

CIMAT

XXIII REUNIÓN DE NEUROIMAGEN



Características
morfométricas a partir
de IRM para la
diferenciación entre
niños con y sin
desnutrición

Ramón Daniel Cota Aguiar, Nidiyare Hevia-Montiel, Israel
Vaca Palomares, Jorge Perez-Gonzalez, Juan Fernández Ruiz

Introducción

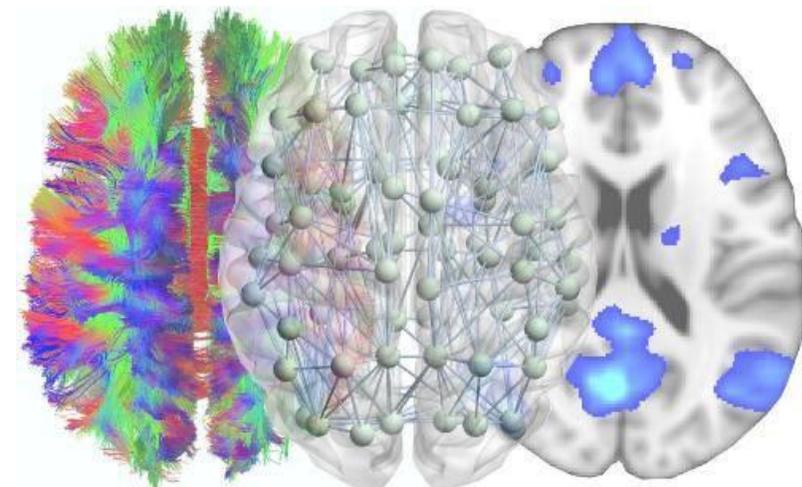
- La desnutrición infantil es un problema de salud pública en México.
- Deterioro en la anatomía y función del cerebro (Georgieff, 2007).
- Primeras etapas de vida
- 6-8 años de edad, el periodo más evidente.



[Fuente: pxhere.com](http://pxhere.com)

Introducción

- La Imagen por Resonancia Magnética (IRM) ha permitido estudiar el deterioro cerebral causado por la desnutrición proteico energética severa en población infantil (Ashraf,2012).
- El conectoma humano hace uso de las IRM de difusión, estructural y/o funcional para medir alteraciones en la conectividad del cerebro.

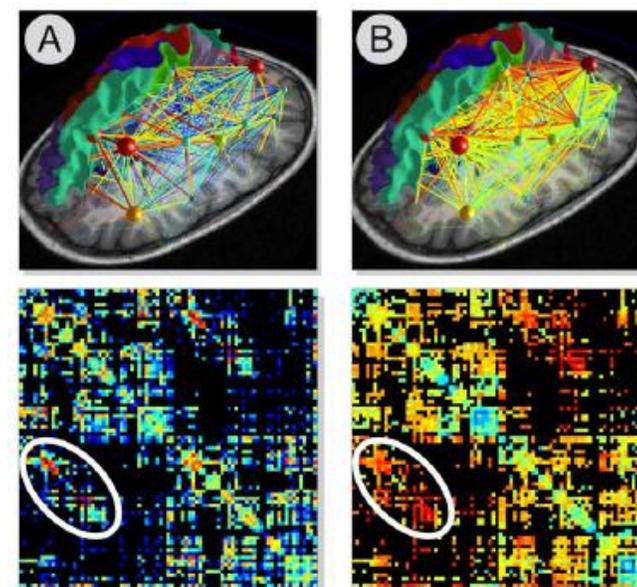


Introducción

Conectoma (Sporns, 2005)(Hangman, 2005)

- **Conectoma cerebral:** el mapeo de las conexiones neuronales de un cerebro.
- **Conectómica:** la ciencia encargada de analizar conjuntos de datos de conectomas.

Investigación neurocientífica de la relación entre conexiones con regiones de neuronas o individualmente, ya sean funcionales o estructurales



