

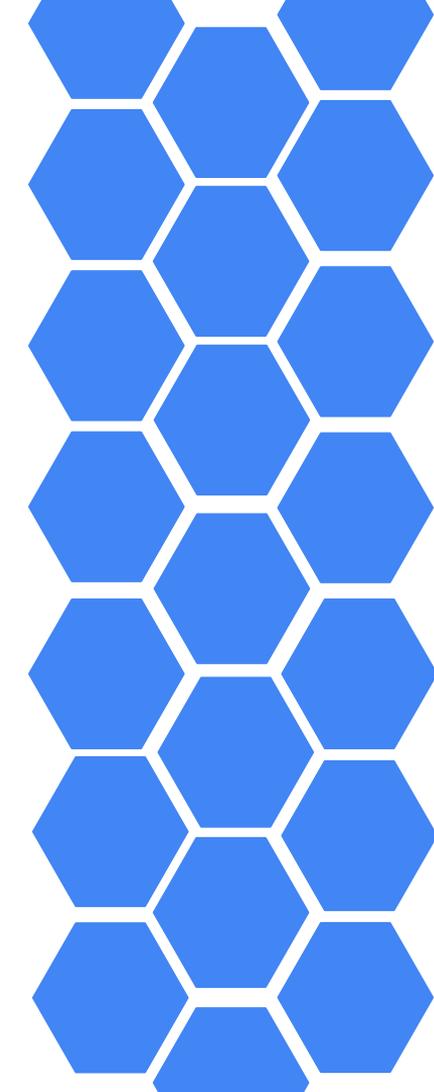
Transiciones epidémicas abruptas en redes con cliqués

Dr. L. D. Valdez



- Las autoridades sanitarias toman medidas farmacéuticas y no-farmacéuticas para atenuar la propagación de una enfermedad.





Covid-19

- Se cerraron las fronteras
- Se hicieron tests masivos
- Rastreo de contactos (Contact tracing)

Covid-19

- Se formaron burbujas



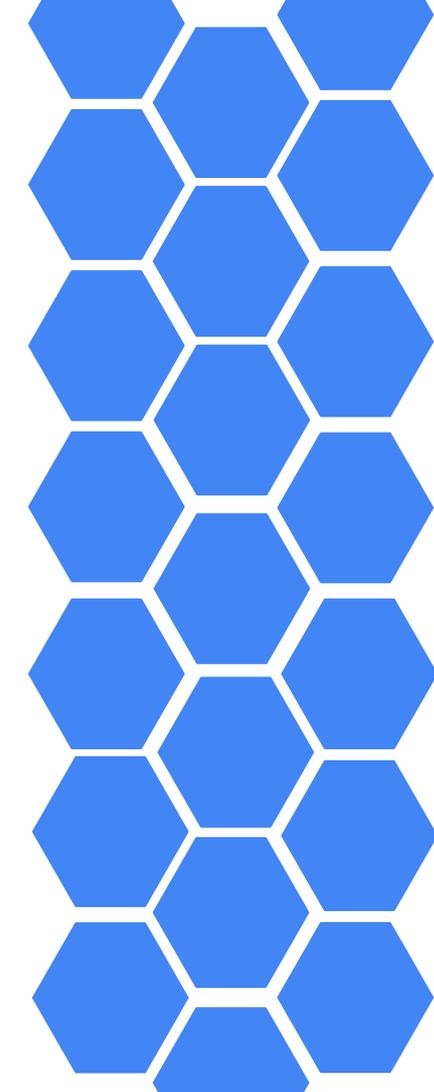
People eating dinner in so-called quarantine greenhouses in Amsterdam
(<https://lifestyle.livemint.com/health/wellness/covid19-how-to-choose-your-social-bubble-111634460347953.html>)

Covid-19

- Se formaron burbujas



(https://as.com/diarioas/2020/09/09/actualidad/1599650452_938344.htm
l)

