

Introducción al Análisis de Redes Complejas

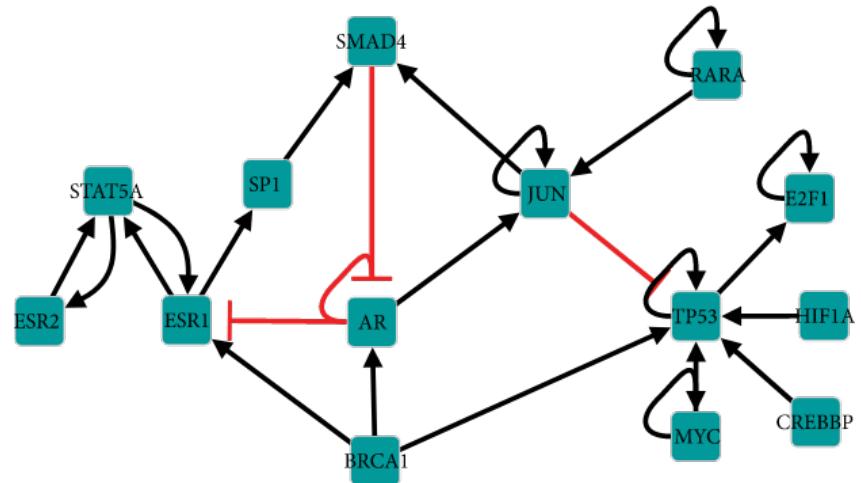
Guillermo de Anda Jáuregui (INMEGEN/CONACYT)

X Escuela de Verano de Matemáticas
Aprendizaje Automático en Biología de Sistemas

Algunos tipos de redes biológicas

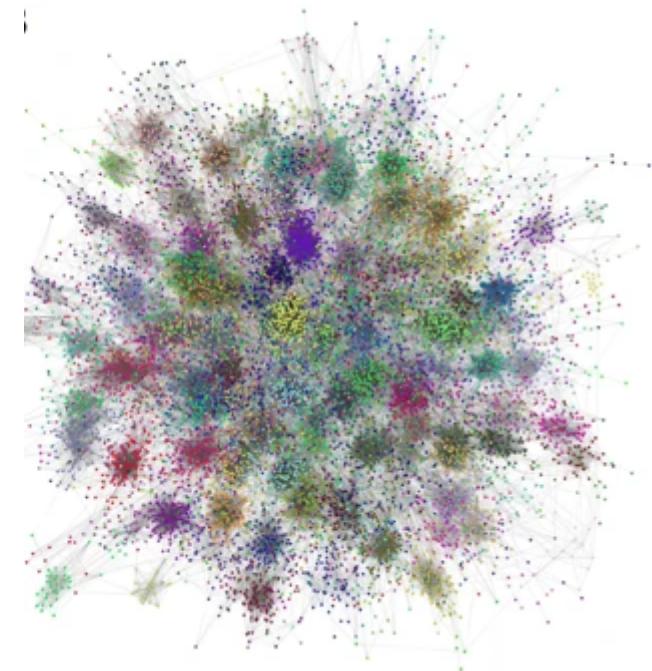
Redes de regulación genética

- Nodos: genes*
- En versión plana; proyección de una red bipartita gen - proteína
- Enlaces: regulación
- Tipo: dirigidas, signo/peso



