%) e, sobretudo entre os cientistas mais jovens (7,3%). Estas diferenças assumem novamente significância estatística ($X^2_{(4)} = 16,262$; $p=0,003$).

Relativamente à questão da maior ou menor presença de laços fortes nas redes de acesso ao conhecimento, embora este tipo de laços seja claramente predominante nestas redes nucleares de conhecimento, independentemente da senioridade dos cientistas, são efectivamente os cientistas mais velhos quem tem uma maior proporção de laços fortes nas suas redes (média de 82,7% e mediana de 90%) relativamente aos cientistas que se encontram

num posicionamento etário intermédio (75,8% e 83,5 respectivamente) e face igualmente aos cientistas mais jovens (média de 68,2% e mediana de 70%), sendo estas diferenças estatisticamente significativas (Kruskal-Wallis $H_{(2)} = 20,467$; $p=0,000$). A comparação entre grupos permite-nos ainda aferir que os cientistas mais seniores se distinguem nesta dimensão de forma significativa tanto perante os cientistas mais jovens ($T=-4,351$; $p=0,000$) como face aos do escalão etário intermédio ($T=-2,831$; $p=0,014$). Verificamos ainda na análise deste tema que os cientistas mais seniores são quem menos frequentemente não tem nenhum laço forte ou persistente nas suas redes (1,8% face a 4,7% no escalão etário intermédio e a 6,9% dos cientistas mais jovens) e inversamente quem de forma mais frequente tem redes centrais de acesso ao conhecimento exclusivamente constituídas por laços fortes (48,6% por oposição a 41,9% dos cientistas do escalão etário intermédio e 33,6% dos cientistas mais jovens), sendo estas diferenças novamente estatisticamente significativas ($X^2_{(4)} = 12,346$; $p=0,015$).

Ao nível da influência da senioridade dos cientistas nas características estruturais das suas redes de acesso ao conhecimento salientamos assim as seguintes tendências: i) os cientistas com maior senioridade têm redes mais internacionalizadas relativamente aos cientistas em escalões etários intermédios e particularmente face aos cientistas em início de carreira; ii) não há efeitos significativos entre a idade dos cientistas e a diversidade institucional presente nas suas redes; iii) em virtude da maior extensão do seu percurso académico e volume de capital social acumulado ao longo desse percurso os cientistas mais seniores têm simultaneamente uma maior presença de laços e de relações fortes ou persistentes nas suas redes, ou seja, que se encontram menos dependentes de projectos e parcerias formais nas suas dinâmicas de acesso ao conhecimento e que baseiam essas mesmas dinâmicas em relações de confiança, mais fortes e persistentes no tempo.

5.2.5. Síntese dos principais resultados

Neste subcapítulo procurámos, num primeiro momento, caracterizar as redes interpessoais de acesso ao conhecimento dos cientistas portugueses ao nível tanto da sua composição e abrangência geográfica como em termos das suas dimensões mais estruturais, nomeadamente os equilíbrios entre laços formais e informais e fortes e fracos.

Uma das principais potencialidades apontadas na literatura às redes interpessoais é a de se constituírem como plataformas de conexão entre conhecimento produzido em diferentes

níveis espaciais e institucionais, permitindo ultrapassar barreiras de diferentes tipos e aceder a conhecimento e recursos escassos num determinado contexto.

Ao nível das complementaridades institucionais presentes nas redes nucleares de acesso conhecimento dos cientistas portugueses inquiridos, os resultados obtidos permitem-nos salientar duas grandes tendências: i) a reduzida diversidade institucional presente nestas redes, dominadas pelas relações com universidades e centros de investigação (maioritariamente públicos), e que traduz assim uma clara endogamia de relações de conhecimento ao nível institucional e sectorial; ii) apesar dessa endogamia face ao sector público de investigação nas dinâmicas de acesso ao conhecimento dos cientistas, a sua ainda significativa participação em projectos de empreendedorismo científico e tecnológico indicia e potencia os fluxos de conhecimento intersectorial do público para o sector privado.

Relativamente à abrangência e diversidade geográfica analisadas, características que, como vimos, permitem e propiciam ao cientista o acesso a conhecimento e outros recursos distantes assinalamos, em primeiro lugar, o enorme grau de internacionalização destas redes nucleares de acesso ao conhecimento, traduzida no facto de que, mais de metade (62,2%) dos laços presentes nestas redes centrais são estabelecidos com instituições estrangeiras, o que reforça indicadores anteriores sobre o grau de internacionalização da nossa amostra tanto em termos das suas trajectórias de mobilidade como das relações de conhecimento que estabelecem. Estas relações internacionais são estabelecidas primordialmente com outros países europeus (representando mais de 80% dos laços se incluirmos os nacionais), embora fora deste espaço países como os Estados Unidos ou o Brasil tenham ainda um peso significativo. Nesta dimensão internacional, salienta-se a tendência para o estabelecimento de relações com cientistas e instituições de países com os quais desenvolvemos uma proximidade histórica e cultural assinaláveis e que são simultaneamente importantes ao nível dos fluxos de emigração portuguesa em geral e da emigração científica, mobilidade e treino avançado de cientistas portugueses em particular.

Ao nível nacional, da análise dos dados relevam-se três grandes dinâmicas de acesso ao conhecimento. i) a concentração de laços nacionais em instituições dos grandes centros urbanos de Lisboa e Porto face às restantes regiões e uma diferença igualmente significativa entre as demais regiões de média dimensão do litoral face a regiões mais periféricas; ii) a tendência para os cientistas acederem nas suas redes nacionais a conhecimento que lhes está geográfica e institucionalmente mais próximo, ilustrando parcialmente a natureza localizada do conhecimento; iii) esta tendência não é sentida da mesma forma pelos cientistas que trabalham em zonas mais periféricas, que têm uma menor proporção de laços muito próximos

ou muito distantes e uma maior proporção de laços nacionais com cientistas de outras regiões (sobretudo Lisboa e Porto) que instrumentalizam para aceder a conhecimento inexistente nas suas instituições ou regiões (em detrimento de relações internacionais).

Relativamente às questões estruturais analisadas, nomeadamente à dimensão das redes e equilíbrio entre laços formais e informais e entre laços mais fortes ou persistentes e mais fracos, verificamos em primeiro lugar que o número médio de laços nestas redes centrais é relativamente reduzido, o que poderá indicar que nestas redes os cientistas privilegiem o estabelecimento de relações mais aprofundadas e intensas, em detrimento de um número maior de relações, eventualmente mais diversas, mas igualmente mais exigentes do ponto de vista da sua manutenção. Adicionalmente, assinalamos a clara primazia dos laços formais (65% das relações estabelecidas nestas redes) em detrimento dos laços informais (35%), e dos laços mais fortes ou persistentes (78,5%) face aos fracos (21,5%), tendências que parecem corroborar a hipótese de que os cientistas valorizem mais neste núcleo central de acesso ao conhecimento a profundidade das relações e das trocas de conhecimento em detrimento da sua multiplicação e diversidade.

Embora os laços formais e os laços fortes sejam sempre predominantes nas redes, verificamos ainda que os laços nacionais são tendencialmente ainda mais persistentes e mais formalizados do que os estabelecidos com cientistas em instituições internacionais. Isto poderá ser explicado, por um lado, pela maior facilidade da criação de laços de confiança com cientistas geográfica, institucionalmente e culturalmente mais próximos e, por outro lado, pela tendência para os cientistas desenvolverem primordialmente as suas estratégias de participação em concursos nacionais e internacionais igualmente com cientistas a trabalhar em instituições nacionais, o que reforça o peso das relações formais nas suas redes nucleares de acesso ao conhecimento.

Num segundo momento analítico procurámos ainda, tal como fizemos no subcapítulo anterior, testar um conjunto de hipóteses sobre a influência da mobilidade internacional dos cientistas, das suas pertenças disciplinares e de algumas das suas características socioprofissionais na composição e estrutura destas redes nucleares de acesso ao conhecimento dos cientistas portugueses.

Ao nível do impacto da mobilidade internacional nas redes de acesso ao conhecimento dos cientistas, a literatura salienta a importância destas instâncias de mobilidade para o estabelecimento de relações internacionais, tanto com investigadores da instituição onde a mobilidade tem lugar (Fontes et al. 2013) como com outras instituições do mesmo país

(Turpin et al. 2008; Jöns, 2009). A análise dos dados permite-nos corroborar a importância destes períodos de mobilidade internacional sobre as redes dos cientistas, num conjunto de dimensões. Verificamos assim que: i) os cientistas com mobilidade internacional prolongada têm redes claramente mais internacionalizadas do que os cientistas sem este tipo de trajetórias de mobilidade e igualmente uma maior proporção de laços fortes com instituições estrangeiras; ii) entre os cientistas que não tiveram mobilidade internacional prolongada, aqueles que experienciaram momentos de mobilidade de menor duração (e maior número destas instâncias de mobilidade) têm igualmente redes mais internacionalizadas face aos cientistas sem qualquer tipo de mobilidade internacional; e iii) as redes nucleares de acesso ao conhecimento dos cientistas com trajetórias de mobilidade internacional prolongada são não apenas mais internacionalizadas mas igualmente maiores do que as dos cientistas sem este tipo de mobilidade, o que indicia que não existe apenas um efeito de substituição de laços nacionais por internacionais nestas redes de acesso ao conhecimento mas sim de multiplicação dos laços internacionais nestes cientistas com mobilidade internacional prolongada.

Todos estes dados demonstram e reforçam a influência da mobilidade internacional dos cientistas na internacionalização das suas redes e dinâmicas de conhecimento embora, como vimos, mesmo os cientistas sem nenhum tipo de mobilidade internacional tenham uma proporção considerável de laços internacionais nestas suas redes nucleares de acesso ao conhecimento.

Ao nível da relação entre as pertenças disciplinares dos cientistas e as características das suas redes nucleares de acesso ao conhecimento, a literatura indicava-nos que a diferentes dinâmicas de produção de conhecimento poderiam corresponder diferentes tipos de redes de investigação (Jansen et al., 2009), e que as chamadas ‘ciências novas’, entre as quais se incluem a biotecnologia e a nanotecnologia, apresentam características relativamente distintas, ao nível dos seus processos de produção e circulação de conhecimento (Gibbons et al. 1994; Bonaccorsi, 2008) quando comparadas com campos disciplinares mais antigos e estabilizados. No entanto, nas dimensões analisadas, não podemos afirmar que as redes centrais de acesso ao conhecimento dos cientistas a trabalhar em biotecnologia ou nanotecnologia sejam fundamentalmente diferentes das dos cientistas com diferentes pertenças disciplinares.

Assim, independentemente das áreas científicas onde desenvolvem a sua actividade, estas redes são aqui sempre maioritariamente estabelecidas com universidades e outros centros de investigação e, num distante segundo lugar, com outras instituições públicas, sendo que a presença de outro tipo de instituições (nomeadamente empresas) é bastante residual.

Confirma-se assim nestas redes de acesso ao conhecimento a relativa separação entre a ciência produzida no sector público e privado embora, a maior participação de cientistas a trabalhar em biotecnologia ou nanotecnologia (ou nas ciências aplicadas) em projectos de empreendedorismo científico e tecnológico indique que, pelo menos ao nível da transmissão de conhecimento do sector público para o privado, estas redes de conhecimento possam não ser inteiramente estanques e, por outro lado, que as pertenças disciplinares dos cientistas podem assumir relevância na análise destas dinâmicas específicas de conhecimento.

Adicionalmente, não temos também evidências que nos permitam afirmar que as redes centrais de acesso ao conhecimento dos cientistas a trabalhar em biotecnologia ou nanotecnologia sejam mais internacionalizadas do que as redes de cientistas a trabalhar em outras áreas (ou que as redes de cientistas da nanotecnologia o sejam face aos da biotecnologia).

Por último, verificámos assim que, apesar de as redes dos cientistas a trabalhar em biotecnologia ou nanotecnologia serem tendencialmente maiores e com maior proporção de laços formais e de laços fracos do que as redes de cientistas em outras áreas, a maior parte destas diferenças não tem relevância estatística excepto no que se refere à maior presença de laços formais nas redes dos cientistas a trabalhar em biotecnologia ou nanotecnologia, o que indicia, por um lado, que nestas áreas a participação em projectos e parcerias formais assume particular relevância e por outro que as pertenças disciplinares não são um factor decisivo para estas características estruturais nas redes nucleares de acesso ao conhecimento.

Relativamente aos possíveis efeitos das características socioprofissionais dos cientistas sobre a composição e estrutura dessas mesmas redes assumimos que as questões geracionais poderiam, novamente, assumir uma relevância significativa e que, em virtude das suas carreiras mais longas e diversificadas, os cientistas mais seniores tenderiam assim a ter redes geográfica e institucionalmente mais diversas. Ao nível geográfico pudemos constatar que os cientistas com maior senioridade têm na verdade redes mais internacionalizadas relativamente aos cientistas em escalões etários intermédios e particularmente face aos cientistas em início de carreira. Em termos da diversidade institucional presente nestas redes nucleares de acesso ao conhecimento, a análise dos dados não nos permite, tal como sucedeu em análises anteriores, afirmar que, em termos globais, haja variações significativas nas redes em função da idade dos cientistas. No entanto, em virtude da maior extensão do seu percurso académico e volume de capital social acumulado ao longo desse percurso, aferimos ainda que os cientistas mais seniores têm simultaneamente uma maior proporção de laços informais nas suas redes e uma maior predominância de relações fortes ou persistentes, ou seja, que se

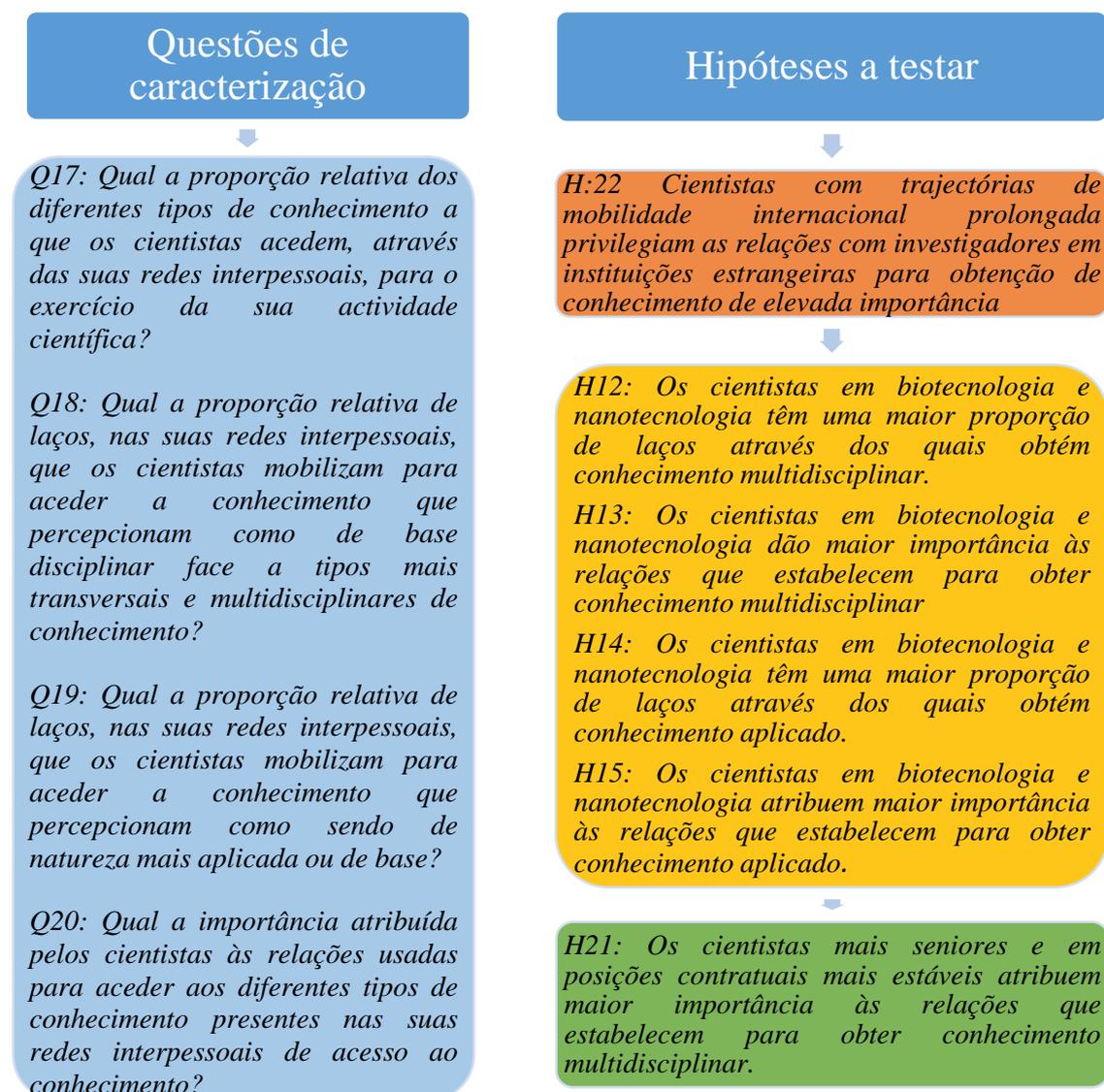
encontram menos dependentes de projectos e parcerias formais nas suas dinâmicas de acesso ao conhecimento e que baseiam essas mesmas dinâmicas em relações de confiança, mais fortes e persistentes no tempo.

CAPÍTULO VII – As dinâmicas de acesso ao conhecimento dos cientistas portugueses

7.1. Da natureza do conhecimento que circula nas redes interpessoais dos cientistas portugueses e suas implicações

Neste terceiro e último capítulo, vamos tentar contribuir para uma mais completa e integrada compreensão das redes nucleares de acesso ao conhecimento dos cientistas portugueses ao explorarmos um conjunto de questões relacionadas com as dinâmicas de conhecimento suportadas por essas mesmas redes.

Figura 7.1. Dinâmicas de acesso ao conhecimento



Num primeiro momento analítico vamos assim procurar caracterizar os tipos de conhecimento que circulam nestas redes de acesso ao conhecimento e a importância atribuída pelos cientistas a este mesmo conhecimento no desempenho da sua actividade profissional. Acreditamos que a análise da percepção dos cientistas sobre o conhecimento a que acedem através das suas redes interpessoais permite a apreensão de um conjunto de dimensões e de indicadores distintos dos encontrados nas análises bibliométricas sobre o tema e pode assim contribuir de uma forma inovadora tanto para a compreensão das dinâmicas de conhecimento subjacentes a estas redes interpessoais como para o debate sobre as diferenças entre os campos disciplinares, ao nível dos seus processos de produção e circulação de conhecimento.

A literatura analisada permitiu-nos operacionalizar uma tipologia de conhecimento em três vectores de conceptualização e distinção: i) conhecimento tácito e codificado; ii) conhecimento disciplinar, multidisciplinar e interdisciplinar; e iii) conhecimento de base e aplicado.

No primeiro vector de distinção, a literatura salienta que todo o conhecimento tem uma componente tácita ou implícita, ligada ao ‘saber fazer’ e de difícil transmissibilidade, e uma componente explícita, de mais fácil codificabilidade e apreensão à distância (Polanyi, 1958; Nonaka e Takeuchi, 1995; Forsman e Solitander, 2003) e que as redes interpessoais são (a par da co-localização física) um dos principais veículos de acesso a estes elementos mais tácitos do conhecimento. Embora esta distinção entre elementos tácitos e codificados do conhecimento seja extremamente difícil de operacionalizar e apreender, sem o recurso a métodos de natureza qualitativa, entendemos que, mesmo sem aqui o fazermos, o nosso enfoque nas redes interpessoais de acesso ao conhecimento, ao invés das redes de co-publicações, permitirá integrar as dinâmicas de acesso aos elementos mais tácitos do conhecimento por parte dos cientistas portugueses.

Relativamente à base disciplinar ou multidisciplinar do conhecimento e à distinção entre conhecimento fundamental ou aplicado, embora estes conceitos nem sempre sejam unívocos ou isentos de controvérsia são, apesar de tudo, simultaneamente de mais fácil operacionalização e mais frequentemente usados tanto por investigadores como por instituições de investigação e decisores políticos. Nesse sentido, a maior familiaridade por parte dos próprios cientistas com estes conceitos possibilita, e dota de potencial heurístico acrescido, a análise das suas percepções quanto à diferenciação, ao longo destes vectores, do conhecimento a que pretendem aceder através das suas redes interpessoais e à importância que estes tipos diferenciados de conhecimento assumem nas suas dinâmicas de conhecimento.

Num segundo momento analítico vamos, tal como temos feito anteriormente, testar algumas hipóteses acerca dos efeitos da mobilidade científica, pertenças disciplinares e características socioprofissionais dos cientistas sobre as dinâmicas de conhecimento suportadas pelas redes interpessoais dos cientistas.

