

Humanidades digitales

MIRADAS, EXPERIENCIAS
Y PROYECCIONES DESDE
AMÉRICA LATINA

Leonor Riesco Tagle (editora)



EDICIONES USS
Universidad San Sebastián



Humanidades digitales

Miradas, experiencias y proyecciones
desde América Latina

Humanidades digitales
Miradas, experiencias y proyecciones
desde América Latina

EDICIÓN: Leonor Riesco T.

DISEÑO: Carolina Akel S.

ISBN: 978-956-6115-83-0

INSCRIPCIÓN REGISTRO DE PROPIEDAD

INTELECTUAL N° 2024-A-11260

Libro impreso en Chile por GráficaAndes

Publicación de Ediciones San Sebastián

Bellavista 7, Recoleta

Enero 2025

*Prohibida la reproducción total o
parcial, por cualquier medio, del
contenido de este texto sin previa
autorización de Ediciones USS*

Visualizar los invisibles

Usos posibles de Gephi en el análisis de expediciones científicas por la Amazonia brasileña en el siglo XIX.

ANDERSON PEREIRA A.¹

Introducción

El tema de las expediciones científicas emprendidas por viajeros naturalistas desde al menos el siglo XVI es uno de los más explorados por los historiadores. Sin embargo, la historiografía tradicional nos ha presentado lecturas frecuentemente eurocéntricas de la práctica científica llevada a cabo en el campo. Es, por tanto, muy común encontrar autores que destacan los “descubrimientos” realizados por estos exploradores, las “nuevas” especies encontradas durante sus viajes, el mapeo de lugares previamente “desconocidos”, entre otros enfoques que demuestran una comprensión de la ciencia como universal, acumulativa, lineal y en un progreso constante. En estas interpretaciones, las colaboraciones de los agentes locales se hicieron invisibles.

1 Anderson Pereira Antunes (anderson.p.antunes@gmail.com), Doctor en Historia de las Ciencias y de la Salud (Fundação Oswaldo Cruz, Brasil), historiador y museólogo (Universidad Federal del Estado de Río de Janeiro, Brasil). Especialista en comunicación científica (Fundação Oswaldo Cruz, Brasil), investigador del Instituto de Historia Contemporánea (Universidade de Évora, Portugal) y de IN2PAST (Laboratório Associado para a Investigação e Inovação em Património, Artes, Sustentabilidade e Território, Portugal). La IHC es financiada con fondos nacionales a través de FCT - Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P., en el ámbito de los proyectos UIDB/04209/2020, UIDP/04209/2020 y LA/P/0132/2020 (DOI 10.54499/LA/P/0132/2020).

Nuevas perspectivas, poco a poco, comenzaron a desafiar las interpretaciones tradicionales para repensar estos viajes, relevando, sobre todo, la importancia de la sociabilidad y de los encuentros interculturales para el trabajo científico de campo. Como impulsores de este proceso, se destacan el desarrollo de los estudios CTS (ciencia, tecnología y sociedad), el surgimiento del Programa Fuerte en la Sociología del Conocimiento y, más recientemente, el advenimiento de los estudios decoloniales y la interpretación del conocimiento científico como circulación. Según Kapil Raj, entender esto último significa desafiar las nociones de difusión eurocéntrica para concebir la ciencia como una coproducción dialógica entre comunidades diversas.²

En este artículo presentaré cómo las humanidades digitales y, más específicamente, herramientas de visualización de redes como el *software* Gephi, pueden ayudar a demostrar la importancia de la sociabilidad para la construcción del conocimiento científico y la formación de colecciones resultantes de las expediciones naturalistas. Al permitir transformar en gráfico la información textual, Gephi ofrece nuevas posibilidades de análisis de los datos obtenidos a través de los libros de viajes y otras fuentes históricas. En la investigación para mi maestría en Historia de las Ciencias y de la Salud (Fundação Oswaldo Cruz, Brasil), utilicé este *software* para demostrar cómo la Expedición Thayer, liderada por el naturalista Louis Agassiz, contó con cientos de colaboradores locales en Brasil.³ También fue posible trabajar conceptos ya establecidos en la historia de las ciencias, como el de *go-between*. Ya en mi doctorado en Historia de la Ciencia y de la Salud (Fundação Oswaldo Cruz, Brasil), Gephi hizo posible trazar la extensa red de contactos del naturalista británico Henry Walter Bates durante su residencia de 11 años en la Amazonia brasileña.⁴ En este texto, me basaré en los resultados obtenidos en ambas investigaciones para demostrar cómo Gephi ofrece a los historiadores la oportunidad de visualizar lo invisible.

2 Kapil Raj, "Beyond postcolonialism... and postpositivism: circulation and the global history of science", *I sis* 104, n. 2 (2013): 337-347.

3 Anderson Antunes, "A rede dos invisíveis: uma análise dos auxiliares na expedição de Louis Agassiz ao Brasil (1865-1866)" (disertación de maestría, Casa de Oswaldo Cruz-Fiocruz, 2015), https://ppghcs.coc.fiocruz.br/images/dissertacoes/dissertacao_anderson_antunes.pdf.

4 Anderson Antunes, "Um naturalista e seus colaboradores na Amazônia: a expedição de Henry Walter Bates ao Brasil (1848-1859)" (tesis doctoral, Casa de Oswaldo Cruz-Fiocruz, 2019), https://ppghcs.coc.fiocruz.br/images/dissertacoes/teste/tese_anderson_antunes.pdf.