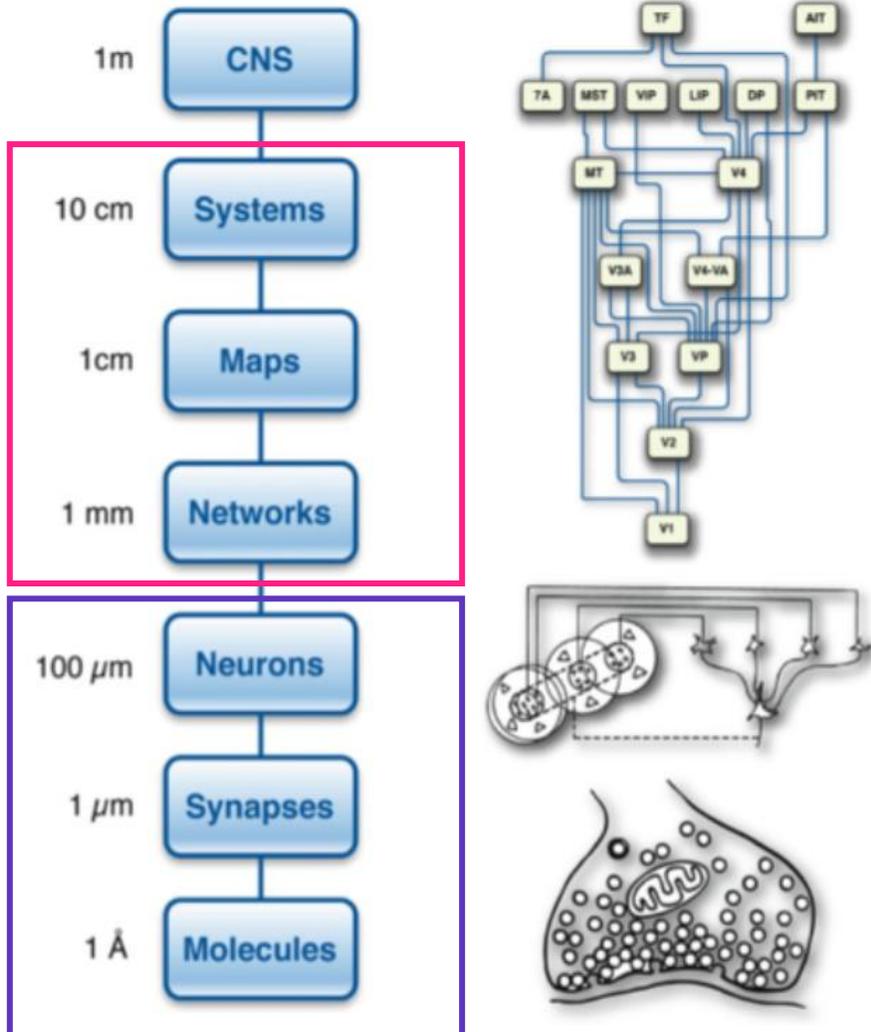
Fuente: *Daducci, 2012*

Sporns, O. (2005). The Human Connectome: A Structural Description of the Human Brain. *PLOS Computational Biology*, 1(4), 245-241. doi:10.1371/journal.pcbi.0010042

Hangmann, P. (2005). *From diffusion MRI to brain connectomics*. LAUSANNE: Lausanne, EPFL. doi:10.5075/epfl-thesis-3230

