



A pesquisa em genética humana sob o prisma das redes: uma abordagem metodológica sobre campo científico e domínio de conhecimento¹

Research in human genetics from a social network angle: a methodological approach on scientific field and knowledge domain

Lidiane Carvalho*

Regina Marteleto**

RESUMO

O artigo é um recorte metodológico de uma tese de doutorado cujo objeto é o estudo das redes de pesquisadores da área de genética humana. Apoia-se numa fundamentação teórica que aproxima os princípios conceituais e metodológicos da sociologia do conhecimento (Pierre Bourdieu), aos da organização do conhecimento (Birger Hjørland e outros). Para operacionalizar esses quadros teóricos no estudo de redes de pesquisa, utiliza-se o método de análise de redes sociais (ARS), focando nos seguintes conceitos: domínio de conhecimento; comunidade discursiva; campo científico; capital social; capital científico. Os procedimentos metodológicos foram realizados a partir da extração dos dados de coautorias entre pesquisadores vinculados a pesquisas com o genoma, optando-se pela abordagem de *ego rede*. O objetivo é analisar os processos de comunicação, autoridade e autoria científica, a fim de estudar este campo científico e domínio de conhecimento por meio da morfologia da rede de pesquisa. Os resultados mostram as seguintes

ABSTRACT

The article is a methodological cut of a doctoral thesis whose object is the study of the networks of researchers of the area of human genetics. It is based on a theoretical foundation that approximates the conceptual and methodological principles of the sociology of knowledge (Pierre Bourdieu) and the organization of knowledge (Birger Hjørland and others). In order to operationalize these theoretical frameworks in the study of research networks, the method of social networks analysis (SNA) is used, focusing on the following concepts: domain of knowledge; discursive community; scientific field; social capital; scientific capital. The methodological procedures were carried out by extracting data from co-authors between researchers linked to genome research, opting for the ego-network approach. The objective is to analyze the processes of communication, authority and scientific authorship, in order to study this scientific field and knowledge domain through the morphology of the research network. The results show the following evidence: the

¹ Este artigo apresenta parte dos resultados da tese de doutoramento *Informação e genética humana: o sequenciamento de uma cultura científica*, defendida no Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação, PPGCI/Ibict-UFRJ.

* Doutor em Ciência da Informação. Pesquisadora em Saúde Pública ICICT/FIOcruz. Professor Adjunto da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro - UNIRIO. Endereço: Av. Brasil, 4.365 - Pavilhão Haity Moussatché - Manguinhos, Rio de Janeiro CEP: 21040-900 | Tel.: (+55 21) 3865-3131 | Fax.: (+55 21) 2270-2668 . E-mail: lidiane.carvalho@icict.fiocruz.br

** Doutora em Comunicação e Cultura (Eco/UFRJ). Professora do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação (PPGCI/Ibict-UFRJ). Endereço: Rua Lauro Muller, 455, 4º andar, CEP 22290-160, Rio de Janeiro, RJ. E-mail: regina.mar@ibict.br.

evidências: a natureza da informação compartilhada em coautorias expressa o capital científico do ego e da rede. O capital científico obteve alta convertibilidade em capital social; os objetos de pesquisa, linguagens e classificações se formaram na medida do lançamento de novos editais do projeto genoma, geralmente com chamadas específicas de agências de fomento. Conclui-se que em redes de pesquisa nesse domínio – a genética humana –, a conversão do capital científico em capital social funciona como uma espécie de mobilizador de trocas simbólicas e meio de prover energia relacional necessária para firmar acordos, estabelecer elos e parcerias e manter grupos de interesses disciplinares e interdisciplinares interligados.

Palavras-chave: Produção do Conhecimento Científico; Análise de Redes Sociais (ARS); Análise de Domínio; Genética Humana; Campo Científico.

nature of information shared in co-authoritative expressions expresses the scientific capital of the ego and the network. Scientific capital obtained high convertibility in social capital; research objects, languages, and classifications were formed as the launch of new genome project notices, usually with specific calls from development agencies. It is concluded that in research networks in this field - human genetics - the conversion of scientific capital into social capital functions as a kind of mobilizer of symbolic exchanges and is a means of providing the relational energy needed to enter into agreements, establish links and partnerships and maintain disciplinary and interdisciplinary interest groups.

Keywords: Scientific Knowledge Production; Social Network Analysis; Domain Analysis; Human Genetics; Scientific Field.

INTRODUÇÃO

Este artigo apresenta um estudo da formação de rede científica por meio de coautorias no campo científico da genética humana no Brasil. Utilizou como recurso analítico uma fundamentação teórica que aproxima os princípios conceituais e metodológicos da sociologia do conhecimento de Pierre Bourdieu e outros aos da organização do conhecimento (KO) de Birger Hjørland e outros. Tal ancoragem teórica considera a informação científica numa perspectiva relacional, qual seja, do conhecimento produzido entre os cientistas e os efeitos de realidade deste conhecimento em suas dimensões ética, política, cultural e social.

O pressuposto teórico que norteia este estudo sustenta-se no argumento de que as visões de mundo que orientam a ação humana são estruturantes das formas de representar o conhecimento, das novas nomenclaturas, dos sistemas de informação e das respostas à realidade humana experimentada. Fundamentalmente, quando se entende a organização do conhecimento como expressão de um domínio de práticas de conhecimento de uma determinada comunidade discursiva, novas possibilidades de entendimento sobre a natureza da informação compartilhada emergem.

Para operacionalizar os quadros teóricos acima mencionados, o estudo empregou o método de análise de redes sociais (ARS) e como recurso teórico-metodológico para analisar as posições dos atores, os seguintes conceitos: domínio de conhecimento; comunidade discursiva; campo científico; capital social; capital científico. Reconhece-se o conceito de domínios de conhecimento como complementar ao conceito de campo científico, no sentido de que ambos expressam influências epistemológicas, sociais, econômicas e culturais, sendo o primeiro orientado pelas epistemologias e o segundo pela estrutura social.

