Conectando ideas: grafos y redes sociales

por
Cantia Belloso Casuso
(IES Mariana Pineda, Comunidad de Madrid)

La teoría de grafos es una rama fascinante de las matemáticas que permite modelar y resolver problemas cotidianos mediante la representación de elementos conectados entre sí. Aunque pueda parecer un concepto abstracto, su aplicación es fundamental en diversas áreas como el transporte, las redes sociales, la biología y la informática. Su estudio ofrece a los estudiantes una herramienta poderosa para desarrollar el pensamiento lógico y mejorar la resolución de problemas.

En este artículo se propone una estrategia didáctica para enseñar la teoría de grafos en secundaria, mediante actividades con estudiantes de 4.º ESO y 1.º de Bachillerato, presentadas en la Feria «Madrid es Ciencia». Se comienza con el problema de los puentes de Königsberg, seguido por el estudio de tipos de grafos, sus características y ejemplos reales. Finalmente, se abordan sus aplicaciones, principalmente en el análisis de redes sociales, mostrando cómo visualizar y explorar estas conexiones mediante herramientas como SocioViz.

Orígenes de la teoría de grafos y tipos de grafos

La teoría de grafos tiene su origen en un curioso problema urbano del siglo XVIII, en la ciudad de Königsberg (actual Kaliningrado, Rusia). Allí, un río atravesaba la ciudad dividiéndola en varias partes conectadas por siete puentes. La población se preguntaba si era posible diseñar un paseo que permitiera cruzar cada puente exactamente una vez, sin repetir ninguno. Este enigma llamó la atención del matemático suizo Leonhard Euler, quien, en 1736, lo resolvió de una forma completamente novedosa para la época, sentando así las bases de una nueva rama de las matemáticas (Biggs, 2020).

Euler simplificó el problema transformando el mapa físico en un esquema abstracto. En su representación, cada masa de tierra (las dos islas y las orillas del río) se convirtió en un punto o vértice, y cada puente en una línea o arista que conectaba esos vértices. A partir de este modelo, Euler descubrió que un recorrido que pase una sola vez por cada puente es posible solo si, como mucho, dos vértices tienen un número impar de conexiones. En el caso de Königsberg, todos los vértices tenían un número impar, lo que hacía imposible dicho recorrido (Bondy y Murty, 2008).

Figura 1. El problema de los Puentes de Könisberg (Yepes, 2024)

Para trasladar este problema al aula, proponemos una actividad manipulativa con una maqueta del río, las islas y los puentes. Por ejemplo, una opción podría ser construir la maqueta de los puentes de Königsberg con materiales convencionales como cartón, foami (o goma EVA), plastilina, pequeños palos de madera o bloques de construcción. Las islas y orillas se pueden representar con bases planas, mientras que los puentes se pueden visualizar fácilmente si se disponen como conexiones entre estas zonas, usando los materiales comentados en líneas anteriores. En este sentido, si se quiere analizar con detalle el proceso manipulativo, es recomendable numerar los puentes para facilitar el seguimiento del recorrido.

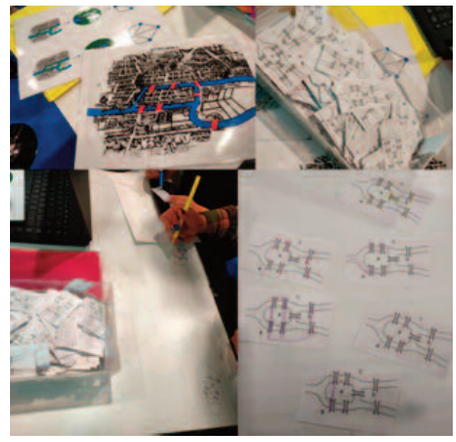

Figura 2. Material preparado para introducir la Teoría de grafos

Con todo ello, los participantes intentan resolver el reto, y tras varios intentos se guía una reflexión: ¿por qué es tan difícil? ¿Qué papel juegan las conexiones entre zonas? Luego se introduce la solución de Euler mediante un dibujo simplificado. Se observa que, en el caso de los puentes de Königsberg, todos los vértices tienen un número impar de aristas conectadas, lo que, según la teoría de Euler, impide la existencia de un camino que recorra todas las aristas sin repetir. Esta discusión permite comprender cómo una situación real se traduce a un problema matemático más general.