Introducción

Levels of Investigation

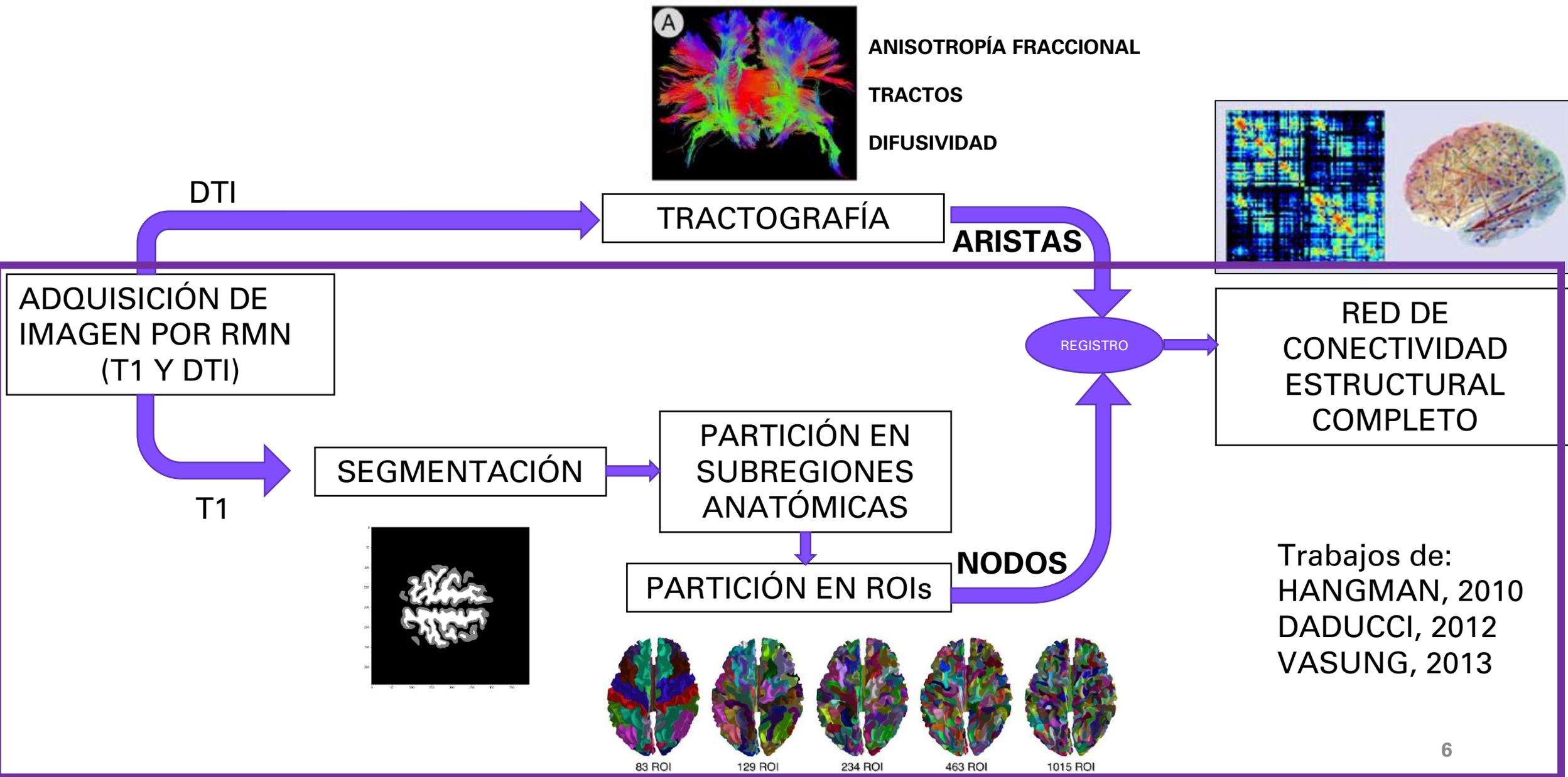


Churchland & Sejnowski, 1988

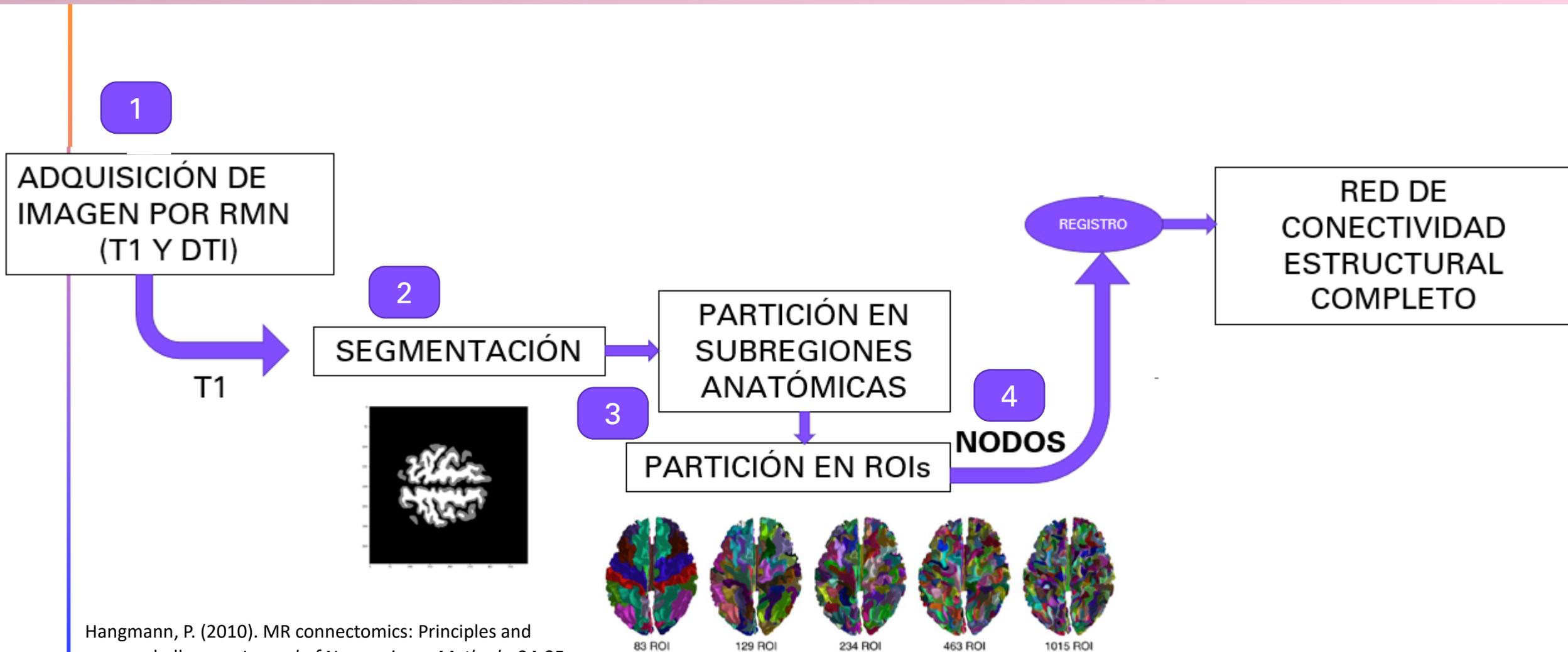
Macroescala: Cerebros completos a partir de volúmenes de imagenología médica (voxeles).

Microescala: Cerebros menos complejos o regiones de cerebros complejos a nivel neuronal y de sinapsis.

Antecedentes



Antecedentes



Hangmann, P. (2010). MR connectomics: Principles and challenges. *Journal of Neuroscience Methods*, 34-35.

Daducci, A. G.-P. (2012). The Connectome Mapper: An Open-Source Processing Pipeline to Map Connectomes with MRI. *Plos ONE*. doi:10.1371/journal.pone.0048121

Vasung, L. (2013). Multimodality evaluation of the pediatric brain: DTI and its competitors. *Pediatr Radiol*, 60-68

Planteamiento del Problema

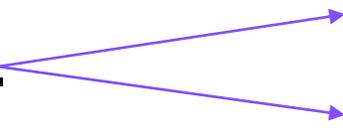
- Visto desde el análisis morfométrico, existe una extensa variedad de métricas que pueden indicar deterioro o daño cerebral, para este trabajo se propone hacer uso de ellas para determinar las regiones capaces de separar un sujeto del otro.

Objetivo

- Diferenciar, mediante características morfométricas de regiones corticales y subcorticales, a los pacientes control y pacientes que presentan desnutrición moderada de acuerdo al indicador talla para la edad según la OMS.

Participantes y Materiales

Participantes

12 niños   de 6 a 8 años. 

CONTROL

DESNUTRICIÓN

Materiales

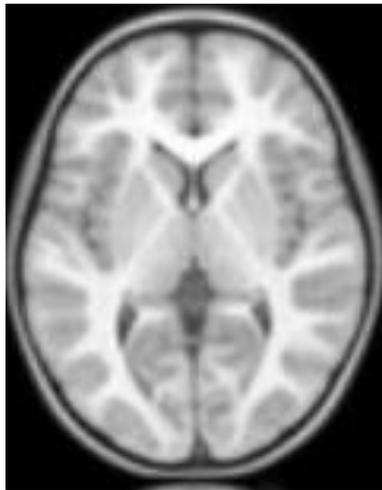
- Achieva 3.0 Tesla MRI. Realizado en el Instituto de Neurobiología (UNAM) de Juriquilla, Querétaro.
- T1- 3D. Secuencia Fast Fiel-Echo
TR/TE=8/3.7ms, FOV $256 \times 256 \text{ mm}^2$ y RM 256×256 .

Metodología

1. Normalizar las IRM de los cerebros a un solo espacio mediante registro con un atlas infantil.
2. Realizar la segmentación de regiones corticales y subcorticales.
3. Obtener las características morfométricas de cada región de cada paciente y compararlas.

Metodología - 1

- Se realizó el registro en un atlas cerebral de niño usando SPM y Matlab con la siguiente configuración.



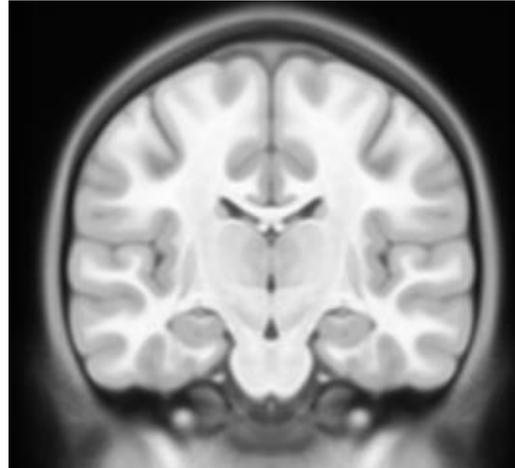
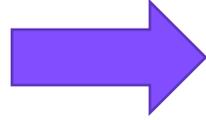
Fuente: [Pediatric atlases \(4.5–18.5y\) – NIST \(mcgill.ca\)](http://nist.mni.mcgill.ca/pediatric-atlases-4-5-18-5y/)

