

**Análise de redes sociais na história das ciências:
visualizando a sociabilidade de expedições científicas com o gephi**

***Social network analysis in the history of science:
visualizing sociability in scientific expeditions with gephi***

Anderson Pereira Antunes
Doutor em História das Ciências e da Saúde
Museu de Astronomia e Ciências Afins
anderson.p.antunes@gmail.com

Resumo

Com origem na Sociologia, a análise de redes sociais ganhou destaque com a consolidação das Humanidades Digitais e o desenvolvimento de softwares gratuitos de visualização de redes, como o Gephi. Para a História das Ciências, a análise de redes pode revelar como a construção do conhecimento científico tem um caráter profundamente social, dependendo da interação entre indivíduos e instituições. Neste artigo, demonstro como a análise e a visualização de redes com o Gephi pode ser uma ferramenta valiosa para a compreensão da sociabilidade do trabalho naturalista de campo, auxiliando na investigação das extensas redes de colaboradores associados com as expedições de Louis Agassiz e Henry Walter Bates pelo Brasil na segunda metade do século XIX.

Palavras-chave: *análise de redes sociais; visualização de redes; Gephi; Louis Agassiz; Henry Walter Bates*

Abstract

With its origins in Sociology, social network analysis has gained popularity with the consolidation of the Digital Humanities and the development of free network visualization software, such as Gephi. For the History of Sciences, network analysis might reveal how profoundly social the construction of scientific knowledge is, as it relies on interactions between individuals and institutions. In this paper, I demonstrate how the analysis and visualization of networks with Gephi can be a valuable tool to understanding the sociability of a naturalist's fieldwork, helping in the investigation

of the extensive networks of collaborators associated with the expeditions of Louis Agassiz and Henry Walter Bates to Brazil in the latter half of the 19th century.

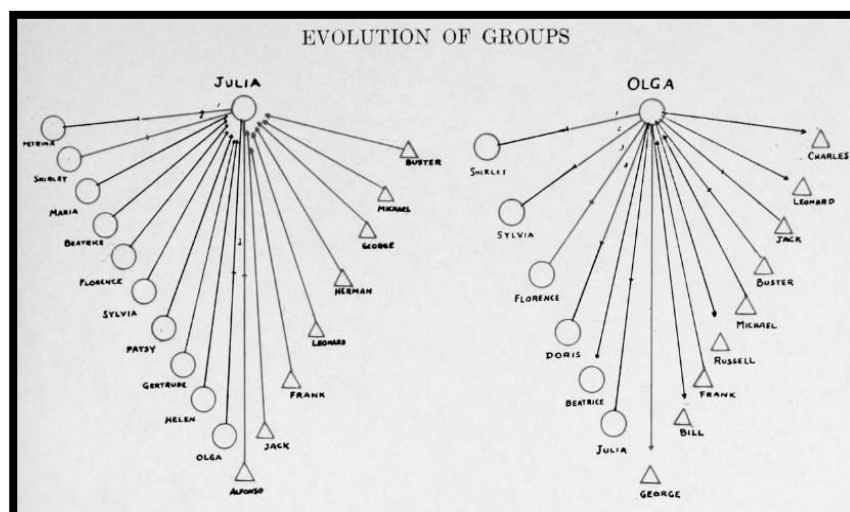
Keywords: *social network analysis; network visualization; Gephi; Louis Agassiz; Henry Walter Bates*

1 Introdução

A análise de redes sociais (ARS) ou, em inglês, *social network analysis* (SNA), teve o seu surgimento na Sociologia com a investigação das estruturas sociais e das formas de relacionamento entre os indivíduos em sociedade. Para autores como Luke e Harris (2007), os embriões da análise de redes sociais podem ser encontrados nos trabalhos de sociólogos como Auguste Comte (1798-1857) e Georg Simmel (1858-1918), ainda no século XIX. Contudo, foi especialmente a partir de meados do século XX que a análise de redes sociais começou a ganhar maior destaque.

Um dos principais desenvolvimentos nesta época teve sua origem na psicologia de Jacob Levy Moreno (1889-1974). Preocupado em compreender como o pertencimento a determinados grupos sociais poderia moldar o comportamento individual e influenciado pela teoria dos grafos da Matemática, Moreno desenvolveu na década de 1930 a sociometria, uma análise quantitativa para mensurar o grau de influência entre indivíduos a partir de seus relacionamentos sociais. Uma das ferramentas utilizadas em suas análises sociométricas foram gráficos que representavam indivíduos em rede como pontos, conectados por linhas que indicavam a existência de um relacionamento pessoal entre eles. Estes gráficos, chamados sociogramas, podem ser considerados uma das primeiras ferramentas de visualização de redes sociais e foram responsáveis por assentar as bases que até hoje sustentam a representação gráfica de redes (Luke; Harris, 2007). Os sociogramas de Moreno foram um importante avanço na ARS, que encontrou na teoria dos grafos um ponto de apoio para auxiliar o seu desenvolvimento. A influência da Matemática, por sua vez, também demarca a natureza essencialmente interdisciplinar da análise de redes sociais.

Figura 1: Sociogramas de Jacob Levy Moreno.



Fonte: MORENO, J. L. *Who shall survive? A new approach to the problem of Human interrelations*. Washington: Nervous and Mental Disease Publishing Co., 1934, p. 45.

O gráfico de rede, além de funcionar como uma forma complementar de análise dos dados obtidos por outros meios de pesquisa, também permite uma nova forma de leitura da informação. De acordo com pesquisas recentes que chamam a atenção para a importância da aprendizagem visual (Bradford, 2004; Ma *et al*, 2012), podemos também considerar que a apresentação dos resultados de pesquisa em forma de gráfico tem potencial para contribuir com a divulgação científica para o público não especializado. No Jornalismo, por exemplo, a apresentação de informações por meio de infográficos é cada vez mais constante (Zacks et al, 2002), o que reforça a presença dos gráficos como fontes de informação fora dos meios científicos.

Ao longo da segunda metade do século XX, a ARS continuou a ser uma importante ferramenta para a análise sociológica. Diversos momentos contribuíram para a consolidação do seu uso na Sociologia, como a atuação do grupo liderado por Harrison White na chamada “Revolução de Harvard” na década de 1960 (Chen, 2020) e a criação da associação internacional *International Network for Social Network Analysis*, em 1978. Aos poucos, essas iniciativas chamaram a atenção de pesquisadores fora da Sociologia, que passaram a considerar

a ARS como uma metodologia viável também para outras Ciências Humanas e Sociais. De acordo com Otte e Rousseau (2002), o início da década de 1980 pode ser considerado um momento chave na expansão da análise de redes sociais, não apenas por sua incorporação em outras disciplinas, mas também devido aos avanços tecnológicos na computação.

Principalmente nas últimas décadas com o surgimento e ampliação das pesquisas na área de Humanidades Digitais, muitos pesquisadores passaram a adotar *softwares* de análise e visualização de redes, como o Gephi¹, o Cytoscape², o Pajek³, o NodeXL⁴, entre tantos outros. O leque de alternativas é quase ilimitado atualmente, especialmente porque alguns desses programas, como o Gephi, são ferramentas de código aberto, o que significa que é possível para desenvolvedores de *software* adicionar novas funcionalidades ao código fonte original, personalizando o programa de acordo com as necessidades do seu projeto de pesquisa.

Desde então, a ARS tem sido utilizada por inúmeros pesquisadores nas mais diversas áreas que, com o auxílio de ferramentas digitais de visualização, propõem novas formas de leitura, interpretação e divulgação dos resultados de suas pesquisas. Neste artigo, irei primeiramente discutir como a análise de redes sociais pode ser utilizada na História das Ciências, principalmente na esteira da consolidação das Humanidades Digitais enquanto área de pesquisa (Gold, 2012), e apresentando alguns exemplos de pesquisas históricas que fazem uso de ferramentas de análise e visualização de redes. Em um segundo momento, apresentarei especificamente como a ARS e o *software* Gephi podem ser ferramentas particularmente valiosas na investigação da sociabilidade do trabalho naturalista de campo, relatando a experiência de utilização do programa para visualizar as redes dos naturalistas Louis Agassiz (1807-1873) e Henry Walter Bates (1825-1892) durante as pesquisas realizadas no mestrado e no doutorado em História das Ciências e da Saúde, concluídos na Casa de Oswaldo Cruz, da Fundação Oswaldo Cruz, sob orientação de Luisa Medeiros Massarani e Ildeu de Castro Moreira.