Os procedimentos metodológicos para a identificação da rede científica estudada partiram da coleta dos dados de coautorias estabelecidas entre pesquisadores vinculados a investigações científicas no campo da genética humana. O campo empírico analisado nessa rede identificou 184 pesquisadores a partir da abordagem da *ego redes*. Esta abordagem se caracteriza por identificar um ator principal como ponto de partida para mapear os demais atores envolvidos numa estrutura social específica. No caso desta investigação, selecionou-se a *ego rede* formada pelo geneticista e professor brasileiro Sérgio Pena e os laços por ele estabelecidos em contatos de coautoria de primeiro e segundo grau.

Os resultados permitiram traçar as seguintes evidências estruturais sobre o comportamento de pesquisa no campo da genética humana no Brasil entre (1973-2013): a) estabeleceu domínios de conhecimento envolvendo as tecnologias de mapeamento, sequenciamento e estudos de polimorfismos do genoma; b) na dimensão econômica, as agências de fomento e políticas científicas de pesquisa influenciaram a formação das comunidades discursivas em torno dos objetos previstos nos editais; c) os usos sociais da pesquisa genômica no Brasil desdobraram-se em questões éticas e culturais. Os geneticistas passaram a participar de audiências públicas – por exemplo, a discussão sobre uso de células-tronco na pesquisa científica e o emprego do sistema de cotas raciais para acesso à universidade pública brasileira.

Em relação ao comportamento da rede de pesquisa, pelo estudo da medição das relações entre os atores, observou-se que os laços fortes foram mantidos com professores doutores formados pelo *ego* da rede, e os elos fracos foram aqueles mediados por um *álter* (alunos de mestrado e doutorado do *ego* da rede). Os alunos que se tornaram doutores tiveram alta centralidade de intermediação na estrutura estudada, porque estabeleceram contatos com outros pesquisadores de outras regiões e países, fortalecendo assim o capital científico institucionalizado da rede. Explica-se esta força das relações pelo prisma do capital social. Observa-se que o capital social é uma espécie de mobilizador das trocas simbólicas, sendo a energia necessária para que as comunidades discursivas se formem e domínios de conhecimento se estabeleçam no campo científico.

Esta investigação apresenta ainda um quadro que permite estudar as conversões entre o capital científico e o capital social em uma rede de pesquisa científica, levando à percepção tanto da interdisciplinaridade entre domínios de conhecimentos quanto da necessária interlocução dos atores acadêmicos com outros atores sociais.

O CONTEXTO DA PESQUISA: A GENÉTICA HUMANA

O Projeto Genoma Humano constituiu um marco para os estudos com o genoma humano, porque produziu dados que puderam ser acessados e analisados por cientistas do mundo inteiro. O primeiro genoma sequenciado no Brasil foi do fitopatógeno da bactéria *Xylella fastidiosa* concluído em 2000. O sequenciamento rendeu uma capa na *Nature* em 13 de julho de 2000. O projeto envolveu cerca de 190 cientistas.

O sequenciamento desse genoma representou importante marco para a ciência nacional, e teve significado cultural e político para o país porque formou um dos primeiros pesquisadores nesse campo, com competência para executar técnicas avançadas em biologia molecular. A rede Onsa (Organisation for Nucleotide Sequence and Analysis), juntamente com a Fapesp, financiou os primeiros projetos científicos de larga escala na área do Brasil (DIAS NETO, 2000, p.125).

Essa pesquisa demonstrou a capacidade científica brasileira e colocou o país em posição de destaque no panorama científico internacional, ao mesmo tempo em que estimulou o surgimento de grupos de pesquisa distribuídos pelas várias regiões. A difusão da ciência genômica foi fundamental para o surgimento de novos projetos da Rede Onsa, entre eles o Projeto Genoma do Câncer Humano Ludwig/Fapesp (HCGP).

No cenário mundial, a pesquisa genômica, de acordo com o National Human Genome Research Institute (2011), até o momento permitiu: a) determinar a ordem ou a sequência de todas as bases de DNA, ou seja, o genoma humano; b) elaborar mapas que mostram a localização dos genes para as seções principais de todos os cromossomos, ou seja, seus mapas de ligações; (c) elaborar versões complexas e de alcance na investigação sobre a hereditariedade e variações genéticas.

Os dados e informações produzidos pelo Projeto Genoma Humano (PGH) foram organizados e encontram-se acessíveis gratuitamente na internet. Por outro lado, os usos sociais da pesquisa genômica envolvem questões éticas e culturais que têm mobilizado cientistas a discutir sobre os efeitos de seus produtos de pesquisa. O Projeto Genoma Humano (PGH) organizou o The Ethical, Legal and Social Implications (Elsi) Research Program, que desenvolve estudos sobre as implicações éticas, jurídicas e sociais das descobertas e aplicações relacionadas ao conhecimento genético e o subsequente desenvolvimento de opções políticas para consideração pública.

Nessa perspectiva, no Brasil o geneticista Sérgio Pena (2005, p. 321, 2006), que constitui o eixo da rede estudada nesta pesquisa, trabalhou no mapeamento da variabilidade genética da população brasileira, contribuindo ativamente na discussão sobre o sistema de cotas das universidades públicas brasileiras. Pena e Birchall (2006, p.11) afirmam que “embora a ciência não seja campo de origem dos mandamentos morais, ela tem um papel importante na instrução da esfera social” ao esclarecer sobre determinados processos relacionados aos modos de composição da vida humana, “a ciência liberta pelo poder de afastar erros e preconceitos. Assim, a ciência demonstrou a inexistência das raças em seu seio e pode catalisar a desconstrução das raças como entidades sociais”.

A Lei nº 12.711, assinada em 29 de agosto de 2012, trata de reunir diretrizes sobre a distribuição das vagas nas universidades no Brasil, ficando estabelecido no artigo 3º que cada instituição federal de ensino superior deve destinar 50% das suas vagas para alunos procedentes de escolas públicas, e por autodeclarados (cor da pele), pretos, pardos e indígenas, em proporção no mínimo igual à de pretos, pardos e indígenas entre a população da unidade da Federação onde está instalada a instituição, segundo o mais recente censo disponível do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Os usos das informações originadas da sequência de um genoma apresentam uma ampla possibilidade de aplicações científicas e técnicas. As medicinas personalizadas, por exemplo, têm base nas disciplinas da genômica e nos avanços da farmacogenômica. A terapia genética e a medicina regenerativa são possibilidades emergentes para cura, tratamento e prevenção de doenças.