Módulos	Configuración
Función Objetivo	Información Mutua
Separación	[4,2]
Suavizado de Histograma	[7 7]
Interpolación	B-spline

Metodología - 1



Imagen T1



Atlas infantil 7 – 11 años

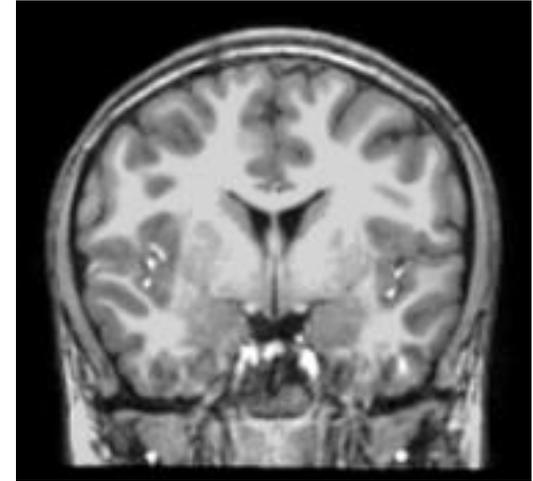
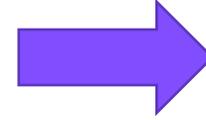
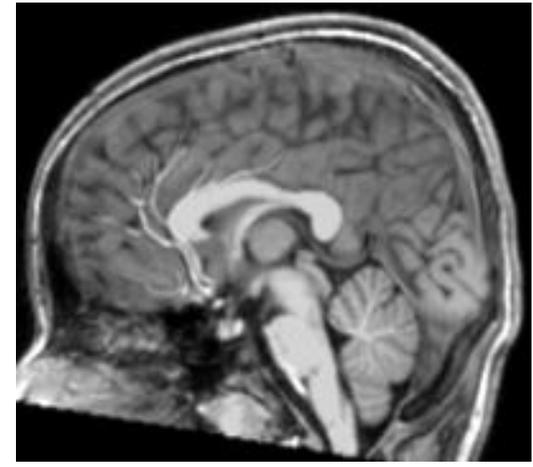
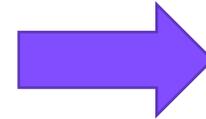
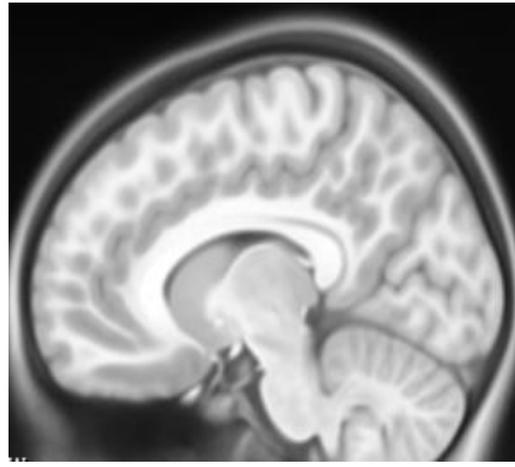
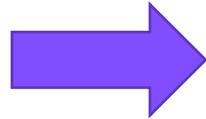


Imagen T1 Registrada con el atlas

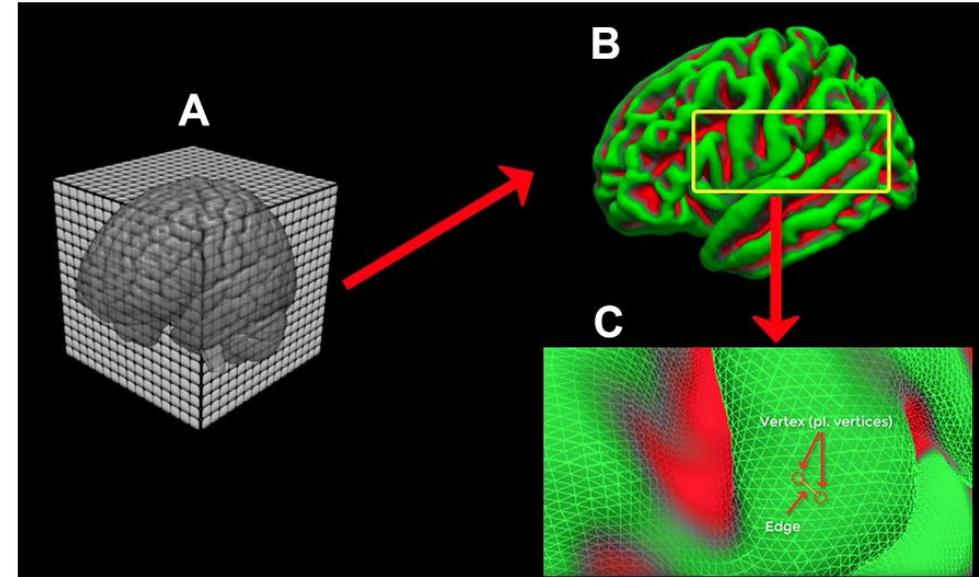


Metodología - 2

Segmentación y Etiquetado



- A) Exploración anatómica
- B) Conversión de imagen 3D a malla 2D.
- C) Un primer plano de la superficie de la malla, muestra cómo está compuesta por vértices.



Fuente: andybrainbooks.readthedocs.io

Metodología - 3

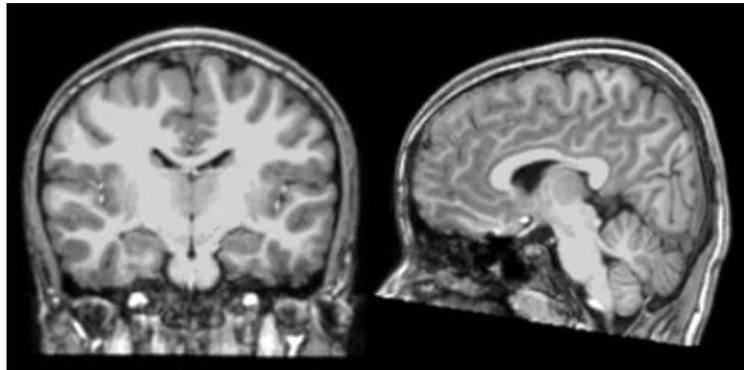
Obtener las siguientes características morfométricas y graficar las que logren discriminar un sujeto del otro con mayor diferencia.

