

# Analitzant malalties neurològiques des de la perspectiva de la teoria de grafs

JUDIT YEBRA VALENCIA

Supervisat per:  
Jordi Casas-Roma i Carlos Boned Riera

# ÍNDEX

01

Introducció  
i  
Marc Teòric

02

Estat de l'art

03

Dades

04

Metodologia

05

Resultats

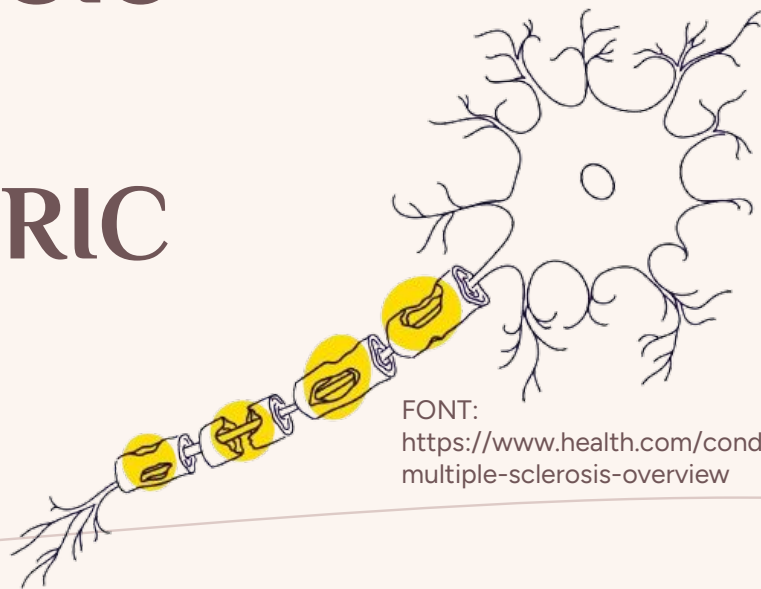
06

Conclusions



01

# INTRODUCCIÓ I MARC TEÒRIC



FONT:

<https://www.health.com/condition/multiple-sclerosis-overview>

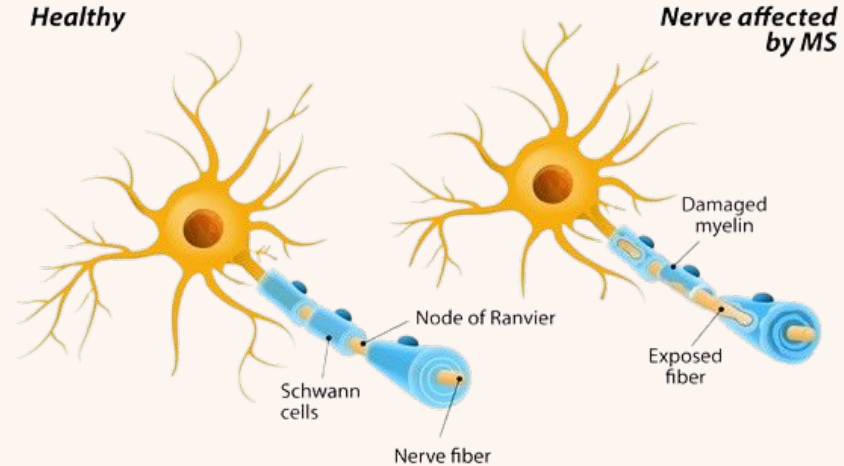
# ESCLEROSIS MÚLTIPLE

- Malaltia neurològica crònica
- Afecta cervell i medul·la espinal
- Desmielinització (dany a la mielina)
- Problemes motors, visuals, sensorials, cognitius

Tipus:

- **Relapsing-Remitting MS:** Brots i remissió
- **Secondary Progressive MS:** Progressió constant, inicialment RRMS
- **Primary Progressive MS:** Progressió constant, sense remissió

## MULTIPLE SCLEROSIS



FONT:  
<https://www.news-medical.net/health/Types-of-Multiple-Sclerosis-%28MS%29.aspx>

# ANISOTROPIA FRACCIONAL

Quantifica la direccionalitat preferida de la difusió de l'aigua en teixits.

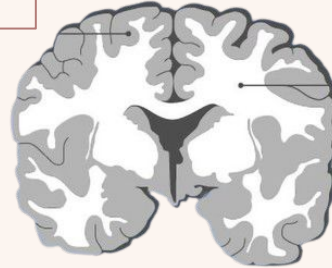
SUBSTÀNCIA GRISA

## SUBSTÀNCIA GRISA

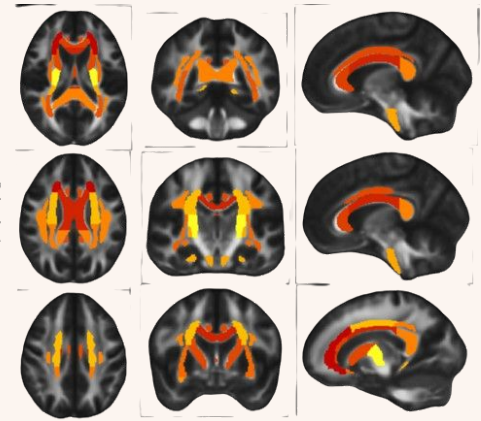
És el teixit cerebral que conté principalment cossos neuronals.