CAMPO CIENTÍFICO E DOMÍNIOS DE CONHECIMENTO: UMA ABORDAGEM SOCIAL NOS ESTUDOS DA INFORMAÇÃO

O conceito de “campo”, desenvolvido pelo sociólogo Pierre Bourdieu (2004, p.20), foi utilizado para designar um espaço relativamente autônomo, dotado de suas próprias leis, mas que emerge de um macrocosmo. Uma das grandes questões que surgirão nos campos (ou subcampos) científicos, para o autor, será precisamente acerca do grau de autonomia que eles usufruem, especialmente em relação às disciplinas que o constituem.

O campo científico é um lugar de relações de forças, que implica em tendências imanentes e probabilidades objetivas. Ao formular o conceito de campo científico, Bourdieu recorre ao conceito de capital social para tratar do quanto de energia social é liberada pela ação humana neste jogo imanente (BOURDIEU, 1998, p. 21; 2004, p. 28).

No que diz respeito às formas objetivas e subjetivas de reconhecimento no espaço de lutas, (o campo), o capital científico é uma espécie particular de mobilizações simbólicas onde cada campo é o lugar de constituição de uma forma específica de capital (sempre fundado sobre atos de conhecimento e reconhecimento), que consiste no reconhecimento (ou no crédito) atribuído pelo conjunto de pares/concorrentes no interior do campo científico. São exemplos de dispositivos amplamente conhecidos no campo científico: a luta pelo número de menções do *Citation Index*; medalhas; Prêmio Nobel; traduções; entre outros dispositivos emergentes de medição das práticas científicas, como a altimetria e a autopublicação (BOURDIEU, 2004, p. 24, 26).

O volume do capital social de um ator (individual) depende da extensão da rede de relações que ele consegue mobilizar e do volume do capital (econômico, cultural ou simbólico). O capital social se evidencia, segundo Bourdieu (1998, p.65) no conjunto de recursos, atuais ou potenciais, que estão ligados à posse de uma rede durável de relações mais ou menos institucionalizadas, em outros termos, à vinculação a um grupo, como conjunto de agentes que não somente são dotados de propriedades comuns e unidos por ligações permanentes e úteis.

Associando e reinterpretoando os conceitos de campo científico, capital científico e capital social à luz dos estudos informacionais, as autoras, Nascimento e Marteleto (2008) consideram que a sociologia do conhecimento desenvolvida por Pierre Bourdieu permite refletir sobre as condições sociais de produção, tanto dos conhecimentos quanto dos seus instrumentos de representação, organização e uso, e favorecem as análises sobre a dimensão social, cultural e histórica da informação na construção de sistemas, linguagens e dispositivos de classificação e organização do conhecimento.

Nesta mesma linha, a análise de domínio proposta por Hjørland (1998,2002) propôs onze abordagens metodológicas formando um percurso para analisar a estrutura e a organização dos conhecimentos num domínio, entre elas os estudos de comunicação científica e os métodos bibliométricos. O pressuposto é que os campos e os domínios de conhecimento na ciência envolvem seus participantes num movimento de edição e publicação, uma vez que os orienta a registrar suas práticas e produções por meio da escrita científica (artigos, livros, comunicações).

Nessa perspectiva, tanto as abordagens interpretativas da sociologia do conhecimento quanto as abordagens pragmáticas dos estudos de domínios de conhecimentos orientam suas análises por meio de três distintas e complementares

dimensões do conhecimento na ciência: as epistemológicas, (a escrita científica); as institucionais (as disciplinas científicas); e sociais – a autoria científica (MARTELETO, 2012).

Segundo Durant (2005, p. 22-23), a ciência é uma prática social cujo processo de produção do conhecimento envolve, no mínimo: um conjunto de conhecimentos existentes; um cientista que identifica um problema e contribui para esse *corpus* por meio da realização e da descrição de um trabalho orientado por convenções arbitradas pelos pares; o julgamento e a possível rejeição ou modificação do trabalho; a submissão e a publicação; o exame crítico do trabalho publicado; e, finalmente, a possibilidade de entrada do trabalho no *corpus* do conhecimento existente.

Nos termos de Bourdieu (2001, p.86-87) a escrita científica carrega consigo a materialidade das práticas sociais e conforma um *habitus* linguístico próprio do campo, pelo fato de não ser uma simples produção de discursos, mas uma produção de discursos ajustados a uma “situação” ou, de preferência, ajustados a um mercado ou a um campo no qual os atores são orientados para registrar suas práticas utilizando uma linguagem própria do campo, sendo essa uma das condições para se inserir e participar do processo de produção e certificação do conhecimento científico.

Hjørland (1998) assinala a sua concordância com o “realismo pragmático”, o qual permitiria um entendimento do conhecimento mais próximo dos paradigmas vigentes nos domínios – associados às potencialidades informativas dos documentos –, e deixa clara a intenção técnico-pragmática da análise de domínio quando lembra que ela está orientada para objetivos práticos de indexação e recuperação da informação. E, por isso, não dependeria apenas de “estudos de usuários”, mas principalmente de normas metodológicas e epistemológicas.

No contexto de um campo científico, os documentos e as coautorias nele expressas podem indicar não apenas o movimento comunicacional entre os cientistas/pesquisadores, mas ainda um meio de prover a energia relacional necessária para firmar acordos, estabelecer elos e parcerias, e manter grupos de interesses disciplinares e interdisciplinares interligados.