Agentes locales en las expediciones científicas

La realización de expediciones científicas fue uno de los pasos esenciales para el estudio de la naturaleza y la formación de colecciones que hoy constituyen una parte importante del patrimonio histórico, científico y cultural de varios países, especialmente en Europa, donde los viajes también formaron parte de la investigación del potencial económico de las colonias. Reunir especímenes representativos para poder compararlos con los conservados en los museos de historia natural, fue la primera etapa de un proceso que implicó la descripción, catalogación y organización de los seres vivos en un sistema taxonómico. Sin embargo, capturar los ejemplares que constituirían las colecciones botánicas, zoológicas, entomológicas y similares reunidas en estos viajes, era una tarea profundamente dependiente de una red de sociabilidad local, sin la cual los naturalistas seguramente habrían tenido menos éxito en sus expediciones.

Además de apoyar en la recolección de especímenes, varios agentes locales se involucraron en expediciones científicas, ayudando en la logística de desplazamiento por el territorio y actuando como guías y traductores, entre otras diversas tareas que formaban parte del día a día de un naturalista. Al analizar los relatos de los viajeros en sus libros, cuadernos de campo, cartas y otros registros históricos, nos dimos cuenta de que un naturalista raramente estaba solo durante su expedición. Ellos fueron acompañados por personas que los ayudaron de forma voluntaria o remunerada. En un análisis de los diferentes apoyos recibidos, Moreira destaca que en las fuentes primarias se encuentra

“El previsible apoyo logístico y de infraestructura, el suministro de alimentos, medios de transporte y otros recursos materiales; la presencia como guías, cargadores, intérpretes y compañía personal; y la ayuda en los contactos con grupos indígenas y en el aprendizaje de lenguas nativas. Muchas veces [...] se verificaba, por parte de individuos y comunidades locales, la transmisión de conocimientos obtenidos con la larga experiencia en la selva. [...] A partir de varios de estos escritos, se pueden establecer los principales tipos de contribuciones del personal local: identificación, ubicación, recolección y nomenclatura de animales y plantas; preparación y preservación de especímenes; descubrimientos de ‘nuevas’ especies; análisis de hábitos y usos

de animales y plantas; conocimientos geográficos, meteorológicos y de distribución de animales y plantas; relatos antropológicos; indicación de lugares más favorables para la investigación; domesticación de animales; y fabricación de instrumentos (inclusive para captura y preservación de animales).⁵

Recientemente, la historiografía ha comenzado a demostrar que el éxito obtenido por los viajeros en sus expediciones se debía, en gran parte, a las relaciones establecidas con agentes locales. Conceptos como el de *trading zone* de Peter Galison, o el de *contact zone* de Mary Louise Pratt, permitieron a los historiadores percibir las dinámicas sociales en espacios como el campo.⁶ A pesar de la profunda asimetría entre los viajeros y sus colaboradores, especialmente en el contexto de las relaciones de poder existentes entre exploradores europeos y habitantes de territorios coloniales, el campo, como espacio para la práctica científica, permitía flexibilidades y oportunidades sociales inexistentes en otros contextos. Esto significa que, no obstante las desigualdades, viajeros y agentes locales fueron capaces de construir vínculos significativos y duraderos que podían beneficiarlos mutuamente.

De acuerdo con Camerini, mantener buenas conexiones con los habitantes locales era una estrategia eficiente para garantizar apoyo en tareas como la identificación y recolección de especímenes.⁷ En su estudio, la autora destaca cómo la presencia de adjetivos como *friend* (amigo), *kind* (gentil/generoso) y *trustworthy* (confiable) en los relatos de viajeros ingleses son indicativos de la importancia de la confianza y el respeto mutuo en estas relaciones. Al mismo tiempo, estos adjetivos resaltan el valor de la sociabilidad para la práctica científica.

Otro concepto clave para entender las dinámicas sociales y sus relaciones con la construcción de conocimiento en el campo, es el de circulación. En contraposición a una historia de las ciencias influenciada por el positivismo e imbuida de la creencia en la universalidad de la ciencia, Raj presenta el concepto de circulación como una alternativa al modelo popularizado por George

5 Ildeu de Castro, "O escravo do naturalista", *Ciência hoje* 31, n. 184 (2002): 42. Traducción del autor.

6 Peter Galison, *Image and logic: a material culture of microphysics* (Chicago: The University of Chicago Press, 1997); y Mary Louise Pratt, "Arts of the contact zone", *Profession* (1991): 33-40.

7 Jane R. Camerini, "Wallace in the field", *Osiris* 11 (1996): 44-65.

Basalla en *The Spread of Western Science*.⁸ Para Raj, comprender el desarrollo del conocimiento científico como circulación, significa desafiar la unidireccionalidad y el eurocentrismo de la perspectiva difusionista, para entender el saber como una producción dialógica que emerge de los encuentros e interacciones entre diferentes comunidades. En sus palabras, Raj afirma que

"Apropiar esta perspectiva ofrece ricas alternativas teóricas al tropo centro/periferia, que atrapa las historias mundiales de la ciencia al igual que los estudios de 'ciencia e imperio'. Pues, no solo no borra las asimetrías inherentes involucradas en la creación y movimiento del conocimiento en sus dimensiones materiales y no materiales, esta perspectiva también nos permite reconfigurar las dimensiones morales y políticas de las ciencias al contar la historia de un mundo mucho más complejo e interconectado que el sugerido por estas simples dicotomías".⁹

Estos conceptos cooperaron para que, cada vez más, el foco de las investigaciones históricas se volviera hacia las contribuciones de las poblaciones locales, la sociabilidad del trabajo científico de campo y la circulación de saberes.¹⁰ Además de demostrar la participación de los agentes locales para la construcción del conocimiento científico y la formación de las colecciones de Historia Natural, también es importante investigar los procesos de borrado histórico que, durante mucho tiempo, transformaron esta extensa red de colaboradores locales en una verdadera red de invisibles.