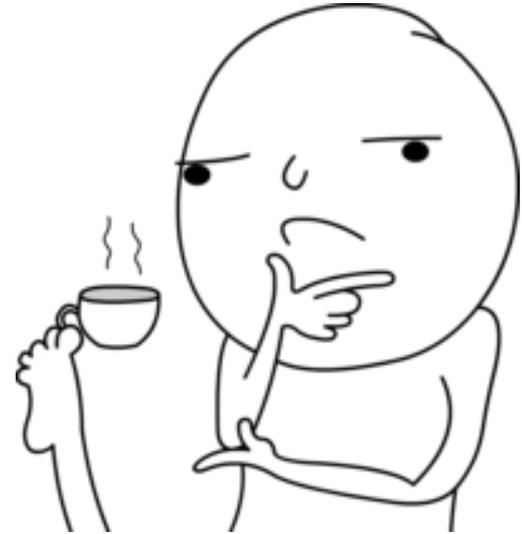


Covid-19

- El Ministerio de Educación aprobó en 2020 el “*Protocolo marco y lineamientos federales para el retorno a clases presenciales*”.
- Una de las estrategias corresponde a separar a los alumnos en dos grupos excluyentes los cuales asisten a la escuela en distintos días o semanas de manera alternada.
- si en un grupo aparece un caso sospechoso, dicho grupo se abstiene de asistir a clase hasta que se confirme o descarte el caso de COVID-19.

Objetivo específico

- Estudiar la efectividad de una estrategia de **cuarentena** sobre una población que está organizada en **burbujas**



Modelo SIR (Repaso)



S



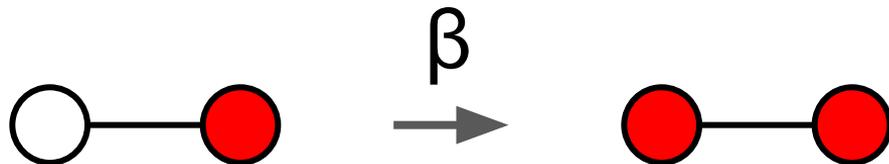
I



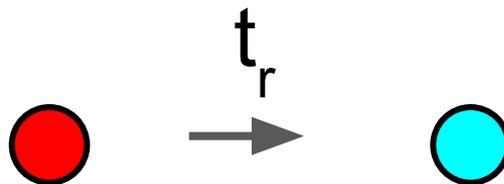
R

Modelo SIR (Repaso)

Regla 1 (infección):



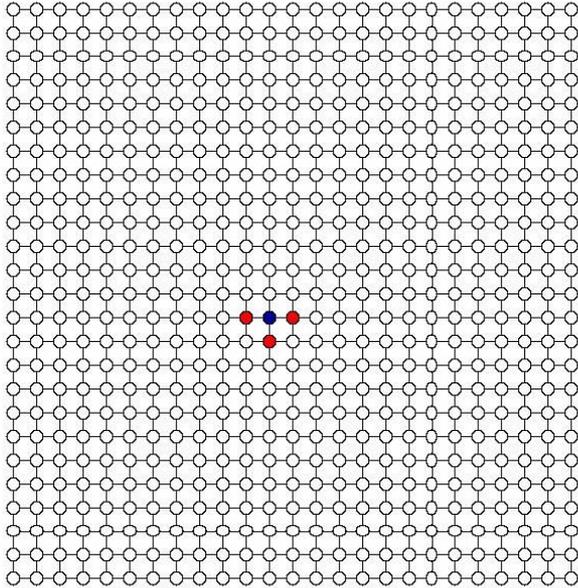
Regla 2 (recuperación):



Condición inicial: una fracción de la población está infectada (que llamaremos los “pacientes cero”) y el resto de la población es susceptible