2 A análise de redes sociais em História e História das Ciências

Para autores como Vermelho, Velho e Bertoncello (2015), as primeiras manifestações de uma análise de rede em História podem ser encontradas especificamente no campo da História Econômica. No lugar das redes sociais estudadas pelos sociólogos, estes historiadores

¹ Gratuito e disponível em <https://gephi.org/>

² Gratuito e disponível em <https://cytoscape.org/>

³ Gratuito e disponível em <http://mrvar.fdv.uni-lj.si/pajek/>

⁴ Licenças gratuitas e pagas, disponível em <https://www.smrfoundation.org/nodexl/>

estariam preocupados em compreender o papel da rede de transportes como um dos elementos essenciais para a movimentação de bens e produtos no contexto da expansão do sistema capitalista. De acordo com os autores:

A rede está na essência do sistema econômico capitalista de mercado, que, num primeiro momento, colocou em contato a fonte dos recursos naturais e os centros de produção (indústria) por meio da rede de transporte ferroviário, um sistema de circulação de matéria-prima até os centros produtores. As redes de circulação também colocaram em contato os mercados e as mercadorias, multiplicando em muito o potencial mercadológico do modelo econômico. (VERMELHO; VELHO; BERTONCELLO, 2015, p. 869).

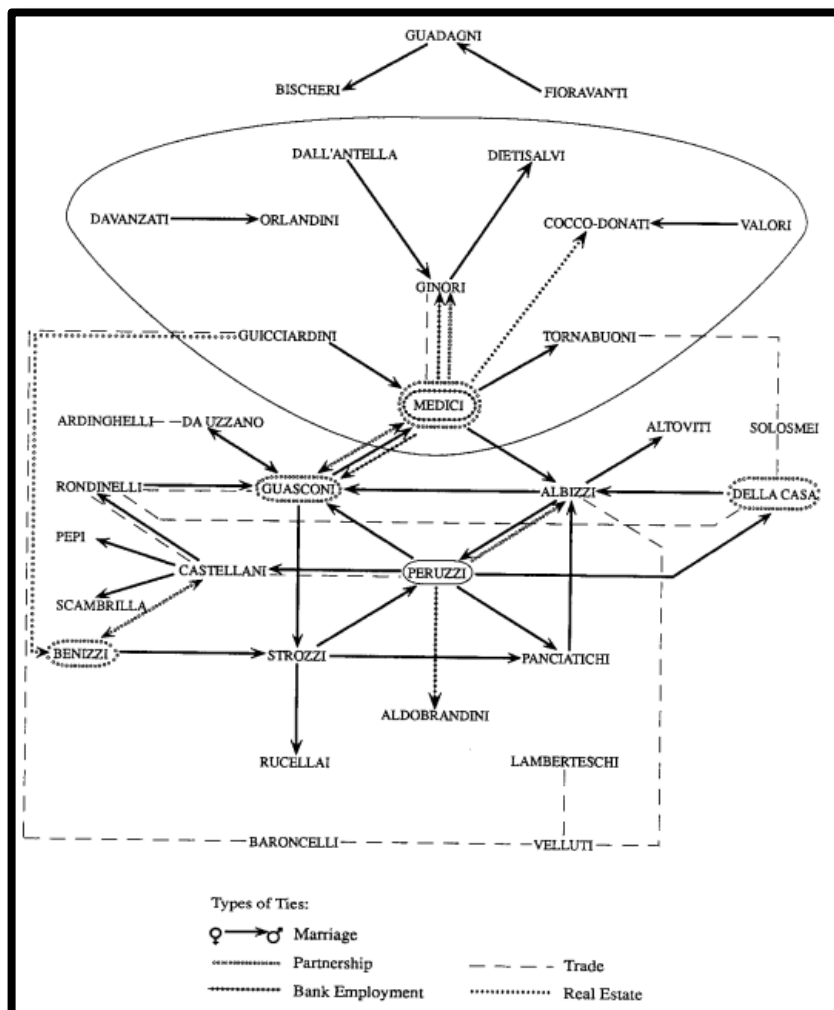
Talvez devido a sua aproximação inicial com a História Econômica, algumas das principais redes analisadas por historiadores foram as redes formadas por mercadores ou comerciantes que, por meio de relacionamentos com entrepostos comerciais e companhias de navegação, interligavam diferentes localidades em um mundo marcado pela relação entre metrópoles e colônias. Para Antunes (2012), uma das principais pesquisas neste sentido é a obra *Merchant Networks in the Early Modern World, 1450-1800* (1996), publicada por Sanjay Subrahmanyam. A partir da análise de redes formadas por comerciantes e mercadores que faziam parte de organizações que atuavam em diferentes partes do planeta no início da Era Moderna, Subrahmanyam identificou que estes indivíduos estavam em uma posição privilegiada para atuar como intermediários, conectando diferentes povos e culturas por meio de suas atividades comerciais. Embora não tenha utilizado ferramentas de visualização de redes e teoria dos grafos em sua análise, Antunes (2012) destaca esta obra como uma das pioneiras em chamar a atenção dos historiadores para a análise social de redes, afirmando:

A contribuição de Subrahmanyam para a historiografia é inquestionável e o seu trabalho chamou a atenção dos historiadores para este instrumento de trabalho que é a análise social de redes. Por essa razão, pese embora o resultado final do seu trabalho não ter sido, de facto, a realização de uma análise de redes aplicada à história, foi sem dúvida um incentivo a incluir esta temática na historiografia do século XXI e a promovê-la a categoria de análise histórica. (ANTUNES, 2012, p. 17).

Na mesma década, também merece destaque o artigo *Robust Action and the Rise of the Medici, 1400-1434*, publicado por Padgett e Ansell (1993) no *American Journal of Sociology*, onde os autores fazem um estudo sócio-histórico sobre as relações entre as diferentes famílias que compunham a elite florentina na primeira metade do século XV. É a partir da análise destas relações que os pesquisadores formularam suas hipóteses para explicar a centralidade da família Médici na sociedade italiana, correlacionando as diferentes formas de relacionamento com as demais famílias (laços de matrimônio, relações comerciais etc.) como uma das razões para a sua proeminência social. É interessante destacar que, embora não tenham utilizado diretamente os sociogramas de Moreno, a visualização da rede social dos Médici utilizada pelos autores compartilha de muitas das mesmas características dos gráficos que já eram amplamente

utilizados na Sociologia. Por meio das diferentes linhas, cada uma significando um tipo específico de relação social, os autores conectaram graficamente todas as famílias florentinas, observando serem os Médici a família com o maior número de ligações com as demais e, por isso, representando-a no centro da figura.

Figura 2: Relações sociais entre as famílias florentinas no século XV.



Fonte: PADGETT, John F.; ANSELL, Christopher K. Robust action and the rise of the Medici, 1400-1434. *American Journal of Sociology*, vol. 98, n° 6, 1993, p. 1276.

É possível considerar que a publicação destas pesquisas, na década de 1990, abriu o caminho para que mais historiadores colocassem as redes e os relacionamentos entre diferentes indivíduos e instituições no centro de seus estudos. Com o início do século seguinte e o surgimento das Humanidades Digitais, a popularização dos computadores pessoais e o desenvolvimento de *softwares* para a pesquisa acadêmica, as análises de redes sociais passaram a ser um tema cada vez mais abrangente. Além disso, a ARS pode ser utilizada como

metodologia complementar conjuntamente com outras metodologias de análise histórica, sendo uma ferramenta valiosa não apenas para a História Econômica, mas para qualquer temática e em qualquer período que se deseje analisar. Destacando as vantagens da ARS para a História, Mathias (2014) destacou que:

Valioso instrumental metodológico-analítico, a análise de rede social se presta ao estudo tanto das sociedades como dos indivíduos em qualquer época. Na medida em que, a corrente da micro-história italiana está tão em voga nos dias atuais, acreditamos que seu emprego em conjugação com a análise de rede social poderá oferecer um importante contributo para a (re)interpretação quer da lógica de funcionamento das sociedades, quer das estratégias de ação a nível individual. Tal acréscimo é passível de ser obtido na medida em que a análise de rede social oferta uma oportunidade de compreensão da natureza das ligações sociais a nível macro e micro, concorrendo para esclarecer as estratégias e os comportamentos de indivíduos, de empresas, etc. (MATHIAS, 2014, p. 142).