7.2. As dinâmicas de acesso a conhecimento dos cientistas portugueses

Como pudemos constatar, a importância das redes interpessoais na produção, circulação e acesso ao conhecimento por parte dos cientistas tem sido amplamente reconhecida na literatura (Jansen, 2004), particularmente quando este conhecimento tem uma grande componente tácita ou elevada complexidade. No entanto, em virtude dos próprios métodos usualmente empregues nas análises das redes de conhecimento dos cientistas, acreditamos que o recurso a dados primários aqui promovido propiciará uma perspectiva inovadora e que atribui um papel mais activo aos próprios cientistas na apreensão e caracterização das relações de conhecimento que estabelecem.

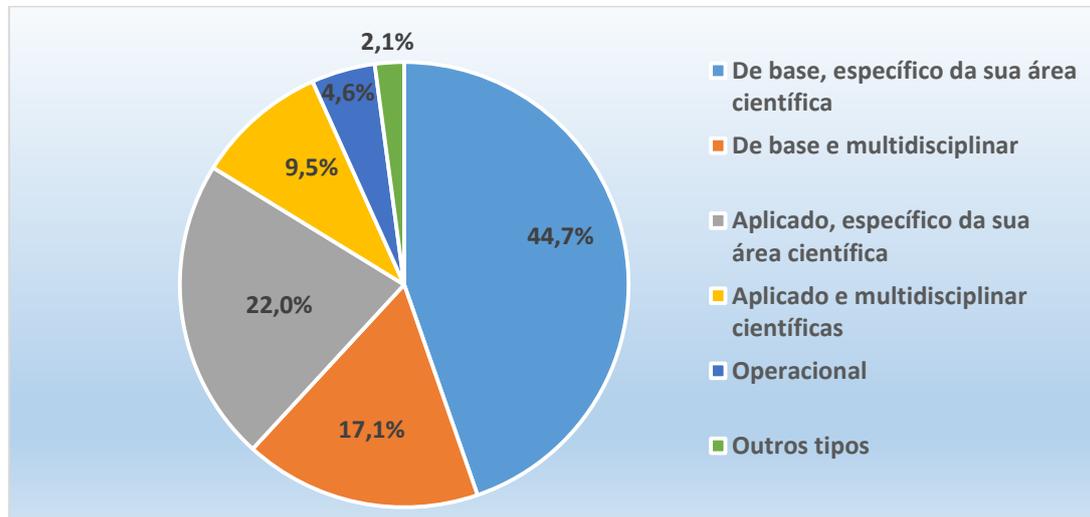
Embora não procedamos neste estudo, por questões anteriormente referidas, à distinção entre conhecimento tácito ou codificado (conquanto o próprio enfoque nas redes interpessoais nos permita integrar as dinâmicas de acesso aos elementos mais tácitos do conhecimento), a literatura analisada permitiu-nos criar uma tipologia de conhecimento segundo três grandes vectores que iremos explorar: i) conhecimento disciplinar e multidisciplinar; e iii) conhecimento de base e aplicado; iii) conhecimentos operacionais.

A análise dos resultados obtidos pela aplicação do questionário (Figura 7.2) permite-nos aferir, em primeiro lugar, que a tipologia de conhecimento apresentada permitiu aos cientistas a distinção entre os diferentes tipos de conhecimento a que procuram aceder através das suas redes interpessoais (Q17), no sentido em que apenas 2,1% dos laços foram caracterizados enquanto suporte de ‘Outros’ tipos de conhecimento não especificados nessa tipologia.

Ao nível dos tipos de conhecimento mais presentes nestas redes nucleares dos cientistas, verificamos que o conhecimento ‘de base específico da área científica’ em que o cientista desenvolve a sua actividade é claramente predominante, representando quase metade das relações de acesso ao conhecimento (44,7%). O segundo tipo de conhecimento mais procurado nestas redes é o ‘aplicado e específico da área científica’ (22%), seguido pelo conhecimento simultaneamente de base e multidisciplinar (17,1%), pelo conhecimento

aplicado e multidisciplinar (9,5%) e, por último, pelo conhecimento de cariz operacional sobre projectos, publicações, veículos de financiamento, entre outros (4,6%).

Figura 7.2. Tipos de conhecimento presentes nas redes interpessoais dos cientistas



Estes dados indiciam que nestas redes nucleares de acesso ao conhecimento os cientistas procuram, em primeiro lugar, conhecimento específico da área disciplinar onde desenvolvem a sua actividade (Q18), sendo que este conhecimento disciplinar (de base ou aplicado) representa assim cerca de dois terços das relações de conhecimento estabelecida (66,7%).

Como vimos, a actividade científica encontra-se estruturada em torno de disciplinas, campos delimitados que permitem, por um lado, a criação de comunidades identificadas de especialistas, facilitando a criação de autoridade intelectual e promovendo o processo de acreditação e as oportunidade de entrada e subida na carreira científica (Latour e Woolgar, 1979) e, por outro lado, a identificação de conhecimento fundamental, métodos e formas de pensar a realidade que será institucionalizada e ensinada numa dinâmica de produção, validação ou refutação do conhecimento dessa comunidade específica. No entanto, os debates na literatura apontam igualmente para que cada vez mais exista um crescente cruzamento, sobreposição e transgressão das fronteiras entre disciplinas científicas, mormente em áreas e pesquisas mais orientadas para a resolução de problemas sociais e, desse modo, poderia ser expectável que houvesse uma maior proporção de laços mobilizados nestas redes para aceder a conhecimento situado na intersecção entre disciplinas e mobilizável por diferentes campos disciplinares em simultâneo.

O facto de nas redes que analisamos estas formas de conhecimento de cariz mais multidisciplinar representarem apenas cerca de um quarto dos laços (26,6%) pode eventualmente indiciar uma forte primazia da lógica disciplinar na actividade científica e nas dinâmicas de acesso ao conhecimento dos cientistas portugueses. No entanto, as características destas redes mais centrais de acesso ao conhecimento apresentadas nos subcapítulos anteriores (como a predominância de laços fortes ou persistentes sobre relações mais fracas ou ocasionais e o elevado grau de formalização das relações) levaram-nos a postular a hipótese de que estas redes nucleares funcionem numa lógica mais fechada, baseada em relações de confiança estabelecida ao longo do tempo e, eventualmente, mais vocacionadas para a troca aprofundada de conhecimento do que para a busca de conhecimento substancialmente diverso da base de conhecimento dos cientistas. Nesse sentido, a predominância da lógica disciplinar nas dinâmicas de acesso ao conhecimento pode ser entendida e conjugar-se com essas características anteriormente descritas e os laços de características mais informais, ocasionais e de diversificação disciplinar da base do conhecimento situarem-se predominantemente em outros segmentos das redes interpessoais dos cientistas que não este núcleo mais central.

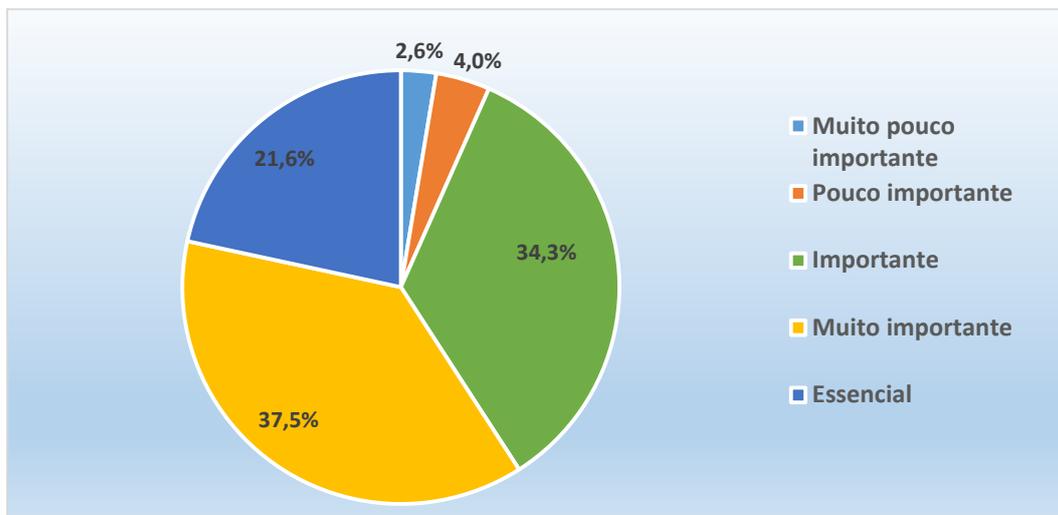
No entanto, iremos ainda explorar a hipótese que a maior ou menor multidisciplinaridade presente nas relações de conhecimento estabelecidas através destas redes nucleares possa variar em função de algumas características dos cientistas, nomeadamente o facto de desenvolverem a sua actividade em novos campos científicos de base tecnológica como a biotecnologia ou a nanotecnologia ou de o fazerem em campos disciplinares mais tradicionais.

Para além da questão das fronteiras disciplinares do conhecimento, tem sido igualmente usada na literatura a distinção entre conhecimento de base ou fundamental, face a conhecimento de cariz mais aplicado. Este debate tem sido associado ao de uma possível transição nos modos de produção de conhecimento científico que na arena de investigação actual apresentariam, tendencialmente, um menor grau de dependência da investigação básica produzida nas universidades e laboratórios de financiamento público e encontrar-se-iam mais baseados em redes de conhecimento partilhado e orientados para resolução de problemas e desafios sociais, desígnio para o qual a aplicabilidade do conhecimento produzido na investigação é um requisito mais imediato. Nas redes nucleares de acesso ao conhecimento apreendidas neste estudo os tipos de conhecimento mais aplicado (Q19), associadas a métodos, técnicas, processos de produção e outras formas de conhecimento similares

representam cerca de um terço de todo o conhecimento acedido (sendo que a maior fatia, de cerca de 22%, teria uma base disciplinar e 9,5% dos laços serviriam de base para o acesso a conhecimento simultaneamente aplicado e multidisciplinar). Embora o conhecimento de natureza fundamental seja predominante nestas redes, verificamos assim que uma proporção bastante significativa dos laços é usada para aceder a formas mais aplicadas de conhecimento. Tal como relativamente ao conhecimento disciplinar e multidisciplinar iremos posteriormente aferir se a proporção e importância destas formas mais aplicadas do saber poderão variar nas redes interpessoais dos cientistas em função das suas pertenças disciplinares e, particularmente, ao nível dos campos científicos de base tecnológica seleccionados.

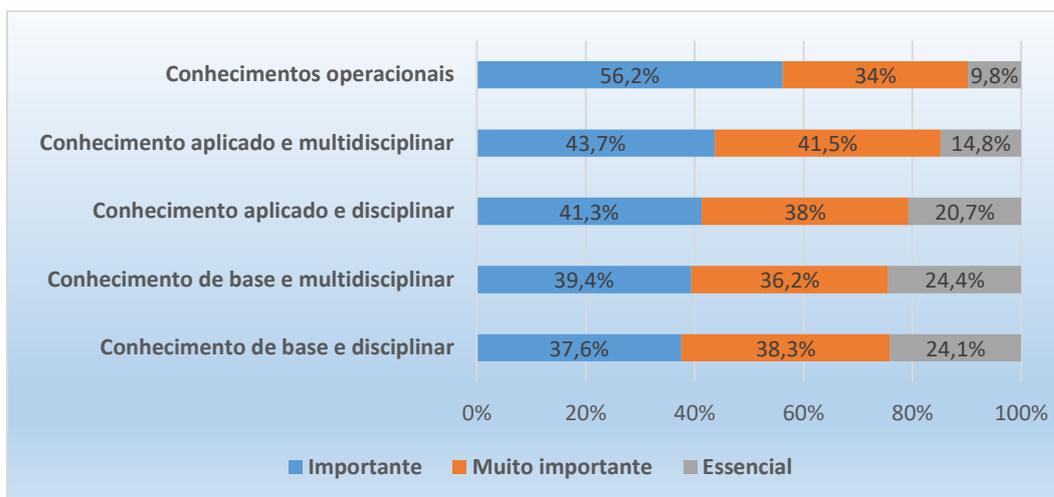
Num outro vector de análise procurámos igualmente avaliar o grau de importância atribuído pelos cientistas aos diferentes tipos de conhecimento a que acedem para a sua actividade científica. Seria expectável que, em função de analisarmos aqui apenas o núcleo central de relações de acesso a conhecimento dos cientistas portugueses, essa importância fosse tendencialmente elevada. A análise da distribuição dos dados obtidos permite-nos confirmar essa suposição (Figura Z). A proporção de laços usados para aceder a conhecimento ‘muito pouco importante’ (2,6%) ou ‘pouco importante’ (4%) é quase residual, sendo que 34,3% dos laços permitem o acesso a conhecimento ‘importante’ para a actividade profissional dos cientistas portugueses e uma proporção muito significativa do conhecimento obtido é mesmo considerada pelos próprios cientistas como ‘muito importante’ (37,5%) ou ‘essencial’ (21,6%) para a sua actividade. As diferenças no acesso a este conhecimento de muito elevada importância (‘muito importante’ ou ‘essencial’) serão alvo de uma atenção especial ao longo deste subcapítulo e servirão de base a algumas das análises inerentes aos testes de hipóteses desenvolvidos. Os dados obtidos reforçam assim a extrema importância das redes interpessoais científicas nas dinâmicas de acesso ao conhecimento dos cientistas portugueses.

Figura 7.3. Importância do conhecimento presente nas redes interpessoais dos cientistas



Adicionalmente, procurámos ainda aferir se aos diferentes tipos de conhecimento presentes nas redes os cientistas atribuiriam, tendencialmente, graus distintos de importância para o exercício da sua actividade profissional. Uma primeira forma de olhar para estes dados é através do cruzamento entre os diferentes graus de importância atribuídos pelos cientistas ao conhecimento que circula nas suas redes (de forma recodificada em 3 escalões) e os tipos específicos de conhecimento a que acedem. Os resultados dessa tabela de contingência (Figura 7.4) e permitem-nos aferir três ideias essenciais: i) tendencialmente os tipos de conhecimento que vimos anteriormente estarem mais presentes nas redes são também, de forma sequencial, aqueles aos quais é atribuída maior importância (a excepção é o conhecimento de ‘base e multidisciplinar’ que apesar de ser aqui tendencialmente mais importante do que o ‘aplicado e específico da área’ é apesar disso, acedido através de uma proporção menor de laços); ii) o conhecimento de base (tanto na sua vertente disciplinar como multidisciplinar) é claramente o mais valorizado pelos cientistas, nomeadamente face ao aplicado; iii) o conhecimento específico da área ou de cariz disciplinar é igualmente mais valorizado do que o conhecimento multidisciplinar (particularmente aquele que é simultaneamente multidisciplinar e aplicado). As diferenças encontradas entre a distribuição dos diferentes graus de importância pelos tipos de conhecimento distintos são ainda estatisticamente significativas ($X^2_{(8)} = 48,075$; $p=0,000$).

Figura 7.4 – Importância dos diferentes tipos de conhecimento presentes nas redes



Uma outra forma de analisar estes dados é através da proporção de laços que cada cientista usa em média para aceder a determinado tipo de conhecimento e que qualifica como ‘muito importante’ ou ‘essencial’. Esta é uma variável que no fundo engloba simultaneamente o volume e importância atribuída a cada tipo de conhecimento nas redes interpessoais. Verificamos assim que a proporção de laços usados para aceder a conhecimento disciplinar ao qual os cientistas atribuem um muito elevado grau de importância é claramente superior (27%) face à registada no conhecimento multidisciplinar (6,1%), do mesmo modo que a proporção de laços usados para aceder a conhecimento de base com elevado grau de importância (23,8%) é igualmente superior do que a encontrada em relação ao conhecimento aplicado de importância similar (9,1%). Estas tendências são igualmente evidentes ao analisarmos a distribuição dos cientistas em três escalões de resposta (não ter laços; ter alguns laços, ter todos os laços na sua rede) em função dos laços mobilizados para aceder a conhecimento de diferentes tipos e de elevada importância. Assim, verificamos que a proporção de cientistas que não tem laços na sua rede usados para aceder a conhecimento simultaneamente disciplinar e muito importante (54,4%) ou de base e idêntico grau de importância (58,9%) é claramente inferior do que relativamente a formas de conhecimento de cariz multidisciplinar (84,4%) ou aplicado (82,5%) e que, inversamente, a proporção de cientistas cujas redes são inteiramente compostas por laços mobilizados para aceder a conhecimento disciplinar de elevada importância (10,8%) ou conhecimento de base e muito importante (9,9%) é claramente superior do que a registada em tipos de conhecimento multidisciplinar (6,1%) ou aplicado (3,1%). Todos estes dados reforçam tanto as diferenças verificadas nos tipos de conhecimento mais presentes nestas redes centrais de acesso ao

conhecimento como ao nível da valorização que os cientistas fazem de cada tipo específico de conhecimento, sendo que da intersecção entre estes vectores emergem distintamente as formas de conhecimento de cariz fundamental ou de natureza disciplinar como assumindo uma importância acrescida face ao conhecimento mais aplicado ou multidisciplinar.

7.2. A influência das trajectórias de mobilidade dos cientistas nas suas dinâmicas de acesso a conhecimento

Embora a relação entre os perfis de mobilidade internacional dos cientistas e os tipos de conhecimento que circulam nas suas redes ou a importância atribuída pelos cientistas a esse mesmo conhecimento não seja o nosso foco neste subcapítulo (que se encontra mais vocacionado para a influência das pertenças disciplinares dos cientistas sobre estas dimensões), existe, mesmo assim, uma questão sobre este tema que nos importa aqui explorar.

Nomeadamente, interessa-nos verificar se os cientistas com trajectórias de mobilidade internacional prolongada privilegiam as suas relações internacionais nas suas dinâmicas de acesso a conhecimento de elevada importância para a sua actividade (H22), face aos cientistas sem esse tipo de trajectórias de mobilidade internacional. Esta hipotética relação pode contribuir não apenas para uma melhor caracterização das redes de acesso ao conhecimento dos cientistas e dos efeitos da mobilidade internacional nessas redes, mas também para a discussão sobre a relevância da proximidade física no estabelecimento de relações de grande importância nas dinâmicas de acesso ao conhecimento e na actividade profissional dos cientistas (neste caso dos cientistas portugueses mas esta é uma das questões que abordamos que pode extravasar os limites da nossa amostra e assumir relevância para a análise dos percursos e redes de investigadores em outras realidades).

Nesse sentido, vamos em primeiro lugar aferir se os cientistas com trajectórias de mobilidade internacional prolongadas têm, nas suas redes nucleares de acesso ao conhecimento, uma maior proporção de laços estabelecidos com instituições internacionais através dos quais acedem a conhecimento que consideram ‘muito importante’ ou ‘essencial’ para a sua actividade científica, face a cientistas que não tiveram esse tipo de mobilidade internacional de longa duração. Em termos globais, dada a grande internacionalização das redes nucleares de acesso ao conhecimento dos cientistas portugueses e o facto de estarmos a analisar à partida este segmento de redes mais importantes para as dinâmicas de conhecimento dos cientistas, verificamos que existe uma proporção relativamente elevada de laços

internacionais através dos quais os cientistas obtêm conhecimento ‘muito importante’ ou ‘essencial’ para a sua actividade (25,4%, ou seja, cerca de um quarto de todas relações estabelecidas pelos cientistas no quadro destas suas redes nucleares de acesso ao conhecimento). No entanto, esta proporção é claramente diferenciada quando comparamos as redes de cientistas com trajectórias de mobilidade internacional prolongada (média de 31,5% e mediana de 22,2% de todos os laços estabelecidos) e de cientistas sem esta experiência de mobilidade internacional de longa duração (média de 18,4% e mediana de 0%). Estas diferenças, para além de absolutamente expressivas, assumem também relevância estatística (Mann-Whitney $U=104,775$; $z=-6,490$; $p=0,000$). Podemos ainda aferir o impacto deste tipo de mobilidade internacional na proporção de laços de acesso ao conhecimento de grande importância ao analisarmos a distribuição dos cientistas em função de não terem este tipo de laços na sua rede, terem alguns laços ou terem redes inteiramente constituídas por estas relações internacionais de grande significância. Os resultados obtidos corroboram a asserção anterior sobre a importância da mobilidade internacional longa no estabelecimento de laços de acesso ao conhecimento de grande importância com instituições estrangeiras. Assim, a proporção de cientistas com mobilidade internacional prolongada que não tem nenhum laço com estas características na sua rede nuclear de acesso ao conhecimento é claramente inferior (42,5%), face a cientistas que não tiveram esse tipo de experiência internacional (59,3%) e, inversamente, a proporção de cientistas cujas redes centrais de acesso ao conhecimento são inteiramente constituídas por laços internacionais que assumem grande importância nas suas dinâmicas de conhecimento é muito superior entre os que tiveram trajectórias de mobilidade internacional prolongada (10,5%) do que entre os que não a tiveram (6,6%). Sendo que estas diferenças assumem novamente significância estatística ($X^2_{(2)}=29,539$; $p=0,000$).