8 Raj, "Beyond postcolonialism"; y George Basalla, "The spread of Western science", *Science* 156, n. 3775 (1967): 611-622.

9 Raj, "Beyond postcolonialism", 347. Traducción del autor.

10 Ver Hanna Hodacs, "Linnaeans outdoors: the transformative role of studying nature 'on the road' and outside", *British Journal of History of Science* 44, n. 2 (2010): 183-209; Kapil Raj, *Relocating modern science* (New York: Palgrave Macmillan, 2007); Simon Schaffer, Lissa Roberts, Kapil Raj y James Delbourgo, eds., *The brokered world: go-betweens and global intelligence, 1770-1820* (Sagamore Beach, MA: Science History Publications, 2009); Anderson Pereira Antunes, Luisa Massarani e Ildeu de Castro, "Practical Botanists and Zoologists: Contributions of Amazonian Natives to Natural History Expeditions (1846-1865)", *Historia Crítica* 73 (2019): 137-160; y Anderson Pereira, "Local knowledge and Natural History Collections", *Anais do Museu de História Natural* 10, n. 2 (2024): 123-145.

Volviendo invisibles a los agentes locales

Según Jane Camerini, las convenciones que exigen de la redacción de un artículo científico características como la objetividad, la neutralidad y la impersonalidad, contribuyeron a que, en los relatos publicados en los periódicos de las sociedades científicas, los naturalistas omitieran sus encuentros con los agentes locales y se presentaran como los únicos realizadores de las tareas narradas.¹¹ Además, la literatura de viajes se había convertido en un género de gran consumo en los países de Europa y en Estados Unidos en el siglo XIX; y los reportes eran leídos no solo en los círculos expertos, sino por un público amplio ávido por consumir relatos curiosos sobre tierras distantes.¹² Así, no era raro que algunos viajeros exageraran los peligros enfrentados, estimulando la imaginación de sus lectores y fomentando el imaginario de la hazaña heroica y solitaria de quien encaraba lo desconocido.¹³

La historiografía sobre estos viajes reprodujo esta tendencia durante mucho tiempo, al construir una interpretación personalista de las expediciones científicas enfocada únicamente en los naturalistas que las organizaban y dejando en segundo plano las dinámicas ocurridas en el trabajo de campo. Para una historia de la ciencia escrita como una historia del desarrollo de las ideas científicas, marcada por un sesgo internalista que negaba la influencia de factores sociales en la construcción del conocimiento científico, el enfoque casi hagiográfico en los naturalistas, generalmente de origen europeo, era algo innato. Sin embargo, como resultado, se produjo una imagen idealizada de estos viajeros, muchas veces inspirada en la forma en que ellos mismos describían sus experiencias en libros donde se reforzaban el sentido de aventura, coraje y espíritu pionero. Los agentes locales con los que interactuaban, que incluían indígenas, esclavizados, pescadores, cazadores y comerciantes, entre otros, fueron sistemáticamente borrados de la historia de las ciencias y convertidos en seres invisibles.

11. Camerini, "Wallace in the field", 61.

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

13. Marie-Nöelle Bourget, "O explorador", en *O Homem do Iluminismo*, ed. Michel Vovelle (Lisboa: Editorial Presença, 1997), 207-249.

Análisis de redes sociales y humanidades digitales

Una forma de visibilizar a estos agentes locales es emplear metodologías de análisis y visualización de redes sociales en la investigación sobre las expediciones científicas, ya que permiten desplazar el enfoque individual y personalista sobre el viajero hacia uno más global que destaque los enlaces y diálogos. Originada en la sociología, la antropología, la psicología y en las preocupaciones con las relaciones entre los individuos y las estructuras, el análisis de redes sociales fue posteriormente adaptado a diversas áreas del conocimiento, incluida la historia.¹⁴ En este campo, Vermelho, Velho y Bertoncello llaman la atención a la historia económica y, más específicamente, al estudio del papel de la red de transportes como uno de los elementos esenciales para la movilidad de bienes y productos en el contexto de la expansión del sistema capitalista.¹⁵ De forma similar, otras investigaciones se enfocaron en las conexiones entre mercaderes o comerciantes, entre puestos comerciales y compañías de navegación, que interconectaban diferentes localidades en un mundo marcado por las relaciones entre metrópolis y colonias.

Padgett y Ansell, por su parte, no solo utilizaron el análisis de redes para investigar la prominencia de la familia Médici en la Italia del siglo XV, sino que también nos presentan uno de los primeros usos de la visualización de redes sociales en estudios históricos.¹⁶ Aplicando un método similar a los sociogramas desarrollados por Jacob Levy Moreno, el gráfico producido exhibe algunos de los mismos elementos que encontramos hasta hoy: la representación de individuos como puntos, conectados por líneas que indican la existencia de relaciones entre ellos.¹⁷ Hasta entonces, el desafío de dibujar gráficos complejos ciertamente contribuyó a que este tipo de metodología no se difundiera más. No obstante, principalmente en las últimas décadas, con

14 Dalila Gimenes da Cruz, Sueli Alves da Silva, Zineide Pereira dos Santos, Maria Inês Tomaél, "Análise de redes sociais em periódico científico", ponencia presentada en el VII Seminário em Ciência da Informação, Universidade Estadual de Londrina (2017).