Atualmente, inúmeros projetos em História que utilizam metodologias de análise de redes estão ganhando visibilidade na web. Um dos principais casos de sucesso atualmente é o *Mapping the Republic of Letters*⁵, iniciativa capitaneada pela Universidade de Stanford, nos Estados Unidos, em parceria com a Universidade de Oxford, no Reino Unido. A partir do levantamento das correspondências enviadas e recebidas por diversos intelectuais europeus e estadunidenses, o grupo mapeia as redes sociais analisando a circulação de ideias entre alguns dos principais pensadores da Era Moderna, como Galileu (1564-1642), John Locke (1632-1704), Voltaire (1694-1778), entre outros.

O sucesso do projeto e as possibilidades reveladas pela utilização da análise de redes e de ferramentas de visualização disponibilizadas online fizeram com que novas temáticas fossem abraçadas dentro da iniciativa, dando origem a dois subprojetos: *British architects on the Grand Tour in Eighteenth-century Italy*⁶ e *An intellectual map of Science in the Spanish Empire, 1600-1810*⁷. As três pesquisas têm em comum o uso das correspondências como fontes primárias e a visualização das redes formadas pelos intelectuais em suas trocas de cartas por meio de gráficos que são sobrepostos por cima de mapas. Dessa forma, associando a visualização de redes com a cartografia, os pesquisadores conseguem melhor observar e compreender o caráter transnacional da circulação de ideias no início da Era Moderna.

Percebendo as diversas possibilidades oferecidas pela análise de redes, historiadores associados ao *Center for History and Economics* da Universidade de Harvard deram início ao

⁵ O projeto pode ser acessado em <http://republicofletters.stanford.edu/>

⁶ Para maiores informações, conferir a página oficial do projeto em <http://republicofletters.stanford.edu/publications/grandtour/>

⁷ Para maiores informações, conferir a página oficial do projeto em que pode ser acessada em <http://republicofletters.stanford.edu/casestudies/spanishempire.html>

projeto *Visualizing historical networks*⁸. Atualmente, doze linhas de pesquisa diferentes são exploradas por equipes interdisciplinares e interinstitucionais que analisam temas como a fuga de expatriados franceses para o Egito Otomano, os intelectuais da Escola de Economia de Cambridge, as cartas escritas por Plínio, o Jovem, entre outros. Em comum, todas estas iniciativas empregam a análise de redes sociais e o *software* Gephi como ferramenta para visualização das diferentes redes descobertas por meio das fontes primárias. Elencando algumas das vantagens desse tipo de abordagem para o trabalho histórico, os autores destacam:

Visualizing or graphing such networks serves two overlapping ends. First, it provides a visible prosopography – a searchable reference of connections far easier to read and to use than any of the classic examples in the field. Though the networks which we are concerned with are not massive, they are still too big to comfortably hold in one's mind all at once. Second, the graphical mapping of networks makes some patterns in the data much more obvious. Such patterns may be already well understood; in these cases, a network map may serve as an ideal teaching device. Yet these patterns may be new or newly discovered. In this way, Gephi, and social network mapping more generally, can prove to be a highly useful research tool. (VISUALIZING HISTORICAL NETWORKS, 2017, s.p.).

Em um levantamento realizado em 2014 sobre o uso de ARS em investigações em História, Pandolfi e Bueno (2014) identificaram uma série de projetos de pesquisa que utilizam metodologias de análise e visualização de redes, afirmando que este tipo de abordagem tem ganhado popularidade nas últimas décadas, concluindo que este é um campo de trabalho prolífero para historiadores. Resumindo algumas das principais vertentes em que a ARS, referenciada por sua sigla em inglês, tem sido utilizado na História, os autores destacam:

Diversos tipos de fontes, finalmente, já vêm sendo utilizadas pelos historiadores que aplicam a SNA. Alguns trabalhos utilizam as redes de afiliação, nas quais as pessoas estão conectadas por eventos. Por exemplo, em seu estudo sobre as redes sociais no Egito bizantino, Ruffini assume que se duas pessoas ou eventos aparecem junto no mesmo papiro, alguma conexão existe entre elas (Ruffini, 2008, p.29). Em outra vertente, Carvalho e Ribeiro (2008) utilizaram inventários post mortem e registros paroquiais de batismo dos séculos XVII e XVIII para estudar o significado das relações de compadrio na vila de Óbidos em Portugal. Com base nas métricas computadas para o network, identificaram haver nesta região uma estrutura de “*small world*”, em que as pessoas estavam mais interligadas do que inicialmente se supunha. No Brasil, usando esse mesmo tipo de fonte, Mendes (2012) aplicou a metodologia da SNA para reconstituir as redes de compadrio e as alianças matrimoniais na região do vale do Piranga com o objetivo de entender o significado das escolhas pessoais de um padrinho ou esposo. (PANDOLFI; BUENO, 2014, p. 10).

Como apontado pelos autores, existem inúmeros exemplos de pesquisa em diversos ramos da História utilizando a análise de redes sociais como metodologia de pesquisa, muitas delas com o objetivo de compreender as redes sociais formadas por laços como matrimônio, compadrio, e outros tipos de alianças que poderiam funcionar para aumentar as chances de

⁸ Para maiores informações, conferir a página oficial do projeto que pode ser acessada em <https://histecon.fas.harvard.edu/visualizing/index.html>

mobilidade social de um indivíduo em uma determinada sociedade. Já na História das Ciências, é interessante observar que existem múltiplas pesquisas especificamente preocupadas com a investigação de redes sociais. No entanto, poucas delas utilizam métodos de análise e visualização de redes por meio do emprego de ferramentas como o Gephi.

A atividade científica tem sido pensada cada vez mais como uma prática social e colaborativa, dependente do relacionamento entre diversos indivíduos e instituições. Podemos localizar que um dos primeiros marcos nessa forma de interpretar a ciência foi a publicação do livro *Gênese e Desenvolvimento de um Fato Científico*, por Ludwik Fleck (1896-1961), em 1935. Apesar de seu pioneirismo, sua tese sobre a ciência ser produzida por indivíduos reunidos em coletivos de pensamento teve pouco impacto em sua época e só recebeu maior destaque décadas mais tarde, quando interpretada por Thomas Kuhn (1922-1996). Ao propor que a ciência é governada por paradigmas que determinam quais os problemas e as soluções aceitáveis em uma determinada área científica, Kuhn chamou a atenção para a importância da formação dos cientistas como um momento-chave em que suas mentes são moldadas de acordo com o paradigma vigente em sua área. Em *A Estrutura das Revoluções Científicas* (1962), ele também demonstrou como a evolução da ciência depende da substituição de um paradigma por outro em momentos de crises em que a disputa entre diferentes formas de conceber o mundo é trazida à tona por controvérsias científicas. Estas controvérsias, por sua vez, não são resolvidas apenas com base na qualidade das respostas científicas, mas estão também relacionadas com questões sociais e institucionais, como demonstrado por autores como Farley e Geison (1994) na análise que fizeram da disputa entre Louis Pasteur (1822-1895) e Félix Archimède Pouchet (1800-1872) sobre a teoria da geração espontânea.

Na década seguinte, nos anos 1970, o desenvolvimento do Programa Forte na Sociologia do Conhecimento e as obras de pesquisadores como David Bloor, Barry Barnes, John Henry, entre outros, ampliaram ainda mais a importância de se analisar a prática científica dentro dos contextos político, econômico e social na qual estava inserida. Desde então, cada vez mais estudos passaram a desmistificar a aparente neutralidade e objetividade da ciência, observando como a interação com as demais esferas sociais orienta e influencia a atividade científica. Hoje em dia, esta compreensão sobre a atividade científica já está consolidada nos estudos de História Social da Ciência ou *Science Studies*. Cada vez mais pesquisadores estão se debruçando sobre temas como a circulação de conhecimentos, a colaboração de indivíduos diversos para a atividade científica (como grupos indígenas e técnicos de laboratório), a interação entre conhecimentos tradicionais e conhecimentos científicos, entre tantos outros. No entanto,

embora muitas dessas investigações estejam atentas para as diversas redes que compõem o campo científico e existam até conceitos específicos que expressam a atuação de indivíduos determinados nestas redes⁹, poucas pesquisas ainda empregam ferramentas de visualização como o Gephi.