Tal como em análises anteriores poderá ser ainda igualmente relevante verificar se a maior proporção de laços internacionais através dos quais é obtido conhecimento com grande importância para a actividade dos cientistas entre os cientistas com mobilidade internacional longa, corresponde a um efeito multiplicativo ou substitutivo nas suas redes, i.e., se todos os cientistas têm uma proporção semelhante de laços nacionais com estas características e os cientistas com mobilidade acrescentam a estes um número superior de laços internacionais com estes níveis de importância ou se, pelo contrário, este acréscimo nos laços internacionais corresponde a um menor número de laços nacionais de similar importância nas suas dinâmicas de conhecimento. A forma como as variáveis estão construídas permite-nos fazer essa análise de uma forma pertinente, uma vez que a proporção de laços através dos quais é obtido conhecimento de grande importância é construída em relação à totalidade das relações

estabelecidas pelos cientistas e uma maior proporção de laços nacionais com estas características não implica necessariamente uma maior ou menor proporção de laços internacionais deste tipo.

A análise dos dados permite-nos verificar, em primeiro lugar, que a proporção de laços nacionais cujo conhecimento assume grande importância para a actividade dos cientistas na amostra global (13,1%), é claramente inferior à que vimos anteriormente para os laços internacionais com estas características, o que simultaneamente reforça e traduz a grande internacionalização destas redes nucleares de acesso ao conhecimento e a relevância dos laços internacionais nas dinâmicas de acesso a conhecimento de grande importância por parte dos cientistas portugueses. No entanto, esta proporção de laços nacionais com grande importância não é igual entre cientistas com e sem mobilidade internacional prolongada, sendo que entre os cientistas sem este tipo de mobilidade é claramente superior (20,8%) face ao verificado entre os que experienciaram este tipo de trajectórias de mobilidade (6,3%). Do mesmo modo, a percentagem de cientistas que não tem laços nacionais através dos quais obtém conhecimento de grande importância nas suas redes nucleares é superior entre os cientistas com mobilidade internacional prolongada (85,8%) do que entre os cientistas sem este tipo de mobilidade (64,5%) e, inversamente a proporção de cientistas cujas redes são integralmente compostas por este tipo de relações é superior entre os cientistas sem mobilidade internacional longa (7,4%) face aos que têm este tipo de trajectórias de mobilidade (1,1%). Estas diferenças são novamente estatisticamente significativas tanto em função da proporção absoluta dos laços nacionais através dos quais os cientistas acedem a conhecimento de grande importância para a sua actividade (Mann-Whitney $U=103,292$; $z= -8,471$; $p= 0,000$), como em termos da distribuição dos cientistas pelos escalões de respostas anteriormente analisados ($X^2_{(2)} = 69,835$; $p=0,000$).

Adicionalmente, a proporção de laços nas redes nucleares dos cientistas usados para aceder a conhecimento muito importante para a sua actividade profissional em termos globais é muito semelhante entre cientistas com mobilidade internacional prolongada (em média 42,7% das relações que estabelecem) e entre cientistas sem este tipo de mobilidade (43,3% dos seus laços), sem que esta ligeira diferença assuma qualquer significância estatística (Mann-Whitney $U=132,997$; $z= -0,199$; $p= 0,842$). O que diferencia os cientistas com e sem mobilidade internacional longa é assim, como vimos, apenas o facto de que os laços internacionais dos cientistas com mobilidade internacional assumem maior importância no seu acesso a conhecimento de grande relevância e, inversamente, os laços nacionais de cientistas sem mobilidade assumem esse papel nas suas redes. Estes dados indiciam assim um

efeito substitutivo das relações nacionais por internacionais, em função da mobilidade dos cientistas, e não de acréscimo global de relações de grande significado do ponto de vista das dinâmicas de acesso a conhecimento em cientistas com mobilidade através da sua maior dimensão internacional.

Para além das diferenças, ao nível do estabelecimento de relações nacionais e internacionais de grande importância nas suas dinâmicas de acesso a conhecimento, entre cientistas com e sem trajetórias de mobilidade internacional prolongada, interessa-nos igualmente verificar se cientistas que não tiveram mobilidade internacional prolongada mas tiveram instâncias de mobilidade internacional de menor duração (entre um a seis meses) se diferenciam significativamente nesta dimensão de cientistas que não tiveram nenhuma destas formas de mobilidade internacional (e se se aproximam nestes vectores de quem experienciou trajetórias de mobilidade internacional longa). Verificamos aqui que os cientistas sem mobilidade internacional prolongada mas que tiveram instâncias de mobilidade internacional de menor duração têm: i) maior proporção de laços internacionais através dos quais acedem a conhecimento muito importante para a sua actividade (em média 30,1% dos seus laços) face a cientistas que não têm nenhum tipo de mobilidade internacional (12,4% dos laços), sendo estas diferenças estatisticamente significativas (Mann-Whitney $U=16932,0$; $z= -5,103$; $p= 0,000$); ii) mais frequentemente têm as suas redes integralmente constituídas por laços internacionais de grande importância (13,5%) face a cientistas sem nenhum tipo de mobilidade internacional (3,2%) e, inversamente menos frequentemente não têm nenhum laço deste tipo na sua rede (46,6%) face a estes cientistas sem mobilidade (65,5%), sendo estas diferenças novamente significativas ($X^2_{(2)} = 24,350$; $p=0,000$); e iii) mantém uma proporção global de laços através dos quais obtém conhecimento muito importante para a sua actividade semelhante (em média 43,1% dos seus laços globais) face aos cientistas sem nenhum tipo de mobilidade (42,8%) e sem que estas diferenças mínimas assumam significância estatística (Mann-Whitney $U=22,872$; $z= -0,053$; $p= 0,958$) o que novamente reforça o efeito substitutivo e não multiplicativo da mobilidade internacional nas redes nucleares de acesso ao conhecimento, neste caso ao nível da mobilidade internacional de menor duração.

Adicionalmente, verificamos ainda que estes cientistas sem mobilidade internacional prolongada mas com instâncias de mobilidade internacional de menor duração têm uma proporção de laços internacionais de grande importância do ponto de vista do conhecimento obtido muito semelhante à dos cientistas com mobilidade internacional prolongada (em média 30,1% face a 31,5% dos laços nos cientistas com mobilidade prolongada), sem que haja

diferenças estatisticamente significativas nesta dimensão entre ambos os grupos. Ou seja, estes dados indiciam que os efeitos da mobilidade internacional no estabelecimento de relações de acesso ao conhecimento de elevado nível de importância com instituições estrangeiras, que perduram mesmo depois da separação física e de o cientista se encontrar a trabalhar em instituições nacionais de investigação, se verificam, de forma muito semelhante, independentemente da maior ou menor duração destas instâncias de mobilidade (neste caso analisando períodos entre um a seis meses ou de duração superior a estes seis meses).

Por último, interessa-nos ainda aferir se o número de estadias de curta duração em instituições internacionais é um factor relevante para a análise desta dimensão, ou seja, se quem tem apenas uma ou duas estadias de menor duração em instituições internacionais tem já uma proporção de laços internacionais muito significativos do ponto de vista das suas dinâmicas de acesso ao conhecimento fundamentalmente diferente de quem não tem nenhum tipo de mobilidade internacional e muito semelhante a quem tem trajectórias de mobilidade internacional prolongadas, ou se estes efeitos se verificam apenas entre os cientistas sem mobilidade longa mas com maior número de instâncias de mobilidade internacional de menor duração. Os dados obtidos permitem-nos verificar que estes efeitos se verificam mesmo entre os cientistas com menor número de estadias curtas em instituições internacionais. Assim, os cientistas que não têm mobilidade internacional prolongada e experienciaram apenas uma ou duas destas instâncias de mobilidade de menor duração têm, em média, 29% de laços internacionais na sua rede através dos quais obtêm conhecimento com elevados níveis de importância para a sua actividade, face aos cientistas com três a quatro destas estadias (34% de laços com estas características) e aos que têm cinco ou mais momentos de mobilidade internacional de curta duração (em média 31% de laços deste tipo). Adicionalmente, a proporção de cientistas com apenas uma ou duas destas instâncias de mobilidade internacional e que não tem nas suas redes nenhum laço internacional através do qual obtêm conhecimento muito importante para a sua actividade (49,4%) é relativamente semelhante face aos cientistas com maior número destas instâncias de mobilidade (42,1% dos cientistas com três a quatro destas estadias internacionais e 43,5% dos cientistas com cinco ou mais) e, do mesmo modo, a proporção de cientistas com todos os laços na sua rede com estas características é também semelhante entre os três grupos em função do número da suas estadias internacionais de curta duração e ainda maior entre os cientistas com menor número destas estadias (respectivamente 16,1%, 10,5% e 8,5%). Estas diferenças não assumem aliás significância estatística nem ao nível da proporção média de laços internacionais usados para aceder a conhecimento de

elevada importância (Kruskal-Wallis $H_{(2)} = 0,828$; $p=0,661$), nem em função da distribuição dos cientistas pelos escalões de resposta anteriormente referidos ($X^2_{(4)} = 2,970$; $p=0,563$).

Em síntese, ao nível da relação entre os perfis de mobilidade internacional dos cientistas e o papel dos laços nacionais e internacionais no acesso a conhecimento de elevada importância para a sua actividade profissional verificamos que: i) os cientistas com mobilidade internacional prolongada têm uma significativamente maior proporção de laços internacionais através dos quais obtêm conhecimento muito importante para a sua actividade, face a cientistas sem estas trajectórias de mobilidade internacional prolongada; ii) inversamente (e apesar de isto não ser, como vimos, uma inevitabilidade em função da forma como as variáveis foram construídas) os cientistas sem mobilidade internacional prolongada têm uma maior proporção de laços nacionais de grande importância nas suas dinâmicas de acesso a conhecimento face aos cientistas com este tipo de mobilidade; iii) estes dados, sem que existam diferenças ao nível da proporção global de laços (nacionais e internacionais) de grande importância nas redes de cientistas com e sem mobilidade internacional prolongada apontam para um efeito substitutivo e não multiplicativo da mobilidade internacional no estabelecimento de laços internacionais de grande relevância nas dinâmicas de conhecimento dos cientistas; e iv) todos estes efeitos verificam-se igualmente entre cientistas sem mobilidade internacional mas com instâncias de mobilidade internacional de menor duração face a cientistas sem nenhum tipo de mobilidade, independentemente do número destas instâncias de mobilidade, sendo que estes dados indiciam que os efeitos da mobilidade internacional no estabelecimento de relações de acesso ao conhecimento de elevado nível de importância com instituições estrangeiras, que perduram mesmo depois da separação física, se verificam, de forma muito semelhante, independentemente da maior ou menor duração destas instâncias de mobilidade e do seu número.

7.3. O impacto das pertenças disciplinares dos investigadores nas suas dinâmicas de acesso ao conhecimento

Uma outra dimensão de análise que pretendemos explorar é a da hipotética relação entre as pertenças disciplinares dos cientistas e as suas dinâmicas de acesso ao conhecimento, suportadas pelas redes interpessoais em análise. Como fomos referindo ao longo do desenvolvimento do modelo analítico e das dimensões de análise anteriores, existe um debate teórico na literatura acerca de uma possível alteração nos modos de produção e circulação de

conhecimento na arena científica actual face a períodos anteriores e entre áreas de conhecimento em função das suas características. Uma dessas propostas teóricas assinala a existência de uma transição entre ciência de ‘Modo 1’, predominante em disciplinas mais antigas e estabilizadas com a física e a química, que se caracterizaria por ser fundamentalmente de base disciplinar e assente em investigação básica produzida em instituições públicas, e ciência de ‘Modo 2’, preeminente em ‘novas ciências’ de base tecnológica como a biotecnologia ou a nanotecnologia, que se caracterizariam pela produção de conhecimento na intersecção entre diferentes bases disciplinares e entre investigação básica e aplicada, e suportadas em redes de conhecimento partilhado com uma maior pluralidade e diversidade de actores e instituições. Outros autores caracterizam essa diferenciação entre novas áreas disciplinares de base tecnológica face a disciplinas mais antigas e estabilizadas em função dos seus regimes de pesquisa e dinâmicas de conhecimento (Bonnacorsi 2008), que exigiriam uma maior diversidade ao nível da sua base cognitiva.

Acreditamos que, ao explorarmos aqui este conjunto de hipóteses acerca da relação entre as pertenças disciplinares dos cientistas e as dinâmicas de conhecimento que estabelecem através das suas redes interpessoais, possamos contribuir não apenas para um melhor conhecimento sobre essas mesmas redes e dinâmicas de conhecimento que lhes subjazem mas, eventualmente, também para este debate na literatura acerca das possíveis diferenças entre áreas disciplinares como a biotecnologia e a nanotecnologia e outras áreas científicas mais estabilizadas, neste caso ao nível das suas dinâmicas de acesso ao conhecimento através de redes interpessoais.

Na primeira hipótese que levantámos nesta dimensão de análise, postulámos que os cientistas que desenvolvem a sua actividade no campo da biotecnologia e da nanotecnologia (e estes de forma ainda mais acentuada) teriam, tendencialmente, uma maior proporção de laços através dos quais obtém conhecimento que percebem como não sendo exclusivo da sua própria área de investigação nas suas redes de acesso a conhecimento, face a cientistas que trabalham em outras áreas disciplinares (H12).

Ao compararmos as redes nucleares de acesso ao conhecimento de cientistas que desenvolvem a sua actividade em física, química e biotecnologia e nanotecnologia verificamos que, em termos globais, os cientistas que trabalham na área da física têm tendencialmente uma menor proporção de laços através dos quais acedem a conhecimento multidisciplinar (em média 17,4% dos laços para um valor mediano de 0%) face aos cientistas que desenvolvem a sua actividade na biotecnologia ou nanotecnologia (29,1% e 20%

respectivamente) e aos cientistas da área da química (31,7% e 20% dos seus laços). Estas diferenças são estatisticamente significativas (Kruskal-Wallis $H_{(2)} = 7,289$; $p=0,026$), sendo que os cientistas que trabalham em física se diferenciam significativamente a este nível tanto face aos cientistas que desenvolvem a sua actividade em química ($T=-2,474$; $p=0,040$) como aos que o fazem na biotecnologia ou nanotecnologia ($T=-2,547$; $p=0,033$). Estas diferenças são igualmente perceptíveis ao verificarmos que a proporção de cientistas que trabalham em física e que não têm quaisquer laços na sua rede central através dos quais acedem a conhecimento que caracterizam como multidisciplinar é claramente superior (66,7%), face aos cientistas da área da química (36,9%) e aos cientistas da biotecnologia ou nanotecnologia (40,1%). Inversamente, a proporção de cientistas cujas redes são inteiramente constituídas por laços através dos quais obtém conhecimento multidisciplinar é vincadamente superior entre os cientistas que desenvolvem a sua actividade na área da química (12,3%) ou na biotecnologia ou nanotecnologia (6,5%) quando comparados com os cientistas da área da física (2,6%). Estas diferenças assumem novamente significância estatística ($X^2_{(4)} = 13,283$; $p=0,010$).

Uma outra forma de distinção entre as pertenças disciplinares dos cientistas que temos vindo a explorar neste trabalho é a que distingue os cientistas em função de desenvolverem a sua actividade profissional nas chamadas ciências básicas, em áreas mais aplicadas ou na biotecnologia ou nanotecnologia. Neste vector de diferenciação, apurámos que os cientistas que trabalham nas ciências básicas têm tendencialmente uma menor proporção de laços através dos quais obtém conhecimento multidisciplinar (em média, 21,2% dos laços presentes na sua rede nuclear) quando comparados com os cientistas que desenvolvem a sua actividade nas ciências aplicadas (24,8% dos seus laços) e, sobretudo, face aos cientistas que trabalham em biotecnologia ou nanotecnologia (29,1%). Estas diferenças são estatisticamente significativas (Kruskal-Wallis $H_{(2)} = 7,522$; $p=0,023$), nomeadamente ao nível das diferenças entre os cientistas das ciências básicas face aos da biotecnologia e nanotecnologia ($T=-2,717$; $p=0,020$). Do mesmo modo, a proporção de cientistas que trabalham em biotecnologia ou nanotecnologia e não tem, nas suas redes centrais de acesso ao conhecimento, nenhum laço através do qual obtém conhecimento multidisciplinar é claramente inferior (40,1% dos cientistas) face aos cientistas que trabalham nas ciências básicas (49,5%) ou aplicadas (47,5%) e, inversamente, a proporção de cientistas que trabalham em biotecnologia e nanotecnologia e tem redes nucleares de acesso ao conhecimento inteiramente compostas por laços através dos quais acedem a conhecimento multidisciplinar (6,5%) é superior quando comparada com a dos cientistas que trabalham nas ciências aplicadas (5,6%) e, sobretudo, nas

ciências básicas (3,8%). Neste caso, no entanto, as diferenças entre os grupos não assumem significância estatística ($X^2_{(4)} = 6,007$; $p=0,199$).

Ao nível da comparação entre os cientistas que desenvolvem a sua actividade na biotecnologia face aos que trabalham em nanotecnologia verificamos que ambos os grupos têm uma proporção muito semelhante de laços através dos quais acedem a conhecimento de cariz multidisciplinar nas suas redes (em média cerca de 27% dos seus laços), sem que se verificam assim quaisquer diferenças significativas entre os dois grupos a este nível quer na proporção absoluta de laços com estas características quer na proporção de cientistas sem laços deste tipo nas suas redes ou com redes inteiramente compostas por laços com estas características.

Adicionalmente, procurámos ainda ver se os cientistas a trabalhar em biotecnologia ou nanotecnologia tinham nas suas redes nucleares uma maior proporção de laços através dos quais obtinham conhecimento multidisciplinar que assumia uma muito elevada importância para o desenvolvimento da sua actividade profissional, face a cientistas a trabalhar em outras áreas profissionais (H13). Nesta dimensão, assinalamos em primeiro lugar que a proporção de laços deste tipo nas redes nucleares de acesso ao conhecimento é, de forma global, tendencialmente baixa (em média 8,3% dos laços). No entanto, é tendencialmente superior nas redes dos cientistas que trabalham em biotecnologia ou nanotecnologia (média de 9,1% dos laços) face aos cientistas que desenvolvem a sua actividade na área da química (9%) e, sobretudo, face aos que o fazem no campo da física (2,8%). No entanto, estas diferenças não assumem significância estatística (Kruskal-Wallis $H_{(2)} = 4,762$; $p=0,092$). Do mesmo modo, também ao nível da proporção de cientistas que trabalham em biotecnologia ou nanotecnologia e que não têm nas suas redes nucleares nenhum laço através do qual obtém conhecimento multidisciplinar que assume elevada importância nas suas dinâmicas de acesso ao conhecimento ou que têm redes nucleares de acesso ao conhecimento inteiramente compostas por estes laços as diferenças face aos cientistas de outras áreas não são estatisticamente significativas ($X^2_{(4)} = 5,303$; $p=0,258$).

Ao nível da distinção entre cientistas que trabalham em biotecnologia ou nanotecnologia face aos que desenvolvem a sua actividade nas chamadas ciências básicas ou aplicadas, verificamos que os cientistas que trabalham em biotecnologia ou nanotecnologia têm novamente uma maior proporção de laços que mobilizam para aceder a conhecimento de cariz multidisciplinar (9,1%) face tanto aos cientistas das áreas mais aplicadas (5,5%) como das ciências básicas (5%), mas também novamente essas diferenças não são suficientemente expressivas ao ponto de assumirem significância estatística (Kruskal-Wallis $H_{(2)} = 4,140$;

$p=0,126$). Situação idêntica verifica-se na distribuição dos cientistas pelos três escalões de resposta anteriormente explorados (não ter laços mobilizados para acesso a conhecimento multidisciplinar de elevada importância nas redes; ter alguns laços, ou ter redes nucleares inteiramente compostas por laços com estas características) em que não se verificam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos de cientistas com diferentes pertenças disciplinares ($X^2_{(4)} = 4,548$; $p=0,337$).

Ao nível da comparação entre cientistas que trabalham em biotecnologia face aos que desenvolvem a sua actividade na nanotecnologia não se registam novamente diferenças significativas quer na proporção de laços que permitem o acesso a conhecimento multidisciplinar de grande importância para a actividade dos cientistas nas suas redes (Kruskal-Wallis $H_{(2)} = 2,885$; $p=0,236$) quer na distribuição dos cientistas pelos três escalões de resposta anteriormente propostos ($X^2_{(4)} = 7,640$; $p=0,106$). Deste modo, verificamos que, ao contrário do que esperávamos, nem a proporção global de laços mobilizados para a aceder a conhecimento multidisciplinar, nem a proporção de laços de acesso a conhecimento multidisciplinar com elevada importância para a actividade profissional dos cientistas, são decisivamente influenciadas pelas pertenças disciplinares dos cientistas, nomeadamente pelo facto de desenvolverem a sua actividade nas chamadas ‘novas ciências’ face a áreas mais estabilizadas.

