
TP2: Redes en el cerebro

Víctor A. Bettachini
bettachini@gmail.com

Vanesa Flores
vanesaflores0894@gmail.com

Tomás Gianni
tomasgianni11@gmail.com

Malena Pirola
malenapirola@gmail.com

1. Materiales y métodos

Datos Se hace uso de datos producto de la medición de la señal de resonancia magnética funcional (fMRI). Definidos 116 volúmenes de interés del cerebro en términos de su activación [1], se publicaron coeficientes de correlación lineal entre sus medias en distintos segmentos temporales [2]. Con estos datos se generó una matriz de correlación, y a partir de la misma los grafos analizados en este trabajo.

Recurso informático Un cuaderno (notebook) Jupyter provisto por los docentes en el sitio web denominado “Campus” [3] es la plantilla donde se escribió código en lenguaje Python. Este explotó funciones de las biblioteca NetworkX [4].

1.1. Preprocesamiento de los datos

Carga del conjunto de datos Los archivos provistos corresponden a los estadios de sueño N1, N2, N3 y al estado despierto W para 18 sujetos. Estos estuvieron acompañados de una tabla que describe la denominación y ubicación espacial las regiones en que se parcializó el cerebro.

2. Resultados

2.1. Tarea 1: Visualización

Promedio de correlaciones Tras calcular el promedio de correlaciones de todos los sujetos para cada estadio del sueño, se obtuvieron las matrices de adyacencia que se muestran en la figura 1.

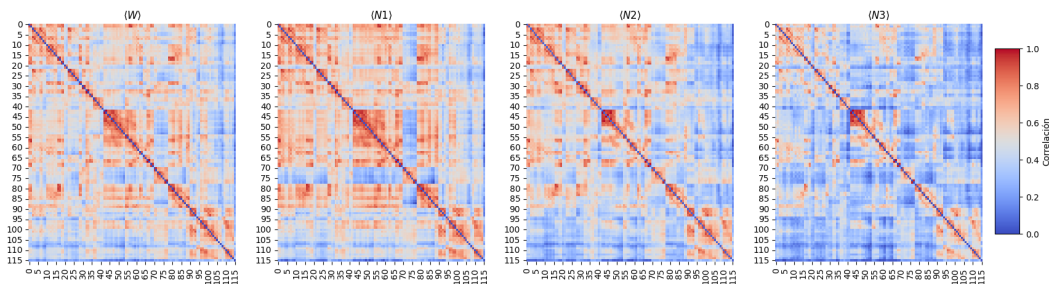


Figura 1: Matrices de adyacencia del promedio de las correlaciones de activación de volúmenes cerebrales en el estado despierto, W, y los tres estadios de sueño. La numeración de los volúmenes es la utilizada en [1].

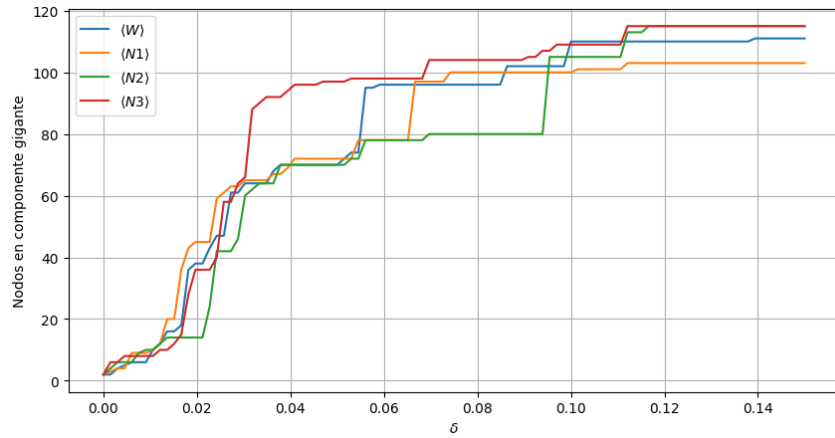


Figura 2: Número de nodos de la componente gigante de los grafos de los cuatro estados de sueño y el estado despierto.

Tamaño de la componente gigante El número de nodos de la componente gigante de cada grafo se muestra en la figura 2.

Una inspección visual revela los siguientes saltos

Estado de sueño	δ	Δ nodos
W	$\approx 0,055$	$\approx 75 \rightarrow \approx 95$
N1	$\approx 0,065$	$\approx 75 \rightarrow \approx 95$
N2	$\approx 0,095$	$\approx 80 \rightarrow \approx 105$
N3	$\approx 0,03$	$\approx 65 \rightarrow \approx 90$

Tabla 1: Saltos en el tamaño de la componente gigante.