- Número de Voxeles
- Volumen (mm^3 , cm^3)
- Área de la Superficie (mm^2)
- Grosor Cortical
- Redondez (*Coeficiente 1 representa una estructura esférica*)
- Aplanado o planitud (*Coef 0 representa estructura plana*)
- Elongación

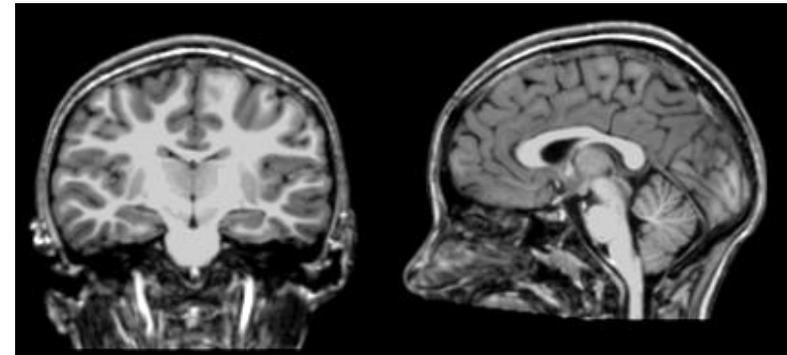
Resultados - 1

Normalización de las IRM de los cerebros a un solo espacio mediante registro con un atlas infantil.

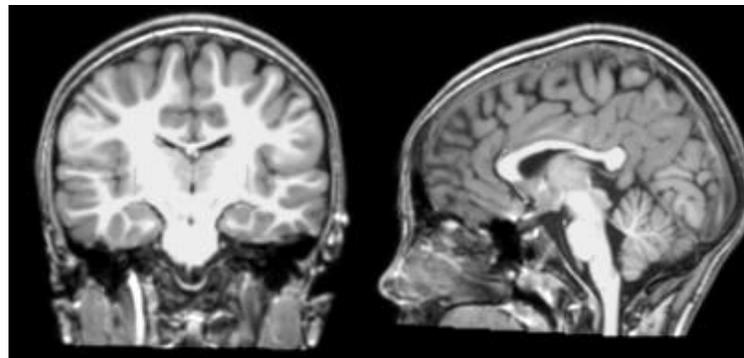
Control 1



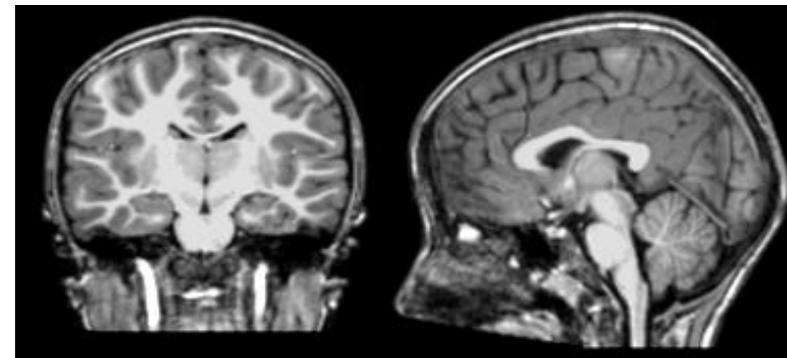
Desnutrición 1



Control 2

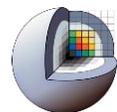
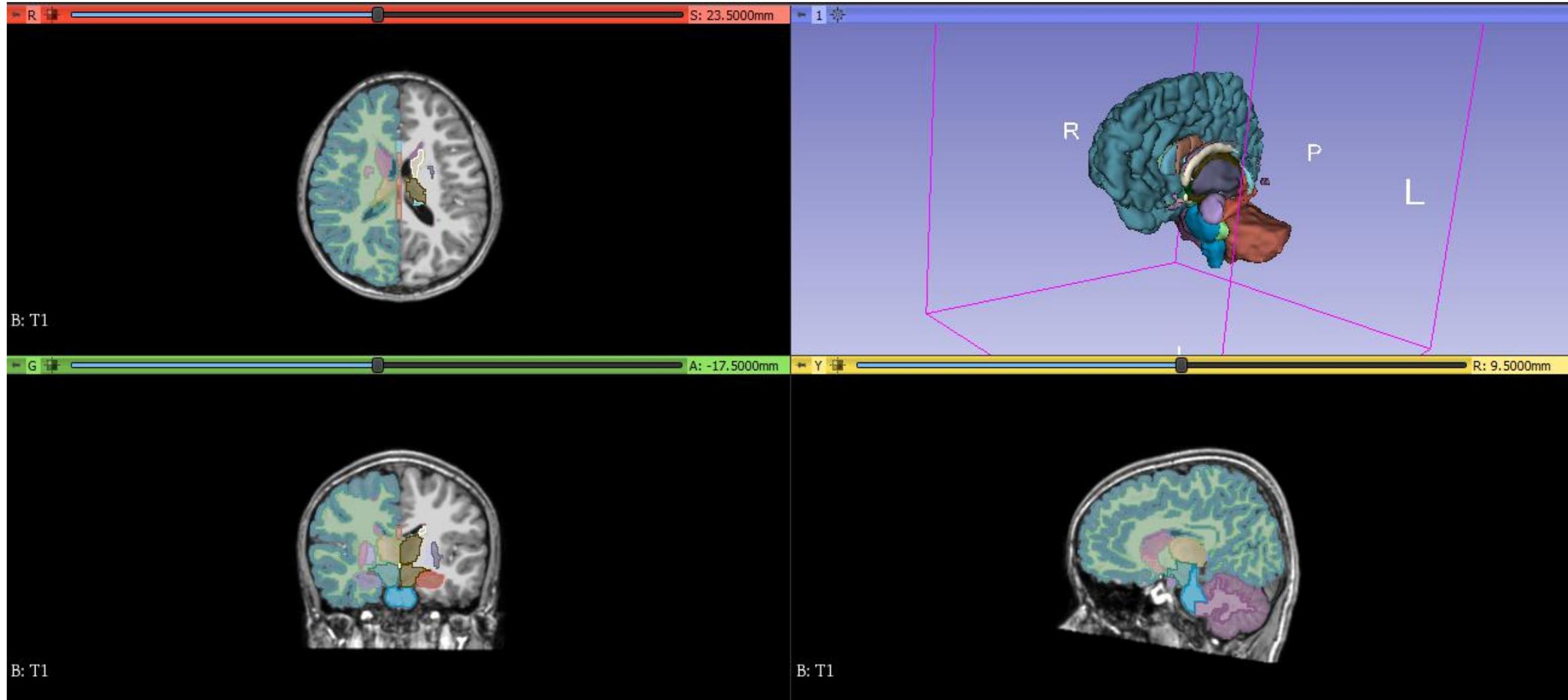