Existen varios tipos de grafos, cada uno adecuado para representar diferentes situaciones (Diestel, 2017). Así, el *grafo simple* es el más básico, sin bucles ni múltiples conexiones entre los mismos nodos, como una red de amigos con relaciones únicas. El *grafo dirigido*, en cambio, tiene aristas con dirección, útil para representar relaciones no recíprocas, como en Twitter. El *grafo ponderado* añade valores a las conexiones, por ejemplo, distancias entre ciudades en un mapa. Un *grafo completo* conecta todos los nodos entre sí, ideal para mostrar redes pequeñas donde todos están relacionados.

También encontramos el *grafo bipartito*, que separa los nodos en dos grupos, como estudiantes y los clubes a los que pertenecen, y el *árbol*, un grafo especial sin ciclos, usado frecuentemente en informática para representar estructuras jerárquicas. Por tanto, comprender estos tipos permite elegir el modelo más adecuado para resolver distintos problemas. Como recurso didáctico, se sugiere crear carteles o pósteres con representaciones visuales de cada tipo de grafo para ayudar a los estudiantes a identificarlos y entender sus aplicaciones cotidianas.

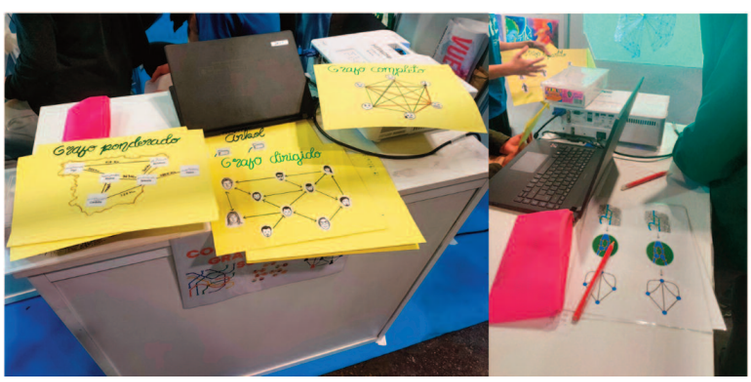

Figura 3. Material preparado por el alumnado para explicar los tipos de grafos

Visualización de grafos con SocioViz

SocioViz es una plataforma digital diseñada para la visualización y análisis de redes sociales y otros sistemas basados en grafos. Su principal objetivo es facilitar la comprensión de las relaciones complejas entre elementos dentro de una red, mediante representaciones gráficas claras e interactivas. Esta herramienta es especialmente útil en ámbitos educativos, de investigación y en el análisis de datos sociales, ya que permite a usuarios sin formación técnica avanzada explorar patrones y estructuras de manera intuitiva (Socioviz, s. f.).

Con esta herramienta, se pueden buscar términos en la red social X (anteriormente conocida como Twitter) y, a partir de ellos, analizar las 100, 200, 300… hasta 700 interacciones más relevantes que la incluyen, así como los principales usuarios que la emplean, los *hashtags* relacionados más importantes e, incluso, los *emojis* que se vinculan a esas publicaciones. De esta manera, es posible entender algunos conceptos fundamentales de la teoría de grafos de forma esencialmente visual y manipulativa.

Figura 4. Representación de los 100 usuarios más influyentes que emplean el término "ChatGPT" (Firat y otros, 2024)

La funcionalidad central de SocioViz radica en la posibilidad de convertir datos relacionales en grafos visuales, donde los nodos representan usuarios (individuos, entidades o elementos) y las aristas reflejan las conexiones o interacciones entre ellos. Estas representaciones facilitan la identificación de comunidades, nodos centrales, conexiones indirectas y posibles influencias dentro de la red (Freeman, 1979).