Redes de coexpresión

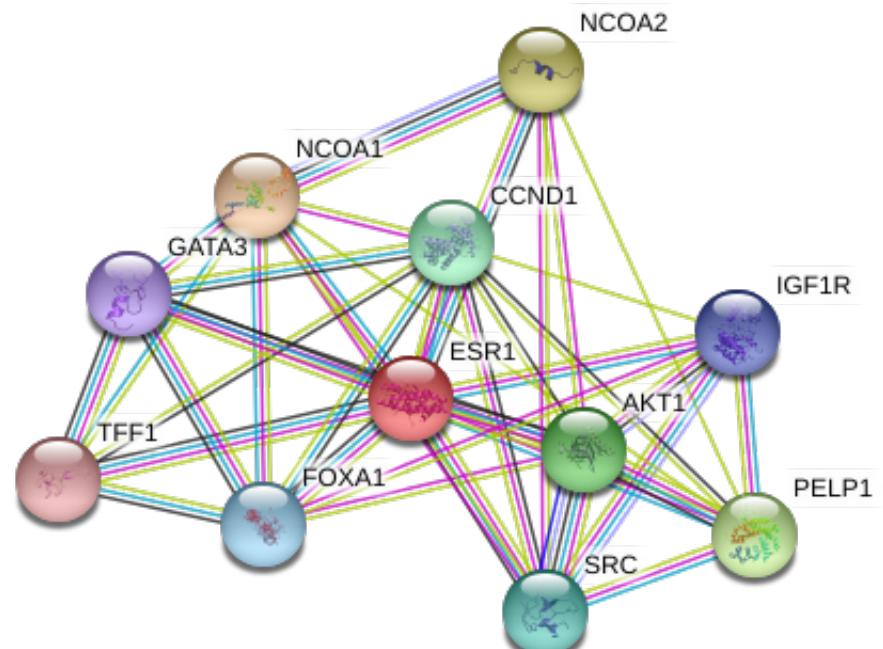
- Nodos: genes
- Enlaces: dependencia estadística en coexpresión
- Tipo: No dirigidas



<https://appliednetsci.springeropen.com/articles/10.1007/s41109-019-0129-0>

Redes de interacción proteína-proteína

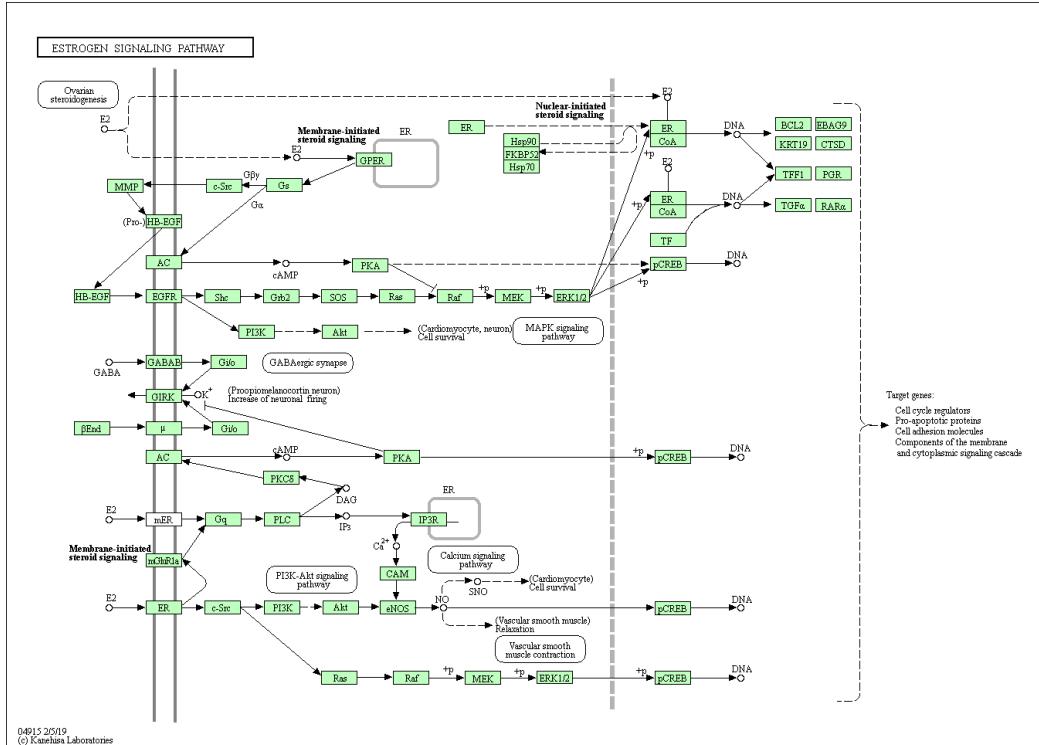
- Nodos: proteínas
- Enlaces: interacciones proteína-proteína (afinidad)
- Tipo: No dirigidas