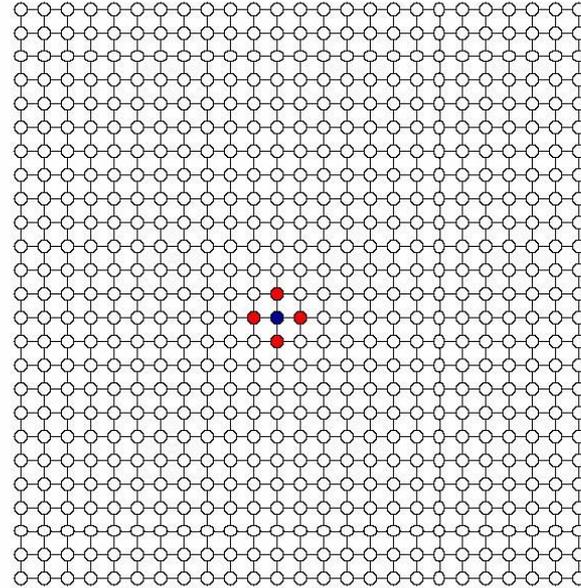
Modelo SIR (Repaso)

$\beta=0.5, t_r=1$



Epidemia

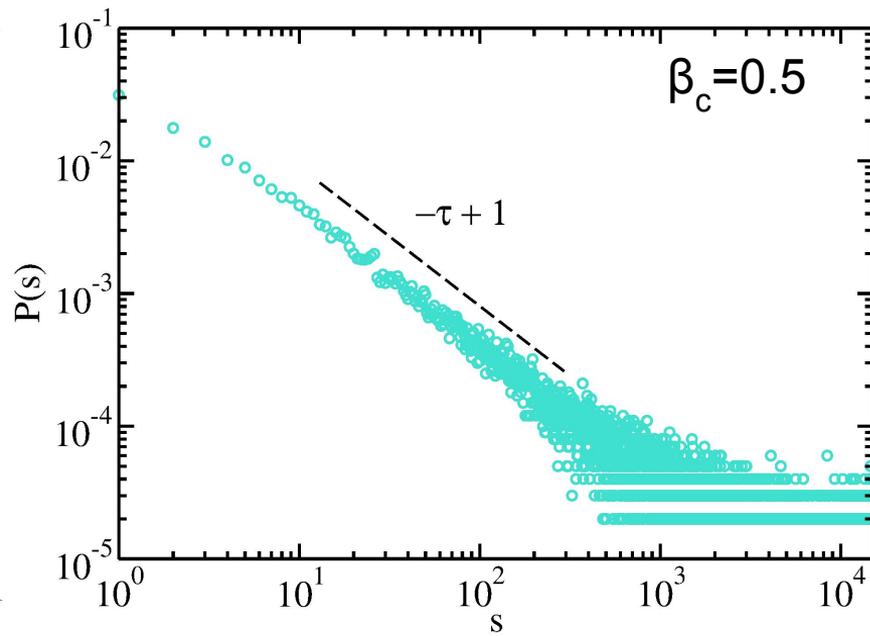
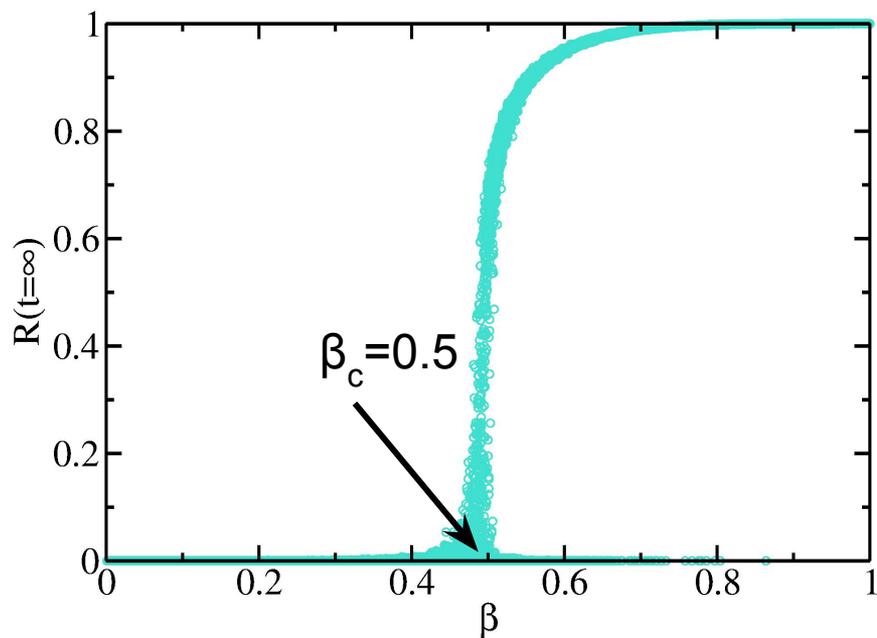
$\beta=0.5, t_r=1$

