

Palma de Mallorca, martes 11 de junio de 2024

Una nueva investigación propone el uso de una herramienta matemática para descifrar dinámicas sociales complejas

- Investigadores del Instituto de Física Interdisciplinar y Sistemas Complejos desarrollan un modelo que caracteriza la dinámica de las interacciones grupales
- El estudio, publicado en ‘Nature Communications’, utiliza hipergrafos temporales para estudiar cómo se forman los grupos de conversación en diferentes contextos sociales



Las dinámicas sociales pueden ser modeladas mediante herramientas matemáticas llamadas hipergrafos. / Pixabay

Los modelos tradicionales de redes describen interacciones entre pares. Debido a esta limitación, no logran captar la dinámica de las interacciones grupales que caracterizan a muchos sistemas del mundo real, como las conversaciones sociales en tiempo real entre tres o más personas. Otras redes, como las utilizadas en sistemas sociales, biológicos y ecológicos, suelen implicar interacciones de este tipo que son cambiantes en el tiempo.

Ahora, un nuevo estudio publicado en [Nature Communications](#) propone utilizar una herramienta matemática para desvelar estas dinámicas complejas y cambiantes, con especial interés en los sistemas sociales. El trabajo, en el que participa el Instituto de Física Interdisciplinar y Sistemas Complejos ([IFISC-CSIC-UIB](#)), introduce un novedoso marco para analizar sistemas sociales complejos a través de la lente de unas herramientas llamadas hipergrafos temporales. Esto ha permitido ver cómo se forman y diluyen grupos de conversación en un evento social.

Un grafo (o una red) consta de elementos (o nodos) conectados por aristas, donde cada arista une exactamente dos vértices. Por otro lado, un hipergrafo permite, mediante las llamadas hiper-aristas, conectar cualquier número de vértices al mismo tiempo, desde uno a todos los elementos que forman parte del hipergrafo. Esta característica convierte a los hipergrafos en herramientas adecuadas para representar relaciones en las que intervienen varias entidades al mismo tiempo, como colaboraciones de investigación entre varios autores, conversaciones grupales o en bases de datos, donde los grafos tradicionales podrían ser insuficientes si se quieren capturar todas las sutilezas del sistema.

La investigación del IFISC, centro mixto del CSIC -organismo dependiente del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades ([MICIU](#))- y la Universitat de les Illes Balears (UIB), en la que también han participado la Universidad Centroeuropa de Viena (Austria) y la Queen Mary University of London (Reino Unido), introduce un conjunto de medidas diseñadas para extraer y analizar distintos parámetros dentro de los hipergrafos. “Aplicando estas medidas a datos sobre interacciones humanas, como las conversaciones que pueden tener los asistentes de un congreso científico, hemos demostrado la existencia de estructuras grupales coherentes e interdependientes que aparecen en estos sistemas de forma persistente”, explica **Lucas Lacasa**, investigador del IFISC-CSIC-UIB. “Estas estructuras -añade lacasa- reflejan cómo los grupos de conversación van cambiando con el tiempo, agregándose personas a ellos, fragmentándose en grupos más pequeños o formándose otros nuevos. Por ejemplo, cuando una conversación involucra a demasiadas personas tiende a fragmentarse en dos o más grupos más pequeños”.

Hipergrafos temporales

Para entender mejor estas dinámicas, los investigadores introdujeron nuevos modelos teóricos llamados hipergrafos temporales. A diferencia de los modelos anteriores, estos no consideran que las conexiones entre personas sean fijas, sino que cambian con el tiempo. Estos modelos introducen la idea de “memoria compleja”, es decir, las interacciones entre las personas en el pasado afectan a cómo interactuarán en el futuro. Estos nuevos modelos han sido útiles para entender cómo las estructuras dentro de grupos permanecen estables o cambian, y cómo esto afecta el comportamiento general del sistema a lo largo del tiempo.

Para probar el marco propuesto, el equipo de investigación analizó datos reales de 32 horas de interacciones cara a cara entre 403 participantes en un congreso científico. Plantearon un hipergrafo temporal para representar la dinámica de grupo, en el que

cada contacto se modela como un nodo que conecta a varios individuos al mismo tiempo. Los análisis revelaron correlaciones temporales significativas y prolongadas, especialmente para grupos de dos a cuatro personas. Además, los investigadores descubrieron que las interacciones entre grupos de distintos tamaños también estaban correlacionadas. “Estos resultados sugieren, por ejemplo, que la formación de grupos de cinco personas es más probable a partir de un grupo de cuatro que añade un nuevo miembro que de un grupo más grande que se fragmenta en grupos más pequeños de cinco. En otras palabras, existe una dirección preferente en la dinámica de nucleación y fragmentación de grupos en este sistema social”, acalara el científico del IFISC-CSIC-UIB.

El trabajo de los investigadores representa un importante paso adelante en la ciencia de redes, ya que ofrece metodologías que pueden aplicarse a una amplia gama de disciplinas. Entre ellas se encuentran no sólo las ciencias sociales, sino también ámbitos como la epidemiología, donde la comprensión de la dinámica de grupos de poblaciones puede servir de base para mejorar las estrategias de control de enfermedades, o incluso ámbitos como la dinámica de fluidos, donde la metodología puede aplicarse para comprender mejor la interacción entre grupos coherentes de moléculas, es decir, las interacciones vórtice-vórtice.

Luca Gallo, Lucas Lacasa, Vito Latora & Federico Battiston. **Higher-order correlations reveal complex memory in temporal hypergraphs.** *Nature Communications*. DOI: 10.1038/s41467-024-48578-6

Adrián García y Carolina Morán / CSIC Comunicación Balears

comunicacion@csic.es