<https://string-db.org/cgi/network.pl?taskId=yCCTcKj2uJMS>

Vías de señalización

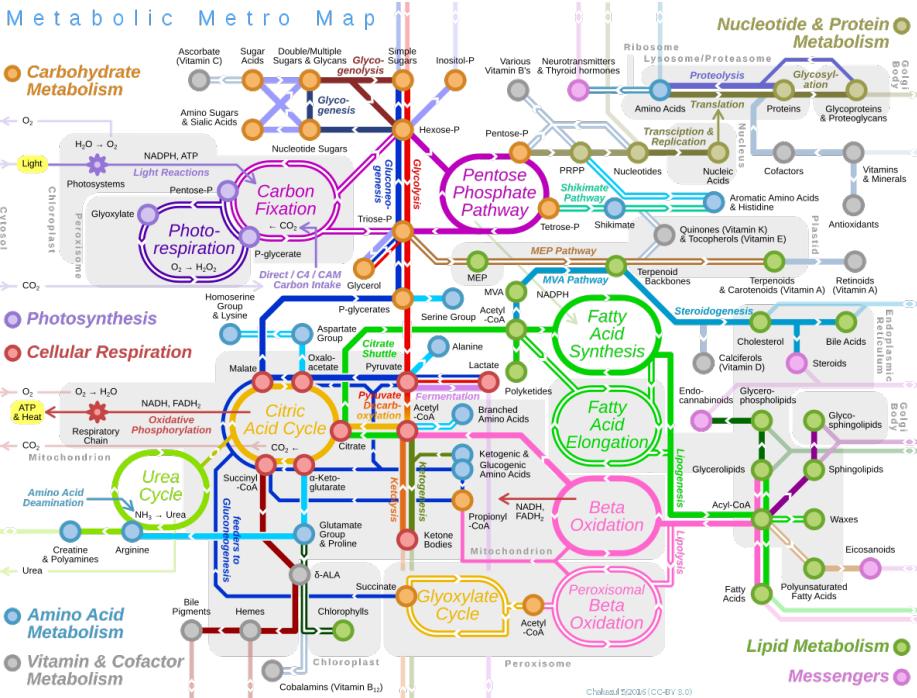
- Nodos: proteínas
- Enlaces: transducción de señales
- Tipo: Dirigidas, signo/peso



https://www.genome.jp/kegg-bin/show_pathway?hsa04915

Rutas metabólicas

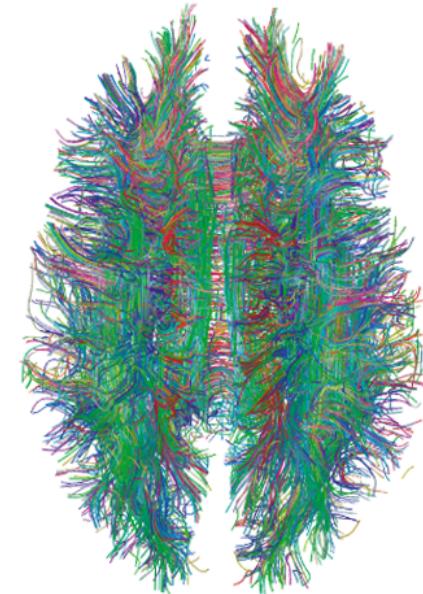
- Nodos: proteínas*
 - En versión plana; proyección de redes bipartitas de proteína - metabolito
- Enlaces: flujo de materia
- Tipo: Dirigidas, signo/peso