## ESTAR DE REPÓS

Condicció en què un sistema o objecte es manté sense moviment ni canvi d'energia.

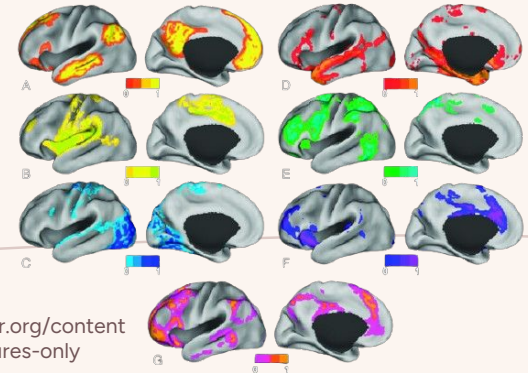


FONT:  
<https://www.nature.com/articles/s41380-020-0700-1>



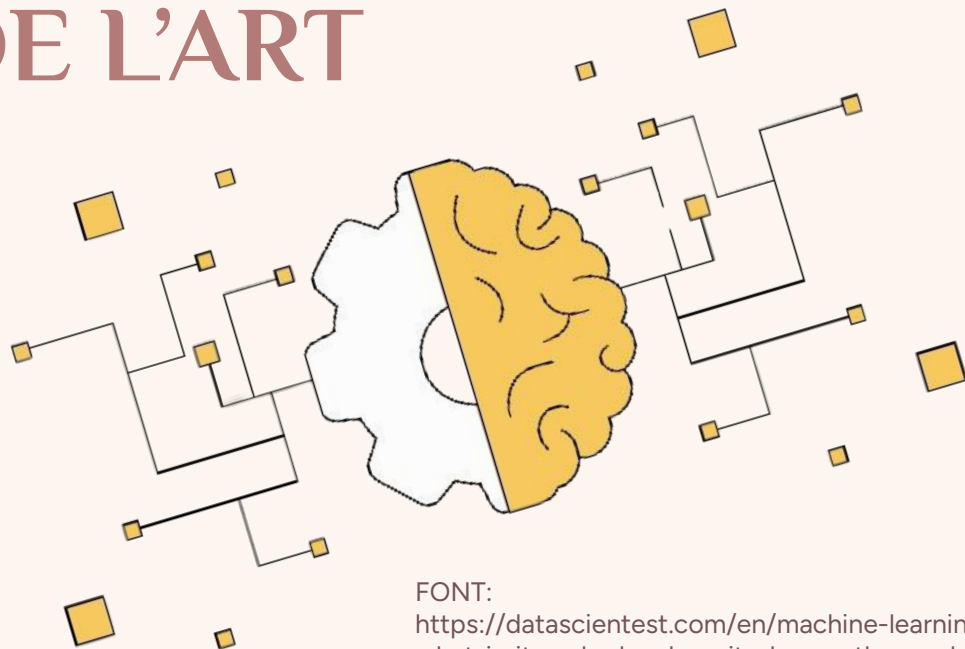
SUBSTÀNCIA BLANCA

FONT:  
<https://assets.technologynetworks.com/production/dynamic/images/content/322973/gray-matter-vs-white-matter-322973-960x540.jpg?cb=12656808>



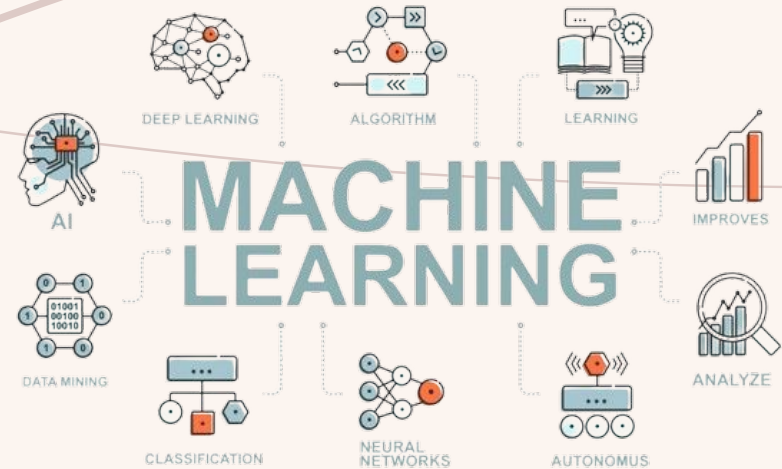
FONT:  
<https://www.ajnr.org/content/34/10/1866.figures-only>

# 02 ESTAT DE L'ART



FONT:  
<https://datascientest.com/en/machine-learning-what-is-it-and-why-does-it-change-the-world>

# MACHINE LEARNING



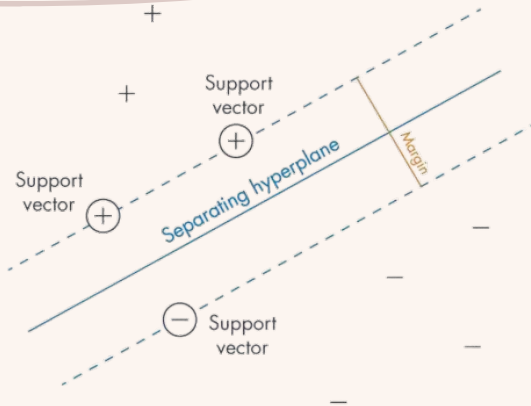
Tipus:

- **Aprenentatge Supervisat:** dades etiquetades
- **Aprenentatge NO Supervisat:** dades no etiquetades
- **Aprenentatge Semi-Supervisat:** combina dades etiquetades i no etiquetades
- **Aprenentatge per Reforç:** Agent pren decisions mitjançant recompenses o penalitzacions

FONT:

<https://www.fsm.ac.in/blog/an-introduction-to-machine-learning-its-importance-types-and-applications/>

# SVM



- **Classificació i Regressió**
- **Marge màxim:** Hiperpla que fa màxima la distància entre classes
- **Kernels:** Per gestionar dades no lineals
- **Robustesa :** Eficients i amb capacitat de generalització

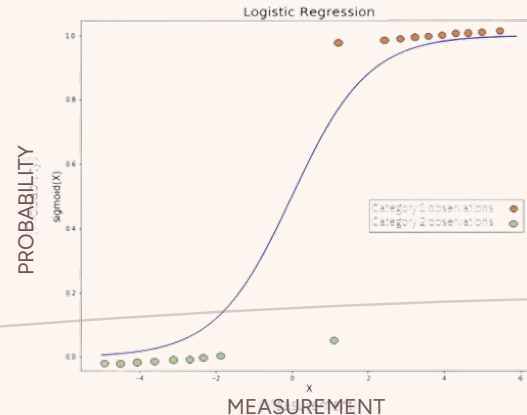
# REGRESSIÓ LOGÍSTICA

$$P(Y = 1|X) = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_n X_n)}}$$

On:

- $(P(Y = 1|X))$  és la probabilitat de l'esdeveniment d'interès.
- $(\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_n)$  són els coeficients del model que s'aprenen durant l'entrenament.
- $(X_1, \dots, X_n)$  són les variables independents o característiques.

- **Classificació binària**
- **Funció sigmoide:**  
Entrades  $p(0,1)$
- **Maximitza la versemblança**



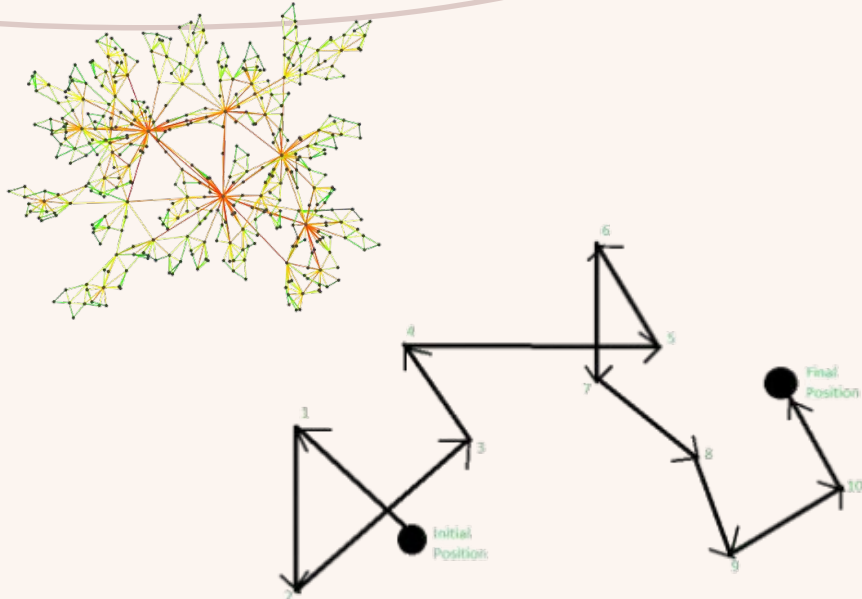


FONT:

<http://graphstream-project.org/doc/Algorithms/Random-walks-on-graphs/>

<https://media.geeksforgeeks.org/wp-content/cdn-uploads/20200804102717/Capture15.png>

# RANDOM WALKS

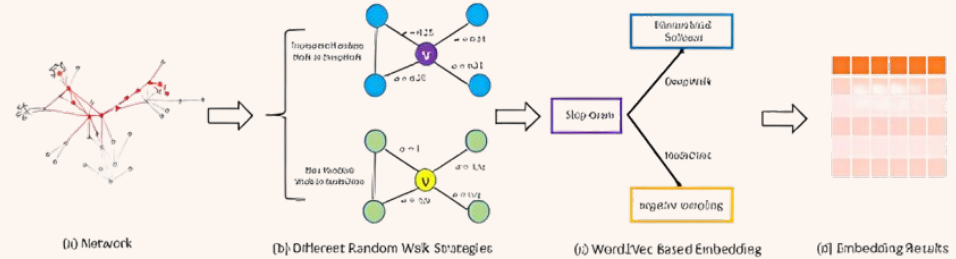


- Explora grafos de manera aleatòria
- Comença en un node i segueix nodes adjacents
- Captura l'estructura local del graf

FONT:

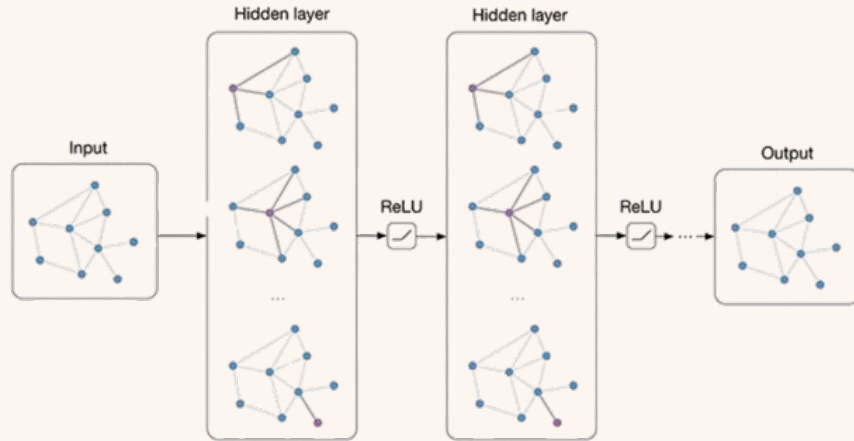
<https://medium.com/@tejpal.abhyuday/deep-walk-and-node2vec-graph-embeddings-faf02d369442>

# DEEP WALKS



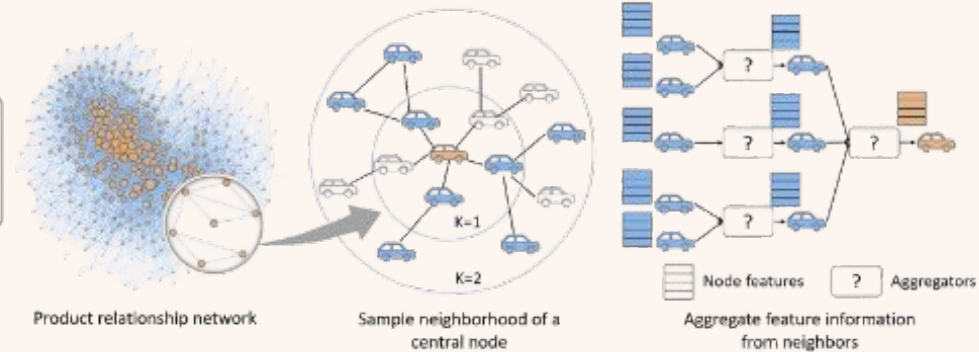
- Utilitza random walks per analitzar els grafos
- Genera representacions vectorials de nodes
- Captura relacions estructurals com el Word2Vec

# GNN - GCNS



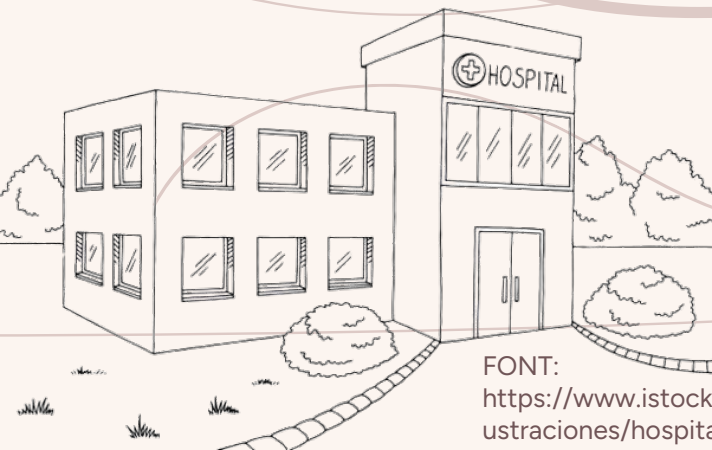
- Xarxes neuronals per dades en forma de graf
- Apliquen operacions de convolució sobre nodes
- Aprenen representacions de nodes combinant informació dels seus veïns.
- Efectives per a tasques de classificació

# GRAPHSAGE



- Genera embeddings de nodes en graf.
- Agrega informació dels veïns de cada node de manera iterativa.
- Permet generalitzar a nodes no vistos durant l'entrenament.

# 03 DADES



FONT:  
<https://www.istockphoto.com/es/ilustraciones/hospital-drawings>

# DADES

270 pacients

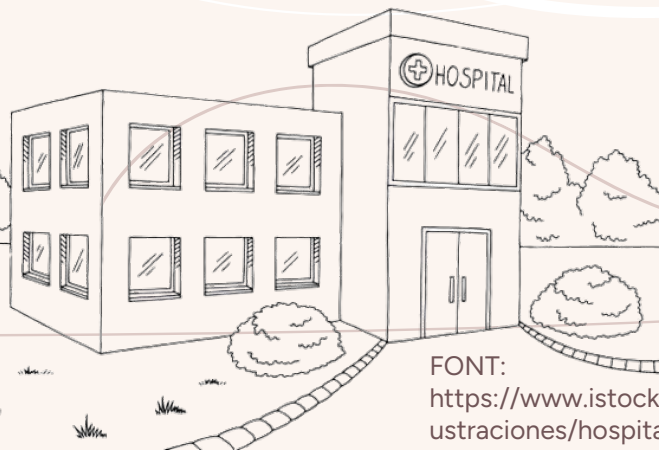
## DADES DE L'HOSPITAL CLÍNIC:

- FA, GM, RS (amb 165 csvs cadascuna)

## DADES DE NÀPOLS

- DTI, GM, RS (amb 105 csvs cadascuna)