15 Sônia Cristina Vermelho, Ana Paula Machado y Valdecir Bertoncello, "Sobre o conceito de redes e seus pesquisadores", *Educação e Pesquisa* 41, n. 4 (2015): 863-881.

16 John F. Padgett y Christopher K. Ansell, "Robust action and the rise of the Medici, 1400-1434", *American Journal of Sociology* 98, n. 6 (1993): 1259-1319.

17 Jacob L. Moreno, *Who shall survive? A new approach to the problem of human interrelations* (Washington: Nervous and Mental Disease Publishing Co., 1934).

el surgimiento y expansión de las investigaciones en el área de humanidades digitales y el desarrollo de *software* de análisis y visualización de redes, como Gephi, Cytoscape, Pajek y NodeXL, entre otros, hemos observado una ampliación en el uso de esta metodología.

En este artículo, nos enfocaremos en el uso de Gephi como herramienta para la visualización de los agentes locales que contribuyeron con las expediciones científicas, mostrando cómo el *software* ofrece una forma de hacer visible a quienes estuvieron, durante mucho tiempo, invisibilizados por la historiografía. Otros programas similares podrían alcanzar los mismos resultados.

Gephi como una oportunidad para visualizar

Gephi es un *software* gratuito para computadoras construido en código abierto para la generación de gráficos y visualización de redes.¹⁸ El programa fue desarrollado por estudiantes de la Université de Technologie de Compiègne, en Francia, que deseaban contar con una herramienta que facilitara el análisis de los gráficos que utilizaban en sus estudios. La concepción del programa fue encabezada por Mathieu Jacomy, actualmente investigador asociado al Department of Learning and Philosophy de la Universidad de Aalborg, en Dinamarca, donde trabaja en el desarrollo de herramientas digitales para científicos sociales.

Su primera versión fue lanzada el 31 de julio de 2008 y, durante sus primeros cinco años, fue desarrollada en parte con financiamiento recibido a través del programa de becas anuales Google Summer of Code. El *software* continúa siendo actualizado periódicamente y está ya en su versión 0.10, lanzada el 3 de mayo de 2022. Entre opciones similares, Gephi posee una de las interfaces más amigables para nuevos usuarios, además de contar con una gran cantidad de manuales de uso disponibles en internet y un extenso foro de usuarios.¹⁹

La creación de un gráfico de red en Gephi comienza con la inclusión de los datos referentes a los individuos, que serán ilustrados por puntos (también llamados “nodos”, que representan entidades en una red) y sus relaciones, que

18 Disponible en <https://gephi.org/>.

19 Disponible en <https://forum-gephi.org/>.

serán demostradas por líneas (también llamadas “aristas”, que simbolizan las relaciones entre las diferentes entidades en la red). El programa transforma los datos insertados textualmente en un mapa visual que demuestra una visión global y sintética de la red. También es posible calcular diversos factores, como la distancia media entre los individuos de la red, la cantidad de grupos distintos formados a partir de las relaciones entre los nodos y la cantidad de relaciones que un determinado individuo posee, entre otros antecedentes. La presentación de estos datos en forma visual permite al investigador una comprensión diferenciada de la información y genera nuevas perspectivas para su aprehensión y difusión. Es preciso enfatizar que este tipo de análisis no sustituye la lectura y la interpretación, que solo son posibles a partir del trabajo del historiador sobre los documentos históricos; pero es interesante observar cómo herramientas como Gephi pueden proporcionar e inducir nuevas posibilidades de examen y comunicación de los datos históricos.

La metodología utilizada en mis investigaciones de maestría y doctorado mencionadas, comenzó con la verificación de aquellos que representaban los nodos en la red de colaboradores locales involucrados con las dos expediciones analizadas. Para ello, elegí los libros de viaje publicados por Louis Agassiz y Henry Bates, respectivamente, como fuentes para la identificación de los agentes locales y sus contribuciones a las expediciones.²⁰ En ambos relatos, los naturalistas detallan sus interacciones con la población local, haciendo referencia a los diversos tipos de apoyo recibidos durante sus estancias en Brasil.

Es interesante destacar que, ya en esta etapa de la investigación, fue posible identificar a más de un centenar de individuos mencionados nominalmente en cada una de las expediciones, lo que es significativo para reflexionar sobre cómo estos nombres, presentes en estas fuentes, fueron posteriormente invisibilizados por la historiografía de las ciencias. Una respuesta puede obtenerse cotejando la información encontrada en los libros con otros escritos posteriores de los mismos viajeros y otras fuentes. En el caso de Agassiz, por ejemplo, una comparación entre el relato *A Journey in Brazil* y el informe publicado por el Museo de Zoología Comparada de la Universidad de Harvard sobre la recepción de las colecciones brasileñas, revela el borrado de casi to-

20 Louis Agassiz y Elizabeth C. Agassiz, *A Journey in Brazil* (Boston: Ticknor and Fields, 1868); y Henry W. Bates, *The Naturalist on the River Amazons* (London: John Murray, 1863).

dos los agentes locales nombrados en la primera obra.²¹ Mientras el diario de viaje registra un total de 168 personas, estando la mayor parte involucrada en la recolección de especímenes, el informe de la entrada de las colecciones en el museo registra solo 22 colaboradores, siendo la mayoría de ellos los propios miembros de la expedición que contaba, además de Agassiz y su esposa, con 12 naturalistas provenientes de Estados Unidos.