Pendientes:

Interpretar las curvas

¿Qué indican los saltos?

Análisis de un salto Para el salto que se produce para el estado de sueño N2 en la vecindad de una $\delta = 0,095$, se muestra en la figura 3 el grafo de las correlaciones previo y a posteriori.

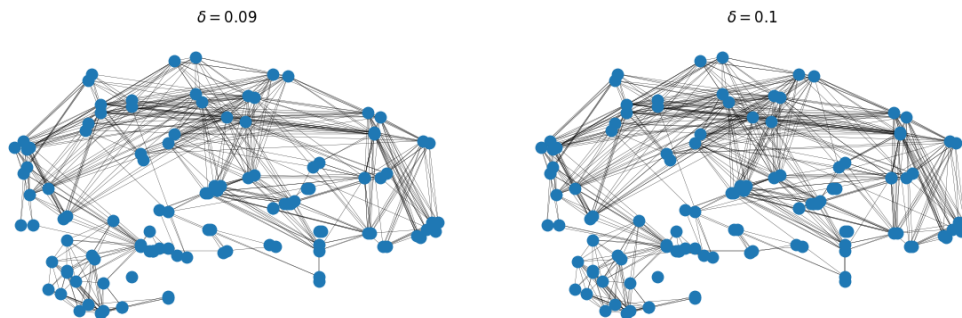


Figura 3: Grafo de las correlaciones previo y a posteriori del salto en el número de nodos del promedio para el estado de sueño N2 en torno a $\delta = 0,095$.

Variación del grado promedio La figura 4 muestra una relación lineal entre el grado promedio, $\langle k \rangle$, de los grafos de los cuatro estados de sueño y el estado despierto. Esto es lógico pues la definición de densidad se da en función de la cantidad de enlaces que hay en la red, por lo que a mayor densidad, mayor cantidad de enlaces y por lo tanto mayor grado promedio. La expresión que las relaciona es

$\delta = \frac{2L}{N(N-1)}$, donde p es la densidad, L es la cantidad de enlaces y N es la cantidad de nodos. Si despejamos L de esta expresión y la reemplazamos en la expresión de grado promedio, obtenemos que $\langle k \rangle = \frac{2\delta(N-1)}{N}$, que es una función lineal de δ .

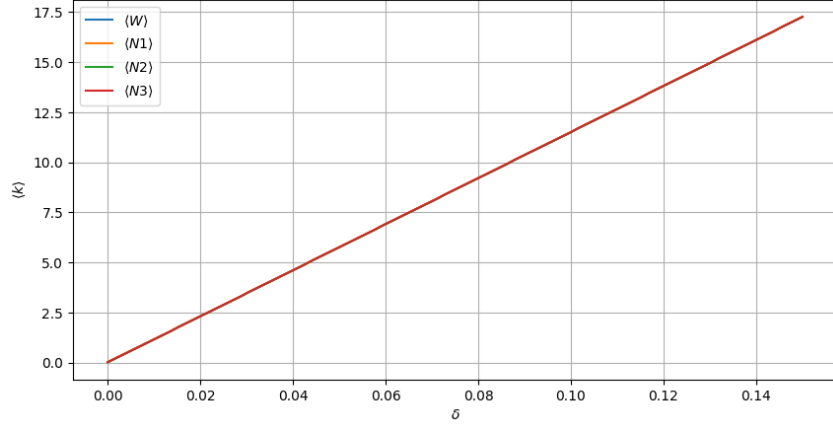


Figura 4: Grado promedio de los grafos de los cuatro estados de sueño y el estado despierto.

Coefficiente de clustering promedio La figura 5 muestra una relación lineal entre el coeficiente de clustering promedio, $\langle C \rangle$, de los grafos de los cuatro estados de sueño y el estado despierto.

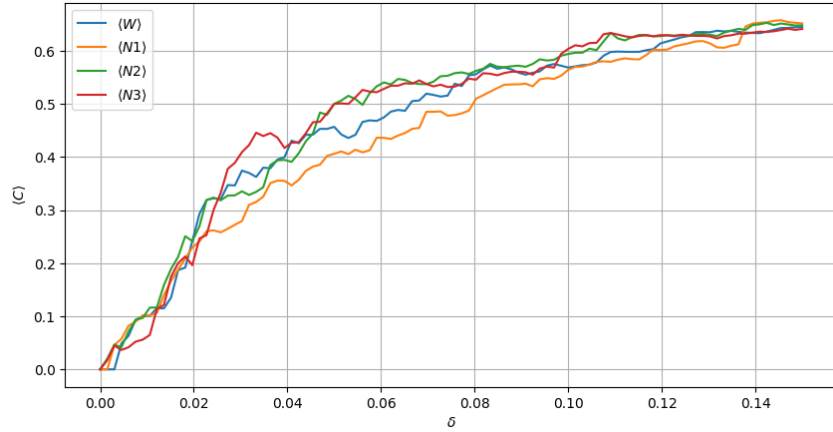


Figura 5: Coeficiente de clustering promedio de los grafos de los cuatro estados de sueño y el estado despierto.