https://en.wikipedia.org/wiki/File:Metabolic_Metro_Map.svg

Conectomas

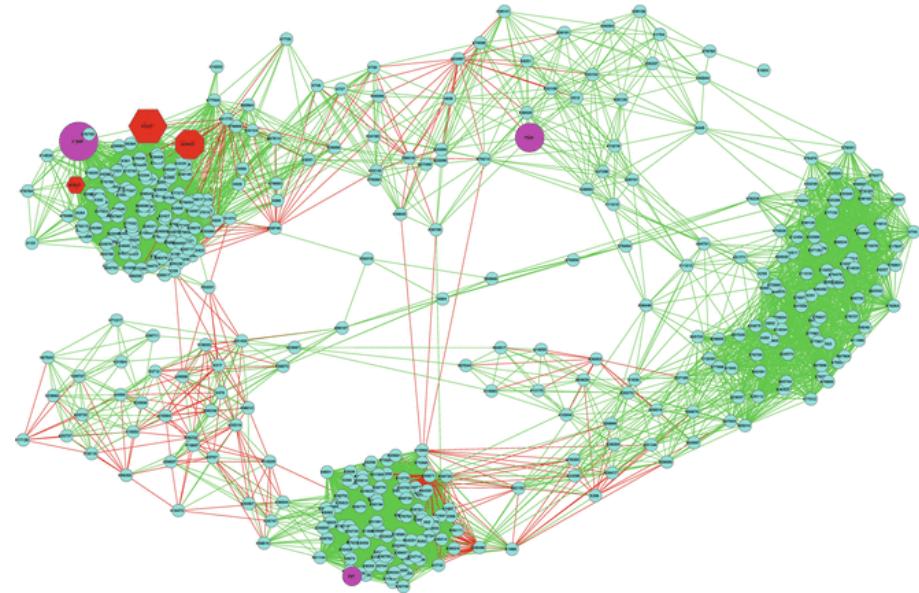
- Nodos: regiones cerebrales
- Enlaces: circuitos neuronales



[https://en.wikipedia.org/wiki/
File:White_Matter_Connections_Obtained_with_MRI_Tractogr
aphy.png](https://en.wikipedia.org/wiki/File:White_Matter_Connections_Obtained_with_MRI_Tractography.png)

Redes ecológicas

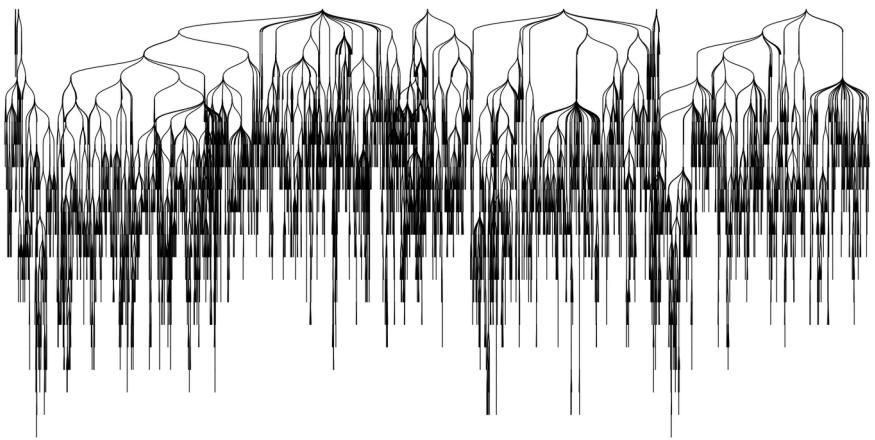
- Nodos: especies
- Enlaces: relaciones entre especies
- Tipo: usualmente multipartitas



[https://media.springernature.com/original/springer-static/
image/chp%3A10.1007%2F8623_2016_204/MediaObjects/
416256_1_En_204_Fig7_HTML.gif](https://media.springernature.com/original/springer-static/image/chp%3A10.1007%2F8623_2016_204/MediaObjects/416256_1_En_204_Fig7_HTML.gif)

Árboles de contagio

- Nodos: personas
- Enlaces: Flujos de transmisión de patógenos
- Tipo: dirigidas, no pesadas



Analizar redes

- Cytoscape
- R y Python: ir a
<https://github.com/guillermodeandajauregui/VeranoMatematicas2020/blob/master/AnalisisRedes.md>

Anexo: formatos de redes (y cuándo usarlo)

Matriz de adyacencia

	[a]	[b]	[c]	[d]	[e]	[f]	[g]	[h]	[i]	[j]
[a]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[b]	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
[c]	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
[d]	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
[e]	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
[f]	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
[g]	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
[h]	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
[i]	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
[j]	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0