O *habitus* científico é para Bourdieu (1983) conceituado como disposições que formam e produzem sentido em uma estrutura social. Desse modo, os processos de conversão do capital científico em capital social indicam o *quantum* de energia social que cada ator libera na rede, possibilitando as trocas, os fluxos informacionais, as alianças para reunir recursos econômicos e humanos, e nesse cenário estão presentes a colaboração, a competição e a luta pela prioridade da descoberta.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS: MATERIAIS E MÉTODOS

Em busca de um recorte representativo do campo da genética humana do ponto de vista da metodologia da análise de redes sociais (ARS), realizou-se no segundo semestre de 2012 um levantamento dos pesquisadores atuantes que indexaram seus *curriculum vitae* na Plataforma Lattes do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq/MCTI). Nessa etapa, identificaram-se 85 pesquisadores com bolsa de produtividade 1A. Destaca-se que essa classificação é atribuída pelo CNPq como reconhecimento por mérito científico e de alto desempenho aos pesquisadores brasileiros.

Optou-se pelo recorte de uma *ego-rede* formada por um coletivo de pesquisadores, estudantes, técnicos e outros atores, centrada no médico e geneticista brasileiro Sérgio Danilo Junho Pena (bolsa de produtividade 1A), escolha que ocorreu especialmente porque esse pesquisador é reconhecido publicamente pelas pesquisas com a variabilidade genética da população brasileira, com inserção nacional e internacional, estabelecendo elos interdisciplinares e interinstitucionais com diferentes atores e esferas sociais.

Para fins de caracterização desse recorte empírico, destaca-se que o geneticista Sérgio Pena tem participação nos principais organismos internacionais de pesquisa com o genoma humano. No Brasil, é membro titular da Academia Brasileira de Ciências (ABC), e sócio-fundador do Núcleo de Genética Médica de Minas Gerais (Gene), um dos primeiros laboratórios privados a oferecer teste de paternidade na América Latina, onde atualmente é diretor científico. Entre variadas atuações públicas, em 2010 participou da Audiência Pública sobre a Constitucionalidade de Políticas de Ação Afirmativa de Acesso ao Ensino Superior.

Após a seleção da amostra, utilizaram-se os seguintes instrumentos e materiais: a) o *software* Sciplattes, para a coleta dos artigos publicados e divulgados na Plataforma Lattes/CNPq pelo ator principal (*ego*) e seus coautores; b) o *software* Ucinet, para a análise das medidas relativas às posições e relações entre os atores; c) o *software* VOSviewer (ECK; WATMAN, 2009) para a visualização das relações entre palavras-chave e coautorias. A rede de pesquisa mobilizada pelo geneticista é composta por 184 pesquisadores inscritos na Plataforma Lattes/CNPq e localizados em diferentes regiões do país, que publicaram em coautoria no período entre 1979 e 2013. Os dados sobre os atores descritos na análise de redes foram complementados com materiais de divulgação científica e material bibliográfico.

Sobre as *ego-redes*, salienta-se que os objetivos da análise das relações entre os atores neste tipo de recorte metodológico orientam-se pelos mesmos princípios de análise das redes sociocêntricas ou completas, e segundo De La Rua (2009) podem: a) identificar regularidades; b) analisar a percepção dos atores; c) realizar uma análise mais sistemática de múltiplos pertencimentos dos atores, da variedade de papéis que representam e de diferentes padrões de interação. Em relação às medidas pertinentes à análise de redes sociais e às formas de operacionalização para a medição do capital científico e do capital social, o Quadro 1 apresenta as medidas relatadas na literatura e suas correspondências.

Quadro 1. Medidas de análise de redes versus capital social.

MEDIDA	DEFINIÇÃO	
<i>Size/Degree</i> (Burt, 1983)	Energia social mobilizada pelo número de elos estabelecidos.	Positivo. Quanto maior o número de elos estabelecidos, maiores a chance de uma delas ter o recurso que um ator necessita.
<i>Intermediação betweenness</i> (Freeman, 1979)	Atores que unem outros <i>alteres</i> ao ego.	Positivo. Atores com altos <i>betweenness</i> unem atores que estão isolados criando oportunidades para exploração da informação.
<i>Proximidade</i> (Freeman, 1979)	Quanto maior o valor do laço com o ego, mais forte a colaboração na formação de domínios; mais central ao processo produtivo de domínios; maior a probabilidade da informação compartilhada por este ator ser relevante para a formação de domínios.	Negativo. Quanto maior for a distância para os outros nós, menor a probabilidade de receber informações de forma oportuna.

Fonte: adaptado de Borgatti (1998, p. 27-3) e Hanneman (2005).

As medidas utilizadas para analisar a rede foram as medidas estruturais fornecidas pela literatura concernente aos estudos de análise de redes sociais. Para a sua operacionalização, empregou-se o *software* Ucinet. Para medir o capital social, empregaram-se medidas de análise de redes de centralidade de grau. Estas medidas foram extraídas pelo comando *Centrality and power* no Ucinet.

A centralidade de grau é uma medida importante para identificar os atores com maior número de contatos. Quanto maior o número de contatos, maior a capacidade de um cientista mobilizar recursos de pesquisa, formando comunidades discursivas em torno de um tema ou objeto de pesquisa. Bourdieu (2008) ensina que o capital científico é adquirido de forma lenta e gradual. Nesse sentido, pode-se dizer que as comunidades discursivas se formam a partir do movimento social da ciência que segundo Bourdieu (2008, 2011) se estabelece na prática, por meio de orientações de doutorado e publicações científicas, entre outros produtos da ciência.

Em relação aos aspectos éticos envolvidos na pesquisa, destaca-se que a natureza dos dados é pública, por estarem acessíveis na Plataforma Lattes/CNPq. Concomitante a esta fase, realizou-se um estudo na literatura científica internacional no campo dos estudos de informação sobre a genética humana e genômica.

RESULTADOS

Observou-se que a mobilização dos pesquisadores ocorreu de forma lenta e gradual. Entre 1988 até 1992, reuniram-se os primeiros 12 membros da rede estudada, produzindo teses e artigos resultantes de pesquisas, envolvendo: teste de paternidade; vigilância epidemiológica de anomalia congênita; variação genética; genética das populações; genética forense. O destaque do período foi o

desenvolvimento de metodologia para avanço nos testes de paternidade na tese de doutorado intitulada *Metodologia não isotópica de estudo de impressões digitais de DNA: aplicação na identificação, caracterização e taxonomia de Trypanosomatídeos*, da pesquisadora Andréa Mara Macedo, defendida em 1991, orientada pelo geneticista Sérgio Pena no Programa de Pós-Graduação em Bioquímica e Imunologia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), o que representou um marco importante para os estudos de testes de paternidade no Brasil.