En el caso de Bates ocurre un fenómeno similar. Mientras 221 individuos son citados en su libro de viaje, ninguno de ellos, ni siquiera aquellos que contribuyeron con información sobre la naturaleza local o con la recolección de los especímenes estudiados, son referidos en sus trabajos posteriores sobre la Amazonia, publicados en los periódicos de sociedades científicas como el *Transactions of the Linnean Society*. En ambos casos, podemos observar el proceso de borrado en esas expediciones al confrontar lo que está registrado en los libros, que informan sobre el día a día de los viajeros, y las publicaciones de carácter más técnico, reservadas a los museos y asociaciones científicas. Este ejercicio comparativo confirma lo que Camerini propone sobre cómo las convenciones de la escritura científica fueron un elemento significativo en el proceso de invisibilizar a los agentes locales.²²

Una vez reconocidos quiénes son los nodos en nuestra red, es igualmente necesario identificar sus relaciones. Para esto, nuevamente los diarios de viaje fueron las fuentes para esta información. Insertamos en el programa los datos que extrajimos de ellos sobre las personas involucradas en cada expedición y cómo se relacionaron, es decir, buscando determinar quién estuvo en contacto con quién durante las expediciones. Es preciso advertir que las conexiones que señalamos incluyen solo aquellas que pudieron ser inferidas a partir de lo que se relata en los libros. Por ello, cabe destacar que los gráficos creados representan las redes de estas expediciones según lo descrito por los propios viajeros.

Con Gephi es posible identificar los nodos en una red no solo señalándolos con sus nombres, sino también asignándoles diferentes colores. Para la red de colaboradores de Agassiz, el esquema cromático utilizado siguió un criterio

21 Museum of Comparative Zoology, *Annual Report of the Trustees of the Museum of Comparative Zoology, at Harvard College, in Cambridge, Together with the Report of the Director* (Boston: Wright & Potter, 1867).

22 Camerini, "Wallace in the field".

que priorizaba el tipo de contribución de cada individuo a la expedición, según registró el propio naturalista. Así, se atribuyó el color rojo a los nodos que representan agentes locales que aportaron información científica o recolección de especímenes; amarillo para aquellos que colaboraron con la logística de la expedición; verde para los que auxiliaron con otros servicios; y azul para el grupo de naturalistas citados por Agassiz como referencia en su propio viaje.

En el gráfico de la red de Henry Bates, los colores se utilizaron según el grupo al que pertenecía cada uno de los agentes locales, de acuerdo a las descripciones del autor: amarillo para los naturalistas involucrados en la expedición; verde para los que trabajaron con él en la publicación de su libro; púrpura para los naturalistas con los que Bates tuvo contacto solo a través de sus publicaciones sobre Brasil; rosa para los indígenas; rojo para los extranjeros que vivían en Brasil; azul claro para los esclavizados; naranja para los brasileños o luso-brasileños; y negro para aquellos a los que el naturalista no agregó ningún adjetivo que permitiera ubicarlos en las categorías anteriores.

Una vez insertados todos los nodos y sus relaciones (aristas), es posible pedirle a Gephi que represente cada uno de ellos con un tamaño proporcional a la cantidad de relaciones que posee dentro de la red. Este tipo de visualización es útil, pues permite identificar rápidamente a aquellos agentes mejor relacionados dentro de un conjunto. Por último, el *software* ofrece la posibilidad de organizar espacialmente los nodos de acuerdo con algunos algoritmos preprogramados. En ambos casos, se utilizó el algoritmo Force Atlas 2, creado por Mathieu Jacomy y ya preconfigurado en la instalación de Gephi. Su funcionamiento se basa en fórmulas de atracción y repulsión, entendiendo cada nodo como si fuera un imán con sus propiedades magnéticas. En el caso de existir una arista (conexión) entre los nodos, el algoritmo entiende que estos imanes están posicionados con sus polos opuestos cercanos y, por lo tanto, hay atracción entre ellos. Por otro lado, cuando no existe una conexión entre los nodos, el algoritmo entiende que hay una aproximación de sus polos equivalentes y, por lo tanto, hay repulsión entre ellos. La actuación de estas fuerzas, traducida por fórmulas matemáticas, dicta el movimiento de los nodos en el espacio. Así, la información sobre la relación entre los individuos de una red es suficiente para que el gráfico mueva los nodos, identificando comunidades de individuos más fuertemente asociados entre sí y desplazando a otras áreas del gráfico a aquellos con quienes mantienen menos relaciones.