- Demographics.csv (mstype pacient o control)
- nodes.csv



FONT:  
<https://www.istockphoto.com/es/ilustraciones/hospital-drawings>

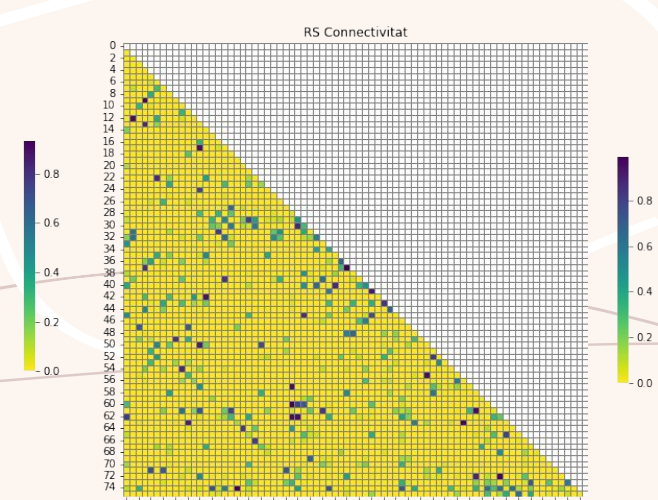
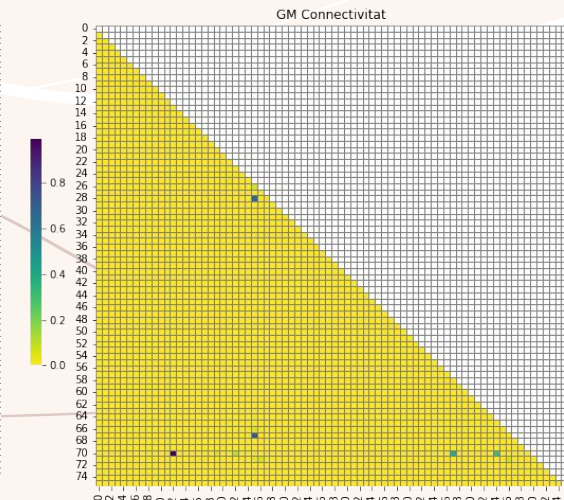
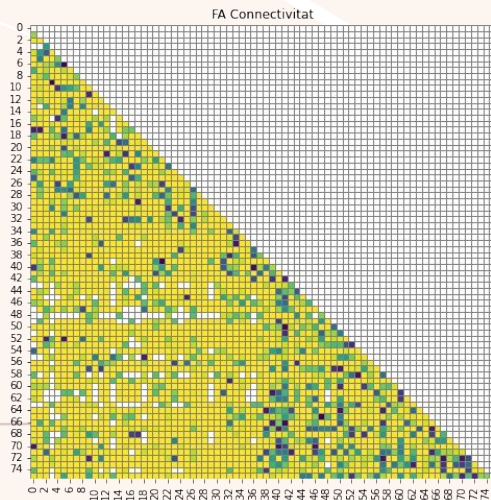
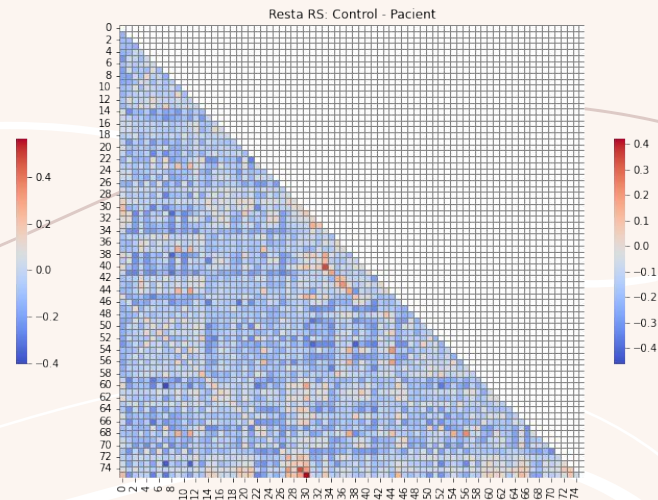
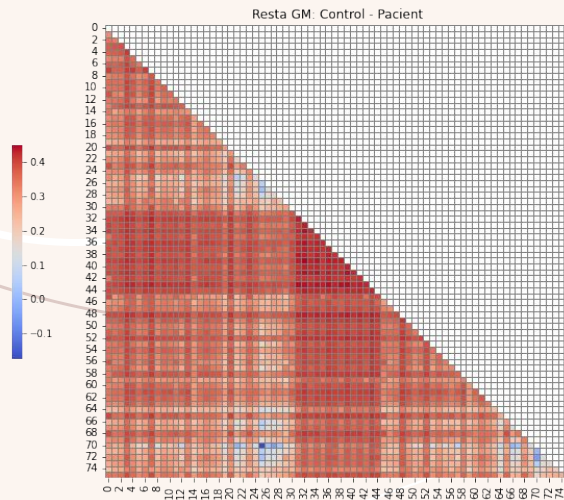
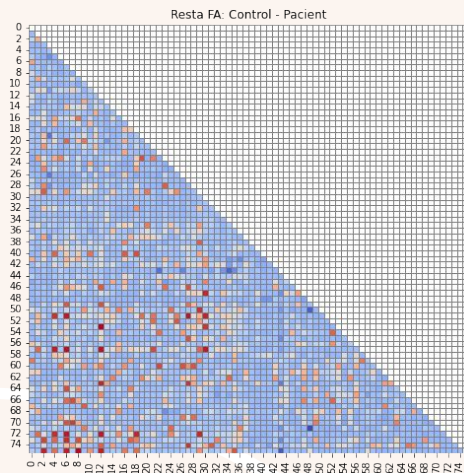
FONT:

[https://www.freepik.es/vector-gratis/seo-concepto-optimizacion-motores-busqueda\\_22069291.htm#fromView=search&page=1&position=1&uuid=d9a70844-8ec1-4b22-b14c-0c9382fd2139](https://www.freepik.es/vector-gratis/seo-concepto-optimizacion-motores-busqueda_22069291.htm#fromView=search&page=1&position=1&uuid=d9a70844-8ec1-4b22-b14c-0c9382fd2139)

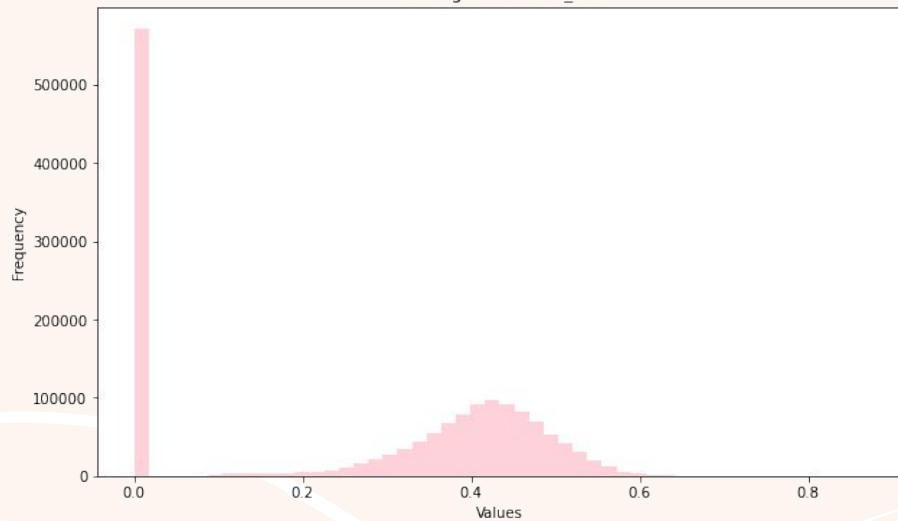


# 04 METODOLOGIA

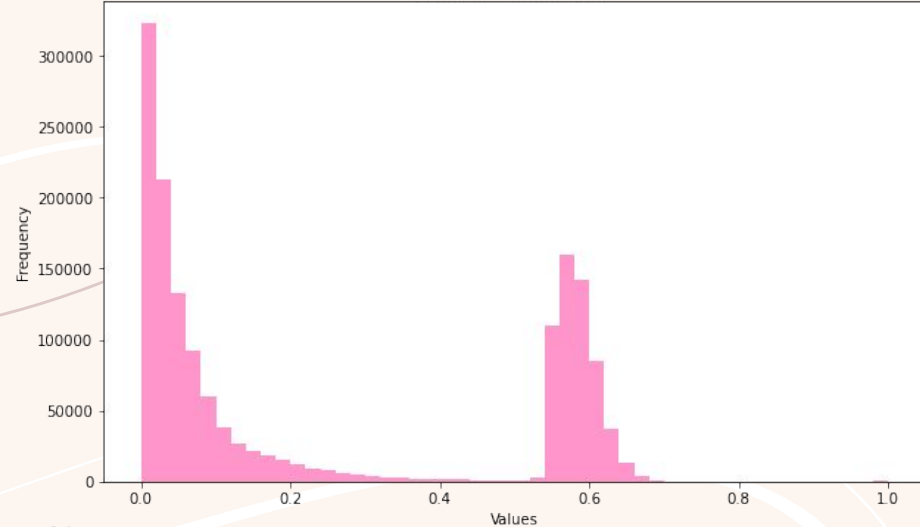




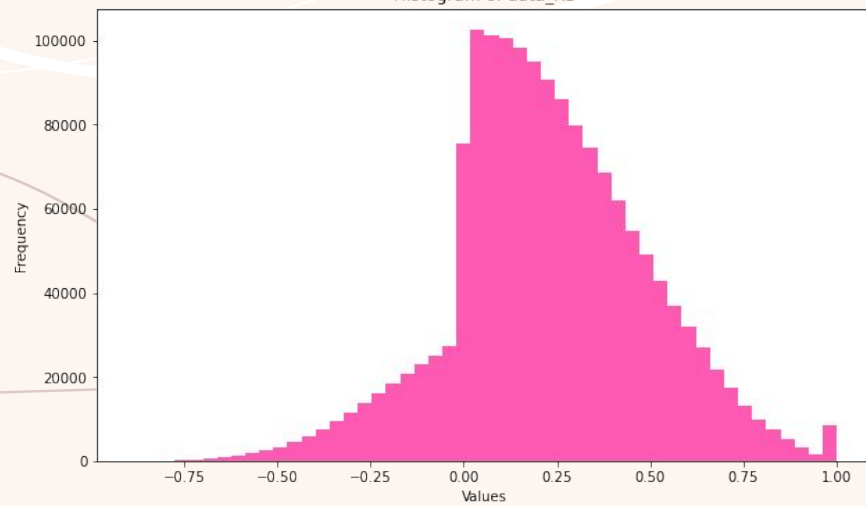
Histogram of data\_FA

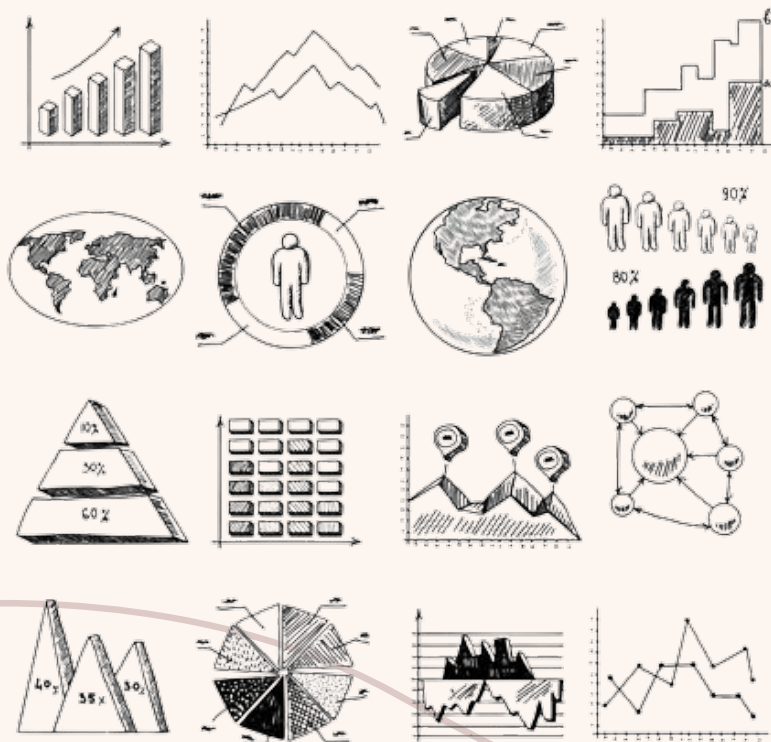


Histogram of data\_GM



Histogram of data\_RS





# 05 RESULTATS

FONT:

[https://www.freepik.es/vector-gratis/conjunto-diagramas-croquis\\_4611210.htm#fromView=search&page=1&position=0&uuid=54053156-c94c-4a66-b7e2-355525168abc](https://www.freepik.es/vector-gratis/conjunto-diagramas-croquis_4611210.htm#fromView=search&page=1&position=0&uuid=54053156-c94c-4a66-b7e2-355525168abc)



## SVM

## ANÀLISI GENERAL

<b>Mètrica</b>	<b>Accuracy</b>	<b>Precisió</b>		<b>Recall</b>		<b>F1 score</b>	
<b>Classe</b>	General	Classe 0	Classe 1	Classe 0	Classe 1	Classe 0	Classe 1
<b>FA</b>	0.8519	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