3 Análise e visualização da sociabilidade do trabalho naturalista de campo

Minha primeira experiência com a análise de redes sociais surgiu no mestrado, a partir da escolha de analisar a rede de colaboradores envolvidos com a expedição de Louis Agassiz ao Brasil, entre os anos de 1865 e 1866. A pesquisa foi motivada pela existência de uma ampla, porém recente, bibliografia que discutia a importância da sociabilidade para o trabalho dos naturalistas viajantes durante suas expedições científicas, observando que o campo era um espaço que permitia maior flexibilidade nas relações entre naturalistas e indivíduos sem formação científica. Pensado como uma *zona de contato*¹⁰, o campo obrigava os naturalistas a ampliarem as suas relações sociais, diferentemente do que acontecia no âmbito dos gabinetes, museus de história natural e sociedades científicas. Essas relações, por sua vez, eram fundamentais para garantir o sucesso das expedições científicas, não apenas porque contribuíam com soluções para os desafios logísticos de viajar por territórios desconhecidos dos naturalistas, mas porque garantiam o apoio em atividades científicas, como a coleta de espécimes, e permitiam oportunidades para que os viajantes observassem e registrassem o conhecimento tradicional das populações locais. A partir de um levantamento feito em diversos livros de viagem de naturalistas que visitaram o Brasil ao longo do século XIX, Moreira (2002) destacou as principais contribuições recebidas pelos viajantes, afirmando que:

A partir de vários desses escritos, pode-se estabelecer os principais tipos de contribuições do pessoal local: identificação, localização, coleta e nomenclatura de animais e plantas; preparação e preservação de espécimes; descobertas de “novas” espécies; análise de hábitos e usos de animais e plantas; conhecimentos geográficos, meteorológicos e de distribuição de animais e plantas; relatos antropológicos; indicação de locais mais favoráveis para pesquisa; domesticação de animais; e fabricação de instrumentos (inclusive para captura e preservação de animais). (MOREIRA, 2002, p. 42).

⁹ *Go-between*, *broker* e *passeur* são alguns exemplos. Embora existam diferenças sutis entre os diferentes termos, todos designam a especificidade de um indivíduo que atua como intermediário entre outros indivíduos em uma rede, especialmente por possuir a capacidade de transitar entre dois mundos culturais distintos.

¹⁰ Conceito proposto pela pesquisadora Mary Louise Pratt para analisar as relações entre indivíduos com origens sociais, culturais e geográficas distintas em espaços principalmente coloniais onde o contato entre esses indivíduos refletia a tensão e a assimetria de poder destas relações. Cf.: PRATT, Mary Louise. A crítica na zona de contato: nação e comunidade fora de foco. *Travessia*, Universidade Federal de Santa Catarina, nº 38, 1999. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/travessia/article/download/14665/13434>>. Acesso em: 22 nov. 2020.

Embora muitas vezes estas contribuições sejam tornadas invisíveis, principalmente por conta de convenções da escrita científica que prezam, até hoje, por qualidades como a neutralidade, a impessoalidade e a objetividade (Camerini, 1997), os relatos, os diários de viagem, as cadernetas de campo, as correspondências e, inclusive, as ilustrações dessas expedições revelam a presença de um grande número de colaboradores locais. A Expedição Thayer, liderada por Agassiz, foi selecionada para o estudo por conta de sua notoriedade, importância para a História das Ciências e grande estrutura de apoio. Sendo um dos mais reconhecidos naturalistas de sua época, Agassiz contava com o apoio de um mecenas que garantiu o apoio financeiro da expedição e o suporte dos governos estadunidense e brasileiro, este último por meio de sua relação direta com o Imperador D. Pedro II (1825-1891), com quem se correspondia.

A partir da análise do livro *A Journey in Brazil* (1868), publicado conjuntamente com sua esposa Elizabeth Agassiz (1822-1907), que o acompanhou durante a viagem, foi possível identificar um total de 168 colaboradores envolvidos diretamente com a passagem do naturalista e sua comitiva pelo país. O apoio de indivíduos locais foi constante em todas as atividades relacionadas com a expedição. Chamou a atenção, especialmente, o fato de que quase metade desses colaboradores (75 ou cerca de 44% do total) contribuíram de alguma forma que poderíamos considerar científica com a expedição, seja por meio do compartilhamento de informações sobre a natureza local ou, principalmente, pela coleta de espécimes para formar as coleções que foram posteriormente enviadas para o Museu de Zoologia Comparada da Universidade de Harvard. Além disso, houve uma grande parcela de colaboradores que prestou auxílio de natureza logística para a expedição (35 ou cerca de 21% do total), destacando-se aí o apoio para encontrar moradias e hospedagem e a assistência na navegação pelos rios.

Analisar a relação entre os viajantes e a população local revelou, também, que existem disparidades e assimetrias na forma como os naturalistas se relacionam com os diversos grupos de pessoas com os quais tiveram contato no Brasil. O relacionamento com indígenas, com indivíduos escravizados e populações ribeirinhas, por exemplo, não se dava da mesma forma que o contato com membros das elites locais, com governantes, com indivíduos que haviam recebido educação no exterior e com outros estrangeiros que encontravam pelo país. Isto não quer dizer, no entanto, que apenas estes últimos eram capazes de colaborar com informações científicas, o que certamente não era o caso, uma vez que muitos dos indivíduos que realizavam as tarefas de localização, coleta e preparação de espécimes eram indígenas e escravos. A alteridade se revela principalmente nos graus de envolvimento com a expedição, uma vez que

muitos daqueles que se encontravam em uma posição socialmente subalterna eram pagos ou forçados a prestar serviços, enquanto outros o faziam voluntariamente como uma forma de demonstrar o seu apoio, o seu interesse pela ciência ou, mesmo, o seu status social. Informações sobre a natureza do relacionamento entre os viajantes e seus colaboradores são, geralmente, aparentes nos relatos de viagem, ainda que algumas vezes estejam aparentes apenas nas formas de tratamento e na escolha dos pronomes e adjetivos utilizados. Uma análise destas características permitiu definir, por exemplo, que um grupo de 22 indivíduos (ou cerca de 13% do total) encontrava-se em uma relação de maior distanciamento social dos viajantes. É interessante notar, por exemplo, que é neste grupo que encontramos a maior quantidade de indivíduos que não são referenciados nominalmente no relato de viagem, algo que acontece com apenas 17 indivíduos do total de 168 envolvidos com a expedição.

A identificação dessa rede de colaboradores locais é o primeiro passo para a criação de um gráfico que permita visualizar a rede. O Gephi foi escolhido como ferramenta de pesquisa por ser uma plataforma gratuita, amplamente utilizada e com um grupo grande de usuários ativos em fóruns prontos para compartilhar de dúvidas e experiências na sua utilização. Além disso, o programa também possui uma interface que pode ser definida como *user-friendly*¹¹, facilitando assim a aprendizagem sobre como utilizá-lo. O Gephi foi desenvolvido em 2008 na *Université de Technologie de Compiègne*, na França, por Mathieu Jacomy, que na época não estava satisfeito com as ferramentas existentes para a criação de gráficos de rede (Heymann, 2010). O *software* logo ganhou visibilidade, sendo financiado com uma bolsa da *Google Summer of Code* ao longo dos seus primeiros cinco anos. Por estar disponibilizado em código aberto, seu desenvolvimento posterior foi acelerado pela contribuição de usuários que adicionaram novas funcionalidades, reformulando parte de seu código fonte e fazendo testes contínuos para a reparação de falhas. O trabalho desta rede de usuários pode ser acompanhado por meio de um fórum dedicado¹², assim como pela página do *software* na plataforma GitHub¹³.

O primeiro passo para a utilização do Gephi em uma pesquisa histórica é a consulta das fontes. Toda visualização de rede, em História, depende das fontes consultadas e das informações ali presentes sobre os indivíduos. Neste caso, foi a partir do relato de viagem que foram identificados os indivíduos e suas relações. É preciso destacar que, por ser um relato de autoria do próprio naturalista e de sua esposa, isto significa que estamos representando a rede

¹¹ Na informática, o termo *user-friendly* é utilizado para descrever *softwares*, interfaces ou *hardware* que podem ser facilmente utilizados por usuários iniciantes, sendo geralmente intuitivos e pouco complicados.