Do mesmo modo, esperávamos igualmente que os cientistas que desenvolvem a sua actividade na biotecnologia ou nanotecnologia tivessem dinâmicas de acesso a conhecimento mais vocacionadas para a obtenção de conhecimento de natureza mais aplicada, face a áreas científicas mais antigas e estabilizadas (H14). Embora se postule que não existe uma verdadeira transição e coexistem diversas formas de fazer ciência transversalmente aos diferentes campos disciplinares (Hessels e Lente, 2008), é pela maioria dos autores defendido que nas ‘ciências novas’ o conhecimento se encontra mais vocacionado para aplicações concretas, pragmático e estruturado para a resolução de problemas societais.

Ao nível da distinção entre redes de cientistas que desenvolvem a sua actividade nas áreas da física, química ou biotecnologia e nanotecnologia verificamos que estes últimos têm claramente uma maior proporção de laços, nas suas redes centrais de acesso ao conhecimento, através do qual obtém conhecimento com uma dimensão mais aplicada (em média 40,2% dos seus laços) tanto face aos cientistas da área da física (31,4%) como sobretudo aos da química (25,5%). Estas diferenças são estatisticamente significativas (Kruskal-Wallis $H_{(2)} = 10,027$; $p=0,007$), nomeadamente ao nível da comparação entre os cientistas que trabalham em

biotecnologia ou nanotecnologia face aos que desenvolvem a sua actividade no campo da química ($T=-2,914$; $p=0,011$). Adicionalmente, verificamos ainda que a proporção de cientistas que trabalham em biotecnologia ou nanotecnologia e não têm nas suas redes nucleares nenhum laço através do qual obtém conhecimento aplicado é significativamente menor (31,2%) do que a existente entre os cientistas que desenvolvem a sua actividade no campo da física (51,3%) ou da química (47,7%). Inversamente, a proporção de cientistas que trabalham em biotecnologia ou nanotecnologia e têm redes nucleares de acesso ao conhecimento integralmente constituídas por laços através dos quais obtém conhecimento de natureza aplicada é substancialmente superior (17,3%) do que a verificada entre os cientistas que trabalham em física (12,8%) e, sobretudo, em química (7,7%). Estas diferenças são estatisticamente significativas ($X^2_{(4)} = 11,518$; $p=0,021$).

Relativamente à distinção entre cientistas que desenvolvem a sua actividade na biotecnologia ou nanotecnologia face aos que trabalham nas chamadas ciências básicas ou aplicadas, aferimos que os cientistas que trabalham em biotecnologia ou nanotecnologia têm novamente uma maior proporção de laços que mobilizam para a aceder a conhecimento de natureza mais aplicada (em média 40,1% dos laços) tanto face aos cientistas que trabalham nas ciências básicas (26,7%) como até face aos das ciências aplicadas (31,1% dos laços). Estas diferenças são estatisticamente significativas (Kruskal-Wallis $H_{(2)} = 20,493$; $p=0,000$) tanto na comparação entre os cientistas que trabalham em biotecnologia face aos das ciências básicas ($T=-4,449$; $p=0,000$) como aos das áreas mais aplicadas ($T=-2,939$; $p=0,010$). Também ao nível da distribuição dos cientistas pelos escalões de resposta anteriormente estabelecidos verificamos que os cientistas que trabalham em biotecnologia ou nanotecnologia menos frequentemente não têm nenhum laço na sua rede através do qual acedem a conhecimento aplicado (31,2%) face aos cientistas das ciências básicas (41,8%) ou aplicadas (48,4%) e com maior frequência têm as suas redes nucleares de acesso ao conhecimento inteiramente compostas por laços que mobilizam para aceder a conhecimento de natureza aplicada (17,3%) face novamente aos cientistas das ciências básicas (9,4%) ou aplicadas (10,5%). Estas diferenças assumem novamente significância estatística ($X^2_{(4)} = 19,523$; $p=0,001$).

Ao nível da comparação entre os cientistas que desenvolvem a sua actividade na área da biotecnologia face aos que o fazem em nanotecnologia não há novamente diferenças significativas entre os grupos, quer na proporção de laços mobilizados para a aceder a conhecimento mais aplicado (Kruskal-Wallis $H_{(2)} = 2,706$; $p=0,258$) quer na distribuição dos cientistas pelos escalões de resposta anteriormente utilizados ($X^2_{(4)} = 6,072$; $p=0,194$).

Por último, procurámos ainda verificar se os cientistas com diferentes pertenças disciplinares teriam igualmente nas suas nucleares de acesso ao conhecimento uma maior proporção de laços através dos quais acedem a conhecimento de natureza aplicada que assume uma muito elevada importância para a sua actividade científica (H15).

A análise dos dados obtidos permite-nos verificar que os cientistas que desenvolvem a sua actividade nas áreas da biotecnologia ou da nanotecnologia têm uma maior proporção de laços nas suas redes através dos quais acedem a conhecimento aplicado de grande importância para a sua actividade (13%) face aos cientistas que trabalham no campo da física (8,6%) ou da química (5,2%), embora essas diferenças não sejam suficientemente expressivas para assumirem significância estatística (Kruskal-Wallis $H_{(2)} = 4,300$; $p=0,116$). Do mesmo modo, a proporção de cientistas que trabalham em biotecnologia ou nanotecnologia e não têm nas suas redes nucleares nenhum laço através do qual obtém conhecimento aplicado de muito elevada importância para a sua actividade é menor face aos cientistas que trabalham em física (80,9%) e aos que o fazem no campo da química (86,1%) e, inversamente, a proporção de cientistas que desenvolvem a sua actividade na biotecnologia ou nanotecnologia e têm redes interpessoais de conhecimento inteiramente compostas por laços através dos quais obtém conhecimento aplicado de elevada importância para a sua actividade é comparativamente maior (5%) face aos cientistas que trabalham em física (2,1%) e, sobretudo aos da área da química (0%). No entanto, novamente estas diferenças não são estatisticamente significativas ($X^2_{(4)} = 5,728$; $p=0,220$).

Relativamente à comparação neste vector entre as redes nucleares de acesso ao conhecimento de cientistas a trabalhar em biotecnologia ou nanotecnologia face aos que desenvolvem a sua actividade nas ciências básicas ou aplicadas verificamos que os cientistas das áreas da biotecnologia e nanotecnologia têm novamente uma maior proporção de laços nestas suas redes através dos quais acedem a conhecimento de natureza mais aplicada que assume uma elevada importância para a sua actividade profissional (13%) tanto face aos cientistas das ciências básicas (7,6%) como face aos das áreas mais aplicadas (8,6%). As diferenças entre os grupos são estatisticamente significativas (Kruskal-Wallis $H_{(2)} = 8,872$; $p=0,012$), nomeadamente na comparação entre os cientistas da biotecnologia ou nanotecnologia e os das chamadas ciências básicas ($T=-2,853$; $p=0,013$). Do mesmo modo, aferimos ainda que a proporção de cientistas da biotecnologia ou nanotecnologia que não têm nas suas redes nenhum laço através do qual obtém conhecimento aplicado de grande importância para a sua actividade é menor (76,3%) quando comparada com a existente entre

os cientistas das áreas mais aplicadas (83,1%) ou básicas (84,9%). Inversamente a proporção de cientistas da área da biotecnologia ou nanotecnologia que têm as suas redes centrais de acesso ao conhecimento inteiramente compostas por laços que mobilizam para obter conhecimento aplicado com muito elevada importância para a sua actividade é superior (5%) do que a regista entre os cientistas das chamadas ciências básicas (2,7%) ou aplicadas (2,5%). No entanto, estas diferenças não assumem significância estatística ($X^2_{(4)} = 9,208$; $p=0,056$).

Também ao nível da comparação entre cientistas a trabalhar em biotecnologia face aos que desenvolvem a sua actividade na nanotecnologia verificamos que, embora estes últimos tenham uma maior proporção de laços através dos quais obtém conhecimento aplicado com grande importância para a sua actividade (média de 17% face a 11,6% na biotecnologia) esta diferença não são estatisticamente significativas (Kruskal-Wallis $H_{(2)} = 3,215$; $p=0,200$), tal como não o são novamente em função da distribuição dos cientistas pelos três escalões usados em análises anteriores ($X^2_{(4)} = 4,757$; $p=0,313$).

Sintetizando os resultados das análises efectuadas acerca da relação entre as pertenças disciplinares dos cientistas e as suas dinâmicas de acesso a conhecimento, nomeadamente nas suas vertentes multidisciplinar e aplicada aferimos que: i) nem a proporção global de laços mobilizados para a aceder a conhecimento multidisciplinar, nem a proporção de laços de acesso a conhecimento multidisciplinar com elevada importância para a actividade profissional dos cientistas, são decisivamente influenciadas pelas pertenças disciplinares dos cientistas, nomeadamente pelo facto de desenvolverem a sua actividade nas chamadas *ciências novas* face a áreas mais estabilizadas; e ii) estas mesmas pertenças disciplinares influenciam as dinâmicas de acesso a conhecimento de cariz mais aplicado, sendo que os cientistas que desenvolvem a sua actividade na biotecnologia ou nanotecnologia têm, tendencialmente, uma maior proporção de laços mobilizados para aceder a conhecimento aplicado e uma maior proporção de laços deste tipo através dos quais obtém conhecimento de elevada importância para a sua actividade quando comparados com cientistas de áreas disciplinares mais tradicionais e, noutra vertente de distinção, das chamadas ciências básicas e mesmo das aplicadas; iii) Não há diferenças, nestas dimensões, ao nível das redes nucleares de cientistas que desenvolvem a sua actividade na nanotecnologia face aos que o fazem em biotecnologia, o que indicia que o grau de maturidade destas áreas científicas de base tecnológica não é um factor determinante para estes aspectos específicos das suas redes de acesso ao conhecimento.

7.4. A relação entre as características socioprofissionais dos investigadores e as suas dinâmicas de acesso ao conhecimento

Por último, a literatura analisada apontava igualmente alguns factores geracionais e de carreira que podem ser relevantes ao nível das dinâmicas de circulação de conhecimento através das redes interpessoais, particularmente em termos da maior ou menor interdisciplinaridade do conhecimento que nelas circula. Assim, cientistas mais seniores, com posição assegurada e com vínculos profissionais enquanto investigadores a tempo inteiro tenderiam a produzir mais trabalho interdisciplinar do que os investigadores mais jovens e ainda sem posição académica ou de investigação assegurada, que necessitam em primeiro lugar de construir um currículo dentro da sua própria disciplina. Nesse sentido, avançámos as hipóteses que cientistas mais seniores, com vínculos contratuais mais estabilizados (iguais ou superiores a 3 anos) e a desempenharem a sua actividade de investigação a tempo inteiro (sem acumularem igualmente funções de docência) poderiam ter uma maior proporção de laços, nas suas redes nucleares de acesso ao conhecimento, através dos quais obtém conhecimento multidisciplinar (H30) e conhecimento multidisciplinar com muito elevada importância para a sua actividade profissional (H21).

Tendencialmente, e ao contrário do que esperávamos, são os cientistas mais jovens quem simultaneamente têm, nas suas nucleares, maior proporção de laços que mobilizam para a aceder a conhecimento multidisciplinar e maior proporção de laços através dos quais obtém conhecimento multidisciplinar de muito elevada importância para a sua actividade. No entanto, estas diferenças não assumem significância estatística. Resultados similares são obtidos em função da estabilidade contratual dos inquiridos (variável que, como vimos, se encontra correlacionada com a sua idade), em que cientistas com vínculos contratuais mais precários apresentam, tendencialmente maiores proporções de laços mobilizados para aceder a conhecimento multidisciplinar e conhecimento multidisciplinar de grande importância, mas sem que as diferenças sejam, em termos genéricos, suficientemente expressivas para assumir significância estatística. A única excepção verifica-se em função dos cientistas em situações de menor estabilidade contratual terem mais frequentemente as suas redes nucleares inteiramente compostas por laços que mobilizam para a aceder a conhecimento multidisciplinar de grande importância (3,7% dos cientistas nesta situação) face a colegas em situações contratuais mais estáveis (1,3%) e menos frequentemente não terem nenhum laço nas suas redes com estas características (83,6% face a 89,1% entre os colegas com situações

mais estáveis), sendo que neste caso as diferenças entre grupos são estatisticamente significativas ($X^2_{(2)} = 8,208$; $p=0,017$).

Ao nível da hipotética relação entre a senioridade (idade) dos cientistas e a estabilidade dos seus vínculos contratuais e a proporção de laços multidisciplinares e de laços multidisciplinares muito significativos não encontramos, em nenhuma das análises propostas, diferenças significativas entre os diferentes grupos de cientistas.

Relativamente à relação entre as ocupações profissionais dos cientistas e as suas dinâmicas de acesso ao conhecimento, nomeadamente ao nível disciplinar ou multidisciplinar, verificamos que os cientistas que desempenham as suas funções de investigação a tempo inteiro têm uma maior proporção de laços nas suas redes nucleares de conhecimento que mobilizam para aceder a conhecimento de natureza multidisciplinar (18,9% dos seus laços), face a cientistas cujo vínculo profissional é de docência (13,8% dos laços) ou que conjugam ambas as funções (12,9%). Estas diferenças entre os grupos são estatisticamente significativas (Kruskal-Wallis $H_{(2)} = 15,797$; $p=0,000$) e opõem de forma significativa os investigadores em exclusividade aos docentes em exclusividade ($T=3,487$; $p=0,001$) e aos que desempenham ambas as funções ($T=2,961$; $p=0,009$). Embora estas diferenças também sejam visíveis na percentagem de investigadores a tempo inteiro que não têm laços mobilizados para a aceder a conhecimento multidisciplinar (52,8%) face aos docentes a tempo inteiro e aos que conjugam ambas as funções (respectivamente 62,9% e 65,9%), e na proporção de investigadores a tempo inteiro que têm as suas redes centrais inteiramente constituídas por laços mobilizados para aceder a conhecimento disciplinar (4,2%) face aos restantes grupos (respectivamente 2,1% e 2,2%), estas diferenças não assumem significância estatística.

No entanto, quando analisamos a proporção de laços mobilizados para aceder a conhecimento multidisciplinar que assume grande importância para a actividade profissional dos cientistas são novamente os investigadores a tempo inteiro quem tem maior proporção destes laços nas suas redes (11,1%), face aos docentes em exclusividade (7,6%) e aos cujos vínculos contratuais pressupõem o desempenho de ambas as funções (8,9%). Aqui as diferenças são novamente significativas (Kruskal-Wallis $H_{(2)} = 13,627$; $p=0,001$), nomeadamente na distinção entre as redes dos investigadores a tempo inteiro face aos docentes em exclusividade ($T=3,303$; $p=0,006$) e face aos que conjugam ambas as funções ($T=2,707$; $p=0,020$). Estas diferenças verificam-se ainda relativamente à proporção de cientistas que não têm nas suas redes centrais nenhum laço que mobilizam para a aceder a conhecimento multidisciplinar de muito elevada importância para a sua actividade, que no

caso dos investigadores a tempo inteiro é menor (82,8%) do que entre os docentes em exclusividade (89,9%) e do que entre os que desempenham ambas as funções (92,1%), e na proporção de cientistas que têm as suas redes centrais inteiramente compostas por laços com estas características que é inversamente superior entre os investigadores a tempo inteiro (3,2%) face aos dois restantes grupos (respectivamente 1,1% e 1,8%). Novamente estas diferenças assumem significância estatística ($X^2_{(2)} = 14,304$; $p=0,006$).

7.5. Síntese dos principais resultados

Neste terceiro e último subcapítulo, procurámos contribuir para a compreensão das dinâmicas de conhecimento suportadas pelas redes interpessoais dos cientistas. Acreditamos que as análises efectuadas ao nível da percepção dos cientistas sobre o conhecimento a que acedem através das suas redes interpessoais permite a apreensão de um conjunto de dimensões e de indicadores distintos dos encontrados nas análises bibliométricas sobre o tema e pode assim contribuir de uma forma inovadora para a compreensão das dinâmicas de conhecimento subjacentes a estas redes interpessoais.

Relativamente à caracterização dos tipos de conhecimento mais presentes nestas redes nucleares dos cientistas, verificámos que o conhecimento ‘de base específico da área científica’ em que o cientista desenvolve a sua actividade é claramente predominante, representando quase metade das relações de acesso ao conhecimento (44,7%). O segundo tipo de conhecimento mais procurado nestas redes é o ‘aplicado e específico da área científica’ (22%), seguido pelo conhecimento simultaneamente de base e multidisciplinar (17,1%), pelo conhecimento aplicado e multidisciplinar (9,5%) e, por último, pelo conhecimento de cariz operacional sobre projectos, publicações, veículos de financiamento, entre outros (4,6%). Nestas redes nucleares de acesso ao conhecimento verificámos assim a predominância do conhecimento de natureza disciplinar face ao multidisciplinar e do conhecimento fundamental face ao aplicado nas dinâmicas de acesso ao conhecimento dos cientistas portugueses.

Em capítulos anteriores, as características destas redes mais centrais de acesso ao conhecimento (como a predominância de laços fortes ou persistentes sobre relações mais fracas ou ocasionais e o elevado grau de formalização das relações) levaram-nos a postular a hipótese de que estas redes nucleares funcionem numa lógica mais fechada, baseada em relações de confiança estabelecida ao longo do tempo e, eventualmente, mais vocacionadas para a troca aprofundada de conhecimento do que para a busca de conhecimento

substancialmente diverso da base de conhecimento dos cientistas. A primazia da lógica disciplinar e a natureza primordialmente fundamental do conhecimento acedido através deste núcleo central das redes de conhecimento dos cientistas podem ser assim igualmente entendidas à luz destas mesmas características das redes anteriormente encontradas.

Num outro vector de análise procurámos igualmente avaliar o grau de importância atribuído pelos cientistas aos diferentes tipos de conhecimento a que acedem para a sua actividade científica. Os dados obtidos reforçam, de forma expectável, a extrema importância deste núcleo central das redes interpessoais científicas nas dinâmicas de acesso ao conhecimento dos cientistas portugueses. Adicionalmente, do cruzamento entre os diferentes tipos de conhecimento presentes nas redes dos cientistas e o grau de importância que estes mesmos cientistas lhes atribuíam para o exercício da sua actividade profissional retiramos três ideias essenciais: i) tendencialmente os tipos de conhecimento que vimos anteriormente estarem mais presentes nas redes são também aqueles aos quais é atribuída maior importância (a excepção é o conhecimento de ‘base e multidisciplinar’ que apesar de ser aqui tendencialmente mais importante do que o ‘aplicado e específico da área’ é apesar disso, acedido através de uma proporção menor de laços); ii) o conhecimento de base (tanto na sua vertente disciplinar como multidisciplinar) é claramente o mais valorizado pelos cientistas, nomeadamente face ao aplicado; iii) o conhecimento específico da área ou de cariz disciplinar é igualmente mais valorizado do que o conhecimento multidisciplinar (particularmente aquele que é simultaneamente multidisciplinar e aplicado).

Num segundo momento analítico procurámos ainda aferir a relação entre as trajectórias de mobilidade internacional dos cientistas, as suas pertenças disciplinares e algumas das suas características socioprofissionais (nomeadamente a idade, estabilidade do vínculo contratual e ocupações profissionais), e as suas dinâmicas de acesso ao conhecimento através de redes interpessoais.

Ao nível da relação entre os perfis de mobilidade internacional dos cientistas e o estabelecimento de laços com instituições estrangeiras, mobilizados para aceder a conhecimento de elevada importância para a actividade profissional desses mesmos cientistas, verificámos que: i) os cientistas com mobilidade internacional prolongada têm uma significativamente maior proporção de laços internacionais através dos quais obtêm conhecimento muito importante para a sua actividade, face a cientistas sem estas trajectórias de mobilidade internacional prolongada; ii) inversamente, os cientistas sem mobilidade internacional prolongada têm uma maior proporção de laços nacionais de grande importância

nas suas dinâmicas de acesso a conhecimento face aos cientistas com este tipo de mobilidade; iii) estes dados, sem que existam diferenças ao nível da proporção global de laços (nacionais e internacionais) de grande importância nas redes de cientistas com e sem mobilidade internacional prolongada, apontam para um efeito substitutivo e não multiplicativo da mobilidade internacional no estabelecimento de laços internacionais de grande relevância nas dinâmicas de conhecimento dos cientistas; e iv) todos estes efeitos verificam-se igualmente entre cientistas sem mobilidade internacional mas com instâncias de mobilidade internacional de menor duração face a cientistas sem nenhum tipo de mobilidade, independentemente do número destas instâncias de mobilidade, sendo que estes dados indiciam que os efeitos da mobilidade internacional no estabelecimento de relações de acesso ao conhecimento de elevado nível de importância com instituições estrangeiras, que perduram mesmo depois da separação física, se verificam, de forma muito semelhante, independentemente da maior ou menor duração destas instâncias de mobilidade e do seu número.