Figura 5. Representación de los diferentes *hashtags* vinculados a #chatgpt y sus diferentes temáticas (Firat y otros, 2024)

Además de su valor académico, SocioViz posee un alto impacto en la enseñanza de la teoría de grafos. Al permitir que estudiantes manipulen y exploren datos reales, fomenta el aprendizaje activo y significativo. Los alumnos pueden comprender conceptos abstractos como vértices, aristas, grados y centralidad a través de experiencias visuales y prácticas, fortaleciendo así su pensamiento lógico y analítico (Barabási, 2016). Así, por ejemplo, a partir de la visualización de los grafos en SocioViz y la explicación de sus principales características, se pueden plantear las siguientes preguntas en el aula para profundizar en las ideas clave y facilitar la explicación que deberán desarrollar los estudiantes posteriormente en la Feria de Ciencia en la que participaron:

— Preguntas iniciales:
  ¿Qué representa cada nodo y qué representa cada arista en este grafo?
  ¿El grafo es dirigido o no dirigido? ¿Por qué?
  ¿Parece un grafo denso (muchas conexiones) o disperso (pocas conexiones)?
— Preguntas sobre propiedades:
  ¿Qué nodos tienen mayor grado (es decir, más conexiones) y qué puede significar en términos de interacciones sociales?
  ¿Existen nodos aislados o con muy pocas conexiones? ¿Qué implicaciones tendría en una red social?
— Preguntas de identificación:
  ¿Puedes identificar subgrupos de nodos que estén más conectados entre sí que con el resto?
  ¿Existen nodos que actúen como «puentes» entre grupos diferentes?
— Preguntas específicas:
  ¿Encuentras algún ciclo, es decir, un recorrido que empiece y termine en el mismo nodo sin repetir aristas?
  ¿Puedes señalar caminos eulerianos (que usen todas las aristas una sola vez) o hamiltonianos (que pasen por todos los nodos una sola vez)?
  ¿Podrías señalar si alguna parte del grafo se comporta como una red estrella, un grafo bipartito o un grafo completo?

Otra ventaja de esta plataforma es su accesibilidad, ya que funciona directamente desde un navegador web sin necesidad de instalaciones complejas. Esto facilita su integración en el aula y el acceso desde distintos dispositivos (SocioViz, s.f.). No obstante, es importante resaltar que SocioViz presenta limitaciones vinculadas a las fuentes de datos que utiliza, particularmente en el análisis de redes como X (anteriormente Twitter). Desde la adquisición de la plataforma por Elon Musk, X ha flexibilizado algunas políticas de moderación, eliminando restricciones sobre contenidos relacionados con desinformación o discurso polémico (*El País*, 2025).

Paralelamente, se ha incrementado el número de solicitudes gubernamentales de eliminación de contenidos, con una tasa de cumplimiento del 71% en la primera mitad de 2024, lo que ha suscitado preocupaciones sobre censura y acceso libre a la información (*The Washington Post*, 2024). Estas tensiones afectan la representatividad de los datos disponibles para plataformas como SocioViz, limitando la precisión y objetividad del análisis. De hecho, actualmente están trabajando en la mejora de la plataforma y, por ello, puede haber problemas a la hora de emplearla.

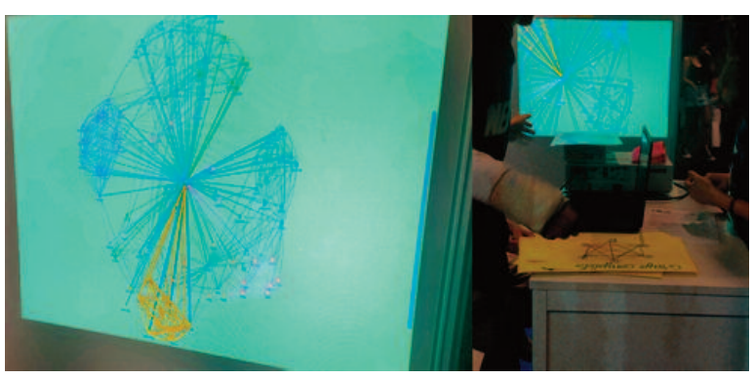

Figura 6. Proyección y explicación de la web SocioViz

Una posible continuación de esta actividad es la profundización con el planteamiento de otros problemas que permiten ahondar en estos conceptos (adaptado de Fomin y otros, 2012):

En un determinado país hay 15 ciudades, cada una de las cuales está conectada, al menos, con otras 7. ¿Se puede viajar desde una ciudad cualquiera hasta otra pudiendo pasar a través de otras ciudades? Demuéstralo gráfica y analíticamente.