De este modo, tenemos que el primer paso para visualizar a los agentes

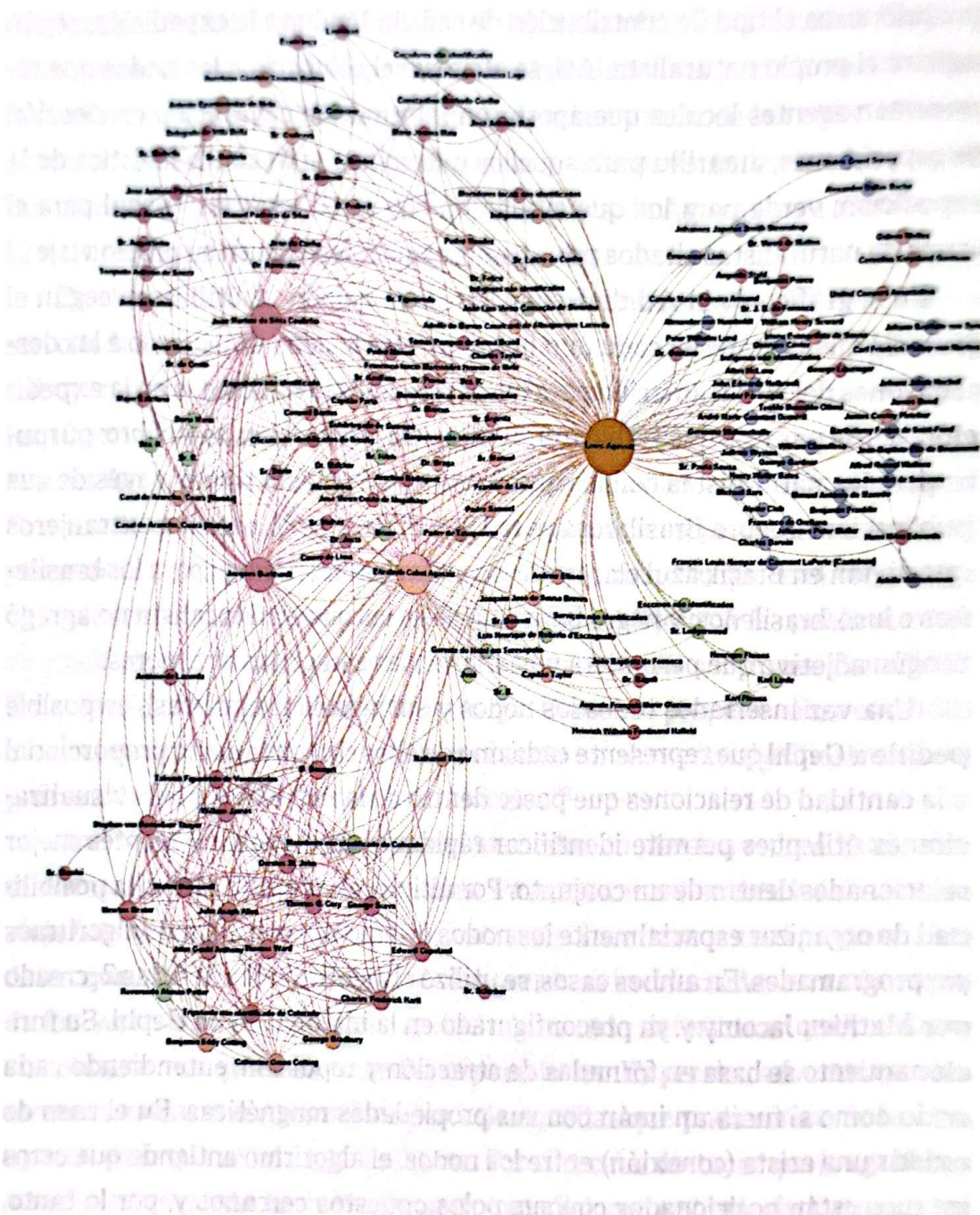


Figura 1. Gráfico de la red de agentes locales en la expedición de Louis Agassiz a Brasil (1865-1866). Elaboración propia. (Antunes, *A rede dos invisíveis*, 98).

represente los nodos proporcionalmente al número de conexiones que poseen dentro de la red y estén ubicados cerca de aquellos con quienes tienen más contacto. En el caso de las expediciones analizadas, los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Más allá de imágenes bonitas y coloridas, los gráficos de las redes de Agassiz y Bates revelan algunos datos interesantes sobre sus expediciones a Brasil. En primer lugar, la visualización comunica inmediatamente

te cuán inherente era la sociabilidad al trabajo científico de campo, mostrando la existencia de una constelación con cientos de individuos orbitando alrededor de los naturalistas. Es preciso resaltar que en ambos casos notamos a Agassiz y Bates como figuras centrales, porque utilizamos como fuente para el diseño del gráfico sus relatos escritos en primera persona. En los libros que publicaron, son los protagonistas de sus propias historias y, por este motivo, todos los demás agentes locales son mencionados porque interactuaron directamente con alguno de los autores. De esta forma, se observa como consecuencia gráfica la presentación de estos últimos como nodos centrales y de mayor diámetro, lo que significa que son los que tienen más relaciones dentro de la red.

La lectura de los nodos mejor conectados en una red es significativa para identificar a aquellos individuos mejor relacionados dentro de una comunidad. Al analizar la figura 1, representativa de la red de agentes involucrados en la expedición de Louis Agassiz a Brasil, notamos que existen cuatro nodos con un tamaño notablemente mayor que los demás. Como se mencionó anteriormente, se espera que el propio Louis Agassiz sea uno de esos nodos de mayor tamaño, ya que la experiencia del viaje está relatada desde su punto de vista y el de su esposa, Elizabeth Agassiz, quien lo acompaña durante toda la travesía y firma el libro en coautoría. Tratándose de una expedición que se dividió en varios grupos más pequeños que recorrieron trayectos distintos, tenemos en el libro publicado por los Agassiz un relato de lo que fue observado y vivido solo por el grupo en el que ellos estaban incluidos. Es por este motivo que Elizabeth Agassiz también aparece como uno de los puntos significativamente más destacados en el gráfico. Llama la atención que los otros dos nodos estén representados con un tamaño similar, lo que indica un número semejante de conexiones dentro de la red. Al examinarlos de cerca, notamos que uno de ellos es el artista Jacques Burkhardt, ilustrador oficial de la expedición y amigo personal de Agassiz, a quien acompañó durante toda su estancia en Brasil. Así, estando junto al naturalista y su esposa, queda en evidencia que Burkhardt tuvo contacto con las mismas personas durante el viaje.