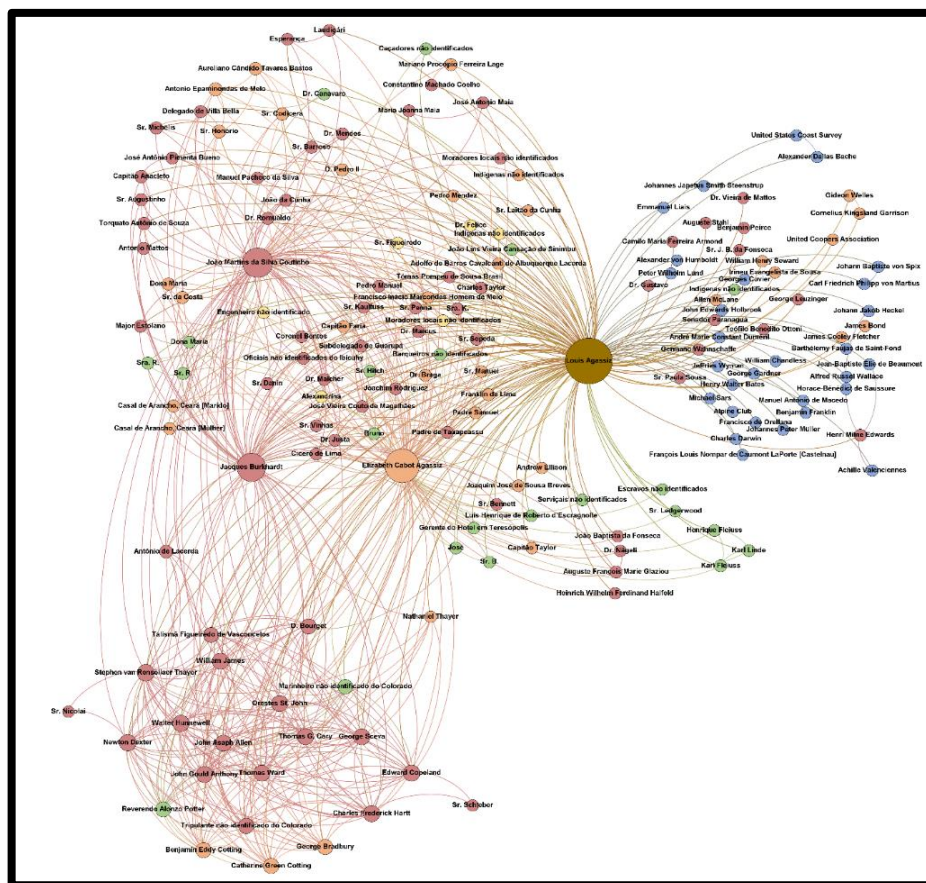
¹² Disponível na página <http://forum-gephi.org/>

¹³ Disponível na página <https://github.com/gephi/gephi>

de colaboradores na Expedição Thayer de acordo com a percepção do próprio naturalista, o que implica que a maior parte dos relacionamentos ali descritos envolve Louis ou Elizabeth Agassiz, uma vez que o relato foi redigido em primeira pessoa pelo casal. Por este motivo, o gráfico de rede apresenta os nós que representam Louis e Elizabeth Agassiz como alguns dos maiores círculos na Figura 3, uma vez que o tamanho dos nós pode ser ajustado proporcionalmente ao número de conexões que cada nó possui dentro da rede. Dessa forma, uma das primeiras vantagens em utilizar esse tipo de metodologia de análise para investigar as redes de colaboradores em uma expedição científica é poder representar e perceber, de forma imediata, quem eram os principais indivíduos ativos na expedição.

No caso da Expedição Thayer, chama a atenção que, dentre os quatro nós com maior número de relações dentro da rede, apenas um deles refere-se a um indivíduo que não fazia parte da comitiva da expedição originalmente. Este nó representa o Major João Martins da Silva Coutinho, engenheiro militar com grande experiência em viagens pelo Norte e Nordeste brasileiro que foi indicado pelo Imperador Pedro II para acompanhar Agassiz na função de guia e intermediário entre os viajantes e as populações locais. É justamente a sua atuação na mediação dos relacionamentos entre os estrangeiros e os grupos locais, principalmente os povos indígenas com os quais se comunicava em língua geral e traduzia as informações para Agassiz em francês, que faz com que o Major Coutinho seja um dos indivíduos com maior número de contato com outros nós na rede. Assim, percebemos que a visualização de redes também permite trabalhar e ilustrar conceitos históricos tradicionais, como o de *go-between* (Raj, 2009), sendo interessante destacar que o posicionamento do Major Coutinho na rede reflete exatamente a sua posição intermediária, entre o nó que representa Agassiz e os nós que representam os indivíduos por ele apresentados ao naturalista.

Figura 3: Visualização da rede de colaboradores na expedição de Louis Agassiz ao Brasil.

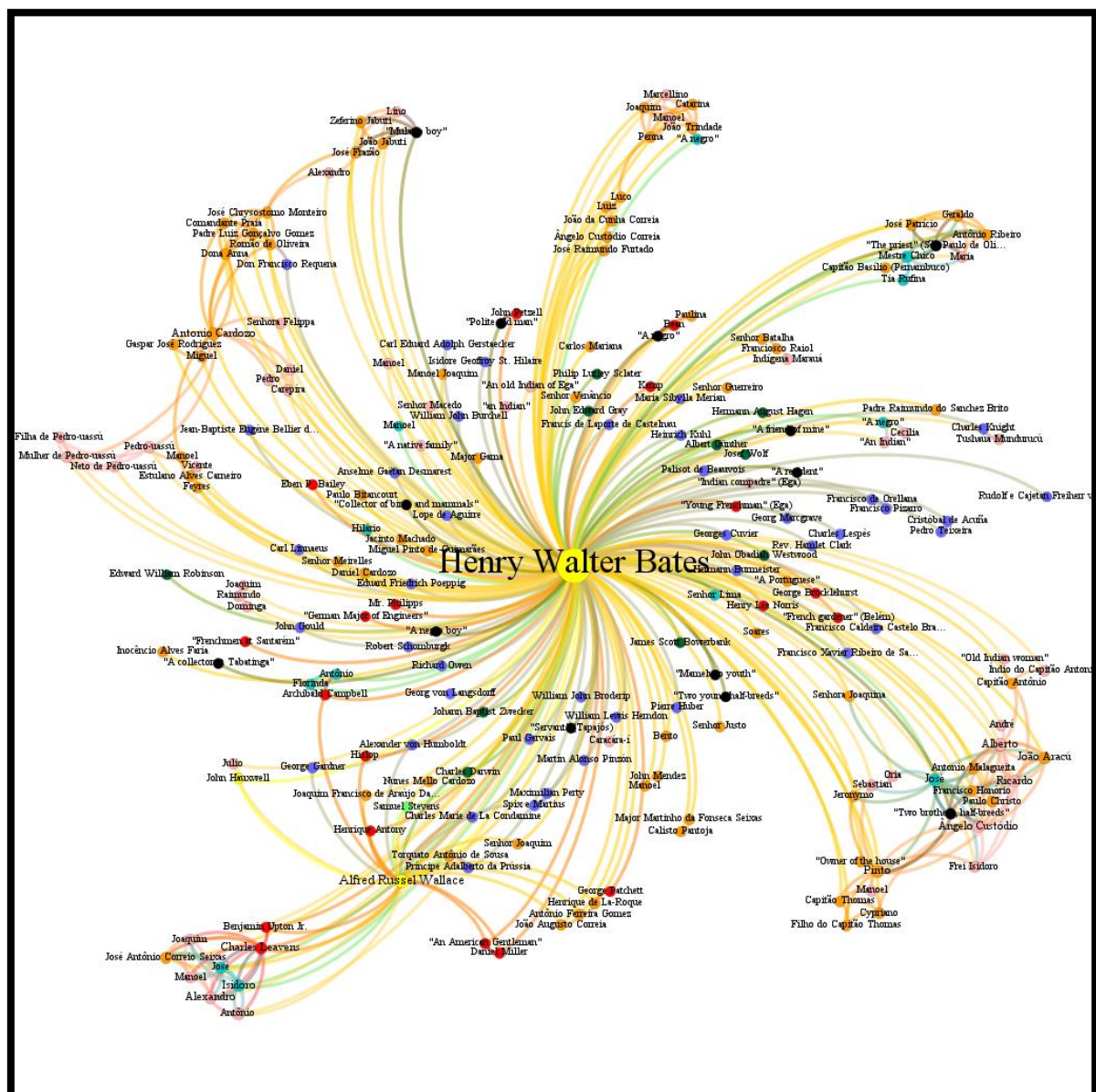


Fonte: ANTUNES, Anderson Pereira. A rede dos invisíveis: uma análise dos auxiliares na expedição de Louis Agassiz ao Brasil (1865-1866), 2015, p. 98.