Relativamente à relação entre as pertenças disciplinares dos cientistas e as suas dinâmicas de acesso ao conhecimento através das redes interpessoais em análise verificámos que: i) nem a proporção global de laços mobilizados para a aceder a conhecimento multidisciplinar, nem a proporção de laços de acesso a conhecimento multidisciplinar com elevada importância para a actividade profissional dos cientistas, são decisivamente influenciadas pelas pertenças disciplinares dos cientistas, nomeadamente pelo facto de desenvolverem a sua actividade nas chamadas ‘novas ciências’ face a áreas mais estabilizadas; e ii) nestas novas áreas científicas de base tecnológica os cientistas têm, tendencialmente, uma maior proporção de laços mobilizados para aceder a conhecimento aplicado e uma maior proporção de laços deste tipo através dos quais obtém conhecimento de elevada importância para a sua actividade quando comparados com cientistas de áreas disciplinares mais tradicionais e, noutra vertente de distinção, das chamadas ciências básicas ou mesmo das aplicadas; iii) não há diferenças, nestas dimensões, ao nível das redes nucleares de cientistas que desenvolvem a sua actividade na nanotecnologia face aos que o fazem em biotecnologia, o que indicia que o grau de maturidade destas áreas científicas de base tecnológica não é um factor determinante para estes aspectos específicos das suas redes de acesso ao conhecimento.

Por último, procurámos ainda aferir se cientistas mais seniores, com posição assegurada e com vínculos profissionais enquanto investigadores a tempo inteiro tenderiam a valorizar mais o acesso a formas de conhecimento de cariz multidisciplinar do que os investigadores mais jovens e ainda sem posição académica ou de investigação assegurada,

que necessitam em primeiro lugar de construir um currículo dentro da sua própria disciplina. Contrariamente ao esperado são os investigadores mais juniores e em situações contratuais mais precárias quem tem maior presença de laços na sua rede mobilizados para a aceder a conhecimento multidisciplinar e maior proporção de laços através dos quais obtém conhecimento multidisciplinar de muito elevada importância para a sua actividade. No entanto, estas diferenças não assumem significância estatística.

No entanto, ao nível da influência das ocupações profissionais dos cientistas nestas dimensões em análise, verificámos que os cientistas que desempenham as suas funções de investigação a tempo inteiro têm uma maior proporção de laços nas suas redes nucleares de conhecimento que mobilizam para aceder a conhecimento de natureza multidisciplinar e uma maior proporção destes laços em que o conhecimento multidisciplinar acedido se reveste de grande importância para a sua actividade face a docentes a tempo inteiro e a cientistas que conjugam ambas as funções.

CONCLUSÕES

‘Ao expandirmos o campo do conhecimento apenas aumentamos o horizonte da ignorância’

Henry Miller

Este estudo procurou contribuir para aprofundar o nosso conhecimento sobre as redes sociais que os cientistas constroem, a par do seu conhecimento científico especializado, ao longo do seu percurso profissional e sobre o papel destas redes nas dinâmicas de acesso ao conhecimento que mobilizam para a sua actividade.

Apesar da literatura reconhecer amplamente a importância das colaboração e das redes de conhecimento dos cientistas na estruturação da actividade científica (Weyer 2000; Heidenreich 2000), no desempenho e produtividade dos investigadores e nos seus processos de produção e circulação de conhecimento (Ahuja, 2000; Jansen, 2004), particularmente quando este é tácito ou de elevada complexidade, defendemos que há importantes lacunas teóricas e empíricas no nosso saber sobre estas redes interpessoais e no seu papel no acesso dos cientistas ao conhecimento e, através deles, nos recursos ao dispor das organizações científicas e sistemas nacionais de inovação.

Partindo de uma amostra alargada de cientistas doutorados portugueses propusemos e implementámos um modelo analítico inovador, assente na recolha de dados primários e no mapeamento das suas redes nucleares de acesso ao conhecimento.

Procurámos, num primeiro momento, caracterizar e analisar estas redes interpessoais ao longo de três dimensões: i) o seu processo de construção; ii) as suas características estruturais e complementaridades institucionais e geográficas; e iii) a natureza e importância do conhecimento que por elas circula. Num segundo momento, explorámos a relação entre determinadas características individuais dos cientistas, decorrentes da literatura – como os seus perfis de mobilidade internacional, pertenças disciplinares diferenciadas e determinados elementos socioprofissionais, nomeadamente geracionais e de carreira – nas características dessas suas redes interpessoais e nas dinâmicas de acesso ao conhecimento que lhes subjazem. Da análise crítica dos resultados obtidos, à luz da literatura existente, salientamos algumas questões que iremos em seguida explorar.

Processo de construção das redes interpessoais de conhecimento

Da análise dos processos de construção das redes interpessoais dos cientistas retiramos alguns contributos que podem complementar ou densificar as propostas teóricas e empíricas actualmente existentes na literatura sobre redes de colaboração e de circulação de conhecimento científico. Esta literatura defende que a proximidade física entre os cientistas é uma condição necessária, mas não suficiente, para o estabelecimento de relações de confiança e de outros tipos de proximidade (social, cognitiva, institucional e organizacional) entre os cientistas, que são por sua vez instrumentais nas suas dinâmicas de colaboração e de produção colectiva de conhecimento (Breschi e Malerba, 2001; Boschma, 2005)

O nosso estudo vem, em primeiro lugar, contribuir para (re)confirmar empiricamente e acrescentar à literatura existente, no caso dos cientistas portugueses, a importância que a proximidade física e os momentos de co-localização entre os cientistas assumem no processo de construção das suas redes interpessoais e, a partir destas, no seu acesso ao conhecimento. No entanto, os resultados empíricos que obtivemos indiciam igualmente que as redes interpessoais podem não ser uma realidade una e homogénea, mas sim compostas pela justaposição de diferentes segmentos ou níveis de rede e que estes podem assumir características próprias e diferenciadas entre si. Na verdade, ao distinguirmos na nossa abordagem empírica o processo de construção das *redes globais* dos cientistas do das suas *redes nucleares*, descobrimos não só que os vectores de construção de cada um destes níveis ou segmentos de rede não eram coincidentes, mas também que a importância e mesmo o tipo de proximidade física privilegiado na sua construção era diferente em cada nível de análise (maior importância da co-localização temporária na *rede global* e da co-localização prolongada na *rede nuclear*). Estes resultados não colocam em causa a relevância da proximidade física ou de outros tipos de proximidade nos processos de construção de redes e circulação de conhecimento, mas acrescentam ao conhecimento existente sobre o tema e convidam ao desenvolvimento de questionamentos teóricos mais precisos e abordagens empíricas complementares às existentes na literatura.

Consideramos assim que o nosso conhecimento tanto sobre os processos de construção das redes interpessoais dos cientistas, como igualmente sobre as características diferenciadas que estas podem assumir em função do nível em que as analisamos, é ainda relativamente incipiente e que as abordagens empíricas de cariz bibliométrico prevalentes na literatura, apesar dos seus inegáveis méritos e contribuições na resposta a outras questões, não serão a melhor estratégia metodológica para o fazer, sendo necessário o desenho de abordagens

complementares. A recolha de dados primários permite não apenas uma melhor e mais completa apreensão das redes interpessoais dos cientistas, incluindo um conjunto de relações ausentes das suas redes de co-publicações e patentes, mas também das suas percepções sobre a importância e papel dessas mesmas relações no seu acesso ao conhecimento e recursos que mobilizam na sua actividade científica.

Adicionalmente, não é ainda absolutamente evidente na literatura a distinção entre as motivações dos cientistas para a colaboração e as suas modalidades de construção de redes de colaboração, i.e. a relação entre o móbil e o processo na construção de redes interpessoais; nem inteiramente discernível a interligação entre as motivações e estratégias individuais dos cientistas e as que decorrem da própria organização do trabalho científico e da governação das instituições e dos sistemas de inovação nacionais e supranacionais nesses processos de construção de redes. Embora essa análise não constituísse um desiderato deste estudo, nem coubesse no seu campo imediato de possibilidades, os resultados que obtivemos permitem-nos destacar a importância das colaborações formais, situadas na confluência entre as estratégias individuais dos cientistas e as condicionantes institucionais e sistémicas ao seu trabalho, tanto no processo de construção do seu capital social e redes interpessoais de conhecimento como a jusante, nas características estruturais dessas redes (pelo menos das redes mais nucleares dos cientistas) e dinâmicas de acesso ao conhecimento que suportam.

Abordagens sociológicas baseadas, por exemplo, nos conceitos de agência e estrutura poderiam contribuir para clarificar esta interligação entre os níveis individual e estrutural nos processos de construção de redes de conhecimento entre cientistas e entre organizações científicas e, potencialmente, promover o desenho de políticas públicas mais eficazes no estímulo à colaboração e potenciação dos resultados dessa colaboração nos domínios das políticas de ciência nacionais e europeias.

Complementaridades institucionais e geográficas presentes nas redes interpessoais

Prosseguindo do processo de construção das redes para as suas características estruturais e complementaridades institucionais e geográficas nelas presentes, existem igualmente alguns pontos, na confluência entre os resultados empíricos que obtivemos e os debates presentes na literatura sobre redes, que consideramos particularmente pertinentes. Como vimos, uma das principais potencialidades apontadas na literatura às redes interpessoais é a de se constituírem como plataformas de conexão entre conhecimento produzido em

diferentes níveis espaciais e institucionais, permitindo com relativa facilidade ultrapassar barreiras de outro modo frequentemente insurmontáveis e aceder a conhecimento e recursos escassos num determinado contexto organizacional. Os nossos resultados indiciam que os mecanismos de conexão propiciados pelas redes interpessoais dos investigadores poderão estar mais desenvolvidos na dimensão geográfica do que intersectorial.

Por um lado, o enorme grau de internacionalização das redes nucleares dos cientistas – nomeadamente com ligações a países com os quais desenvolvemos historicamente padrões de proximidade social e cultural e outros, mais recentemente, a nós ligados pelos fluxos de emigração portuguesa em geral e de mobilidade e treino científico avançado em particular – tal como o estabelecimento de relações a diferentes níveis geográficos nacionais segundo a base de conhecimento ao dispor dos cientistas em cada um desses níveis, sugerem a eficaz potenciação das redes interpessoais dos cientistas no acesso a conhecimento e recursos distantes, e possivelmente escassos ou não existentes, no seu contexto organizacional ou no sistema científico nacional. Por oposição, do ponto de vista institucional, os nossos resultados empíricos revelam uma clara endogamia sectorial e homofilia profissional neste núcleo central de acesso ao conhecimento de cientistas, no sentido em que os cientistas acedem, no quadro destas redes, quase exclusivamente a conhecimento igualmente originário do sector público de investigação e de investigadores em funções profissionais semelhantes à sua. Isto pode, por um lado, ser um fenómeno absolutamente natural e mesmo desejável. Neste núcleo central das suas redes, em que o conhecimento acedido é frequentemente altamente específico e complexo, é necessária para a transmissão de conhecimento uma grande confluência entre as bases de conhecimento dos indivíduos, e esta ocorre mais frequentemente entre cientistas que partilham um conjunto de afinidades profissionais e interesses científicos semelhantes. Não nos é possível saber se nas redes mais alargadas dos cientistas ou em relações que não de *acesso* a conhecimento, mas sim da sua *transmissão*, existe nas redes interpessoais dos cientistas uma maior diversidade institucional e intersectorial que possa potenciar fenómenos de fluxos e transferência de conhecimento entre o sector público e privado de investigação e entre estes e o tecido empresarial.

Suspeitamos, no entanto, até pelos desenvolvimentos recentes ao nível do desenho de políticas nacionais e europeias de fomento destes fenómenos de transferência intersectorial de conhecimento, que nem através das redes interpessoais dos cientistas nem através de outros veículos, de índole mais institucional e formal, esta interligação esteja a ocorrer com a intensidade desejada pelos decisores políticos.

As vantagens e potencialidades inerentes às redes interpessoais dos cientistas enquanto mecanismos de conexão e circulação de conhecimento, nomeadamente a sua capacidade de ultrapassar de forma rápida e flexível barreiras de diferentes tipos, sugerem que o desenho de políticas para o fomento de fenómenos de transmissão de conhecimento entre o sector público e privado deva ter em conta e potenciar o uso destas mesmas redes interpessoais nesses processos.

Características estruturais das redes e dinâmicas de acesso a conhecimento

Os resultados obtidos ao nível das características estruturais das redes interpessoais mais nucleares dos cientistas portugueses e das dinâmicas de acesso ao conhecimento que potenciam, reforçam ainda a ideia da coexistência, dentro da rede mais alargada de cada cientista, de múltiplos níveis ou segmentos de rede, com características dissemelhantes e funcionando sob lógicas e propósitos diferenciados. Este é um contributo inovador face à literatura existente sobre o tema e que foi possibilitado pela estratégia metodológica e analítica desenhada para este estudo, assente na recolha de dados primários junto dos cientistas.

As características presentes nas redes mais nucleares de acesso ao conhecimento dos cientistas – como a invulgar predominância de laços formais sobre os informais, de laços fortes/persistentes sobre relações mais ocasionais e a primazia da lógica disciplinar e do conhecimento fundamental nas dinâmicas de acesso ao conhecimento – levaram-nos a postular a hipótese de que estas redes nucleares funcionem numa lógica mais fechada, baseada em relações de confiança estabelecida ao longo do tempo e, eventualmente, mais vocacionadas para a troca aprofundada de conhecimento do que para a busca de conhecimento substancialmente diverso da base de conhecimento dos cientistas. Mas tanto a literatura, embora esta foque primordialmente as redes de colaboração que dão origem a *outputs* mensuráveis segundo métodos bibliométricos, como a nossa própria intuição e conhecimento da lógica inerente ao trabalho académico, sugerem-nos que algumas destas características possam não ser extensíveis à totalidade das redes interpessoais dos cientistas e que outros segmentos das suas redes funcionem segundo lógicas distintas, reforçando aqui novamente a necessidade de estudos empíricos adicionais, eventualmente com abordagens diferentes e complementares, que permitam apreender simultaneamente diferentes níveis de funcionamento destas mesmas redes.

Relação entre mobilidade científica internacional e redes interpessoais

Como pudemos ainda constatar ao longo deste trabalho, a literatura salienta a importância que a mobilidade dos cientistas, particularmente a que tem lugar em contexto internacional, assume na construção do seu capital social e relacional (Murray, 2004) e das suas redes internacionais (Fontes, Videira e Calapez, 2012; Turpin et al. 2008; Jöns, 2009).

Os nossos resultados confirmam esta asserção a vários níveis. Entre outros efeitos evidenciados sobre as suas redes interpessoais de acesso a conhecimento, destacamos que os cientistas que experienciaram trajectórias de mobilidade internacional prolongada têm redes maiores e mais internacionalizadas do que os cientistas sem este tipo de mobilidade e uma maior proporção de laços internacionais fortes/persistentes através dos quais obtêm conhecimento muito importante para a sua actividade. Mas possivelmente o resultado mais surpreendente que obtivemos foi que mesmo os que cientistas que não experienciaram estas trajectórias de mobilidade prolongada, mas embarcaram em formas de mobilidade internacional de menor duração (entre um a seis meses), gozam destes benefícios nas suas redes. Os resultados indiciam assim que alguns dos efeitos da mobilidade internacional no estabelecimento de relações de acesso ao conhecimento de elevado nível de importância com instituições estrangeiras, que perduram mesmo depois da separação física, se verificam, de forma muito semelhante, em cientistas que tenham experienciado essa mobilidade internacional, independentemente do número ou maior ou menor duração da(s) sua(s) instância(s) de mobilidade internacional (desde que superiores a um mês de duração).

Para além de surpreendentes (e a exigirem outros estudos que os possam confirmar), estes resultados podem ter implicações do ponto de vista do desenho de políticas públicas, particularmente em situações, tal como a actual, de maiores constrangimentos orçamentais. Na verdade, se for considerado pelos decisores políticos que a internacionalização das redes de conhecimento dos cientistas é benéfica não apenas para os próprios mas igualmente para as organizações e para o sistema – pelo que representa na sua abertura e capacidade de aceder a conhecimento e recursos que possam ser escassos ou inexistentes no sistema científico nacional mas também pelo contacto com formas de trabalhar e fazer ciência diferentes das prevalentes ao nível nacional – então o reforço da aposta em programas de mobilidade internacional de menor duração, baseados no conceito de *investigador visitante* (entre 1 a 6 meses na nossa definição), poderá apresentar resultados muito interessantes. Este tipo de programas poderia apresentar custos, por cientista e programa de mobilidade, bastante

inferiores do que em formas mais prolongadas de mobilidade, e sem incorrer em alguns dos riscos destas formas mais prolongadas de mobilidade, nomeadamente ao nível da manutenção dos vínculos profissionais dos cientistas nas organizações nacionais e das suas relações interpessoais e científicas com actores do sistema nacional de inovação. Este tipo de programas já existe, nomeadamente no âmbito da FCT, ao nível de bolsas de estágio, de mobilidade e de licença sabática em instituições estrangeiras, entre diferentes instrumentos existentes. No entanto, não existem ainda, segundo sabemos, estudos que permitam avaliar os impactes destes programas de mobilidade mais temporária sobre as redes de colaboração dos cientistas nem sobre as possíveis vantagens de reforço dos mesmos.

Influência das pertenças disciplinares dos cientistas nas suas redes de conhecimento

Ao nível da relação entre as pertenças disciplinares dos cientistas e as características das suas redes nucleares de acesso ao conhecimento, a literatura indicava-nos que a diferentes dinâmicas de produção de conhecimento poderiam corresponder diferentes tipos de redes de investigação (Jansen et al., 2009), e que as chamadas *ciências novas*, entre as quais se incluem a biotecnologia e a nanotecnologia, poderiam apresentar características relativamente distintas, ao nível dos seus processos de produção e circulação de conhecimento (Gibbons et al. 1994; Bonaccorsi, 2008) quando comparadas com campos disciplinares mais antigos e estabilizados.

Os resultados empíricos que produzimos indiciam que as pertenças disciplinares dos cientistas têm alguns impactes nas suas redes interpessoais de acesso ao conhecimento, embora nem sempre os vectores de diferenciação se possam estabelecer segundo a lógica de *ciências novas* por oposição a *ciências antigas*; e que existem apesar de tudo grandes linhas de continuidade entre as lógicas de funcionamento e características das redes interpessoais dos cientistas, independentemente das suas pertenças disciplinares. Embora o actual sistema de produção de conhecimento esteja primordialmente (quicá excessivamente?) vocacionado para a busca e valorização das diferenças, as regularidades podem frequentemente ser tão interessantes de analisar como essas diferenças. Neste caso, as semelhanças, ao nível das redes interpessoais e dinâmicas de acesso ao conhecimento de cientistas com diferentes pertenças disciplinares, relevam por um lado a existência de fortes princípios unificadores da actividade científica em geral, em que diferentes disciplinas partilham princípios, métodos e abordagens aos processos de produção e circulação de conhecimento científico, e, por outro

lado, a existência de lógicas individuais e organizacionais dentro do sistema científico nacional que se sobrepõem a eventuais diferenças disciplinares nas dinâmicas de acesso ao conhecimento dos cientistas.

Apesar disso, as diferenças encontradas, nomeadamente na superior importância da proximidade física e co-localização prolongada na construção das redes nucleares de acesso ao conhecimento em cientistas que trabalham em biotecnologia e nanotecnologia, face aos que desenvolvem a sua actividade em outras áreas científicas, podem sugerir que nas chamadas *ciências novas* o conhecimento possa ser tendencialmente mais tácito e incorporado nos cientistas que o produzem e, conseqüentemente, que a mobilidade interorganizacional e internacional possa assumir maior relevância nas dinâmicas de produção, circulação e acesso a conhecimento nestes campos. No entanto, não só o nosso estudo não estava primordialmente focado na análise das possíveis diferenças entre *ciências novas* e *ciências antigas*, mas sim em explorar a possível relação entre as pertenças disciplinares dos cientistas e as suas redes interpessoais de acesso ao conhecimento, como a nossa própria abordagem empírica (baseada na recolha de dados primários junto dos cientistas) tem limitações ao nível dos dados que nos era possível obter. Estes resultados exploratórios têm aqui necessariamente que ser aprofundados em estudos posteriores e, preferencialmente, usando uma combinação de métodos extensivos e intensivos articulados com um trabalho teórico aprofundado sobre o tema.

Características socioprofissionais e redes

Relativamente à influência dos factores socioprofissionais seleccionados neste estudo no processo de construção de redes e dinâmicas de acesso ao conhecimento dos cientistas portugueses destaca-se, como prevíamos, a importância da dimensão geracional. Estes resultados eram expectáveis simultaneamente em função da componente geracional inerente às próprias dinâmicas de construção e acumulação do capital social dos indivíduos e das alterações profundas sofridas pelo sistema científico global e nacional ao longo das últimas décadas.