Eficiencia global La figura 6 muestra una relación lineal entre la eficiencia global de los grafos de los cuatro estados de sueño y el estado despierto.

Centralidad de autovector La figura 7 muestra una relación lineal entre la centralidad de autovector de los grafos de los cuatro estados de sueño y el estado despierto.

2.2. Tarea 2: Comunidades y coeficiente de modularidad

Coefficiente de modularidad en función de δ La figura 8 muestra una relación lineal entre el coeficiente de modularidad de los grafos de los cuatro estados de sueño y el estado despierto.

Variación de cantidad de comunidades con δ La figura 9 muestra una relación lineal entre la cantidad de comunidades de los grafos de los cuatro estados de sueño y el estado despierto.

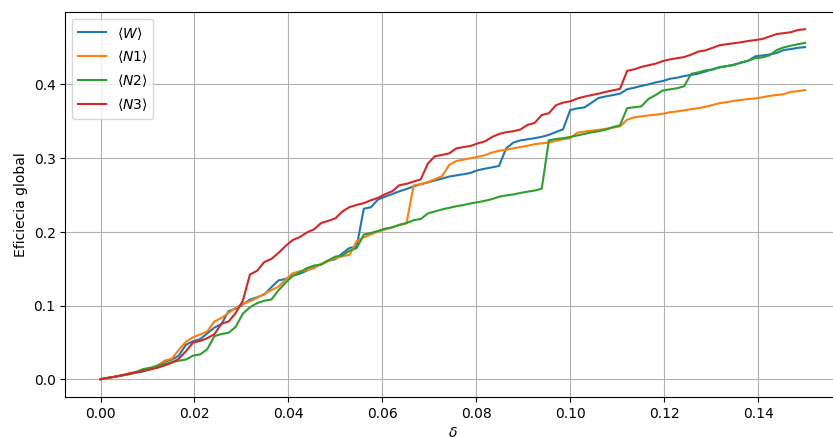


Figura 6: Eficiencia global de los grafos de los cuatro estados de sueño y el estado despierto.

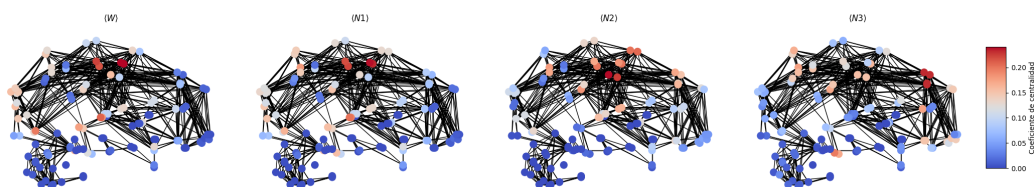


Figura 7: Centralidad de autovector de los grafos de los cuatro estados de sueño y el estado despierto.

Referencias

- [1] N. Tzourio-Mazoyer et al. «Automated Anatomical Labeling of Activations in SPM Using a Macroscopic Anatomical Parcellation of the MNI MRI Single-Subject Brain». En: *NeuroImage* 15.1 (ene. de 2002), págs. 273-289. URL: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1053811901909784>.
- [2] Enzo Tagliazucchi et al. «Large-scale brain functional modularity is reflected in slow electroencephalographic rhythms across the human non-rapid eye movement sleep cycle». En: *NeuroImage* 70 (abr. de 2013), págs. 327-339. URL: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1053811913000128>.
- [3] Juan A. Kamienkowski. *Curso: Data Mining en Ciencia y Tecnología*. 2023. URL: <https://datamining.dc.uba.ar/campus/course/view.php?id=37>.
- [4] Aric A Hagberg, Daniel A Schult y Pieter J Swart. «Exploring Network Structure, Dynamics, and Function using NetworkX». En: *Proceedings of the 7th Python in Science Conference (SciPy 2008)*. SciPy 2008. Pasadena, CA USA, ago. de 2008, págs. 11-15. URL: https://conference.scipy.org/proceedings/SciPy2008/paper_2/.