En el caso de la Expedición Thayer, llama la atención que, entre los cuatro nodos con mayor número de relaciones dentro de la red, solo uno de ellos se refiere a un individuo que no formaba parte de la comitiva de la expedición originalmente. Este nodo representa al mayor João Martins da Silva Coutin-

ho, ingeniero militar con gran experiencia en misiones por el norte y nordeste brasileño, quien fue designado por el emperador Pedro II para acompañar a Agassiz en la función de guía e intermediario entre los viajeros y las poblaciones locales. Es precisamente su actuación en la mediación de las relaciones entre extranjeros y locales –principalmente los pueblos indígenas con los cuales se comunicaba en lengua general y traducía la información para Agassiz en francés– lo que hace que el mayor Coutinho sea uno de los individuos con más contactos con otros nodos en la red. Así, percibimos que la visualización de redes también permite trabajar e ilustrar conceptos históricos, como el de *go-between*, siendo interesante destacar que la localización del mayor Coutinho en la red refleja exactamente su posición intermedia, entre el nodo que representa a Agassiz y los que representan a los individuos presentados por él al naturalista. En la definición de Subrahmanyam, el *go-between* es un intermediario capaz de moverse por diferentes mundos, articulando relaciones entre dos partes incapaces de relacionarse en ausencia de un mediador.²³ La posibilidad de este tipo de análisis a partir del gráfico puede auxiliar en el entendimiento del papel de la sociabilidad durante las expediciones científicas, ya que permite una comprensión más amplia de cómo se daban las relaciones entre los viajeros naturalistas y los habitantes locales, así como destaca la presencia y la importancia de los individuos que actuaron como intermediarios entre los naturalistas y los grupos locales.

En el mismo gráfico, la coloración de los nodos también nos permite una lectura inmediata de las principales ayudas recibidas durante su expedición. De acuerdo con las convenciones que utilizamos, en las cuales el rojo representa a aquellos que contribuyeron con información sobre la naturaleza o con la recolección de los especímenes que formaron las colecciones reunidas durante el viaje –según los registros de Agassiz–, notamos que la mayoría de los agentes locales involucrados en esta expedición estaban directamente relacionados con la construcción del conocimiento científico y la formación de las colecciones. Así, el gráfico también ofrece la posibilidad de realizar una lectura rápida de datos complejos que, en forma textual, se encontraban dispersos a lo largo de las fuentes.

Pasando al gráfico que representa la red de agentes locales involucrados

23 Sanjay Subrahmanyam, "Between a rock and a hard place: some afterthoughts", en Schaffer et al., *The brokered world*, 429-440.

con la expedición de Henry Bates a Brasil (figura 2), observamos que solo el autor aparece como un nodo de mayores dimensiones, lo que podemos asociar con el hecho de que permaneció solo durante la mayor parte de su expedición, conociendo nuevos colaboradores locales en la medida en que transitaba por diferentes ciudades en la región amazónica brasileña. Notamos que, a su alrededor, existen diversas comunidades pequeñas con individuos cercanos, muy asociados entre sí, pero sin conexión con las demás comunidades. Cruzando sus nombres con los datos obtenidos a través del diario de viaje, podemos notar que estas reflejan los grupos locales de los lugares por los que transitó Bates, donde generalmente las personas se conocían entre sí, pero no mantenían conexiones con moradores de otras localidades.

Al observar el gráfico de la red completa de colaboradores de Bates, inmediatamente es posible percibir que este se relacionó con un gran número de personas que hicieron posible su empresa. También se puede notar que, aunque todas las personas están asociadas a él, existen muchas aristas entre ellas, formando pequeñas comunidades cohesionadas. En estas comunidades, se puede identificar claramente quiénes fueron los sujetos más conectados dentro de la red, quiénes fueron los intermediarios que hicieron posibles las asociaciones entre el naturalista y los miembros de la población local, y cómo se relacionaban individuos específicos que habitaban algunas de las ciudades visitadas por Bates durante su estancia en Brasil. Naturalmente, la mera visualización de la red no proporciona toda la información necesaria; pero cuando se asocia con la extraída del relato del naturalista, la lectura se vuelve posible.

Conociendo la leyenda de los colores utilizados para cada nodo, también podemos notar inmediatamente que, a lo largo de su viaje, Bates tuvo más contacto con brasileños o luso-brasileños que con extranjeros que vivían en Brasil, lo que indica su esfuerzo por intentar comunicarse con la población local. Al observar que solo hay una comunidad donde predominan los puntos rosados, que simbolizan a la población indígena nativa, podemos identificar el conjunto de puntos que representa a la familia del jefe Pedro-uassú, indígena residente en los alrededores de Ega, con quien Bates estuvo en una excursión organizada por el comerciante Antonio Cardozo y el militar Estulano Alves Carneiro -ambos nodos que aparecen representados cerca de los indígenas. De esta forma, comparando la interpretación del gráfico con la información presente en el diario de viaje, el investigador puede confirmar la fidelidad

entre la imagen creada con Gephi y el texto que le sirvió de fuente. Así, no proponemos una sustitución del texto por el gráfico, sino que percibimos que existe una conexión entre las dos formas de organización y comunicación de la información, en las cuales las posibilidades de lectura son diferentes, pero complementarias, ofreciendo conjuntamente una visión más totalizante de la información histórica.