Verificámos assim que os cientistas mais velhos se encontram, em virtude da maior extensão do seu percurso académico e profissional e superior volume de capital social acumulado ao longo desse percurso, menos dependentes da proximidade física e das instâncias de co-localização prolongada para a construção das suas redes interpessoais. Adicionalmente, detêm redes mais internacionalizadas e com uma maior proporção de laços

informais e de relações fortes/persistentes do que os seus colegas mais jovens, ou seja, encontram-se menos dependentes do estabelecimento de projectos e parcerias formais nas suas dinâmicas de acesso ao conhecimento e baseiam essas mesmas dinâmicas em relações de confiança, mais fortes e duradouras no tempo.

Ao nível da relação entre o género e os processos de construção de redes, vimos que a literatura demonstra que o desenvolvimento das carreiras científicas no feminino não se encontra ainda isento de obstáculos adicionais, face aos seus colegas masculinos, nomeadamente no que concerne a menor propensão para as investigadoras, em circunstâncias familiares semelhantes e nomeadamente a partir do momento em que têm filhos, embarcarem em trajectórias de mobilidade internacional prolongada (Ackers, 2004; Araújo e Fontes, 2013; Delicado e Alves, 2013). Ao nível das *redes globais* dos cientistas, a superior importância atribuída pelas cientistas e investigadoras às instâncias de co-localização temporária, face aos seus colegas masculinos, na construção destas suas redes, sugere a existência de estratégias baseadas em tipos de mobilidade de menor duração como forma de contornar os obstáculos que se colocam à sua mobilidade de cariz mais prolongado, e de beneficiar ainda assim dessas vantagens da mobilidade nos seus processos de construção de redes e dinâmicas de acesso ao conhecimento. Os resultados anteriormente descritos acerca dos surpreendentes efeitos que mesmo a mobilidade de menor duração parece ter sobre as redes interpessoais dos cientistas indiciam que estas estratégias possam ter condições de sucesso, no entanto são aqui novamente necessários estudos adicionais que foquem mais especificamente a relação entre dinâmicas familiares e profissionais e os processos de mobilidade por um lado, e por outro lado, aprofundem o estudo dos efeitos de diferentes tipos de mobilidade na construção e características das redes interpessoais dos cientistas.

Em síntese, ao longo deste estudo procurámos contribuir para aprofundar o nosso conhecimento sobre um conjunto de dimensões relacionadas com as redes interpessoais e dinâmicas de acesso ao conhecimento dos cientistas portugueses. Acreditamos que este tema assume relevância não apenas ao nível do debate científico, mas também ao nível do desenho de políticas públicas focadas na capacitação do sistema científico nacional e na promoção de processos de transferência de conhecimento ao nível organizacional e sectorial.

São necessários estudos adicionais e formas diferentes e complementares de questionar a realidade do ponto de vista teórico e empírico que permitam um conhecimento

mais cabal sobre as questões levantadas neste estudo e sobre a realidade complexa e dinâmica que procurámos, de forma imperfeita e incompleta, apreender.

Na verdade, apesar de os nossos propósitos serem deliberadamente específicos – focamo-nos apenas nas redes interpessoais e não em outras redes ou formas de colaboração; no acesso a conhecimento, mas não esgotando outros processos de circulação (ou produção) do mesmo; e em alguns tipos específicos de conhecimento mas sem abranger outras quiçá tão ou mais importantes formas de conhecimento, ou demais recursos, que as redes e o capital social que as estruturam permitem aceder – acreditamos ter contribuído sobretudo para, segundo a formulação da citação inicial do capítulo, expandir um pouco mais o nosso horizonte de ignorância sobre este tema.

BIBLIOGRAFIA

- Abbasi, Alireza, Jörn Altmann e Liaquat Hossain (2011), "Identifying the effects of co-authorship networks on the performance of scholars: A correlation and regression analysis of performance measures and social network analysis measures." *Journal of Informetrics* vol.5, nº4, 594-607.
- Abramo, Giovanni, Ciriaco Andrea D'Angelo e Marco Solazzi (2011), "Are researchers that collaborate more at the international level top performers? An investigation on the Italian university system." *Journal of Informetrics* vol.5, nº1, 204-213.
- Ackers, Louise (2001), "Legal, employment and social aspects of researcher mobility", comunicação apresentada no seminário da ERA, "An enlarged Europe for researchers", Bruxelas.
- Ackers, Louise (2004), "Managing Work and Family Life in Peripatetic Careers: The Experiences of Mobile Women Scientists in the European Union", *Research Report nº1*, Centre for the study of Law and Policy in Europe.
- Ackers, Louise (2005a), "Moving people and knowledge, the mobility of scientists within the European Union", *International Migration*, vol. 43, nº5.
- Ackers, Louise (2005b), "Promoting Scientific Mobility and Balanced Growth in the European Research Area", *Innovation*, vol.18, nº3.
- Ackers, Louise e Bryony Gill (2008), "Moving People and Knowledge: Scientific Mobility in an Enlarging European Union" Londres, Edward Elgar.
- Adler, Paul e Seok-Woo (2002), "Social capital: Prospects for a new concept", *Academy of Management Review*, vol. 27, nº 1.
- Afuah, Allan e James Utterback (1997), "Responding to structural industry changes: a technological evolution perspective", *Industrial and Corporate Change*, vol. 6, nº1
- Ahuja, Gautan (2000), "Collaboration Networks, Structural Holes, and Innovation: A Longitudinal Study", *Administrative Science Quarterly*, vol. 45, nº 3.
- Allen, James (2000), "Power/economic knowledge: symbolic and spatial formations", em Bryson, John, Peter Daniels , Nick Henry e Jane Pollard (Eds) *Knowledge, Space, Economy*, London: Routledge.
- Almeida, Paul e Bruce Kogut (1999), "Localization of Knowledge and the Mobility of Engineers in Regional Networks" *Management Science*, nº45, vol.7
- Altbach, Philipp (1989), *Scientific Development and Higher Education: Case of Industrializing Nations*, Nova York, Praegar.
- Anderson, Allistair e Sarah Jack (2002), "The articulation of social capital in entrepreneurial networks: a glue or a lubricant?", *Entrepreneurship and Regional Development* vol.14, nº 3.
- Anderson, Allistair, John Park e Sarah Jack (2007), "Entrepreneurial Social Capital - Conceptualizing Social Capital in New High-tech Firms", *International Small Business Journal*, vol. 25, nº 3.
- Anderson, Philip e Michael Tushman (1990), "Technological Discontinuities and Dominant Designs: A Cyclical Model of Technological Change", *Administrative Science Quarterly*, vol.35, nº4
- Antonelli, Cristiano (1995), *The economics of localized technological change and industrial dynamics*, Dordrecht: Kluwer.
- Araújo, Emília (2007), "Why Portuguese Students Go Abroad to Do Their PhDs", *Higher Education in Europe*, vol.32, nº4.

- Auriol, Laudeline (2007). Labour market characteristics and international mobility of doctorate holders: results for seven countries”, *OCDE Science, Technology and Industry Working Papers*.
- Avenel, Eric et al. (2007) “Diversification and hybridization in firm knowledge bases in nanotechnologies”, *Research Policy*, vol.36, nº1
- Avila-Robinson, Alfonso e Kumiko Miyazaki (2012), “Dynamics of scientific knowledge bases as proxies for discerning technological emergence — The case of MEMS/NEMS technologies”, *Technological Forecasting and Social Change*, vol.80, nº6
- Avveduto, Sveva (2001), “International mobility of PhDs”, em OCDE, *Innovative People: Mobility of Skilled Personnel in National Innovation Systems*, Paris, OCDE.
- Awasthi, S. P.; Chandra, A. *Migration from India to Australia*. Asian and Pacific
- Baláz, Vladimir e Allan Williams (2004), “‘Been there, done that’: international student migration and human capital transfers from the UK to Slovakia”, *Population, Space and Place*, vol. 10, nº 3.
- Balconi, Margherita (2002) “Tacitness, codification of technological knowledge and the organization of industry”, *Research Policy* 31, 357–379 citado por Bozeman, Barry e Elizabeth Corley (2004), “Scientists’ collaboration strategies: implications for scientific and technical human capital”, *Research Policy*, vol.33, nº4.
- Barnes, Henry et al. (1996) *Scientific Knowledge: A Sociological Analysis*, Londres, Athlone Press
- Baruffaldi, Stefani e Paolo Landoni (2012), “Return mobility and scientific productivity of researchers working abroad: The role of home country linkages”, *Research Policy*, vol.41, nº9.
- Battard, Nicholas (2012), “Convergence and multidisciplinary in nanotechnology: Laboratories as technological hubs”, *Technovation*, vol.32
- Becher, Tony e Paul Trowler (2001), *Academic Tribes and Territories – Intellectual enquiry and the culture of disciplines*, Buckingham, SRHE e Open University Press.
- Becker, Gary (1962), “Investment in Human Capital: a Theoretical Analysis”, *Journal of Political Economy* ,70, 5 citado por Bozeman, Barry e Vincent Mangematin (2004), "Editor's introduction: building and deploying scientific and technical human capital," *Research Policy*, vol. 33, nº4.
- Beine, Michel, Frédéric Docquier e Hillel Rapoport (2001), “Brain drain and economic growth: theory and evidence”, *Journal of Development Economics*, vol. 64, nº1 citado por Giannoccolo, Pierpaolo (2006), “The Brain Drain: A Survey of the literature”, texto policopiado.
- Blackler, Franck (2002), Knowledge, knowledge work and organizations. An overview and interpretation”, em Choo, Chun e Nick Bontis (Eds.) *The Strategic management of Intellectual Capital and Organizational Knowledge*, Oxford: Oxford University Press.
- Blumenthal, Peggy (1996) *Academic mobility in a changing world : regional and global*
- Bonaccorsi Andrea e Juan Vargas (2010) “Proliferation dynamics in new sciences”, *Research Policy*, vol.39, nº8
- Bonaccorsi, Andrea (2008) “Search regimes and the industrial dynamics of science”, *Minerva*, vol.46
- Bonaccorsi, Andrea e Grid Thoma (2007) “Institutional complementarity and inventive performance in nanotechnology” *Research Policy*, vol.36, nº6
- Bönte, Werner (2008), “Inter-firm trust in buyer-supplier relations: are knowledge spillovers and geographical proximity relevant?”, *Journal of Economic Behaviour and Organization*, vol. 67, nº 3-4.
- Boschma, Ron (2005), “Proximity and Innovation: A Critical Assessment”, *Regional Studies*, vol.39.
- Boulier D. (1999), “La Migration des competences: enjeu de justice et de solidarité,

- Bourdieu, Pierre (1986), "The forms of capital", em Richardson, John (Ed.) *Handbook of Theory of Research for the Sociology of Education*, London: Greenwood Press
- Bourdieu, Pierre (2001) *Science de la Science et Reflexivité*, Paris, Raison d'agir
- Bozeman, Barry e Elizabeth Corley (2004), "Scientists' collaboration strategies: implications for scientific and technical human capital", *Research Policy*, vol.33, nº4.
- Bozeman, Barry e Juan Rogers (2002), "A churn model of scientific knowledge value: Internet researchers as a knowledge value collective", *Research Policy*, vol. 31, nº5.
- Bozeman, Barry e Vincent Mangematin (2004), "Editor's introduction: building and deploying scientific and technical human capital," *Research Policy*, vol. 33, 4.
- Bozeman, Barry et al. (1999), "The Research Value Mapping Project: Qualitative--quantitative case studies of research projects funded by the Office of Basic Energy Sciences. Final report to the Department of Energy, Office of Basic Energy Sciences", Atlanta, Georgia Institute of Technology.
- Bozeman, Barry, James Dietz e Monica Gaughan (2001), "Scientific and technical human capital: An alternative model for research evaluation", *International Journal of Technology Management*, vol. 22, nº7-8.
- Bozeman, Barry, Philippe Laredo e Vincent Mangematin (2007), "Understanding the emergence and deployment of "nano" S&T", *Research Policy*, vol.36
- Brandi, Carolina, (2006), "The evolution in theories of the brain-drain and the migration of skilled personnel" Working paper, Institute for Research on Population and Social Policies.
- Brandi, Carolina (2001), "A comparative analysis of skilled migration models and immigration policy", texto policopiado.
- Brandi, Carolina, Sveva Avveduto e Loredana Cerbara (2011), "The reasons of scientists mobility: results from the comparison of outgoing and ingoing fluxes of researchers in Italy", *Alma Laurea working papers* nº44.
- Breschi, Stefano e Christian Catalini (2010), "Tracing the links between science and technology: An exploratory analysis of scientists' and inventors' networks", *Research Policy*, vol.39, nº1.
- Breschi, Stefano e Francesco Lissoni (2001), "Knowledge spillovers and local innovation systems: a critical survey", *Industrial and Corporate Change*, vol. 10, nº4.
- Breschi, Stefano e Francesco Lissoni (2003), "Mobility and Social Networks: Localised Knowledge Spillovers Revisited", CESPRI Working Paper, WP n. 142.
- Breschi, Stefano e Francesco Lissoni (2004), "Knowledge Networks from Patent Data: Methodological Issues and Research Targets", Cespri Working Paper Nº 150.
- Breschi, Stefano e Franco Malerba (2001), "The geography of innovation and economic clustering: some introductory notes", *Industrial and Corporate Change*, vol.10, nº4.
- Burt, Robert (1992), *Structural holes: the social structure of competition*, Harvard, Harvard University Press
- Burt, Robert (1997), "The Contingent Value of Social Capital", *Administrative Science Quarterly* vol.42.
- Burt, Robert (2000), "The network structure of social capital" em R. S. Sutton (ed.), *Research in Organizational Behaviour*, Greenwich: JAI Press.
- Burt, Robert (2000), "Structural Holes and Good Ideas", *American Journal of Sociology*, vol.110, nº2.
- Albert Cannella e Mary Ann McFadyen. (2013), "Changing the Exchange." *Journal of Management*, vol. 42, nº4.

- Cañibano, Carolina, Javier Otamendi e Inés Andujar (2008), “Measuring and assessing researcher mobility from CV analysis: the case of the Ramón y Cajal programme in Spain” *Research Evaluation*, vol. 17, nº 1.
- Carayol, Nicolas e Mireille Matt (2004), “Does research organization influence academic production?: Laboratory level evidence from a large European university”, *Research Policy*, vol.33, nº8.
- Carayol, Nicolas e Thuc Uyen Nguyen Thi (2005) "Why do academic scientists engage in interdisciplinary research?", *Research Evaluation*, vol. 14, nº1.
- Carlsson, Bo et al. (2002) “Innovation Systems: analytical and methodological issues” *Research Policy*, vol. 31.
- Carr, Stuart, Kerr Inkson e Kaye Thorn (2005), "From global careers to talent flow: Reinterpreting ‘brain drain’." *Journal of World Business* vol.40, nº4, 386-398.
- Cassarino, Jean-Pierre (2004), "Theorising return migration: A revisited conceptual approach to return migrants." Citado por Thorn, K. e Holm-Nielsen, L.B., (2008) *International mobility of researchers and scientists – Policy options for tuning a drain to a gain*. Helsinki: UNU-WIDER.
- Casson M., Della Giusta M. (2007), “Entrepreneurship and social capital – analysing the impact of social networks on entrepreneurial activity from a rational action perspective”, *International Small Business Journal*, vol.25, nº3
- Castanos-Lomnitz H., (1998), “The brain drain from Mexico: the experience of scientists”, *Science and Public Policy*, vol.25, n. 4.
- Castilla E., Hwang H., Granovetter E., Granovetter M. (2000), “Social networks in Silicon Valley”, em Lee M., Miller W., Hancock M., Rowen H. (eds.) *The Silicon Valley edge – a habitat for innovation and entrepreneurship*, Stanford, Stanford University Press.
- CEC (2000a), “Towards a European Research Area” Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the Economic and Social Committee and the Committee of Regions. Brussels.
- CEC (2000a), “Making a reality of the European Research Area: guidelines for EU research activities (2002–2006)”, Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Brussels.
- CEC (2003), “Researchers in the European Research Area: One Profession, Multiple Careers”, Communication from the Commission to the Council and the European Parliament. Brussels.
- CEC (2005), “Implementation Report 2004 on “A mobility strategy for the European Research Area” and “Researchers in the ERA: one profession, multiple careers”, Commission Staff Working Document. Brussels. SEC (2005), 474.
- Cervantes, Mario e Dominique Guellec (2002), "The brain drain: Old myths, new realities." *Organisation for Economic Cooperation and Development. The OECD Observer* 230, 40 citado por Davenport, Susan (2004), “Panic and panacea, brain drain and science and technology human capital policy”, *Research Policy*, vol.33, nº4.
- Chen, Hsinchun et al. (2013), “Global nanotechnology development from 1991 to 2012: patents, scientific publications, and effect of NSF funding”, *Journal of Nanoparticle Research*, vol.15, nº1951.
- Chompalov, Ivan (2000), "Brain drain from Bulgaria before and after the transition to democracy." *Bulgarian Research Symposium and Network Meeting*. Vol. 7. 2000.

- Cohen W. M., Levinthal D. A. (1990) "Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation", *Administrative Science Quarterly*, vol.35.
- Coleman J. (1988), "Social capital in the creation of human capital", *American Journal of Sociology*, vol.94.
- COM (2003), 436.Communication from the Commission to the Council and the European Parliament. Brussels,
- Cooke P. (2006), "Global bioregional networks: a new economic geography of bioscientific knowledge", *European Planning Studies*, vol.14, nº9.
- Cowan, Robin e Nicolas Jonard (2004), "Network structure and the diffusion of knowledge", *Journal of Economic Dynamics and Control*, vol.28, nº8.
- Crespi, G., Aldo, Geuna e Lionel Nesta (2007), "The Mobility of University Inventors in Europe", *Journal of Technology Transfer*, vol. 32.
- Darby, Michael e Lynne Zucker (2003) 'Grilichesian breakthroughs: Inventions of methods of inventing and firms' entry in nanotechnology' NBER, Working Paper 9825
- Davenport, Susan (2004), "Panic and panacea, brain drain and science and technology human capital policy", *Research Policy*, vol.33, nº4.
- Dasgupta, Pharta e Paul David (1994), "Toward a new economics of science." *Research policy* vol. 23, nº5, 487-521.
- De la Vega, Iván (2005), "Mundos en movimiento." *Movilidad y migración de científicos y tecnólogos venezolanos. Fundación Polar-IVIC, Caracas* citado por Cañibano, Carolina, Javier Otamendi e Inés Andujar (2008), "Measuring and assessing researcher mobility from CV analysis: the case of the Ramón y Cajal programme in Spain" *Research Evaluation*, vol. 17, nº 1.
- Delicado, Ana (2008), "Cientistas Portugueses no Estrangeiro: Factores de mobilidade e relações de diáspora", *Sociologia Problemas e Práticas*, 109-129.
- Delicado, Ana (2010), "O retorno dos "cérebros": regresso e reintegração dos investigadores
- Delicado, Ana e Nuno de Almeida Alves (2013), ""Fugas de Cérebros", "Tetos de Vidro" e "Fugas na Canalização": mulheres, ciência e mobilidade", em Araújo, Emília, Margarida Fontes e Sofia Bento (eds.) *Para um debate sobre Mobilidade e Fuga de Cérebros*, Braga, CECS Publicações-Ebooks
- Diogo, M. P. Carneiro, A. e Simões A. (2001), "Ciência Portuguesa no Iluminismo: os estrangeirados e as comunidades científicas europeias", em Nunes, J. A. e Gonçalves, M. E. (Orgs.), *Enteados de Galileu? A Semi-Periferia no Sistema Mundial da Ciência*. Porto, Afrontamento
- Dosi, Giovanni (1982), "Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technological change", *Research Policy*, vol. 11, 147–162.
- Edler, Jakob, Heide Fier e Christoph Grimpe (2011), "International scientist mobility and the locus of knowledge and technology transfer." *Research Policy* vol.40, nº 6, 791-805.
- Etzkowitz, Henry e Loet Leydesdorff (2000), "The dynamics of innovation: from National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of university–industry–government relations", *Research Policy*, vol. 29, 109-123.
- Feldman, Maryann (1999), "The new economics of innovation, spillovers and agglomeration: A review of empirical studies." *Economics of innovation and new technology* vol.8, nº1-2, 5-25.
- Fontes, Margarida, Pedro Videira, and Teresa Calapez (2012), "The Impact of Long-Term Scientific Mobility on the Creation of Persistent Knowledge Networks." *Mobilities* vol.101, 1-26.