O posicionamento dos nós no gráfico é um tema interessante, pois pode ser ajustado no Gephi de acordo com opções tomadas pelo pesquisador ao selecionar qual algoritmo utilizará para desenhar a rede. Estes algoritmos¹⁴ realizam complexos cálculos matemáticos, oriundos da teoria dos grafos, com base nas informações inseridas pelos pesquisadores sobre os nós e as relações entre eles. No algoritmo utilizado nesta pesquisa, por exemplo, o programa adiciona um valor numérico positivo ao identificar que dois nós estão relacionados, ou seja, quando dois indivíduos estiveram em contato durante a expedição, e um valor numérico negativo quando isto não acontece. Dessa forma, ao realizar os cálculos, os valores positivos são transformados em atração e os valores negativos em repulsão, fazendo com que indivíduos com grande número de relacionamentos entre si sejam representados próximos, formando comunidades. Podemos

¹⁴ Existem diversos algoritmos já incorporados no Gephi, sendo possível ainda incluir outros a partir do *download* de novas funcionalidades ou mesmo da criação, por parte de desenvolvedores engajados. Em ambas as pesquisas, o algoritmo utilizado faz parte daqueles inicialmente presentes no programa, tendo sido desenvolvido por um dos criadores do próprio Gephi. Para compreender melhor as fórmulas matemáticas por trás do funcionamento do algoritmo *Force Atlas 2*, Cf. JACOMY, M. et al. ForceAtlas2, a continuous graph layout algorithm for handy network visualization designed for the Gephi software. PLoS ONE, vol. 9, nº 6, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0098679>>. Acesso em: 22 nov. 2020.

Figura 4: Visualização da rede de colaboradores na expedição de Henry Walter Bates ao Brasil.



A expedição de Bates ao Brasil foi selecionada para a análise durante a pesquisa realizada no doutorado por sua relação com a Expedição Thayer. Por um lado, há uma

aproximação, uma vez que Agassiz veio ao Brasil trazendo uma cópia do livro de viagem publicado por Bates em 1863, *The naturalist on the River Amazons*, sendo ele o naturalista mais vezes mencionado no relato do próprio Agassiz. Por outro lado, existem diferenças significativas: ambos defendiam ideias opostas, uma vez que Bates pode ser considerado um Darwinista de primeira hora, enquanto Agassiz foi um dos mais ferrenhos antagonistas de Charles Darwin (1809-1882) e, portanto, ambos vieram ao Brasil defendendo posições opostas em relação à investigação da origem das espécies¹⁵; havia, também, grande disparidade na infraestrutura de suas viagens, pois enquanto Agassiz podia contar com financiamento e apoio institucional e governamental, Bates, que veio ao Brasil junto de Alfred Russel Wallace (1823-1913), contava apenas com meios próprios e uma pequena economia de cerca de 100 libras reunida ainda na Inglaterra. Além disso, o naturalista britânico passou um total de 11 anos no país, período consideravelmente superior à passagem da Expedição Thayer e que poderia influenciar de forma relevante o seu contato com as populações locais.

A mesma metodologia de análise e visualização de redes foi empregada, tomando o livro de viagem publicado pelo naturalista como fonte histórica para desvelar a sua rede de colaboradores durante a expedição. Da mesma forma, cada nó representa um indivíduo mencionado pelo naturalista em seu relato, sendo as relações entre os indivíduos inferida igualmente por meio da sua narrativa. Novamente, cabe destacar que estamos visualizando a rede de colaboradores do viajante de acordo com a sua própria percepção e descrição do que vivenciou no país. Ainda que não seja possível escapar completamente do viés impresso pelos olhares dos viajantes nos seus relatos sobre a população local, os historiadores estão habituados a trabalhar com indícios desde, pelo menos, a obra seminal de Carlo Ginzburg (1989), sendo possível encontrar pistas sobre o relacionamento entre os viajantes e seus colaboradores nos livros de viagem mesmo que não tenhamos a contraparte do relato dos indígenas, escravos ou, até mesmo, de membros das elites locais sobre como participaram nestas expedições.

A análise de redes sociais e a visualização dessas redes por meio de gráficos ilustrativos podem auxiliar a deslocar o enfoque do naturalista para os aspectos sociais do trabalho científico realizado em campo, destacando particularmente a importância da sociabilidade. Elencando algumas das vantagens de se aplicar a ARS nestas pesquisas, Antunes (2019) afirma que:

¹⁵ Embora Bates tenha vindo ao Brasil antes da publicação da teoria da evolução por meio da seleção natural, elaborada simultaneamente por Darwin e Wallace, a questão da origem das espécies já era um tema importante no mundo científico desde meados do século XIX. No prefácio de seu livro de viagem, o próprio naturalista afirma que reunir fatos “*towards solving the problem of the origin of species*” (Bates, 1863, p. iii) era um dos seus objetivos com a viagem ao Brasil.

O trabalho de análise de uma rede social desloca o foco da pesquisa do nível biográfico individual para atentar para as interações e relacionamentos daquele indivíduo em um contexto específico, inserindo-o como indivíduo dentro daqueles grupos aos quais pertencia. O foco no plural, ao invés do singular, permite considerar as idiossincrasias específicas dos momentos de interação que conectam os participantes de uma rede e analisar o momento não naquilo que significou para apenas um indivíduo, mas para toda uma comunidade. (ANTUNES, 2019, p. 304).

Uma outra vantagem da visualização da rede é permitir a identificação dos diversos grupos com os quais os naturalistas se relacionaram durante a viagem por meio da utilização de diferentes cores para representar cada nó. Dessa forma, na visualização da rede de colaboradores de Bates no Brasil foram utilizadas nove cores diferentes para representar: os naturalistas europeus que fizeram parte da viagem (Bates e Wallace), os naturalistas europeus que contribuíram para a viagem embora não tenham vindo ao Brasil (os ilustradores do livro de viagem, por exemplo), o agente de Bates na Inglaterra (Samuel Stevens), os naturalistas que tiveram suas obras referenciadas por Bates em sua bibliografia, os grupos indígenas, os estrangeiros que habitavam no Brasil, os indivíduos escravizados ou libertos, os brasileiros ou luso-brasileiros e, por fim, aqueles que não se enquadram em nenhuma das categorias anteriores por falta de maiores informações sobre suas origens no relato do naturalista.

Por meio da utilização das diferentes cores, evidencia-se imediatamente a diversidade da rede de colaboradores de Bates no Brasil, que contou com um total de 221 indivíduos identificados a partir do seu livro de viagem. A possibilidade de identificar indivíduos diferentes por meio da atribuição de cores aos nós que os representam abre diversas oportunidades para os pesquisadores e, no caso da análise da rede de Bates no Brasil, permite uma rápida identificação dos grupos sociais que formavam as diferentes localidades visitadas. Se estes dados fossem utilizados como um microcosmo da composição social das diferentes regiões ou, ao menos, daquela parcela que esteve em contato com o viajante, seria possível identificar rapidamente quais foram as cidades e vilas visitadas pelo naturalista onde esteve em maior contato com grupos de indígenas ou escravos, por exemplo, ou, ainda, perceber quais eram as localidades com maior índice de estrangeiros vivendo no Brasil.