As pesquisas realizadas entre 1993-1997 mobilizaram cerca de 33 membros e que se uniram em 26 subgrupos diferentes. A natureza da informação compartilhada em subgrupos, no campo científico nesse período, esteve relacionada às temáticas de genética das populações, genética forense e do projeto “*Schistosoma mansoni*”.

Entre 1998 e 2002, reuniram-se 49 membros em coautorias, que formaram 26 subgrupos diferentes. Nos anos subsequentes, entre 2003 e 2013, a rede passou gradualmente a incorporar atores científicos, totalizando ao final do período 184 pesquisadores. Os domínios de conhecimento identificados foram genética das populações ameríndias, *Schistosoma mansoni*, PCR/metodologias de sequenciamento em *Trypanosoma cruzi*, métodos e técnicas de sequenciamento em *Schistosoma mansoni*, cromossomo Y, cromossomo X, ancestralidade genômica e identidade nacional: implicações biomédicas e forenses. Desde 2005, a rede de pesquisa está envolvida com a análise do DNA mitocondrial (mtDNA) e estudos sobre genética das populações.

Na análise de redes, a centralidade de grau é baseada na contagem do número de laços estabelecidos (*ties e degree*), e essas são medidas que nos dizem sobre o capital social dos atores em relação ao ego dentro da rede. Entre os atores com maior capital social, em relação ao ego, estão os atores 2, 3, e 7, que foram formados no doutorado pelo geneticista Sérgio Pena, conforme pode ser observado no quadro abaixo:

Quadro 2. Capital social – Medidas de Centralidade 1973-2013/1º semestre.

Ator	Capital Social Maior para Menor (Degree)	Proximidade do ego (Closeness)	Mediador de conexões Betweenness	Força do Laço Eigenvector
1. Sergio D.J. Pena	97.268	97.340	62.197	49.760
2. Franco, G. R	51.913	67.528	8.901	38.148
3. Macedo, A.M	38.251	61.616	3.115	24.580
4. Machado, C. R	33.880	60.000	2.182	22.400
5. Oliveira, S. C	26.230	57.367	1.177	25.914
6. Azevedo, V	25.683	57.188	1.000	25.598
7. Santos, F. R	25.683	57.188	1.272	23.827
8. Chiari, E	23.497	56.481	0.869	16.102
9. Camargo, A. A	20.765	55.623	0.770	20.913

10. Bonatto, S. L	19.126	55.120	0.428	20.182
-------------------	--------	--------	-------	--------

Fonte: Plataforma Lattes MCT/MCTI (2013).

A centralidade de grau (*degree*) para Everett e Borgatti (2005, p. 32) é uma medida empregada tanto em redes sociocêntricas como egocêntricas. O que as diferencia são os métodos de estudo. O capital social pode ser no nível individual (*ego*) ou coletivo (*alteres*). A centralidade de grau informa sobre quanta energia social um ator mobiliza pelo caminho percorrido entre “um nó e outro”. Este caminho envolve pelo menos dois atores (*díade*), transitando por tríades e avançando para grupos com maior ou menor densidade, formando as comunidades discursivas.

Nos estudos de coautoria da amostra empreendida, podem ser observados na Figura 1, na qual cada cor representa um *cluster*, uma conexão ligada por um objeto de pesquisa em comum, dando forma a uma comunidade discursiva. As comunidades discursivas podem ser formadas por duas espécies de capital científico e segundo Bourdieu (2008, p. 35) as leis de acumulação são diferentes: (i) o capital científico “puro” adquire-se, principalmente, pelas contribuições reconhecidas ao progresso da ciência, as invenções ou as descobertas, por exemplo, as publicações; ii) o capital científico institucionalizado, que se adquire por estratégias políticas.

As formas de transmissão entre as duas formas de capital, também são diferenciadas: o capital científico puro, segundo Bourdieu (2008, p. 35) tem sempre alguma coisa de carismático, na percepção comum está ligada à pessoa, aos seus “dons” pessoais. Entretanto, esses dons são expressões formadas e formadoras de uma determinada estrutura social.

A vinculação de um indivíduo/ator a um determinado espaço social, qual campo científico seja, está regulada por um conjunto de fatores sociais. São eles: a identidade, familiaridade com determinada disciplina e a cooperação entre atores, formando o que denominamos de comunidades discursivas. Esses fatores influenciam a formação de redes em um campo científico. Pierre Bourdieu denomina de capital social a força/energia de mobilização dos atores ao estabelecer conexões entre si.

Esses fatores influenciam a formação de redes em um campo científico. Pierre Bourdieu denomina de capital social a força/energia de mobilização dos atores ao estabelecer conexões entre si.