Con esta pregunta y su análisis pueden introducirse los conceptos de «gráfico conexo» y «ciclo».

Si se tiene un pedazo de alambre que mide unos 120 centímetros. ¿Es posible doblarlo para formar las aristas de un cubo de 10 centímetros?

Con este planteamiento, que también puede llevarse a la práctica de manera manipulativa, es posible explicar en qué consisten los grafos eulerianos.

En resumen, SocioViz es una herramienta potente y accesible que democratiza el análisis de redes y facilita la enseñanza de la teoría de grafos. Sin embargo, su eficacia está sujeta a la transparencia y accesibilidad de las plataformas que analiza, especialmente en un entorno digital cada vez más regulado y polarizado. Por ello, si se complementa su uso con el planteamiento de otras cuestiones que van más allá de las redes sociales, puede conseguirse una experiencia educativa más completa y significativa.

Más aplicaciones de los grafos

Una vez establecidos los fundamentos teóricos y los tipos principales de grafos, es importante destacar su aplicabilidad en contextos reales. La teoría de grafos no solo constituye conceptos matemáticos abstractos, sino también una herramienta esencial para el análisis y la resolución de problemas complejos en múltiples ámbitos del conocimiento y de la vida cotidiana.

Más allá del ejemplo de redes sociales ya presentado, en el sector del transporte los grafos se convierten en una herramienta muy potente. Así, una red de metro, por ejemplo, puede representarse mediante un grafo en el que cada estación corresponde a un nodo y cada tramo de línea que conecta dos estaciones es una arista. Esta representación permite visualizar la red de forma simplificada y analizar cuestiones como cuál es la ruta más corta entre dos estaciones, cuántas paradas son necesarias para llegar de un punto a otro o qué sucede si una estación queda cerrada por mantenimiento. En el aula, una actividad práctica consistiría en entregar a los estudiantes mapas reales de sistemas de metro (Madrid, Barcelona, Londres…) y pedirles que conviertan ese mapa en un grafo. Una vez hecho, podrían trabajar en grupos para resolver las cuestiones comentadas anteriormente. De esta manera, los alumnos relacionan la teoría matemática con situaciones reales y fácilmente reconocibles en su vida cotidiana.

En el campo de la biología, los grafos se utilizan para modelar fenómenos tan relevantes como las redes de interacción entre proteínas o la propagación de enfermedades en una población. En el aula, un enfoque accesible podría ser el estudio de cómo se transmiten los virus en una clase: cada alumno sería un nodo y los contactos directos serían las aristas. Se pueden proponer simulaciones en las que un estudiante «infectado» transmite las enfermedades a quienes estén conectados con él, y así sucesivamente. Con esta dinámica lúdica y participativa, los alumnos visualizan cómo se propaga un fenómeno en una red y pueden relacionarlo después con los modelos epidemiológicos más complejos. Posteriormente, se puede generalizar la actividad a ejemplos reales en biología, como la importancia de identificar nodos clave que aceleran o detienen la propagación de una enfermedad.

En el entorno digital, internet puede entenderse como un grafo en el que las páginas web son nodos y los hipervínculos que las conectan son aristas. Esta visión permite analizar la estructura de la red global. En secundaria, una propuesta práctica podría consistir en elegir un conjunto reducido de páginas web conocidas por los estudiantes (periódicos digitales, redes sociales, plataformas de música o de vídeos) y pedirles que representen cómo están enlazadas entre sí.

Por tanto, comprender que muchos sistemas complejos pueden modelarse mediante grafos ofrece al alumnado herramientas poderosas para analizar y entender el mundo que los rodea.