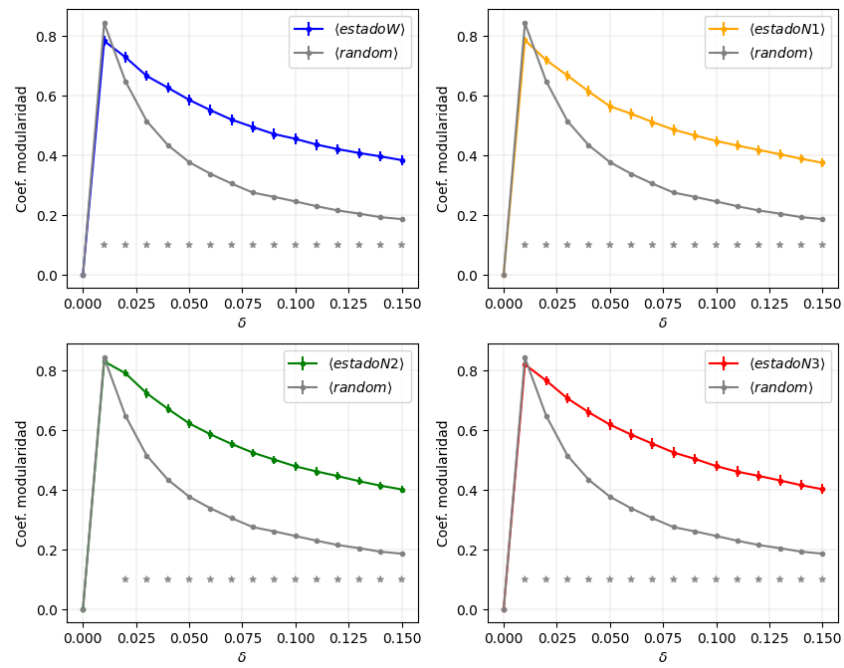


Figura 8: Coeficiente de modularidad en función de δ para los grafos de los cuatro estados de sueño y el estado despierto.

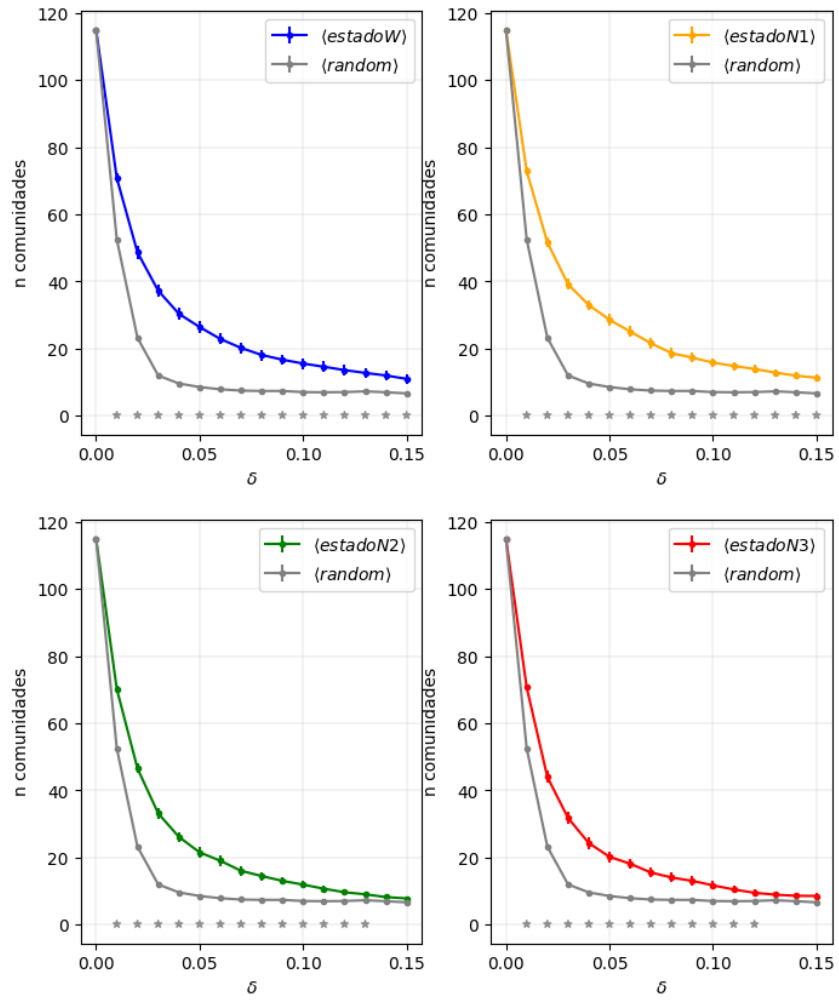


Figura 9: Cantidad de comunidades en función de δ para los grafos de los cuatro estados de sueño y el estado despierto.