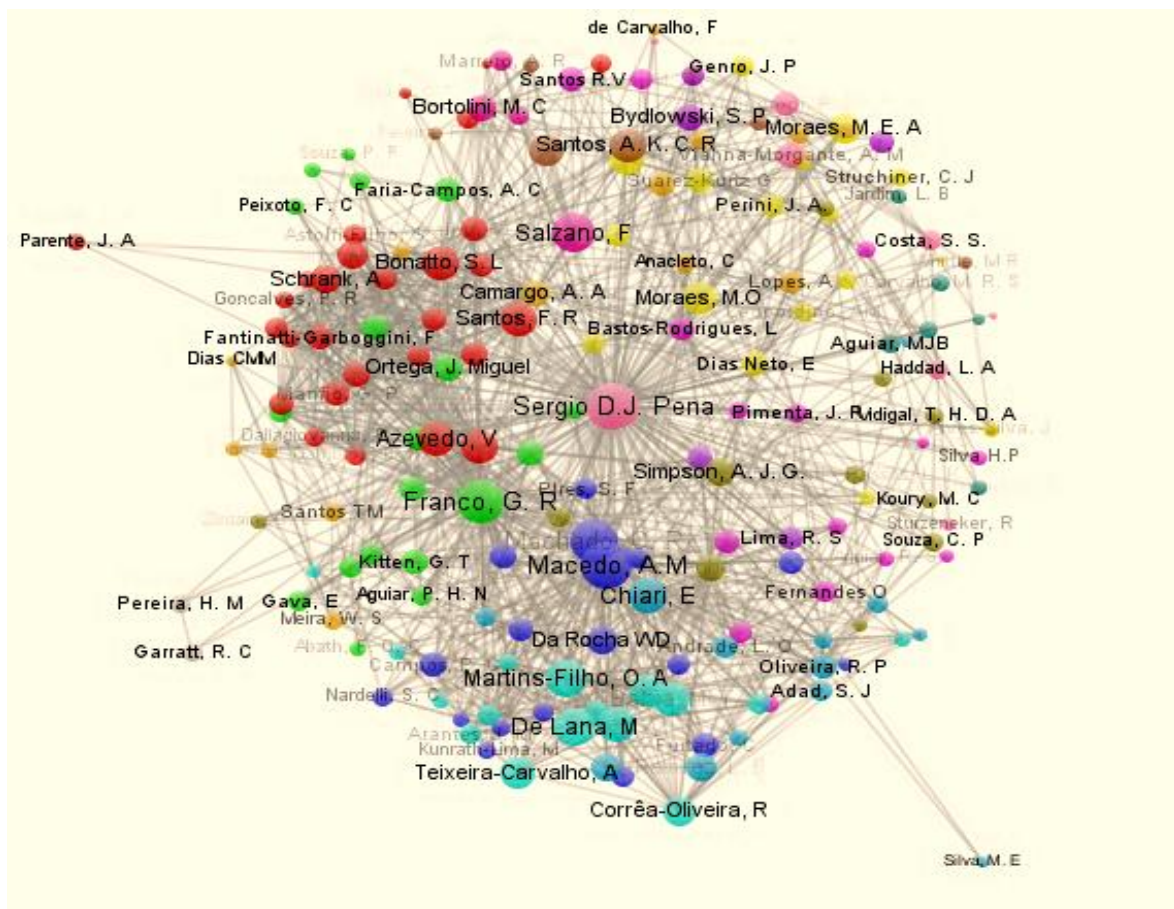
Para Bourdieu (1983, 2001, 2011) a ação humana estaria condicionada à influência das formas de vida e às condições de existência do passado. Desse modo, a energia social não é um atributo dos atores, mas pode ser da cultura, da natureza estrutural, social e psicológica. O capital social depende do compartilhamento de interesses e valores, e no campo científico a formação de conhecimento está diretamente relacionada com esses aspectos de natureza social.

Do ponto de vista do capital social, quanto mais heterogênea for uma rede, maior capital social ela pode agregar; por outro lado, a heterogeneidade se torna negativa quando entra em conflito com a qualidade composicional. Borgatti, Jones e Everett (1998) esclarecem que a qualidade composicional, se investigada na perspectiva do capital social, é relevante quando se necessita analisar um conjunto de alteres com determinadas características para compor a rede, e quanto mais conectados um ao outro, maior o capital social.

Em outras palavras, os agentes (indivíduos ou instituição) caracterizados pelo volume de seu capital científico determinam a estrutura do campo em proporção ao seu peso, que depende do peso de todos os outros agentes, isto é, de todo o espaço. Mas, ao contrário, cada agente age sob a pressão da estrutura do espaço que se impõe a ele, especialmente se o seu peso na estrutura for frágil. Portanto, a estrutura é determinada pela distribuição do capital científico e a coautoria pode ser uma forma de medir esse capital (BOURDIEU, 2004, p.24).

Ao agregar capital para si, os alteres fortalecem o capital uns dos outros, na medida em que compartilham recursos materiais e humanos, resultando em elos expressos em coautoria. O capital social pode ser medido como explica o Quadro 2 e representado no Grafo1.

Grafo 1. Egonetwork de pesquisadores na genética humana 1973-2013/1º Semestre.



Fonte: Plataforma Lattes CNPq/MCTI (2013).

Legenda

Em vermelho, os atores que trabalharam com o projeto genoma brasileiro; em amarelo, genômica do câncer; em verde, com o sequenciamento do *Schistosoma mansoni*; em azul escuro e azul claro, o *Trypanosoma cruzi* e *Leishmania*. Em rosa, os atores que trabalharam com genética humana e dos parasitos.

Sobre a composição estrutural da rede, pode-se concluir que: a) a formação de domínios de conhecimento ocorre em torno de projetos genoma; b) os participantes da rede são alunos de mestrado e doutorado e professores que atuam como pesquisadores, mas também desenvolvem atividade em sala de aula; c) os laços fortes são mantidos com professores doutores formados pelo próprio geneticista; d) os laços fracos são aqueles que são mediados por um *alter* com alta centralidade de intermediação e com contatos exclusivos; e) a colaboração na rede estudada acontece na própria instituição de origem do *ego* (UFMG) e também com pesquisadores de outras instituições e domínios de conhecimento; f) os domínios de conhecimento se formam na medida em que um novo projeto é realizado; g) as sucessões do campo científico estiveram associadas aos investimentos dos orientadores na formação de seus sucessores, envolvendo-os na formação no domínio e em projetos de pesquisa estratégicos; em relação ao capital social, os elos estabelecidos com os atores de diversos campos sociais são fundamentais, mas são os atores bem posicionados os que obtêm acesso à informação inovadora, recebendo o atributo de “pontes de informação”; i) é fundamental manter o foco na pesquisa básica em uma linha de bem definida e inovadora.

Quanto às características gerais da rede de pesquisa, os resultados apontam para as seguintes evidências: a natureza da informação compartilhada em coautorias expressa o capital científico do *ego* e da rede. O capital científico é produto de projetos de pesquisa realizados pelos grupos que compartilharam recursos, experiências e conhecimentos, nos planos coletivos, quais sejam interdisciplinares e internacionais; o capital científico obteve alta convertibilidade em capital social, ou seja, as pesquisas mobilizaram novos contatos e oportunidades. Os objetos de pesquisa, linguagens e classificações se formaram na medida do lançamento de novos editais de Projeto Genoma, geralmente com chamadas específicas de agências de fomento.