- Fontes, Margarida (2005), “Distant networking: the knowledge acquisition strategies of ‘out-cluster’ biotechnology firms”, *European Planning Studies*, vol.13, nº6.
- Fontes, Margarida (2007), “Scientific mobility policies: how Portuguese scientists envisage the return home”, *Science and Public Policy*, vol.34, nº4.
- Fontes, Margarida e Emília Araújo (2013), “(I)Mobilidades e redes científicas internacionais: Contextos e relações em mudança”, em Araújo, Emília, Margarida Fontes e Sofia Bento (eds.), *Para um debate sobre Mobilidade e Fuga de Cérebros*, Braga, CECS Publicações-Ebooks
- Fontes, Margarida, Carlos Cabral-Cardoso e Augusto Novais (2005), “Emprego de jovens cientistas no sector empresarial, expectativas e realidade” *Comportamento Organizacional e Gestão*, vol.111, nº1.
- Fornahl, D. (2005), “The impact of regional social networks on the entrepreneurial development process”, em Fornahl D., Zellner C., Audretsch D. A (eds.), *The role of labour mobility and informal networks for knowledge transfer*. Springer, Bloomington.
- Forsman, Maria e Nikodemus Solitander (2003), “Knowledge Transfer in Clusters and Networks”, *Journal of International Business Studies*, vol.3.
- Francovich, L. (2000), “Some notes on the role and behaviours of qualified migrants from ex-Yugoslavi”, *Studi Emigrazione/Etudes Migrations*, 37(139),613-624.
- Freeman, Cristopher e Carlota Perez (1988), “Structural crisis of adjustment: business cycles and investment behaviour” em Dosi et al. (Ed.), *Technical Change and Economic Theory*, Londres, Pinter Publishers
- Gaillard, A. e Gaillard, J. (1998), “The international circulation of scientists and technologists. A win–lose or a win–win situation?”, *Science Communication*, vol.20.
- Galison, Peter (1997), *Image and Logic: Material Culture of Microphysics*, Chicago, Chicago University Press
- Gamlén, A. (2005), “The brain drain is dead: Long live the New Zealand Diaspora”, Working Paper nº10, University of Oxford.
- Geenhuizen, Marina Van (2008), "Knowledge networks of young innovators in the urban economy: biotechnology as a case study." *Entrepreneurship and Regional Development* vol.20, nº2, 161-183.
- Gertler, Meric (2003), “Tacit knowledge and the economic geography of context, or The undefinable tacitness of being (there), *Journal of Economic Geography*, vol.3 nº1.
- Giannoccolo, Pierpaolo (2006), “The Brain Drain: A Survey of the literature”, texto policopiado.
- Gibbons et al. (1994), *The New Production of Knowledge: The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies*, Londres, Sage
- Gieryn, Thomas (1983), “Boundary work and the demarcation of science from non-science: strains and interests in professional ideologies of scientists”, *American Sociological Review*, vol. 48, 781–795.
- Gill, B., (2005), “Homeward bound? The experience of return mobility for Italian scientists”, *The European Journal of Social Science Research*, vol.18, nº3.
- Gonçalves, I., Duarte, J. e Saleiro, H. (2006). *Situação profissional dos ex-bolsistas de doutoramento*, Lisboa, OCES.
- Granovetter, Mark (1973), “The strength of weak ties”, *American Journal of Sociology*, vol.78.
- Granovetter, Mark (1985), “Economic action and social structure: The problem of embeddedness”, *American Journal of Sociology*, vol.91.

- Grodal e Thoma, (2009), “Cross-Pollination in Science and Technology: Concept Mobility in the Nanobiotechnology Field”, *Annals of Economics and Statistics* n°115-116, Special Issue on Knowledge Capital in Nanotechnology and Other High Technology Industries
- Gulati, R. (1998) “Alliances and networks”, *Strategic Management Journal*, vol.19.
- Hagedoorn, John, Albert Link, e Nicholas S. Vonortas (2000), "Research partnerships." *Research Policy*, vol. 29, n°4.
- Hansen, M. (1999), “The search-transfer problem: the role of weak ties in sharing knowledge across organization studies”, *Administrative Science Quarterly*, vol.44.
- Heidenreich, M. (2000), “Regionale Netzwerke in der globalen Wissensgesellschaft”, em Weyer, J. (Ed.), *Soziale Netzwerke. Konzepte und Methoden der sozialwissenschaftlichen Netzwerkforschung*, Munique, Oldenbourg.
- Heimeriks, Gaston e Loet Leydesdorff (2012), “Emerging search regimes: measuring co-evolutions among research, science, and society”, *Technology Analysis and Strategic Management*, vol.24, n°1
- Heinze, Terry e Stefan Kuhlmann (2008), “Across Institutional Boundaries?: Research collaboration in German public sector nanoscience”, *Research Policy*, vol.37, n°1
- Heinze, Thomas e Gerrit Bauer (2007), “Characterizing creative scientists in nano-S&T: productivity, multidisciplinary, and network brokerage in a longitudinal perspective”, *Scientometrics* vol.70, 811–830
- Hessels, Lauren e Harro van Lente (2008), “Re-thinking new knowledge production: A literature review and a research agenda”, *Research Policy*, vol. 37, 740-760.
- Hoekman, Jarno, Koen Frenken e Robert Tijssen (2010), "Research collaboration at a distance: Changing spatial patterns of scientific collaboration within Europe." *Research Policy* Vol.39, n°5, 662-673.
- Hohendahl, P., (2001), *Brain drain and the transfer of knowledge in whose brain drain? Immigrant scholars and american views of Germany*, Washington, American Institute for Contemporary German Studies.
- Huutoniemi et al. (2010), “Analyzing interdisciplinarity: Typology and indicators”, *Research Policy*, vol. 39, 79-88.
- Iredale, Robyn (1999) ‘The Need to Import Skilled Personnel: Factors Favouring and Hindering its International Mobility’ *International Migration* volume 37 (1) 1999 pp89 – 111.
- Iredale, Robyn (2001), “The Migration of Professionals: Theories and Typologies”, *International Migration Volume* vol.39, n°5, citado por Ackers, Louise (2005a), “Moving people and knowledge, the mobility of scientists within the European Union”, *International Migration*, vol. 43, n°5.
- Iredale, Robyn e Reginald Appleyard (2001), “International Migration of the Highly Skilled: Introduction”, *International Migration* vol. 39, n°5.
- Islam, Nazrul e Kumiko Miyazaki (2009), Nanotechnology innovation system: Understanding hidden dynamics of nanoscience fusion trajectories”, *Technological Forecasting and Social Change*, vol.76, 128-140
- Islam, Nazrul e Kumiko Miyazaki (2010), “An empirical analysis of nanotechnology research domains”, *Technovation*, vol. 30
- Jacob, Merle (2001), “Managing the Institutionalisation of Mode 2 Knowledge Production”, *Science and Technology Studies*, vol.14, n°2

- Jacobs, Jerry e Scott Frickel (2009), "Interdisciplinarity: A Critical Assessment", *Annual Review of Sociology*, vol.35, 43-65
- Jansen, Dorothea (2002), "Netzwerkansätze in der Organisationsforschung", J. Allmendinger e T. Hinz (Eds.), *Organisationssoziologie Sonderband 42 der Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie*.
- Jansen, Dorothea (2004), "*Networks, Social Capital and Knowledge Production*", Forschungsinstitut für öffentliche Verwaltung, Discussion Papers No. 8, Speyer.
- Jansen, Dorothea, Regina von Görtz, Richard Heidler (2009), "Is nanoscience a mode-2 field? Disciplinary differences in modes of knowledge production and the influence of science policy on these differences" em Jansen, Dorothea (Ed.), *Governance and performance in the German public research sector. Disciplinary differences*, Dordrecht: Springer
- Jansen, Dorothea, Regina von Görtz, Richard Heidler (2010), "Knowledge production and the structure of collaboration networks in two scientific fields", *Scientometrics*, vol.83, n°1
- Johannisson, B. (1998), "Personal networks in emerging knowledge-based firms: spatial and functional patterns", *Entrepreneurship and Regional Development*, vol.10.
- Johnson, J., e Regets, M. (1998), "International mobility of scientists and engineers to the US - brain drain or brain circulation?", *National Science Foundation*, NSF 98-316.
- Jonkers, K, Tijssen, R, (2008). Chinese researchers returning home: impacts of international mobility on research collaboration and scientific productivity. *Scientometrics*, vol. 77 n° 2.
- Jöns, Heike (2007), "Transnational mobility and the spaces of knowledge production: a comparison of global patterns, motivations and collaborations in different academic fields", *Social Geography*, vol.2.
- Jöns, Heike (2009), "'Brain circulation' and transnational knowledge networks: studying long-term effects of academic mobility to Germany, 1954-2000", *Global Networks* vol. 9, n° 3.
- Katz, J. e Martin, B. (1997), "What is research collaboration?", *Research Policy* vol. 26
- Kehm, B.M., Teichler, U. (2007), "Research on Internationalisation in Higher Education. *Journal of Studies in International Education*, vol.11, n° 3-4.
- King, R., (2002), "Towards a new map of European migration", *International Journal of Population Geography*, vol.8, n°2.
- King, Russell e Enric Ruiz-Gelices (2003), "International student migration and the European 'Year Abroad': effects on European identity and subsequent migration behaviour", *Population, Space and Place*, vol.9, n° 3.
- Klein, Julie (1996), *Crossing Boundaries: Knowledge, Disciplinarity, and Interdisciplinarity*, Charlottesville, University of Virginia Press
- Klein, Julie (2000), "The Discourse of Transdisciplinarity: An Expanding Global Field", em Klein et al. (Eds.) *Transdisciplinarity: Joint Problem Solving among Science, Technology and Society: An Effective Way For Managing Complexity*, Basel, Birkhauser
- Klein, Julie (2008), "Evaluation of Interdisciplinary and Transdisciplinary Research", *American Journal of Preventive Medicine*, vol.35, n°2
- Klein, Julie (2010), "The taxonomy of interdisciplinarity" em Frodeman, Richard, Julie Klein e Carl Mitcham (Eds.), *Oxford Handbook of Interdisciplinarity*, Oxford, Oxford University Press.
- Koser, Khalid e John Salt (1997), "The geography of highly skilled international migration", *Population, Space and Place*, vol.3, n°4.

- Kuhn, Thomas (1962) *The structure of scientific revolutions*, Chicago, University of Chicago Press.
- Kuznetsov, Yevgeny (2006), *Diaspora Networks and the International Migration of Skills : How Countries Can Draw on their Talent Abroad. WBI Development Studies. Washington, DC: World Bank.*
- Lakatos, Imre (1970) "Falsification and the methodology of scientific research programmes" em Lakatos, Imre e Alan Musgrave (Eds.), *Criticism and the Growth of Knowledge*, Cambridge University Press,
- Latour, Bruno (1987), *Science in Action: How to Follow Scientists and Engineers Through Society*, Harvard, Harvard University Press
- Latour, Bruno e Steve Woolgar (1979), *Laboratory Life: The Social Construction of Scientific Facts*, Londres, Sage.
- Laudel, G., (2005), "Migration currents among the scientific elite", *Minerva*, vol.443, nº4.
- Lee, J. e Kim, D. (2010), "Brain gain or brain circulation? U.S. doctoral recipients returning to South Korea", *Higher Education*, vol. 59.
- Leydesdorff, Loet (2000), "The triple helix: an evolutionary model of innovations", *Research Policy* vol. 29, 243–256.
- Leydesdorff, Loet e Gaston Heimeriks (2001), The self-organization of the European Information Society: The case of "biotechnology", *Journal of the Association for Information Science and Technology*, vol.52, nº14
- Leydesdorff, Loet e Henry Etzkowitz (1998), "The Triple Helix as a model for innovation studies", *Science and Public Policy*, vol. 25, nº3, 195-203.
- Lin, N. (2001), *Social Capital. A Theory of Social Structure and Action*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Lidgard, Jacqueline (2001), "Time to celebrate international brain exchange: New Zealanders still come home." *Geography A Spatial Odyssey*, 321-326.
- Lidgard, Jacqueline e Christopher Gilson (2002), "Return migration of New Zealanders: Shuttle and circular migrants." *New Zealand Population Review* vol.28, nº1, 99-128.
- Lovas, B. e Sorenson, O. (2008), "The mobilization of scarce resources" em J.A. Baum, e T.J. Rowley, *Advances in Strategic Management: Network Strategy*, vol. 25, Amsterdam: JAI Press.
- Lowell, B. (2002), "Policy responses to the international mobility of skilled labour", *International*
- Lowell, B. (2003), "Some developmental effects of the international migration of highly skilled persons", *International Migration Papers nº46*, Genebra.
- Lundvall, B. A. (1993), "Explaining interfirm cooperation and innovation. Limits of the transaction-cost approach", em Grabher G (ed.) *The embedded firm. On the socioeconomics of industrial networks*. Londres, Routledge.
- Mahroum, Sami (1998), "Europe and the challenge of brain drain" *Institute for Prospective Technological Studies Report*", vol. 29.
- Mahroum, Sami (1999), "Competing for the highly skilled: Europe in perspective." *Science and Public Policy* vol.26, nº1, 17-25.
- Mahroum, Sami (2001), "Europe and the immigration of highly skilled labour." *International Migration*, vol.39, nº5, 27-43.
- Mahroum, Sami (2003), "Brain gain, brain drain: an international overview." *Austrian Ministry for Transport, Innovation and Technology Seminar, Alpbach, Austria.*

- Mahroum, Sami (2000), "Scientific Mobility: an agent of scientific expansion and institutional empowerment", *Science Communication*, vol.21, nº4.
- Mahroum, Sami (2005), "The international policies of brain gain, a review", *Technology Analysis and Strategic Management*, vol.17, nº2.
- Mangematin, V. e Robin S. (2003), "The two faces of PhD students: management of early careers of french PhDs in life sciences", *Science and Public Policy*, vol. 30, nº 6.
- Maskell P., Malmberg A. (1999), "Localised learning and industrial competitiveness", *Cambridge Journal of Economics*, vol.23.
- Mattsson, Pauline, Patrice, Laget, Anna Nilsson e Carl-Johan Sundberg (2008) "Intra-EU vs. extra-EU scientific co-publication patterns in EU.", *Scientometrics* vol. 75, nº3 citado por Hoekman, Jarno, Koen Frenken e Robert Tijssen (2010), "Research collaboration at a distance: Changing spatial patterns of scientific collaboration within Europe." *Research Policy* Vol.39, nº5, 662-673.
- McEvily B., Zaheer A. (1999), "Bridging ties: a source of firm heterogeneity in competitive capabilities", *Strategic Management Journal*, vol.20.
- McFadyen, Mary Ann e Albert A. Cannella (2004), "Social capital and knowledge creation: Diminishing returns of the number and strength of exchange relationships." *Academy of Management Journal* vol.47, nº5.
- McEvily, Susan e Bala Chakravarthy (2002) "The persistence of knowledge-based advantage: an empirical test for product performance and technological knowledge.", *Strategic management journal* vol. 23, nº4, 285-305 citado por Sorenson, Olav, Jan Rivki e Lee Fleming (2006), "Complexity, networks and knowledge flow." *Research policy* vol.35, nº7, 994-1017.
- McPherson M., Smith-Lovin L. e Cook J. (2001), "Birds of a feather: homophily in social networks" *Annual Review of Sociology*, vol.27.
- Melin, G., (2000), "Pragmatism and self-organization: research collaboration on the individual level", *Research Policy* vol.29.
- Merton, Robert (1942), "The normative structure of science", em Merton, Robert (Ed.) *The Sociology of Science: Theoretical and Empirical Investigations*, Chicago, University of Chicago Press
- Merton, Robert (1973), *The Sociology of Science: Theoretical and Empirical Investigations*, Chicago, University of Chicago Press
- Meyer et al. (1997), "Turning Brain Drain into Brain Gain: the Colombian Experience of the Diaspora Option", *Science-Technology and Society*, vol. 2, nº2.
- Meyer, Jean Baptiste e Brown M. (1999), "Scientific Diasporas: a new approach to the brain drain", apresentado em World Conference on Science.
- Meyer, Jean Baptiste, (2001), "Network approach versus brain drain, lessons from the diaspora", *International Migration*, vol.39, nº5.
- Meyer, M., (2003), "Academic patents as an indicator of useful research? A new approach to measure academic inventiveness", *Research Evaluation*, vol.12, nº1.
- Monge, Peter e Noshir S. Contractor (2003), *Theories of communication networks*. Oxford University Press.
- Morano-Foadi, S. (2005), "Scientific mobility, career progression, and excellence in the European Research Area, *International Migration*, vol. 43, nº 5.
- Murray, F. (2004), "The Role of Academic Inventors in Entrepreneurial Firms: Sharing the Laboratory Life", *Research Policy*, Vol. 33, nº 4.

- Murray, Fiona. "Innovation as co-evolution of scientific and technological networks: exploring tissue engineering." *Research Policy* vol. 31, n°8.
- Musselin, Cristine (2004), "Towards a European academic labour market? Some lessons drawn from empirical studies on academic mobility", *Higher Education*, vol.48, n°1.
- Musselin, Cristine (2006), "Transformation of academia work: facts and analysis." Comunicação apresentada em UNESCO Forum: Europe and North America Scientific Committee on The Changing Role of the Academic Profession and its Interface with Management, Kassel, Germany, 5–6 September.
- Nações Unidas (1998), "Recommendations on Statistics of International Migration", Department of Economic and Social Affairs – Statistics Division, Series M, n°58, Rev.1.
- Nahapiet, J. e Ghoshal, S. (1998), "Social capital, intellectual capital and the organizational advantage", *Academy of Management Review*, vol.23.
- Nelson, K., Nelson, R. (2002), "On the nature and evolution of human know-how" *Research Policy*, vol.31.
- Newman, Mark (2001), "The structure of scientific collaboration networks", Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 98(2) citado por Breschi, Stefano e Christian Catalini (2010), "Tracing the links between science and technology: An exploratory analysis of scientists' and inventors' networks", *Research Policy*, vol.39, n°1.
- Nonaka, Ikujiro (1994), "A dynamic theory of organizational knowledge creation." *Organization science* vol.5, n°1, 14-37.
- Nonaka, Ikujiro e Hirotaka Takeuchi (1995), *The knowledge-creating company: How Japanese companies create the dynamics of innovation*. Oxford University Press.
- Nooteboom B. (2000) *Learning and innovation in organizations and economies*, Oxford, Oxford University Press.
- Nunes, J. A. e Gonçalves, M. E. (Orgs.). (2001), *Enteados de Galileu? A Semi-Periferia no Sistema Mundial da Ciência*. Porto, Afrontamento.
- Nunes, João Arriscado (2001), "Laboratórios, escalas e mediações na investigação biomédica. A oncobiologia entre o global e o local", em Nunes, J. A. e Gonçalves, M. E. (Orgs.), *Enteados de Galileu? A Semi-Periferia no Sistema Mundial da Ciência*. Porto, Afrontamento.
- OCDE (2001), "Innovative People: Mobility of Highly Skilled Personnel in National Innovation System", Paris, OCDE.
- Oettl, Alexander e Ajay Agrawal (2008), "International labor mobility and knowledge flow externalities." *Journal of International Business Studies*, vol.39, n°8, 1242-1260.
- Official Journal of the European Union (2005), Commission Recommendation of 11 March 2005 on the European Charter for Researchers and the Code of Conduct for the Recruitment of Researchers, (2005/251/EC).
- Patrício, Teresa (2010), "Science Policy and the Internationalization of Research in Portugal", *Journal of Studies in International Education*, vol. 14 n°2.
- Peixoto, João (2001), "The international mobility of highly skilled workers in transitional corporations: The macro and micro factors of the organizational migration of cadres", *International Migration Review*, vol.35, n°4.
- Pereira, Tiago Santos (2002), "International dimension of research in Portugal", *Science and Public Policy*, vol.29, n°6.