Desnutrición 2



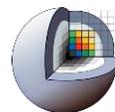
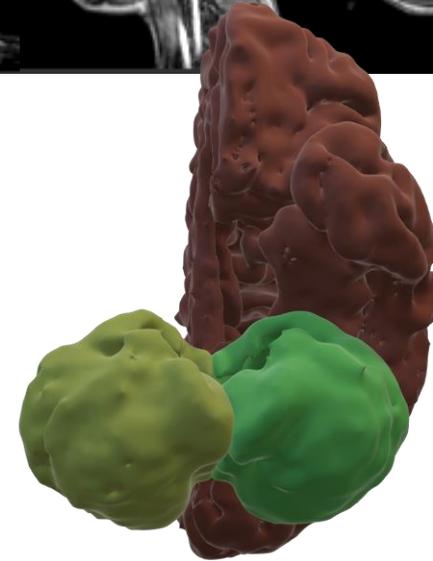
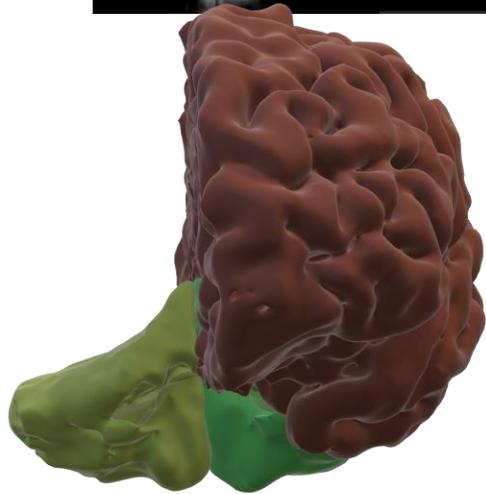
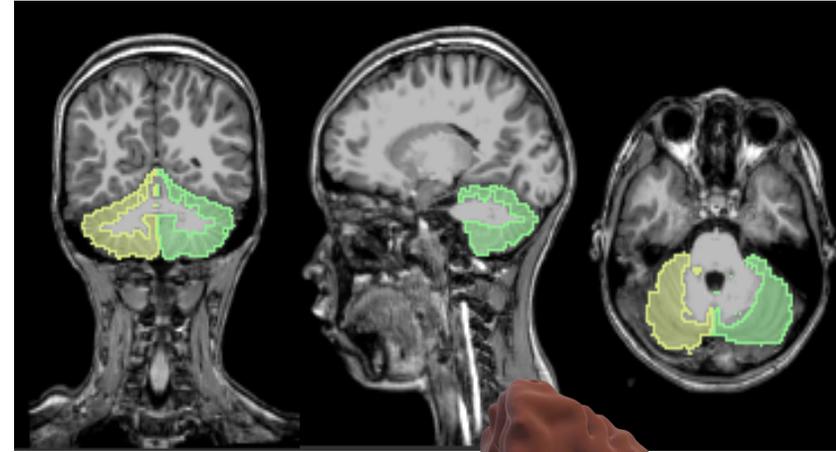
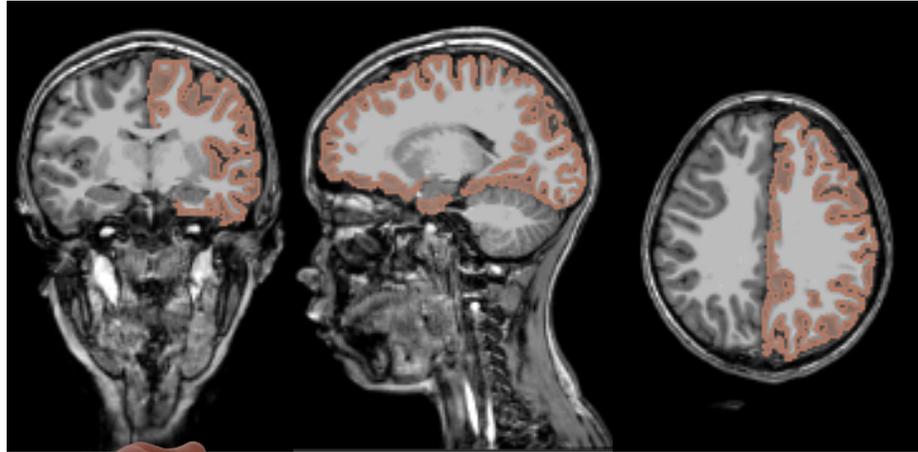
Resultados - 2

Segmentaciones de regiones corticales y subcorticales.



Resultados - 2

Segmentaciones de regiones corticales y subcorticales.