Os impactos éticos e sociais das pesquisas científicas realizadas pela rede estudada foram por diversas vezes publicados em periódicos de grande circulação, como o jornal *Folha de S. Paulo* e a revista *Ciência Hoje*. Além disso, houve a participação dos pesquisadores nas audiências públicas, entre elas a discussão sobre cotas raciais nas universidades públicas brasileiras. Os pesquisadores começaram a incorporar essa prática ética e política sobre os usos sociais da ciência como parte de sua agenda de práticas científicas.

Os atores que estiveram envolvidos em atividades de divulgação científica de modo expressivo na rede foram Francisco Salzano (UFRGS, pioneiro nesta atividade na rede), Franklin Rumjanek (UFRJ) e Sérgio Pena (UFMG). O principal desdobramento ético-político do grupo analisado, esteve associado às pesquisas com variabilidade genética da população brasileira e à inexistência do conceito de raça humana. Esse aspecto é socialmente importante, uma vez que a produção e circulação do conhecimento científico envolvem as relações estabelecidas com a sociedade e a sinergia entre atores econômicos, políticos e sociais como elementos síncronos de determinada estrutura social.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados foram interpretados empregando conceitos fundamentais da teoria de campo científico de Pierre Bourdieu e domínios de conhecimento de Birger Hjorland. Análise de redes egocêntricas ocorreu pelo estudo dos elos estabelecidos no processo de coautorias – denominadas no estudo de *ego* e *alter*, *alter-alte* – e

possibilitou observar a natureza da informação compartilhada e da formação lenta e gradual de comunidades discursivas. Estas comunidades formaram subgrupos que expressam a cultura de produção de conhecimento do campo científico da genética humana no Brasil. Observa-se que os produtos de pesquisa foram realizados por essas comunidades que compartilham, além de recursos, experiências e conhecimento entre si, formando uma sólida estrutura social.

As estruturas sociais do campo científico podem ser compreendidas pelo prisma da “rede em movimento”, e estudá-la envolve considerar aspectos culturais, sociais, políticos e econômicos. Entende-se que a pesquisa básica encontra no mundo social elementos para justificar seus investimentos, proporcionando uma análise reflexiva e crítica sobre o impacto social de suas descobertas. O capital científico dos atores sofre desdobramentos no campo social, entre eles o capital social, responsável por mobilizar outras formas diversas de capital, dando forma aos domínios de conhecimento na estrutura do campo científico. Sendo o capital social uma espécie de mobilizador de trocas simbólicas, ele é a energia relacional necessária para manter a dinâmica interdisciplinar, interinstitucional e internacionalizada do campo científico e domínios de conhecimentos relativos à pesquisa em genética humana. Para estudos futuros quanto ao objeto analisado, sugere-se um olhar sobre o campo da genética humana como expressivo para estudos envolvendo as tecnologias de acesso, uso e compartilhamento de dados, e dos usos do genoma humano, além dos desafios ético-normativos envolvidos. Quanto ao emprego das medidas da metodologia de análise de redes sociais (ARS), sugere-se a sua complementação com dados qualitativos, visando à avaliação da ciência e tecnologia (C&T) e da pesquisa e desenvolvimento (P&D).

Futuramente, sugere-se também um olhar sobre as estruturas de classificação gênica. A ciência aberta e suas formas de organização podem se inspirar no campo dos estudos genômicos no que se refere às tecnologias de acesso, uso e compartilhamento de dados. Os estudos sobre os usos do genoma humano e os desafios ético-normativos que ele representa também podem ser objeto empírico para estudos da sociologia e filosofia da informação. Os efeitos de realidade quanto ao acesso e ao uso das informações genômicas da população brasileira necessitam ser incorporados à agenda de pesquisa das ciências sociais. Do ponto de vista da gestão da ciência e da tecnologia no Brasil, as políticas de desenvolvimento científico e tecnológico devem prever editais específicos para o fomento à pesquisa no campo, sugerindo desdobramentos no campo social, de modo que os resultados sejam divulgados numa linguagem acessível ao público não especializado.

Quanto à metodologia empregada, destaca-se que o emprego das medidas de análise de redes sociais (ARS), concatenado aos estudos métricos da informação, como a bibliometria. Esse arcabouço teórico-metodológico para a análise da produção de conhecimento e da estrutura e organização do conhecimento de um campo científico pode apoiar a identificação de pesquisadores que estão em posição estratégica para inovar (pontes, corretagem), e outros que concorram pelas mesmas posições no campo, além de ter a potência de identificar os pesquisadores que estabelecem uma discursividade com o campo social, cultural, político e econômico. Essa metodologia, composta por um método quantitativo (ARS) e qualitativo (como a proposta no quadro teórico) poderia apoiar a construção de indicadores também para a avaliação da ciência e tecnologia (C&T) e pesquisa e desenvolvimento (P&D).

Artigo recebido em 18/06/2018 e aprovado em 03/10/2018.

