

Divulga UAB

Revista de difusió de la recerca de la
Universitat Autònoma de Barcelona

16/03/2026

Evaluando herramientas matemáticas para un diagnóstico más preciso de la esclerosis múltiple



Un estudio del Departamento de Ciencias de la Computación evalúa la eficacia del análisis topológico de datos y la teoría de grafos en la extracción de información relevante que permita identificar con más precisión rasgos característicos del cerebro en pacientes con esclerosis múltiple. Los resultados ponen de relieve el potencial de los datos topológicos para una mejor comprensión y diagnóstico de la enfermedad.

iStock/Gorodenkoff

En este estudio exploramos cómo cambian las conexiones del cerebro en personas con esclerosis múltiple (EM) utilizando diferentes técnicas de resonancia magnética. La EM es una enfermedad neurodegenerativa que altera la comunicación entre regiones cerebrales, y nuestro objetivo es comprender mejor estos cambios para avanzar hacia herramientas de diagnóstico y seguimiento más precisas.

Para ello trabajamos con tres fuentes de información cerebral complementarias: la conectividad estructural obtenida mediante difusión, que refleja el estado de la sustancia

blanca; las redes morfológicas derivadas de la sustancia gris i la conectividad funcional, que nos muestra cómo se coordina la actividad entre regiones del cerebro.

A partir de estas modalidades construimos redes en las que las regiones cerebrales son nodos y las conexiones, aristas. Para analizarlas, comparamos dos aproximaciones: por un lado, las métricas clásicas de teoría de grafos, que describen la importancia y el papel de cada región en la comunicación global; y por otro, técnicas de topología algebraica, en particular las *Betti curves*, que capturan patrones de conexión más complejos y persistentes a distintas escalas.

También estudiamos dos formas de integrar la información: analizar cada modalidad por separado o bien combinarlas en una red multicapa, que nos permite representar simultáneamente la información estructural, morfológica y funcional.

Los resultados muestran tres conclusiones principales. En primer lugar, observamos que la conectividad estructural es la modalidad que más nos ayuda a distinguir entre personas con EM y voluntarios sanos, posiblemente porque la enfermedad afecta de manera temprana a la sustancia blanca. En segundo lugar, constatamos que la integración multimodal, ya sea por concatenación o con redes multicapa, mejora los resultados respecto al uso de una sola modalidad. Finalmente, vemos que las herramientas topológicas superan ligeramente a las métricas de grafos, ya que detectan patrones globales más sutiles y robustos.

Aunque también probamos redes neuronales aplicadas a grafos (GNN), su rendimiento no supera al de las otras aproximaciones, probablemente debido al número limitado de participantes.

En conjunto, nuestros resultados muestran que combinar diferentes modalidades de resonancia y utilizar herramientas topológicas puede ofrecer una visión más completa de las alteraciones cerebrales asociadas a la EM. Consideramos que esta línea de trabajo puede contribuir al desarrollo de biomarcadores más sensibles y útiles para el diagnóstico y la monitorización de la enfermedad, y puede tener aplicaciones relevantes en otros trastornos neurodegenerativos.

Jordi Casas Roma

Departamento de Ciencias de la Computación
Universitat Autònoma de Barcelona
jordi.casas.roma@uab.cat

Toni Lozao Bagén

Departamento de Ciencias de la Computación
Universitat Autònoma de Barcelona
antonio.lozano.bagen@uab.cat

Referencias

Lozano-Bagén, T., Martínez-Heras, E., Pontillo, G., Solana, E., Vivó, F., Petracca, M., Calvi, A., Garrido-Romero, S., Solé-Ribalta, A., Llufríu, S., Prados, F. and Casas-Roma, J. (2025) **Evaluating topological and graph-theoretical approaches to extract complex multimodal brain connectivity patterns in multiple sclerosis.** *Health Information Science and Systems*, Vol. 13, N. 68. <https://doi.org/10.1007/s13755-025-00386-y>

[View low-bandwidth version](#)