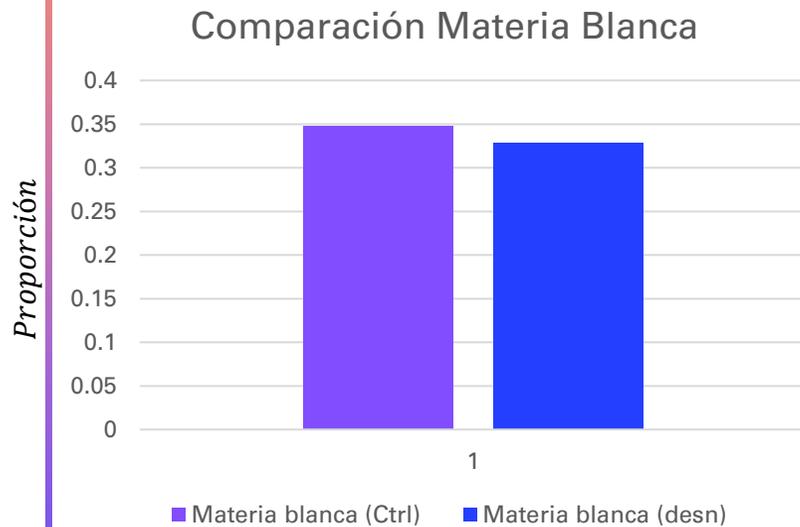


Visualización en 3D Slicer

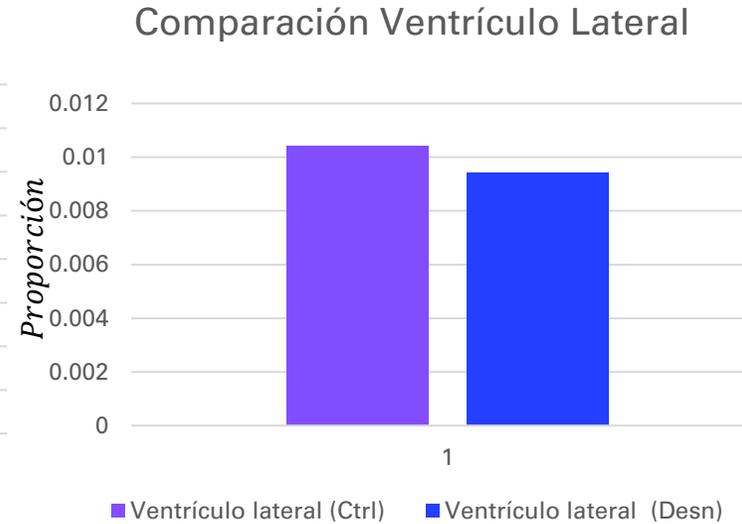
Resultados - 3

Proporción de volúmenes con mayor diferencia entre grupo de control y desnutrición.

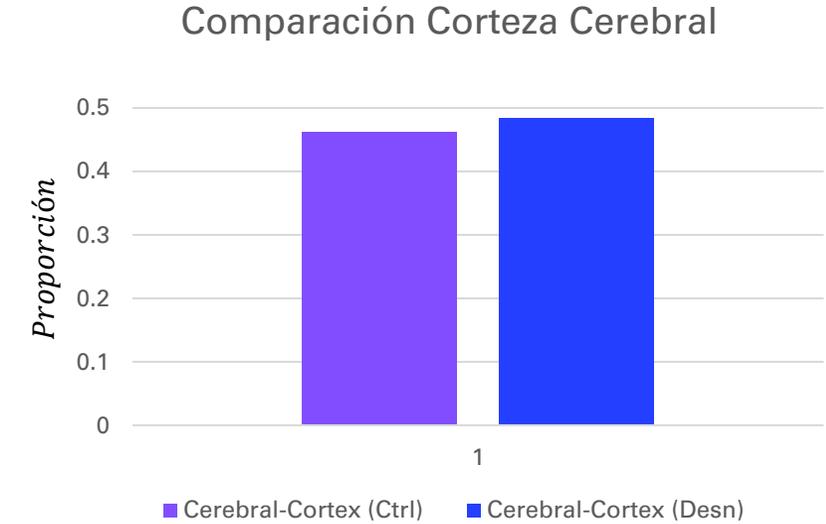
$$\text{Proporción} = \frac{\text{volumen de región}}{\text{volumen total del cerebro}}$$



Suma de:
Materia Blanca Izquierda
Materia Blanca Derecha



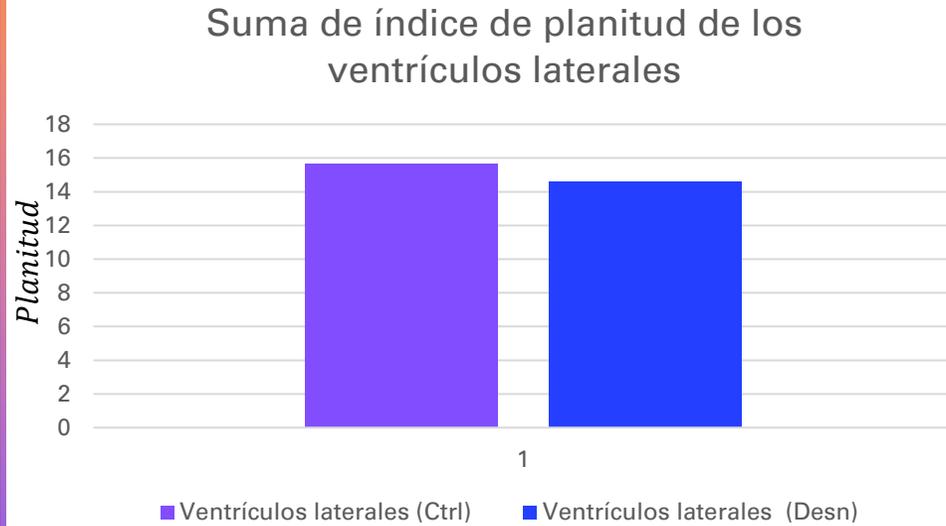
Suma de:
Ventrículo lateral izquierdo
Ventrículo lateral derecho
3er ventrículo
4to ventrículo