Conclusiones

En definitiva, la introducción de la teoría de grafos en el aula de Educación Secundaria constituye una estrategia positiva y enriquecedora para el aprendizaje matemático, ya que a través de actividades dinámicas y visuales los estudiantes logran comprender conceptos abstractos de forma más intuitiva, fortaleciendo tanto el pensamiento lógico como las habilidades de resolución de problemas.

Gracias a la propuesta presentada, basada en el uso del problema de los puentes de Königsberg como punto de partida, se puede ofrecer un acercamiento accesible y atractivo a esta disciplina. Además, la manipulación de modelos físicos junto con las representaciones gráficas facilita la participación activa del alumnado, favoreciendo un aprendizaje significativo y despertando su interés por la materia.

Figura 7. Actividad «Conectando ideas: grafos y redes sociales» en la Feria «Madrid es Ciencia»

Del mismo modo, la exploración y el análisis de diferentes tipos de grafos y sus aplicaciones prácticas permite a los estudiantes conectar los contenidos matemáticos con situaciones reales, lo que aumenta su motivación y refuerza la percepción de la utilidad de la matemática en la vida cotidiana. En este sentido, las herramientas digitales, como SocioViz, resultan especialmente útiles, ya que posibilitan la representación interactiva de redes reales y facilitan la comprensión de conceptos básicos. Además, el trabajo con datos auténticos promueve el análisis crítico y la competencia digital, mostrando el papel de los grafos en fenómenos tan diversos como el funcionamiento de internet o las dinámicas sociales.

Otro aspecto relevante es la interdisciplinariedad que ofrece esta temática, dado que los grafos tienen aplicaciones en ámbitos como la informática, las redes sociales, la biología o el transporte. Este enfoque transversal enriquece la experiencia educativa y fomenta el trabajo colaborativo, así como el desarrollo del razonamiento crítico.

En definitiva, estos contenidos permiten ampliar el conocimiento matemático de los estudiantes y también los prepara para enfrentar problemas complejos en distintos ámbitos, contribuyendo al desarrollo de competencias esenciales para su futuro académico y profesional.

Referencias bibliográficas

BARABÁSI, A. L. (2016), *Network science*, Cambridge University Press.

BIGGS, N. (2020), *Discrete Mathematics: Theory and Applications*, Cambridge University Press.

BONDY, J. A., y U. S .R. MURTY (2008), *Graph Theory*, Springer.

DIESTEL, R. (2017), *Graph Theory* (5th ed.), Springer.

FIRAT, M., y S. KULELI (2024). «Fronteras educativas con ChatGPT: un análisis de redes sociales de tuits influyentes», *Alteridad*, 19(2), 224-235.

FOMIN, D., S. GENKIN y I. ITENBERG (2012), *Círculos matemáticos*, SM Ediciones, ISBN: 978-84-675-5227-0.

FREEMAN, L. C. (1979), «Centrality in social networks: Conceptual clarification», *Social Networks*, 1(3), 215–239. <https://doi.org/10.1016/0378-8733(78)90021-7>.

GÓMEZ, M. (2025, 17 de enero), «Bruselas amplía la investigación sobre la red social X por las dudas sobre la moderación de sus contenidos», *El País*, <https://elpais.com/internacional/2025-01-17/bruselas-amplia-la-investigacion-sobre-la-red-social-x-por-las-dudas-sobre-la-moderacion-de-sus-contenidos.html>.

LIMA, C. (2024, 25 de septiembre), «Elon Musk's X is complying more with government censorship requests», *The Washington Post*, <https://www.washingtonpost.com/technology/2024/09/25/elon-musk-x-twitter-free-speech-government-requests/>.

SOCIOVIZ (s.f.), *SocioViz: Social Network Analysis made easy*, aplicación informática, <https://socioviz.net/>.

YEPES, L. (2024, 11 de diciembre), «El problema de los puentes de Königsberg», *Ingeniería Básica*, blog, recuperado de <https://ingenieriabasica.es/el-problema-de-los-puentes-de-konigsberg/>.