Isto posto, fica evidente que a análise e a visualização de redes podem ser utilizadas com diversos objetivos. As duas pesquisas aqui brevemente apresentadas representam experiências iniciais na utilização do Gephi na História das Ciências. Por meio da criação dos gráficos de rede, foi possível analisar, observar e comunicar de uma forma inovadora a experiência de Louis Agassiz e Henry Walter Bates com suas redes de colaboradores locais, evidenciando como suas expedições mobilizaram centenas de indivíduos, de diversas origens, que contribuíram com a passagem dos naturalistas pelo país, com a formação de suas coleções

e com a construção do conhecimento científico durante a viagem. É preciso destacar que o trabalho de análise não se encerra com o gráfico. Da mesma forma como a criação da visualização depende das informações obtidas nas fontes históricas, o historiador deve retornar às fontes após a criação do gráfico para poder compreender o que está ali representado e verificar se seu gráfico corresponde com aquilo que é relatado nas fontes. Assim, em ambas as pesquisas a criação dos gráficos aqui apresentados constituiu apenas uma das etapas na compreensão das contribuições das populações locais aos viajantes. Como já mencionado, a diversidade de indivíduos envolvidos nestas viagens, bem como a multiplicidade e a variedade de suas contribuições, faz com que cada caso mereça uma análise particular. Ainda assim, a representação destas redes por meio de gráficos gerados com o Gephi representou uma etapa importante no processo de investigação destas expedições.

4 Considerações Finais

Enquanto ferramenta para a visualização de redes, programas como o Gephi podem ser ajustados para refletir tanto as informações obtidas a partir das fontes históricas analisadas, quanto os objetivos de pesquisa definidos pelos pesquisadores. Assim, as possibilidades de utilização deste tipo de ferramenta em pesquisas em História das Ciências são praticamente ilimitadas, desde que existam fontes que permitam identificar a existência dessas redes. Com a consolidação da ARS em pesquisas em História e, mais recentemente, a ampliação da compreensão de que a ciência é uma prática social e colaborativa que se dá na interação entre indivíduos e instituições dentro do campo científico, o terreno para a utilização de ferramentas de análise e visualização de redes na História das Ciências é fértil. A preocupação com os aspectos sociais da ciência e a compreensão da atividade científica em seu contexto social e histórico estão, hoje, presentes de forma unânime na produção historiográfica em História das Ciências. Com o avanço das Humanidades Digitais, a popularização das ferramentas digitais na pesquisa acadêmica e a ampliação do trabalho interdisciplinar, novas possibilidades se abrem para os historiadores da ciência.

Particularmente na análise da sociabilidade do trabalho naturalista de campo nas expedições científicas que percorreram o Brasil durante o século XIX, a visualização das redes de colaboradores dos naturalistas com o Gephi apresentou vantagens interessantes em relação ao trabalho apenas com as fontes textuais. Em primeiro lugar, destaco que o trabalho adicional de inserir as informações históricas no *software*, um trabalho que é tão minucioso, quanto longo, obriga o historiador a estar perfeitamente familiarizado com suas fontes de pesquisa. Já nesta

etapa do trabalho, a necessidade de traduzir para o programa de computador os dados históricos faz com que seja necessário refletir sobre os mesmos e gera questionamentos sobre como melhor representar os diferentes tipos de relacionamentos entre os viajantes e os seus colaboradores locais.

Uma outra motivação para a utilização de ferramentas como o Gephi é que o gráfico de visualização da rede pode ser considerado um elemento valioso para a divulgação científica, uma vez que permite apresentar de forma inovadora, impactante e instigante as informações obtidas das fontes. De forma visual, o historiador pode identificar e comunicar entre pares ou para o público não especializado, descobertas realizadas durante a sua investigação. É particularmente notável como o gráfico de rede evidencia os indivíduos mais conectados e ativos nessas expedições, o que pode suscitar questionamentos interessantes sobre os motivos de receberem tal destaque, e pode permitir que os historiadores das ciências trabalhem com conceitos importantes para a área, como o de *go-between*, ressaltando a importância dos intermediários para facilitar o contato entre os viajantes estrangeiros e as populações locais, especialmente quando as barreiras cultural e linguística podiam representar um entrave.

Por fim, a representação gráfica dessas expedições permite enfatizar como a ciência praticada em campo se dava de forma colaborativa a partir da mobilização de centenas de pessoas, muitas delas sem formação científica, auxiliando a desmistificar a imagem heroica do naturalista indômito e aventureiro que intrépido e corajoso se arriscava por lugares desconhecidos para o bem da ciência.

Referências

AGASSIZ, Elizabeth Cary (ed.). **Louis Agassiz: his life and correspondence**. Boston/New York: Houghton, Mifflin and Company. 1885. Disponível em:

<<https://archive.org/details/louisagassizhisl00agas>> Acesso em: 22 nov. 2020.

AGASSIZ, Louis; AGASSIZ, Elizabeth Cary. **A Journey in Brazil**. Boston: Ticknor and Fields, 1868. Disponível em: <<https://archive.org/details/journeyinbrazil00agasiala>> Acesso em: 22 nov. 2020.

ANTUNES, Anderson Pereira. **A rede dos invisíveis: uma análise dos auxiliares na expedição de Louis Agassiz ao Brasil (1865-1866)**. 2015. Dissertação (Mestrado em História das Ciências e da Saúde). Casa de Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, 2015. Disponível em:

<http://www.ppghcs.coc.fiocruz.br/images/dissertacoes/dissertacao_anderson_antunes.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2020.

ANTUNES, Anderson Pereira. **Um naturalista e seus colaboradores na Amazônia: a expedição de Henry Walter Bates ao Brasil (1848-1859)**. 2019. Tese (Doutorado em História das Ciências e da Saúde). Casa de Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, 2019. Disponível em: <http://ppghcs.coc.fiocruz.br/images/dissertacoes/teste/tese_anderson_antunes.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2020.

ANTUNES, Anderson; MASSARANI, Luisa; MOREIRA, Ildeu. Uma análise da rede de auxiliares da expedição de Louis Agassiz a Brasil (1865-1866). **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 9, 2016, pp. 113-125. Disponível em:

<https://www.sbhcs.org.br/arquivo/download?ID_ARQUIVO=2786>. Acesso em: 22 nov. 2020.

ANTUNES, Cátia. A história da análise de redes e a análise de redes em história. **História, Revista da Faculdade de Letras da Universidade do Porto**, IV Série, vol. 2, 2012, p. 11-22. Disponível em: <<http://ler.letras.up.pt/uploads/ficheiros/11313.pdf>>. Acesso em: 22 nov. 2020.

BATES, Henry Walter. **The naturalist on the river Amazons**. A record of adventures, habits of animals, sketches of Brazilian and Indian life, and aspects of nature under the Equator, during eleven years of travel. vol. I. London: John Murray. 1863. Disponível em:

<<https://archive.org/details/naturalistonrive01bate>>. Acesso em: 22 nov. 2020.

BATES, Henry Walter. **The naturalist on the river Amazons**. A record of adventures, habits of animals, sketches of Brazilian and Indian life, and aspects of nature under the Equator, during eleven years of travel. vol. II. London: John Murray. 1863. Disponível em:

<<https://archive.org/details/naturalistonrive02bate>>. Acesso em: 22 nov. 2020.