Edge list

b	d
c	f
d	g
e	h
b	i
b	j
h	j
d	l
h	m
k	m

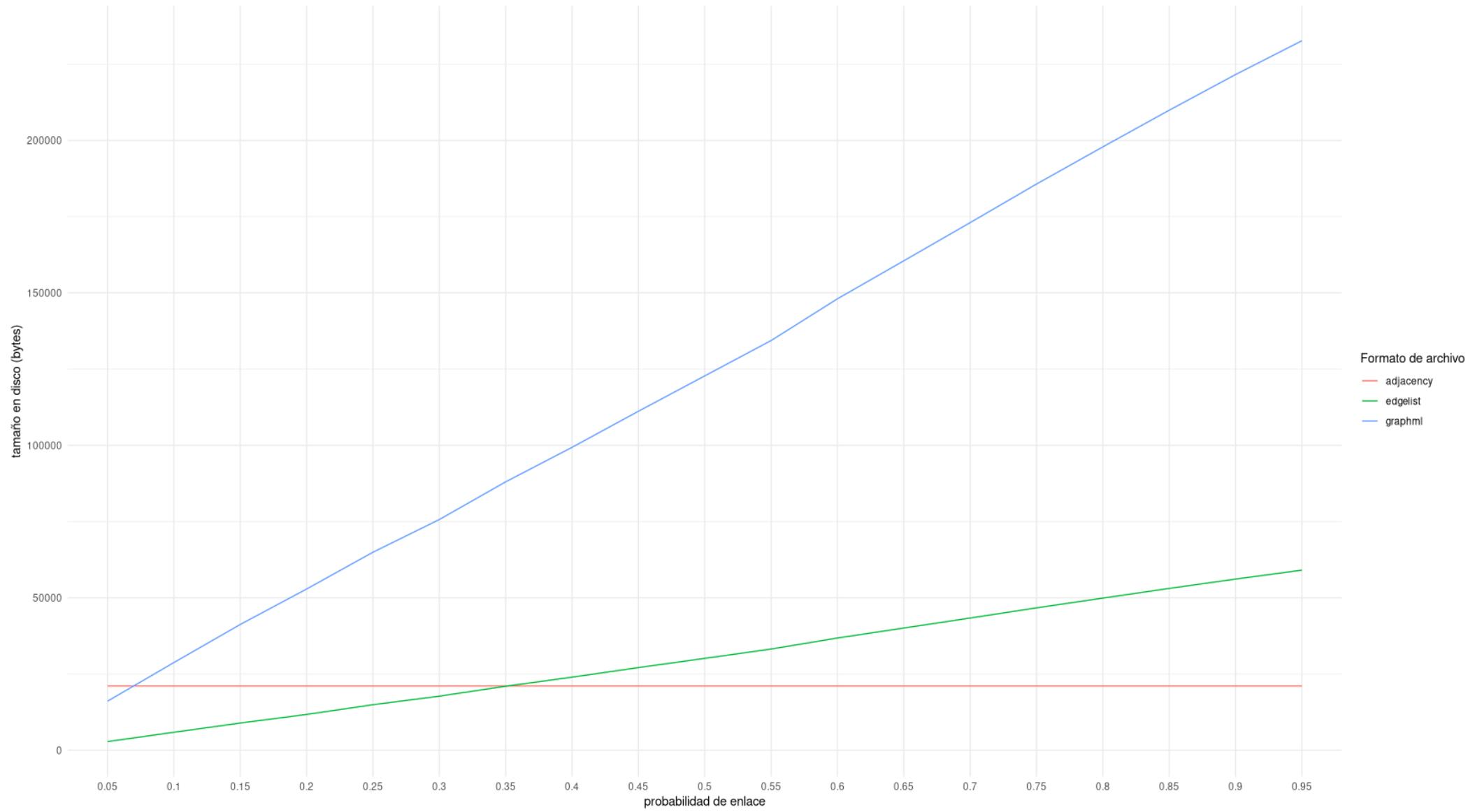


Puedo llevar (meta)datos de los enlaces, pero no de los nodos.
Tampoco nodos sueltos