REFERÊNCIAS

- BORGATTI, Stephen. Centrality and network flow. *Social Networks*. v. 27, n. 1, p. 55-71, 2005.
- BORGATTI, S.P.; EVERETT, M.G.; FREEMAN, L.C. *Ucinet for Windows: software for social network analysis*. Harvard, MA: Analytic Technologies, 2002.
- BORGATTI, Stephen; JONES, Candace, J; EVERETT, Martin G. Network measures of social capital. *Connections*, v. 21, n.2: p.27-36, 1998.
- Disponível em: http://www.analytictech.com/borgatti/borg_social_capital_measures.htm. Acesso em: 12 dez. 2013.
- BOURDIEU, Pierre. O campo científico. In: ORTIZ, Renato (Org.). *Bourdieu: sociologia*. São Paulo: Ática, 1983. p. 122-155. (Coleção Grandes Cientistas Sociais).
- _____. O capital social: notas provisórias. In: NOGUEIRA, Maria Alice; CATANI, Afrânio. *Escritos de educação*. Petrópolis: Vozes, 1998. p. 65-70.
- _____. *El oficio de científico:ciência de la ciencia y reflexividad*. Barcelona: Anagrama, 2001.
- _____. Os usos sociais da ciência: por uma sociologia clínica do campo científico. São Paulo: Ed. Unesp, 2004.
- _____. *Homo academicus*. Buenos Aires, Siglo XXI, 2008. Versão em espanhol.
- _____. *Homo academicus*. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2011.
- BRASIL. Lei nº 12.711, de 29 de agosto de 2012. Dispõe sobre o ingresso nas universidades federais e nas instituições federais de ensino técnico de nível médio e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 30 ago. 2012.
- CARVALHO, Lidiane S. *Informação e genética humana: o sequenciamento de uma cultura científica*. Tese (Doutorado em Ciência da Informação) – Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro/Escola de Comunicação, 2014. 234f.
- COUZINET, Viviane. Complexidade e documento: a hibridação das mediações nas áreas em ruptura. *Reciis: revista eletrônica de comunicação, informação e inovação em saúde*. Rio de Janeiro, v.3, n.3, p.10-16, set. 2009.
- DE LA RÚA, Ainhoa de Federico. La perspectiva del interaccionismo estructural para el análisis de redes sociales. *Redes: revista hispana para el análisis de redes sociales*, v.17, 189, n.12, Diciembre 2009. Disponível em: http://revista-redes.rediris.es/htmlvol17/vol17_12.htm. Acesso em: 24 abr. 2013.
- DIAS NETO, Emmanuel. O Projeto Genoma do Câncer Humano. *Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento*, Rio de Janeiro, n.12, p.124-129, 2000. Encarte especial.
- DURANT, John. O que é alfabetização científica? In: MASSARANI, Luisa; TURNEY, John; MOREIRA, Ildeu de C (Org.). *Terra incógnita: a interface entre ciência e público*. Rio de Janeiro: Vieira & Lent: Casa da Ciência, UFRJ: Museu da Vida, Fiocruz, 2005. p. 13-26.
- ECK, N. J.; WALTMAN, L. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, v. 84, n. 2, p. 523-538, 31 dez. 2009.

EVERETT, Martin; BORGATTI, Stephen. Ego network betweenness. *Social Networks*, n 27, p. 31-38, 2005.

FREEMAN, L. C. Centrality in networks: I. conceptual clarification. *Social Networks*, n.1, p. 215- 239, 1979.

HANNEMAN, Robert; RIDLE, Mark. *Introduction to social network methods*, Riverside, CA: University of Califórnia, 2005. Disponível em: <<http://faculty.ucr.edu/~hanneman/nettext/>> Acesso em 11 nov. 2011.

HJØRLAND, Birger. Theory and metatheory of information science: a new interpretation. *Journal of Documentation*, v.54, n.5, p.606-621, 1998.

_____. Towards a theory of aboutness, subject, topicality, theme, domain, field, content and relevance. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, v. 52, n. 9, p. 774-778, 2001.

_____. Domain analysis in information science: eleven approaches – traditional as well as innovative. *Journal of Documentation*, v.58, p. 422-462, 2002.

MARTELETO, Regina. Les modeles de publication dans le champs de la santé publique au Brésil: entre interdisciplinarité et internationalisation. *Communication & Langages*, n. 168, p. 5-16, 2011.

_____. Escrita, disciplina e autoria: dimensões epistemológicas, institucionais e sociais dos processos de produção, divulgação e apropriação do conhecimento. In: REGIS, Fátima et al. (Org.). *Tecnologias de comunicação e cognição*. Porto Alegre: Sulina, 2012, p. 283-304.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Instituto Nacional de Câncer. *Rede Nacional de Câncer Familiar: manual operacional*. Rio de Janeiro: Inca, 2009.

NASCIMENTO, Denise Morado; MARTELETO, Regina. Social field, domains of knowledge and informational practice. *Journal of Documentation*, v. 64, n. 3, p. 397-412, 2008.

NATIONAL HUMAN GENOME RESEARCH INSTITUTE (NHGRI). An overview of the Human Genome Project: what was the Human Genome Project? Bethesda, MD:National Institutes of Health, 2011. Disponível em: <<http://www.genome.gov/12011238> >. Acesso em: 12 jun. 2018.

NATURE. Genome sequencing for all. *Nature*, v. 406, p. 109, 13 jul. 2000.

PENA, Sérgio D. J. Razões para banir o conceito de raça da medicina brasileira. *História,*

Ciências, Saúde – Manguinhos, v. 12, n. 2, p. 321-346, maio-ago. 2005.

PENA, Sérgio D.J.; Bortolini, Maria C. Pode a genética definir quem deve se beneficiar das cotas universitárias e demais ações afirmativas? *Estudos Avançados*, Brasil, v. 18, p. 31-50, 2004.

PENA, Sérgio D.J.; BIRCHAL, T.S. A inexistência biológica versus existência social de raças humanas: pode a ciência instruir o etos social? *Revista USP*, São Paulo, n. 68, p. 10-21, dez. 2005/fev. 2006.

PLATAFORMA LATTES. Sobre a Plataforma. Disponível em: <<http://lattes.cnpq.br/>>. Acesso em: 21 fev.2013.

_____. Sérgio Danilo Junho Pena. Disponível em: <<http://lattes.cnpq.br/5969241975196292> >. Acesso em:12 dez. 2013.

_____. Andréa Mara Macedo. Disponível em: <<http://lattes.cnpq.br/>>. Acesso em: 12 dez. 2013.

_____. Carlos Renato Machado. Disponível em: <<http://lattes.cnpq.br/6306925202374274>>. Acesso em: 12 dez. 2013.

_____. Francisco Salzano. Disponível em: <<http://lattes.cnpq.br/1820725602041611>>. Acesso em: 12 dez. 2013.

_____. Glória Regina Franco. Disponível em: <<http://lattes.cnpq.br/7543542253155919>>. Acesso em: 12.12.2013. Acesso em: 12 dez. 2013.