- Perez, Carlota (2000), "Technological Revolutions, Paradigm Shifts and Socio-Institutional Change" em Reinert, Erick (Ed.), *Evolutionary Economics and Income Equality*, Aldershot, Edward Elgar
- Perista, H. e Silva, A. (Orgs.) (2004) *Science Careers in Portugal*. CESIS - Centro de Estudos para a Intervenção Social.
- Phelps, Corey, Ralph Heidl e Anu Wadhwa (2012), "Knowledge, networks, and knowledge networks: A review and research agenda." *Journal of Management* vol. 38, nº4, 1115-1166.
- Piracha, M., e R. Vickerman (2002) "Immigration, mobility and EU enlargement", *University of Kent Studies in Economics no. 02/09*, University of Kent, Kent.
- Polanyi, Michael (1958), *The study of man*. Chicago, University of Chicago Press.
- Polanyi, Michael (1966), "The logic of tacit inference." *Philosophy* vol.41, nº155, 1-18.
- Porter et al. (2007), "Measuring researcher interdisciplinarity", *Scientometrics*, vol.72, nº1.
- Powell, Walter et al. (2005), "Network dynamics and field evolution: The growth of interorganizational collaboration in the life sciences." *American journal of sociology* vol.110, nº4.
- portugueses em mobilidade" *Revista Iberoamericana Ciencia, Tecnología y Sociedad*, pp. 1-28.
- Rafols, Ismael e Martin Meyer (2007), "How cross-disciplinary is bionanotechnology? Explorations in the specialty of molecular motors." *Scientometrics* vol.70, nº3, 633-650.
- Regets, Mark (2001), "Research and policy issues in high-skilled international migration: a perspective with data from the United States." In *Innovative People: Mobility of Skilled Personnel in National Innovation Systems*, pp. 243–260. París: OECD.
- Regets, Mark (2003), "Impact of skilled migration on receiving countries." *SciDev Net. Staženo* 10.
- Rigby, John e Jakob Edler (2005), "Peering inside research networks: Some observations on the effect of the intensity of collaboration on the variability of research quality." *Research Policy* vol. 34, nº6, 784-794.
- Rijnsoever, Frank e Laurens Hessels (2011), "Factors associated with disciplinary and interdisciplinary research collaboration", *Research Policy*, vol.40, nº3.
- Robinson, Vaughan e Malcolm Carey (2000), "Peopling skilled international migration: Indian doctors in the UK." *International migration* vol.38, nº1, 89-108.
- Rosenberg, Nathan, (1982), *Inside the Black Box: Technology and Economics*, Cambridge, Cambridge University Press, citado por Islam, Nazrul e Kumiko Miyazaki (2010), "An empirical analysis of nanotechnology research domains", *Technovation*, vol. 30.
- Rosenkopf, Lori e Paul Almeida (2003), "Overcoming local search through alliances and mobility." *Management science* vol.49, nº6, 751-766.
- Rotheram, D. e J. Salt (1995), "Posted workers in Europe." *Final Report to the Department of Employment* (1995) citado por Brandi, Carolina (2001), "A comparative analysis of skilled migration models and immigration policy", texto policopiado.
- Rothaermel, F., Shanti D. e Lin J. (2007), "University entrepreneurship: a taxonomy of the literature", *Industrial and Corporate Change*, vol.16, nº4.
- Rudolph, Hedwig e Felicitas Hillmann (1998), "The Invisible Hand Needs Visible Heads: Managers, Experts, and Professionals from Western Countries in Poland." *The New Migration in Europe* (1998): 60-89 citado por Brandi, Carolina (2001), "A comparative analysis of skilled migration models and immigration policy", texto policopiado.

- Salt, J. (1988), "Highly skilled international migrants, careers and internal labour markets", *Geoforum*, vol.19, n°4.
- Salt, J. e Ford, R. (1995), "Skilled international migration in Europe: the shape of things to come?" em Russell King, *Mass migrations in Europe: the legacy and the future*, Wiley, Whichester.
- Salt, J. (1997) "*International movement of the highly skilled*", OECD, International Migration Unit, OECD Occasional Paper n° 3.
- Salt J. e Singleton A. (1993), *A comparison of the labour force survey and regulation data sources on EU migrants workers stocks*, Final Report to EUROSTAT, UCL/MRU, Londres
- Saxenian A., Hsu J. Y. (2001), "The Silicon Valley-Hsinchu connection: technical communities and industrial upgrading", *Industrial and Corporate Change*, vol.10.
- Saxenian, A. (2002), "Transnational communities and the evolution of global production networks: the cases of Taiwan, China and India", *Industry and Innovation*, Special Issue on Global Production Networks.
- Schultz, T.W. (1963) *The Economic Value of Education*, Nova Yorque, Columbia
- Schumpeter, Joseph (1934), *The theory of economic development: An inquiry into profits, capital, credit, interest, and the business cycle*. Vol. 55. Transaction publishers citado por He, Zi-Lin, Xue-Song Geng e Colin Campbell-Hunt (2009), "Research collaboration and research output: A longitudinal study of 65 biomedical scientists in a New Zealand university." *Research Policy* vol.38, n°2, 306-317.
- Séguin B., Singer, P., Abdallah, S. (2006), "Scientific Diasporas" *Science* 16, vol. 312 n° 5780.
- Singh, Jasjit (2005), "Collaborative networks as determinants of knowledge diffusion patterns." *Management Science* vol. 51, n°5, 756-770.
- Shinn, Terry, Joerges, Bernward (2002) "The transverse science and technology culture: dynamics and roles of research-technologies", *Social Science Information*, vol. 41, n°2, 207–251.
- Sonnenwald, Diane (2007), "Scientific collaboration." *Annual review of information science and technology* vol.41, n°1, 643-681 citado por Abbasi, Alireza, Jörn Altmann e Liaquat Hossain (2011), "Identifying the effects of co-authorship networks on the performance of scholars: A correlation and regression analysis of performance measures and social network analysis measures." *Journal of Informetrics* vol.5, n°4, 594-607.
- Sorenson, Olav (2003), "Social networks and industrial geography" *Journal of Evolutionary Economics*, vol.13.
- Sorenson, Olav, Jan Rivki e Lee Fleming (2006), "Complexity, networks and knowledge flow." *Research policy* vol.35, n°7, 994-1017.
- Sorenson, Olav e Jasjit Singh (2007), "Science, social networks and spillovers." *Industry and Innovation*, vol.14, n°2, 219-238.
- Sosa, Manuel (2011), "Where do creative interactions come from? The role of tie content and social networks." *Organization Science* vol.22, n°1, 1-21.
- Spaapen, Jack, Huub Dijkstra e Franck Wamelin (2007), *Evaluating Research in Context – A method for comprehensive assessment*, The Hague, Consultative Committee of Sector Councils for Research and Development (COS) citado por Klein, Julie (2008), "Evaluation of Interdisciplinary and Transdisciplinary Research", *American Journal of Preventive Medicine*, vol.35, n°2

- Stahlecker T., Koschatzky K. (2004) "On the significance of geographical proximity for the structure and development of newly founded knowledge-intensive business service firms", Working Papers Firms and Region, No. R2/2004, Fraunhofer Institute.
- Teichler, U. (Ed.). (2002), *ERASMUS in the SOCRATES Programme: Findings of an Evaluation Study*, ACA Papers on International Cooperation in Education, Lemmens, citado por Jöns, Heike (2009), "'Brain circulation' and transnational knowledge networks: studying long-term effects of academic mobility to Germany, 1954-2000", *Global Networks* vol. 9, nº 3.
- Tijssen, R. W. e T. N. Van Leeuwen (2007), "Research cooperation within Europe: bibliometric views of geographical trends and integration processes." *Proceeding trends and integration, proceedings of the ISSI*.
- Thorn, K. e Holm-Nielsen, L.B., (2008) *International mobility of researchers and scientists – Policy options for tuning a drain to a gain*. Helsinki: UNU-WIDER.
- Turpin, T., Woolley, R., Marceau, J., e Hill, S. (2008), "Conduits of knowledge in the Asia Pacific: Research training, networks and country of work", *Asian Population Studies* vol.4, nº3.
- Van de Sande, D., Ackers, L. e Gill, B. (2005) *Impact Assessment of the Marie Curie Fellowships under the 4th and 5th Framework Programs of Research and Technological Development of the EU (1994-2002)*. Bruxelas: Comissão Europeia.
- Van Der Gaag, M. e Snijders, T. (2004) "Proposals for the measurement of individual social capital", em H. Flap, e B. Volker (eds.) *Creation and Returns of Social Capital*. London, Routledge.
- Vertovec, S. (1999), "Conceiving and researching transnationalism" *Ethnic and Racial Studies*, vol.22, nº2.
- Vertovec, S. (2002), "*Transnational networks and skilled labour migration*, ESRC Transnational Communities Programme Working Paper.
- Veugelers, R., (2010), "Towards a multipolar science world: trends and impact", *Scientometrics*, vol.82, nº2.
- Videira, Pedro (2013), "A mobilidade internacional dos cientistas: construções teóricas e respostas políticas", em Araújo, Emília, Margarida Fontes e Sofia Bento (eds.) *Para um debate sobre Mobilidade e Fuga de Cérebros*, Braga, CECS Publicações-Ebooks.
- Wallace, Claire e Dariusz Stola (2001), "Introduction: patterns of migration in Central Europe.", em *Patterns of migration in Central Europe*. Palgrave Macmillan, 3-44.
- Wagner, Caroline et al. (2011), "Approaches to understanding and measuring interdisciplinary scientific research (IDR): A review of the literature", *Journal of Informetrics*, 165, 14-26.
- Weyer, J. (2000) "Zum Stand der Netzwerkforschung in den Sozialwissenschaften", em J. Weyer (Ed.), *Soziale Netzwerke. Konzepte und Methoden der sozialwissenschaftlichen Netzwerkforschung*, München und Wien: Oldenbourg.
- Whitley, Richard (2000), *The Intellectual and Social organization of Sciences*, Oxford, Oxford University Press
- Williams, A M, Baláz, V., e Wallace, C. (2004), "International labour mobility and uneven regional development human capital, knowledge and entrepreneurship", *European Urban and Regional Studies*, vol.11, nº1.
- Woelert, Peter e Victoria Millar (2013), "The 'paradox of interdisciplinarity' in Australian research governance, Higher Education, vol.66, nº6

- Wuchty, Stefan, Benjamin Jones e Brian Uzzi (2007), "The increasing dominance of teams in production of knowledge." *Science* vol. 316 n° 5827, 1036-1039 citado por Abramo, Giovanni, Ciriaco Andrea D'Angelo e Marco Solazzi (2011), "Are researchers that collaborate more at the international level top performers? An investigation on the Italian university system." *Journal of Informetrics* vol.5, n°1, 204-213.
- Yayavaram, Sai e Gautam Ahuja (2008), "Decomposability in knowledge structures and its impact on the usefulness of inventions and knowledge-base malleability.", *Administrative Science Quarterly* vol. 53, n°2, 333-362.
- He, Zi-Lin, Xue-Song Geng e Colin Campbell-Hunt (2009), "Research collaboration and research output: A longitudinal study of 65 biomedical scientists in a New Zealand university." *Research Policy* vol.38, n°2, 306-317.
- Zucker L, Darby M, Brewer M (1998) "Intellectual capital and the birth of US biotechnology enterprises", *American Economic Review*, vol.88.
- Zucker, Lynne G., et al. (2007), "Minerva unbound: Knowledge stocks, knowledge flows and new knowledge production." *Research Policy* vol.36, n°6, 850-863.
- Zweig, D. e Chung S. (2005), *Redefining the Brain Drain: China's 'Diaspora Option'*. Working Paper n.º 1, The Hong Kong University of Science and Technology.

ANEXO I – QUESTIONÁRIO DE INVESTIGAÇÃO

Inquérito aos perfis de mobilidade e circulação de conhecimento

Este questionário visa obter uma melhor compreensão dos Perfis de Mobilidade e Redes de Circulação de Conhecimento de investigadores portugueses doutorados. Desde já agradecemos a sua colaboração.

1. Em que ano concluiu o Doutoramento?

2. Quais são neste momento as suas ocupações profissionais?

Docente do Ensino Superior.

Investigador numa Instituição Pública de Investigação.

Investigador numa Empresa.

Investigador numa Instituição Privada de Investigação.

Bolseiro de investigação.

Outra.

Outra (especifique).

3. Qual a instituição com a qual tem o vínculo profissional principal, neste momento?

Nome da instituição:

Tipo de vínculo:

4. Qual é a sua situação contratual principal? (assinale apenas uma alínea)

Contrato a termo (até 3 anos).

Contrato a termo (superior a 3 anos).

Contrato permanente.

Bolseiro.

Outra.

Outra (especifique).

5. Indique em que área(s) científica(s) tem desenvolvido as suas actividades de investigação nos últimos 3 anos?

Física.

Química.

Ciências da terra e ciências do ambiente.

Ciências biológicas.

Outras ciências naturais.

Engenharia química.
Engenharia dos materiais.
Engenharia médica.
Engenharia do ambiente.
Biotecnologia ambiental.
Biotecnologia industrial.
Nanotecnologia.
Outras ciências da engenharia e tecnologias.
Ciências da saúde.
Biotecnologia médica.
Outras ciências médicas.
Biotecnologia agrária e alimentar.
Outras ciências agrárias.
Outra(s).
Outra(s) (especifique).

6. As suas actividades de investigação nos últimos 3 anos têm estado primordialmente ligadas a alguma destas áreas científicas/tecnológicas multidisciplinares?

Biotecnologia.
Nanotecnologia.
Ambas.
Nenhuma destas.

7. Participou nos últimos 3 anos, em algum projecto de empreendedorismo científico-tecnológico quer na condição de empresário quer como conselheiro científico de uma empresa?

Sim.
Não.

8. Fez o doutoramento numa instituição estrangeira?

Sim.
Não.

9. Se não fez o doutoramento numa instituição estrangeira, permaneceu durante esse período em alguma instituição estrangeira por um período acumulado superior a 6 meses?

Sim.
Não.

10. Após o doutoramento alguma das suas actividades implicou a permanência em alguma instituição estrangeira por um período acumulado superior a 6 meses? (Se a resposta às três perguntas anteriores foi Não passe para a pergunta 15)

Sim.

Não.

11. Indique a importância que cada um destes elementos assumiu na sua decisão de sair do país, durante ou após o doutoramento, por um período acumulado superior a 6 meses. (Escala de resposta: Sem importância; Pouco importante; Importante; Muito importante; Essencial)

Prestígio da instituição de destino.

Inexistência/deficiência de condições para realização de investigação na área pretendida.

Existência de colaborações/contactos anteriores com membros da instituição de destino.

Melhor acesso a redes de investigadores.

Expectativa de progressão na carreira.

Contrato de trabalho estável ou com melhores condições financeiras.

Descontentamento geral com o contexto de investigação português.

Motivos de ordem familiar ou outros motivos pessoais.

Outro(s).

Outro(s) (especifique).

12. Assinale a importância que essas estadias de longa duração no estrangeiro (por um período acumulado superior a 6 meses) tiveram sobre a sua carreira, considerando os seguintes aspectos: (Escala de resposta: Sem importância; Pouco importante; Importante; Muito importante; Essencial)

Integração em redes de investigadores e participação em projectos de âmbito internacional.

Possibilidade de publicar em revistas internacionais.

Reconhecimento científico junto de outros investigadores/instituições.

Desenvolvimento de competências de investigação.

Progressão na carreira e/ou melhores oportunidades de emprego.

Outro(s).

Outro(s) (especifique).

13. Voltou para Portugal depois de um período acumulado superior a 6 meses no estrangeiro?

Sim.

Não.

14. Indique em que medida cada um dos motivos sugeridos contribuiu para essa decisão (de regresso). (*Escala de resposta: Sem importância; Pouco importante; Importante; Muito importante; Essencial*)

Prestígio da instituição de destino.

Boas condições para realização de investigação na área pretendida.

Existência de colaborações/contactos anteriores com membros da instituição de destino.

Melhor acesso a redes de investigadores.

Expectativa de progressão na carreira.

Contrato de trabalho estável ou com melhores condições financeiras.

Desejo de contribuir para o desenvolvimento científico de Portugal.

Dificuldades de adaptação ao país onde se encontrava ou motivos de ordem familiar

Outro(s).

Outro(s) (especifique).

15. Desenvolve a sua actividade científica no estrangeiro há mais de 6 meses e tem relações de trabalho com investigadores de universidades ou centros de investigação em Portugal?

Sim.

Não.

16. Indique a frequência com que desenvolve cada uma das seguintes actividades no quadro dessas relações (com investigadores de universidades ou centros de investigação em Portugal). (*Escala de resposta: Nunca; Poucas vezes; Algumas vezes; Bastantes vezes; Muito frequente*)

Publica em co-autoria.

Lecciona.

Participa em cursos, seminários e *workshops*.

Participa em projectos como investigador ou consultor.

Actua como orientador de teses ou avaliador (concursos, júris, comités de avaliação).

Procura contactos de outros investigadores/instituições em Portugal.

Outro(s).

Outro(s) (especifique).

17. Tem desenvolvido a sua carreira científica maioritariamente em Portugal (sem nunca implicar, durante ou após o doutoramento uma permanência no estrangeiro por um período acumulado superior a 6 meses)?

Sim.

Não.

18. Indique a importância que cada um destes elementos assumiu nessa decisão (de permanência em Portugal). (*Escala de resposta: Sem importância; Pouco importante; Importante; Muito importante; Essencial*)

Prestígio da instituição onde trabalha/trabalhou.

Boas condições para realização de investigação na área pretendida.

Existência de colaborações com investigadores de instituições nacionais.

Bom acesso a redes de investigadores.

Expectativa de progressão na carreira.

Estabilidade da situação contratual.

Desejo de contribuir para o desenvolvimento científico de Portugal.

Motivos de ordem familiar ou outros motivos pessoais.

Outro(s).

Outro(s) (especifique).

19. Efectuou estadias de curta duração (de 1 a 6 meses) após o doutoramento, para actividades de índole científica, em instituições às quais não se encontrava vinculado?

Sim.

Não.

20. Faça uma estimativa do número de estadias de curta duração em:

Instituições portuguesas:

Instituições estrangeiras:

21. Assinale a importância que as estadias de curta duração (de 1 a 6 meses) no estrangeiro tiveram sobre a sua carreira, considerando os seguintes aspectos: (*Escala de resposta: Sem importância; Pouco importante; Importante; Muito importante; Essencial*)

Integração em redes de investigadores e participação. em projectos de âmbito internacional.

Possibilidade de publicar em revistas internacionais.

Reconhecimento científico junto de outros investigadores/instituições.

Desenvolvimento de competências de investigação.

Progressão na carreira e/ou melhores oportunidades de emprego.

Outro(s).

Outro(s) (especifique).

22. Neste quadro pedimos que liste (indicando o NOME e a INSTITUIÇÃO onde trabalham) os contactos mais importantes (formais ou informais) que mantém com outros cientistas para a obtenção de conhecimento científico relevante para a sua actividade profissional. Esta questão é essencial para a investigação em curso pelo que pedimos que preencha o quadro da forma mais completa e exaustiva possível.

Contacto 1:

Contacto 2:

Contacto 3:

Contacto 4:

Contacto 5:

Contacto 6:

Contacto 7:

Contacto 8:

Contacto 9:

Contacto 10:

23. O próximo quadro reporta-se novamente aos contactos mais importantes que mantém com outros cientistas para a obtenção de conhecimento científico relevante para a sua actividade profissional. Pedimos-lhe que siga a ordem dos contactos, por si atribuída na pergunta anterior. Esta questão é essencial para a investigação em curso pelo que pedimos que preencha o quadro da forma mais completa e exaustiva possível, indicando:

	<i>Tipo de relação</i>	<i>Como obteve o contacto</i>	<i>Tipo de conhecimento obtido</i>	<i>Importância do conhecimento obtido para a sua actividade científica</i>	<i>Data do primeiro contacto</i>
Contacto 1:					
Contacto 2					
Contacto 3:					
Contacto 4:					
Contacto 5:					
Contacto 6:					
Contacto 7:					
Contacto 8:					
Contacto 9:					
Contacto10:					

24. Tem relações de trabalho com investigadores não portugueses de universidades ou centros de investigação fora do país onde desenvolve a sua actividade principal?

Sim.

Não.

25. Indique a frequência com que desenvolve cada uma das seguintes actividades no quadro dessas relações (com investigadores não portugueses de universidades ou centros de investigação fora do país onde desenvolve a sua actividade principal). (Escala de resposta: Nunca; Poucas vezes; Algumas vezes; Bastantes vezes; Muito frequente)

Publica em co-autoria.

Lecciona.

Participa em cursos, seminários e *workshops*.

Participa em projectos como investigador ou consultor.

Actua como orientador de teses ou avaliador (concursos, júris, comités de avaliação)

Procura contactos de outros investigadores/instituições em Portugal.

Outro(s).

Outro(s) (especifique).

26. Tem relações de trabalho com investigadores portugueses de universidades ou centros de investigação fora de Portugal?

Sim.

Não.

27. Indique a frequência com que desenvolve cada uma das seguintes actividades no quadro dessas relações (com investigadores portugueses de universidades ou centros de investigação fora de Portugal). (Escala de resposta: Nunca; Poucas vezes; Algumas vezes; Bastantes vezes; Muito frequente)

Publica em co-autoria.

Lecciona.

Participa em cursos, seminários e *workshops*.

Participa em projectos como investigador ou consultor.

Actua como orientador de teses ou avaliador (concursos, júris, comités de avaliação).

Procura contactos de outros investigadores/instituições em Portugal.

Outro(s).

Outro(s) (especifique).

28. Qual a importância que atribui a cada uma destas seguintes actividades para a construção da rede de contactos que mobiliza no decurso da sua actividade científica? (*Escala de resposta: Nunca; Poucas vezes; Algumas vezes; Bastantes vezes; Muito frequente*)

Estádias de longa duração .

Estádias de curta duração (incluindo seminários, conferências e congressos).

Contactos informais obtidos através de colegas.

Contactos obtidos através da instituição onde trabalha/trabalhou.

Colaborações previamente existentes.

Contactos obtidos por iniciativa própria.

Outro(s).

Outro(s) (especifique).

29. Nome:

30. Idade:

31. Estado civil:

Solteiro(a).

Casado(a)/União de facto.

Divorciado(a)/Separado(a).

Viúvo(a).

32. Qual a cidade onde reside a maior parte do tempo?

33. Deseja receber os resultados deste estudo, à data da sua conclusão?

Sim.

Não.

Grato pela sua colaboração.

Para qualquer esclarecimento adicional: inquerito.investigacao@gmail.com