<b>GM</b>	0.8642	0.89	0.84	0.83	0.90	0.86	0.87
<b>RS</b>	0.926	0.97	0.89	0.88	0.97	0.92	0.93

## LOGISTIC REGRESSION

<b>Mètrica</b>	<b>Accuracy</b>	<b>Precisió</b>		<b>Recall</b>		<b>F1 score</b>	
<b>Classe</b>	General	Classe 0	Classe 1	Classe 0	Classe 1	Classe 0	Classe 1
<b>FA</b>	0.8642	0.92	0.82	0.80	0.93	0.86	0.87
<b>GM</b>	0.9136	0.95	0.88	0.88	0.95	0.91	0.92
<b>RS</b>	0.9383	1.0	0.89	0.88	1.0	0.94	0.94

# ANÀLISI DELS NODES

## SVM

FA

Mètrica	Accuracy	Precisió	Recall		F1 score		
Classe	General	Classe 0	Classe 1	Classe 0	Classe 1	Classe 0	Classe 1
Degree	0.8765	0.90	0.86	0.85	0.90	0.88	0.88
Strength	0.8395	0.91	0.79	0.76	0.93	0.83	0.85
Closeness Centr.	0.8025	0.82	0.79	0.78	0.82	0.80	0.80
Betwenness Centr.	0.8642	0.88	0.85	0.85	0.88	0.86	0.86
Eigenvector Centr.	0.8395	0.89	0.80	0.78	0.90	0.83	0.85

GM

Mètrica	Accuracy	Precisió	Recall		F1 score		
Classe	General	Classe 0	Classe 1	Classe 0	Classe 1	Classe 0	Classe 1
Degree	0.9259	0.95	0.90	0.90	0.95	0.92	0.93
Strength	0.9012	0.95	0.86	0.85	0.95	0.90	0.90
Closeness Centr.	0.8519	0.82	0.89	0.90	0.80	0.86	0.84
Betwenness Centr.	0.8765	0.92	0.84	0.83	0.93	0.87	0.88
Eigenvector Centr.	0.9259	0.97	0.89	0.88	0.97	0.92	0.93