- BRADFORD, William C. Reaching the visual learner: teaching property through art. **The Law Teacher**, vol. 11, 2004. Disponível em: <https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=587201>. Acesso em: 22 nov. 2020.
- CAMERINI, Jane. Remains of the day: early Victorians in the field. In: LIGHTMAN, B. (ed.). **Victorian science in context**. Chicago: The University of Chicago Press, 1997, pp. 354-377.
- CAMERINI, Jane. Wallace in the field. **Osiris**, 2nd series, v. 11, Science in the field. p. 44-65, 1996. Disponível em: <https://warwick.ac.uk/fac/arts/history/students/modules/hi916/week5/camerini_wallace_in_the_field.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2020.
- CASTELLS, Manoel. **A sociedade em rede: a era da informação: economia, sociedade e cultura**. São Paulo: Paz e Terra, 1999.
- CHEN, Long (ed.). **A journey of discovering Sociology: what Sociology is in 20 contemporary American sociologists' eyes**. China: Peking University Press, 2020.
- CRAWFORTH, Anthony. **The butterfly hunter**. The life of Henry Walter Bates. Buckingham: University of Buckingham Press, 2009. 272p.
- CRAWFORTH, Anthony. **The evolution of an evolutionary man**. Henry Walter Bates, 1825 – 1892. Tese de Doutorado. School of Humanities, University of Buckingham, United Kingdom. 2008. 279p.
- CUKIER, Rosa. **Palavras de Jacob Levy Moreno**. Vocabulário de citações, do psicodrama, da psicoterapia de grupo, do sociodrama e da sociometria. São Paulo: Ágora, 2002.
- DICKENSON, John. Henry Walter Bates 1825-1892. **Geographers Biobibliographical Studies**, vol. 11, 1987.
- DICKENSON, John. The Naturalist on the River Amazons and a Wider World: Reflections on the Centenary of Henry Walter Bates. **The Geographical Journal**, vol. 158, nº 2, 1992. pp. 207-214. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/3059789>>. Acesso em: 22 nov. 2020.
- FAN, Fa-ti. Science in a Chinese entrepôt: British naturalists and their Chinese associates in Old Canton. **Osiris**, 2nd series, v. 18, Science and the City, 2003, p. 60-78. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/3655285>>. Acesso em: 22 nov. 2020.
- FARLEY, John; GEISON, Gerald L. Ciencia, política y generación espontânea en la Francia del siglo diecinueve: el debate Pasteur-Pouchet. In: SOLÍS, Carlos. **Razones e intereses. La historia de la ciencia después de Kuhn**. Barcelona: Paidós, 1994. pp. 219-263.
- FLECK, Ludwik. **Gênese e Desenvolvimento de um Fato Científico: Introdução à doutrina do estilo de pensamento e do coletivo de pensamento**. Belo Horizonte, Fabrefactum Editora, 2010.
- GINZBURG, Carlo. **Mitos, emblemas, sinais: morfologia e história**. São Paulo: Companhia das Letras, 1989.
- GOLD, Matthew K. (ed.). **Debates in the Digital Humanities**. London: University of Minnesota Press, 2012.
- GREENE, Derek; CUNNINGHAM, Pádraig. Producing a unified graph representation from multiple social network views. **Proceedings of the 5th annual ACM web science**

conference. ACM, 2013. Disponível em:

<<http://derekgreene.com/papers/greene13websci.pdf>>. Acesso em: 22 nov. 2020.

HEMMING, John. **Naturalists in Paradise**. Wallace, Bates and Spruce in the Amazon. New York: Thames & Hudson Inc. 2015. 368p.

HEYMANN, Sébastien. Gephi initiator interview: how “semiotics matter”. **Gephi blog**. 1 fev. 2010. Disponível em: <<https://gephi.wordpress.com/2010/02/01/gephi-initiator-interview-how-semiotics-matter/>>. Acesso em: 22 nov. 2020.

HODACS, Hanna. Linnaeans outdoors: the transformative role of studying nature “on the road” and outside. **British Journal of History of Science**, 2010. Disponível em: <http://www2.warwick.ac.uk/fac/arts/history/ghcc/eac/people/hodacs/hanna_hodacs_linneans_outdoors.pdf> Acesso em: 22 nov. 2020.

IRMSCHER, Christoph. **Louis Agassiz**: creator of American Science. Boston/New York: Houghton Mifflin Harcourt, 2013.

JACOMY, M. et al. ForceAtlas2, a continuous graph layout algorithm for handy network visualization designed for the Gephi software. **PLoS ONE**, vol. 9, nº 6, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0098679>>. Acesso em: 22 nov. 2020.

JACOMY, Mathieu; BASTIAN, Mathieu; HEYMANN, Sebastien. Gephi: an open source software for exploring and manipulating networks. **International AAI Conference on Weblogs and Social Media**. 2009. Disponível em: <<https://www.aaai.org/ocs/index.php/ICWSM/09/paper/view/154>>. Acesso em: 22 nov. 2020.

KUHN, Thomas. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Editora Perspectiva, 1998.

LEITE, Miriam Lifchitz Moreira. **Livros de viagem (1803-1900)**. Rio de Janeiro: UFRJ, 1997.

LUKE, Douglas A.; HARRIS, Jenine K. Network analysis in Public Health: History, methods, and applications. **The Annual Review of Public Health**, nº 28, 2007 p. 69-93. Disponível em: <<https://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev.publhealth.28.021406.144132>>. Acesso em: 22 nov. 2020.

MA, Kwan-Liu; LIAO, Isaac; FRAZIER, Jennifer; HAUSER, Helwig; KOSTIS, Helen-Nicole. Scientific storytelling using visualization. **IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics**, vol. 32, nº 1, jan.-fev. 2012. p. 12-19. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/6111347>>. Acesso em: 22 nov. 2020.

MATHIAS, Carlos Leonardo Kelmer. Análise de rede social. **Revista Internacional Interdisciplinar INTERthesis**, Florianópolis, vol. 11, nº 1, jan./jun. 2014, p. 131-146. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5007/1807-1384.2014v11n1p131>>. Acesso em: 22 nov. 2020.

MENDELHSON, Everett. The social construction of scientific knowledge. In: MENDELHSON, Everett; WEINGART, P.; WHITLEY, R. (eds.). **The social production of scientific knowledge**. Boston: D. Reidel Publishing Company, 1977. pp. 3-25.

MOREIRA, Ildeu de Castro. O escravo do naturalista. **Ciência hoje**, v. 31, n. 184, julho 2002. Disponível em: <<http://www.casadaciencia.ufrj.br/caminhosdedarwin/downloads/escravo.pdf>>. Acesso em: 22 nov. 2020.

- NOACK, Andreas. Modularity clustering is force-directed layout. **Physical Review**, vol. 79, nº 2, 2009. Disponível em: <<https://arxiv.org/pdf/0807.4052.pdf>>. Acesso em: 22 nov. 2020.
- OTTE, Evelien; ROUSSEAU, Ronald. Social network analysis: a powerful strategy, also for the information sciences. **Journal of Information Science**, vol. 28, nº 6, 2002. p. 441-453. Disponível em: <<https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/016555150202800601>>. Acesso em: 22 nov. 2020.
- PADGETT, John F.; ANSELL, Christopher K. Robust action and the rise of the Medici, 1400-1434. **American Journal of Sociology**, vol. 98, nº 6, 1993, p. 1259-1319. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/2781822>>. Acesso em: 22 nov. 2020.
- PANDOLFI, Fernanda Cláudia; BUENO, Newton Paulo. Análise de redes sociais em História: noções básicas e sugestões de aplicação. **Anais do XIX Encontro Regional de História**. Juiz de Fora, 28 a 31 de julho de 2014. Disponível em: <http://www.snh2011.anpuh.org/resources/anais/34/1401385226_ARQUIVO_anpuhpaper29-05corrigido.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2020.
- PRATT, Mary Louise. A crítica na zona de contato: nação e comunidade fora de foco. **Travessia**, Universidade Federal de Santa Catarina, nº 38, 1999. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/travessia/article/download/14665/13434>>. Acesso em: 22 nov. 2020.
- RAJ, Kapil. Mapping knowledge go-betweens in Calcutta, 1770-1820. pp. 105-150. IN: SCHAFFER, Simon; ROBERTS, Lissa; RAJ, Kapil; DELBOURGO, James (eds.). **The brokered world**. Go-Betweens and Global Intelligence, 1770-1820. Massachusetts: Science History Publications, 2009.
- SAFIER, Neil. Spies, dyes and leaves: agro-intermediaries, Luso-Brazilian couriers, and the worlds they sowed. pp. 239-270. IN: SCHAFFER, Simon; ROBERTS, Lissa; RAJ, Kapil; DELBOURGO, James (eds.). **The brokered world**. Go-Betweens and Global Intelligence, 1770-1820. Massachusetts: Science History Publications, 2009.
- SUBRAHMANYAM, Sanjay. Between a rock and a hard place: some afterthoughts. In: SCHAFFER, Simon; ROBERTS, Lissa; RAJ, Kapil; DELBOURGO, James (eds.). **The brokered world**. Go-Betweens and Global Intelligence, 1770-1820. Massachusetts: Science History Publications, 2009, pp. 429-440.
- VERMELHO, Sônia Cristina; VELHO, Ana Paula Machado; BERTONCELLO, Valdecir. Sobre o conceito de redes e seus pesquisadores. **Educação e Pesquisa**, vol. 41, nº 4, 2015, p. 863-881. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s1517-97022015041612>>. Acesso em: 22 nov. 2020.
- VISUALIZING HISTORICAL NETWORKS. **Method**. 2017. Disponível em: <<http://histecon.fas.harvard.edu/visualizing/index.html#4>>. Acesso em: 22 nov. 2020.