graphml

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<graphml xmlns="http://graphml.graphdrawing.org/xmlns"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="http://graphml.graphdrawing.org/xmlns
    http://graphml.graphdrawing.org/xmlns/1.0/graphml.xsd">
  <!-- Created by igraph -->
  <key id="g_name" for="graph" attr.name="name" attr.type="string"/>
  <key id="g_type" for="graph" attr.name="type" attr.type="string"/>
  <key id="g_loops" for="graph" attr.name="loops" attr.type="boolean"/>
  <key id="g_p" for="graph" attr.name="p" attr.type="double"/>
  <key id="v_name" for="node" attr.name="name" attr.type="string"/>
  <graph id="G" edgedefault="undirected">
    <data key="g_name">Erdos renyi (gnp) graph</data>
    <data key="g_type">gnp</data>
    <data key="g_loops">false</data>
    <data key="g_p">0.1</data>
    <node id="n0">
      <data key="v_name">a</data>
    </node>
    <node id="n1">
      <data key="v_name">b</data>
    </node>
    <node id="n2">
      <data key="v_name">c</data>
    </node>
    <node id="n3">
      <data key="v_name">d</data>
    </node>
    <node id="n4">
      <data key="v_name">e</data>
    </node>
    <node id="n5">
      <data key="v_name">f</data>
    ...
    ...
    ...
    <edge source="n1" target="n9">
    </edge>
    <edge source="n7" target="n9">
    </edge>
    <edge source="n3" target="n11">
    </edge>
    <edge source="n7" target="n12">
    </edge>
    <edge source="n10" target="n12">
    ...
    ...