Suma de:
Corteza cerebral Izquierda
Corteza cerebral Derecha

Resultados - 3

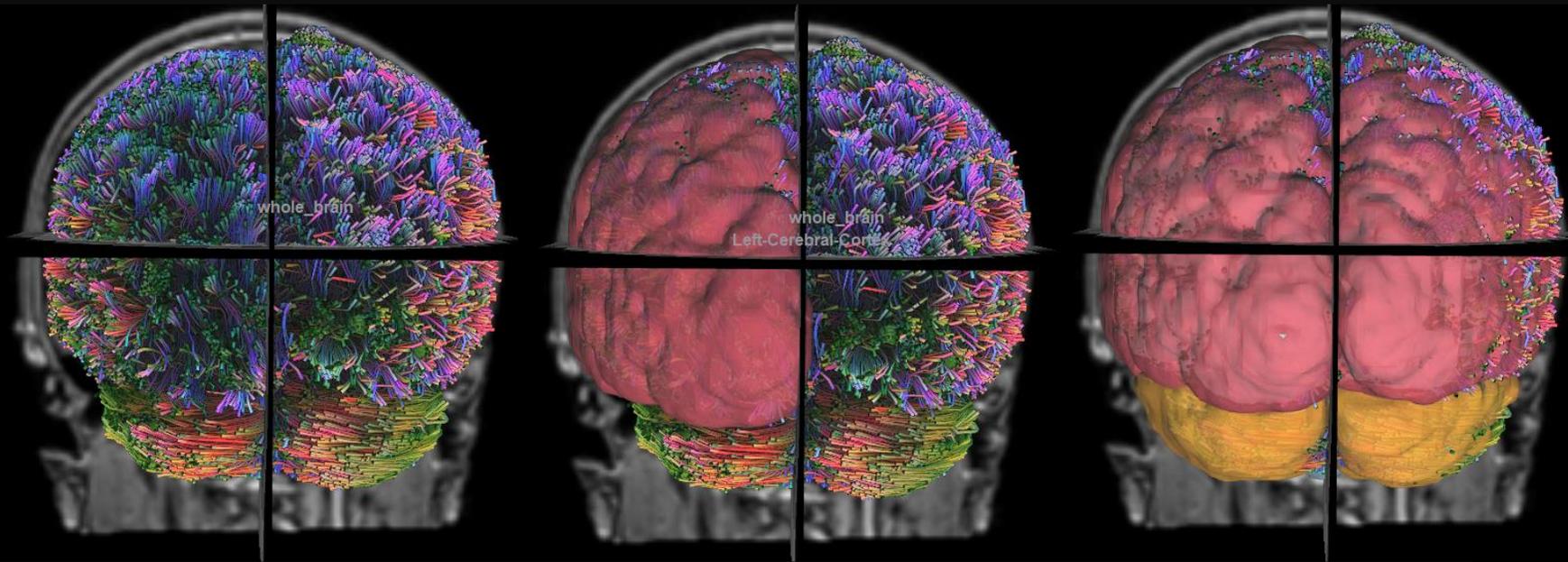
Índice de planitud (“Flatness”) con mayor diferencia entre grupo de control y desnutrición.



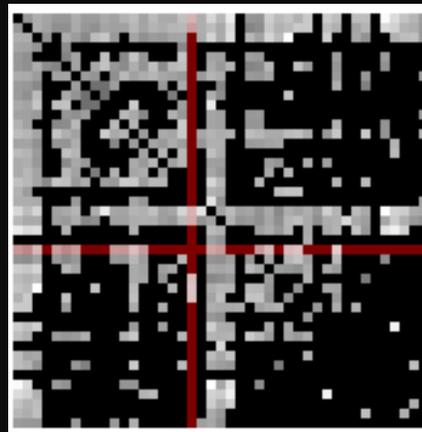
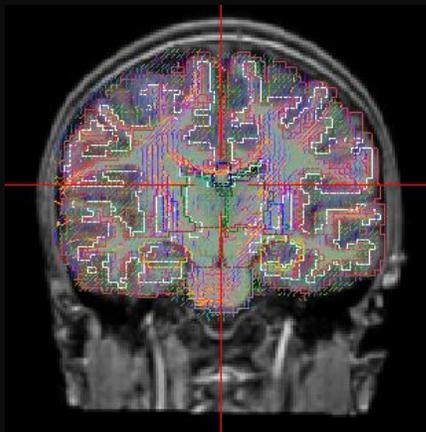
Suma de:
Ventrículo lateral izquierdo
Ventrículo lateral derecho
3er ventrículo
4to ventrículo

Trabajo Futuro

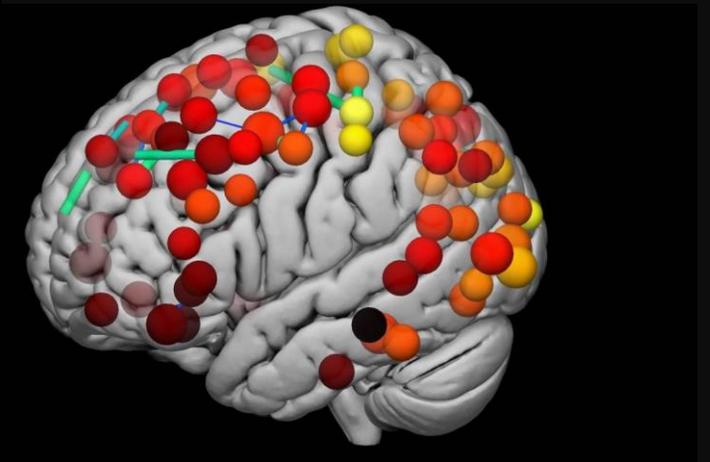
Realización del conectoma pediátrico



Tractografía de sujeto
Control 2



Matriz de conectividad.



Fuente: [Nodes and Edges: Adolescent consolidation of the hubs of the human brain connectome - YouTube](#)

Conclusión

- Las características morfométricas que se pueden obtener de una IRM estructural sirven para encontrar aquellas zonas del cerebro donde el deterioro es anatómicamente evidente.
- Cada característica que logra discriminar un sujeto de un grupo de control o de desnutrición, sirve como un primer indicador y posible biomarcador para una posterior visualización del conectoma visto desde un enfoque teoría de gráficas o redes complejas.



GRACIAS



Cualquier duda, pueden contactarme por correo electrónico: ramon_cota@comunidad.unam.mx