Conclusión

Las dos investigaciones presentadas brevemente aquí, en las cuales la representación de las redes mediante gráficos fue una etapa importante, enseñan experiencias en la utilización de Gephi en la historia de las ciencias. A través de la creación de los gráficos de red, fue posible analizar, observar y comunicar de una forma innovadora las experiencias de Louis Agassiz y Henry Walter Bates con sus redes de colaboradores locales, evidenciando cómo sus expediciones movilizaron a cientos de individuos de diversas procedencias, quienes contribuyeron con la formación de sus colecciones y con la construcción del conocimiento científico durante el viaje.

Es preciso destacar que el trabajo de análisis no se termina con el gráfico. De la misma manera que la creación de la visualización depende de la información obtenida en las fuentes históricas, el historiador debe regresar a ellas después para poder interpretar lo que está representado allí y verificar si corresponde con lo que se relata. Así, en ambas investigaciones, la producción de los gráficos presentados aquí constituyó solo una de las fases en la comprensión de las contribuciones de las poblaciones locales a los viajeros. Esta etapa permitió observar de manera enfática cómo la ciencia practicada en el campo se realizaba de forma colaborativa a partir de la movilización de cientos de personas, muchas de ellas sin formación científica, lo que ayuda a desmitificar la imagen heroica del naturalista indómito y aventurero que, intrépido y valiente, se arriesgaba por lugares desconocidos para el bien de la ciencia.

En el estudio sobre las expediciones científicas, el análisis y visualización de redes puede ayudar a desplazar el enfoque individualista centrado en los viajeros hacia los aspectos sociales del trabajo científico realizado en el campo. Otra ventaja de la visualización de la red es que permite identificar a los diversos grupos con los que los naturalistas se relacionaron durante la ex-

pedición, mediante el uso de diferentes colores para representar cada nodo. Atribuidos por el investigador durante la etapa de inserción de información en el *software*, los colores nos permiten visualizar rápidamente la gran diversidad de agentes locales involucrados en estas expediciones, así como la variedad de ayudas proporcionadas a los naturalistas.

Particularmente, en el análisis de la sociabilidad del trabajo científico de campo, la visualización de las redes con Gephi presentó ventajas interesantes respecto al examen solo con las fuentes textuales. En primer lugar, destaco que la tarea de insertar la información en el *software* obliga al historiador a estar muy bien familiarizado con sus fuentes de investigación. Ya en esta etapa, la demanda de traducir al programa de computadora los datos históricos hace que sea necesario reflexionar sobre ellos, pensar en las categorías que se utilizarán para la asignación de colores a los nodos, y generar preguntas sobre cómo representar mejor los diferentes tipos de relaciones entre los viajeros y los agentes locales.

Otra motivación para la utilización de herramientas como Gephi es que el gráfico de visualización de la red puede considerarse un elemento valioso para la divulgación científica, ya que permite presentar de forma innovadora, impactante y estimulante la información obtenida de las fuentes. El historiador puede identificar y comunicar visualmente a sus pares y al público no especializado lo que fue posible interpretar a partir de su investigación. El gráfico de red, además de funcionar como una forma complementaria de análisis de los datos obtenidos por otros medios, también permite una nueva forma de lectura de la información. De acuerdo con estudios recientes que llaman la atención sobre la importancia del aprendizaje visual, también podemos considerar que la presentación de los resultados en forma de gráfico tiene el potencial de contribuir a la divulgación científica para un público más amplio.²⁴

Al comunicar diferentes tipos de relaciones encontradas en fuentes históricas, programas de visualización de redes como Gephi se pueden utilizar en innumerables investigaciones, ya que son capaces de ajustarse a diferentes

24 Ver William C. Bradford, "Reaching the visual learner: teaching property through art", *The Law Teacher* 11 (2004); y Kwan-Liu Ma, Isaac Liao, Jennifer Frazier, Helwig Hauser y Helen-Nicole Kostis, "Scientific storytelling using visualization", *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 32, n. 1 (2012): 12-19.

objetivos. Así, las posibilidades de aplicación de este tipo de herramientas son prácticamente ilimitadas, siempre que existan fuentes que permitan identificar las redes. Con el avance del análisis y la visualización de redes sociales en investigaciones históricas y, más recientemente, la ampliación de la comprensión de que la ciencia es una práctica social y colaborativa que se da en la interacción entre individuos e instituciones dentro del campo científico, el terreno para el uso de herramientas de análisis y visualización de redes en la historia de las ciencias es fértil. La preocupación por los aspectos colectivos de la ciencia y la comprensión de la actividad científica en su contexto social e histórico están hoy presentes de forma unánime en la producción historiográfica. Con el avance de las humanidades digitales, la popularización de las herramientas tecnológicas en la investigación académica y la ampliación del trabajo interdisciplinario, se abren nuevas posibilidades para los historiadores de la ciencia.