  </graph>
</graphml>
```

Otras opciones:
gml
json



Comentarios finales

- Las redes son una herramienta muy poderosa para entender toda clase de fenomenos complejos.

Comentarios finales

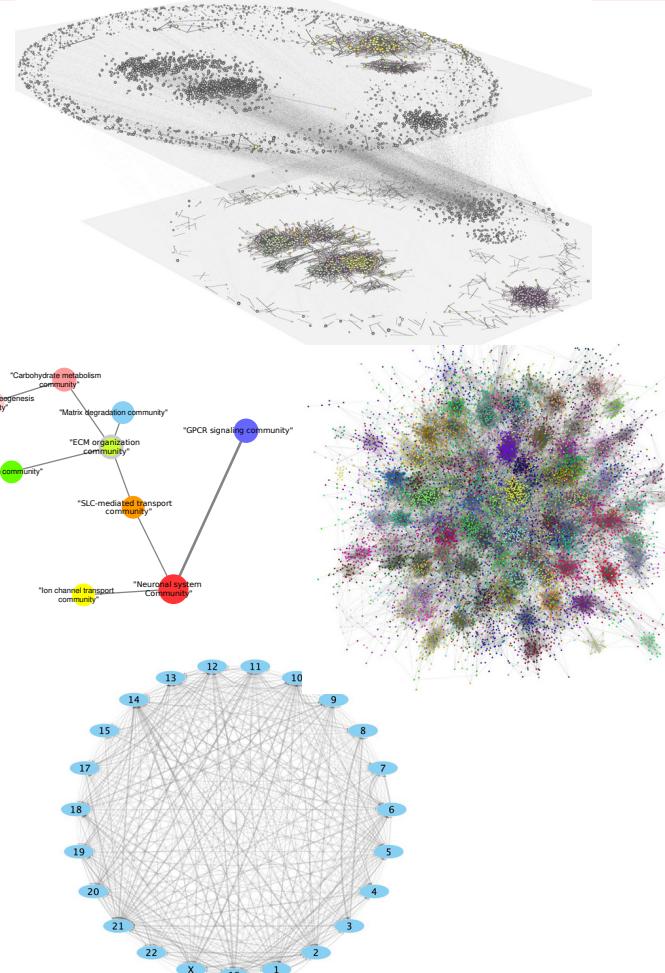
- Al analizar los fenómenos desde una perspectiva integrada, podemos identificar características que no pueden observarse en sus componentes individuales.

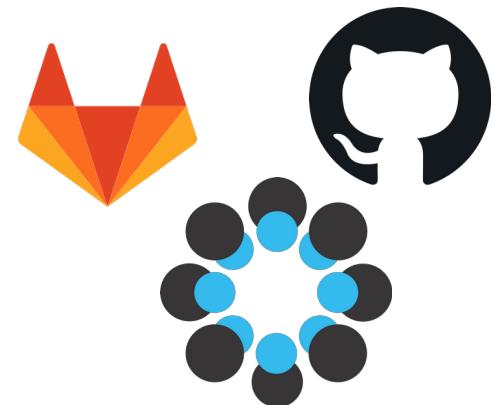
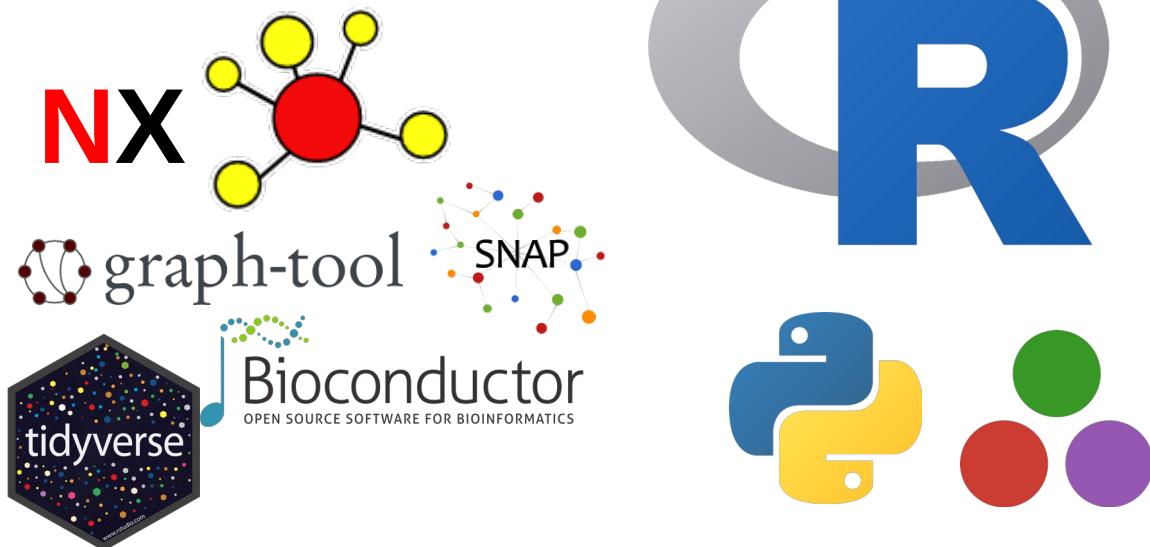
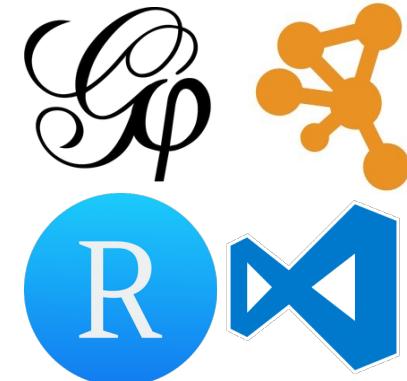
Comentarios finales

- Podemos aprender mucho de los componentes individuales si entendemos el sistema en el que se encuentran

Proyectos actuales...

- Redes **multiescala / multiómicas** para cáncer
- Perturbación funcional de fármacos
- RA de **antibióticos** por perturbación del **microbioma**
- Aprendizaje de máquina para descubrir **mecanismos de acción** de anticancerígenos.
- Bastante más cosas de COVID-19 que las que me gustaría





¡Gracias por su participación!

¿Encontraron algo interesante en sus análisis?

Contacto:

- gdeanda@inmegen.edu.mx
- guillermodeandajauregui.github.io
- TW: [@gdeandajauregui](https://twitter.com/gdeandajauregui)

¡Gracias por su participación!

¿Encontraron algo interesante en sus análisis?

Contacto:

- gdeanda@inmegen.edu.mx
- guillermodeandajauregui.github.io
- TW: [@gdeandajauregui](https://twitter.com/gdeandajauregui)

Comercial: ¡Únete al equipo redes!

- Licenciatura: Servicio social, estancia, tesis
- Posgrado