RS

Mètrica	Accuracy	Precisió	Recall		F1 score		
Classe	General	Classe 0	Classe 1	Classe 0	Classe 1	Classe 0	Classe 1
Degree	0.7407	0.71	0.79	0.83	0.65	0.76	0.71
Strength	0.6666	0.63	0.72	0.80	0.53	0.71	0.61
Closeness Centr.	0.8765	0.84	0.92	0.93	0.82	0.88	0.87
Betwenness Centr.	0.6790	0.67	0.68	0.71	0.65	0.69	0.67
Eigenvector Centr.	0.6666	0.67	0.67	0.68	0.65	0.67	0.66

## LOGISTIC REGRESSION

Mètrica	Accuracy	Precisió	Recall		F1 score		
Classe	General	Classe 0	Classe 1	Classe 0	Classe 1	Classe 0	Classe 1
Degree	0.8395	0.83	0.85	0.85	0.82	0.84	0.84
Strength	0.8272	0.83	0.82	0.83	0.82	0.83	0.82
Closeness Centr.	0.8395	0.85	0.83	0.83	0.85	0.84	0.84
Betwenness Centr.	0.8888	0.90	0.88	0.88	0.90	0.89	0.89
Eigenvector Centr.	0.8518	0.89	0.82	0.80	0.90	0.85	0.86

Mètrica	Accuracy	Precisió	Recall		F1 score		
Classe	General	Classe 0	Classe 1	Classe 0	Classe 1	Classe 0	Classe 1
Degree	0.9259	0.97	0.89	0.88	0.97	0.92	0.93
Strength	0.9136	0.97	0.87	0.85	0.97	0.91	0.92
Closeness Centr.	0.9012	0.92	0.88	0.88	0.93	0.90	0.90
Betwenness Centr.	0.9136	0.97	0.87	0.85	0.97	0.91	0.92
Eigenvector Centr.	0.9383	1.0	0.89	0.88	1.0	0.94	0.94

Mètrica	Accuracy	Precisió	Recall		F1 score		
Classe	General	Classe 0	Classe 1	Classe 0	Classe 1	Classe 0	Classe 1
Degree	0.7777	0.74	0.82	0.85	0.70	0.80	0.86
Strength	0.6914	0.66	0.74	0.80	0.57	0.73	0.65
Closeness Centr.	0.8519	0.84	0.87	0.88	0.82	0.86	0.85
Betwenness Centr.	0.753	0.76	0.75	0.76	0.75	0.76	0.75
Eigenvector Centr.	0.7407	0.72	0.77	0.80	0.68	0.76	0.72

# ANÀLISI DELS GRAFS

## SVM

FA

Mètrica	Accuracy	Precisió		Recall		F1 score	
Classe	General	Classe 0	Classe 1	Classe 0	Classe 1	Classe 0	Classe 1
Av Degree	0.9259	1.0	0.87	0.85	1.0	0.92	0.93
Av Clustering	0.8888	0.94	0.84	0.83	0.95	0.88	0.89
Density	0.9259	1.0	0.87	0.85	1.0	0.92	0.93

GM

Mètrica	Accuracy	Precisió		Recall		F1 score	
Classe	General	Classe 0	Classe 1	Classe 0	Classe 1	Classe 0	Classe 1
Av Degree	0.9012	1.0	0.83	0.80	1.0	0.89	0.91
Av Clustering	0.8765	1.0	0.80	0.76	1.0	0.86	0.89
Density	0.9012	1.0	0.83	0.80	1.0	0.89	0.91

RS

Mètrica	Accuracy	Precisió		Recall		F1 score	
Classe	General	Classe 0	Classe 1	Classe 0	Classe 1	Classe 0	Classe 1
Av Degree	0.8765	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88
Av Clustering	0.7531	0.82	0.71	0.66	0.85	0.73	0.77
Density	0.8765	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88

## LOGISTIC REGRESSION

Mètrica	Accuracy	Precisió		Recall		F1 score	
Classe	General	Classe 0	Classe 1	Classe 0	Classe 1	Classe 0	Classe 1
Av Degree	0.9136	0.97	0.85	0.85	0.97	0.91	0.92
Av Clustering	0.8519	0.87	0.83	0.83	0.88	0.85	0.85
Density	0.9136	0.97	0.87	0.85	0.97	0.91	0.92

Mètrica	Accuracy	Precisió		Recall		F1 score	
Classe	General	Classe 0	Classe 1	Classe 0	Classe 1	Classe 0	Classe 1
Av Degree	0.9012	1.0	0.83	0.80	1.0	0.89	0.91
Av Clustering	0.9012	1.0	0.83	0.80	1.0	0.89	0.91
Density	0.9012	1.0	0.83	0.80	1.0	0.89	0.91

Mètrica	Accuracy	Precisió		Recall		F1 score	
Classe	General	Classe 0	Classe 1	Classe 0	Classe 1	Classe 0	Classe 1
Av Degree	0.8642	0.86	0.87	0.88	0.85	0.87	0.86
Av Clustering	0.7654	0.79	0.74	0.73	0.80	0.76	0.77
Density	0.8642	0.86	0.87	0.88	0.85	0.87	0.86

The background of the slide is a light beige color, decorated with several thin, wavy lines in a slightly darker beige shade. These lines are scattered across the page, creating a subtle, organic pattern. The main text is centered and reads "06 CONCLUSIONS".

# 06 CONCLUSIONS