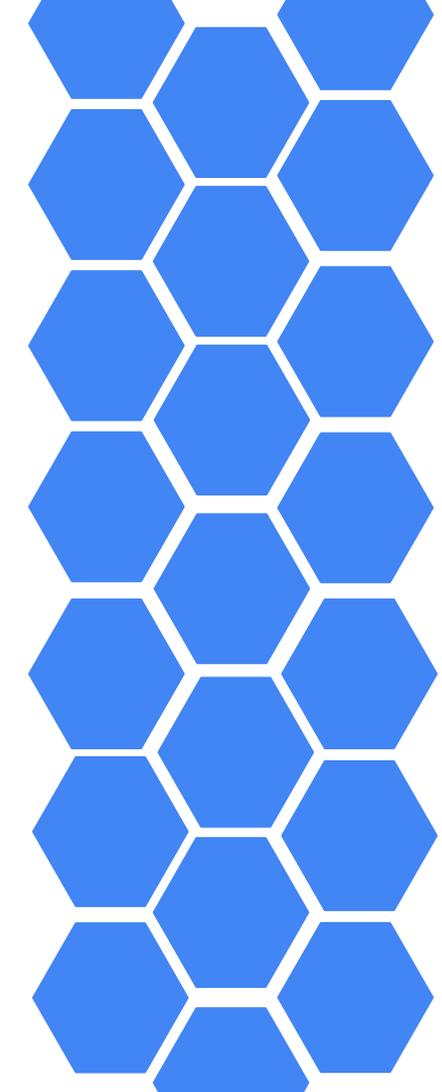


Brote

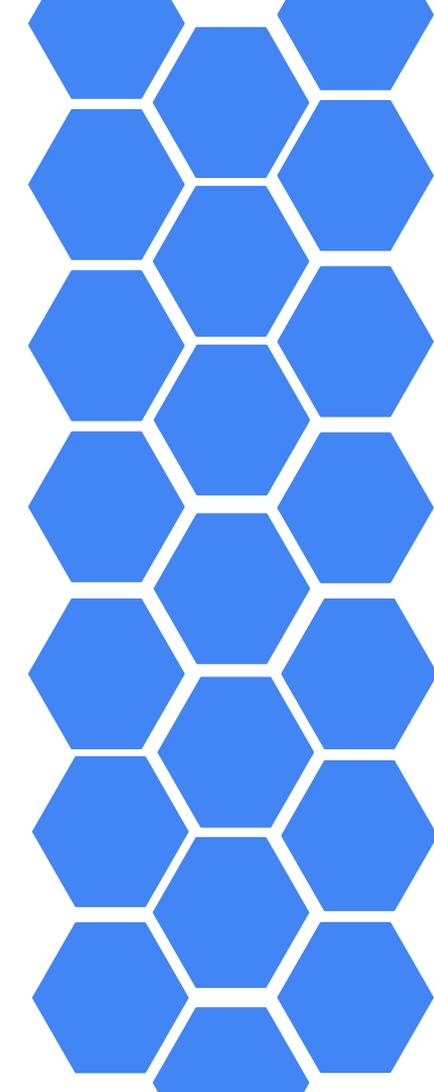
Modelo SIR (Repaso)

Estado Final





Nuestro trabajo



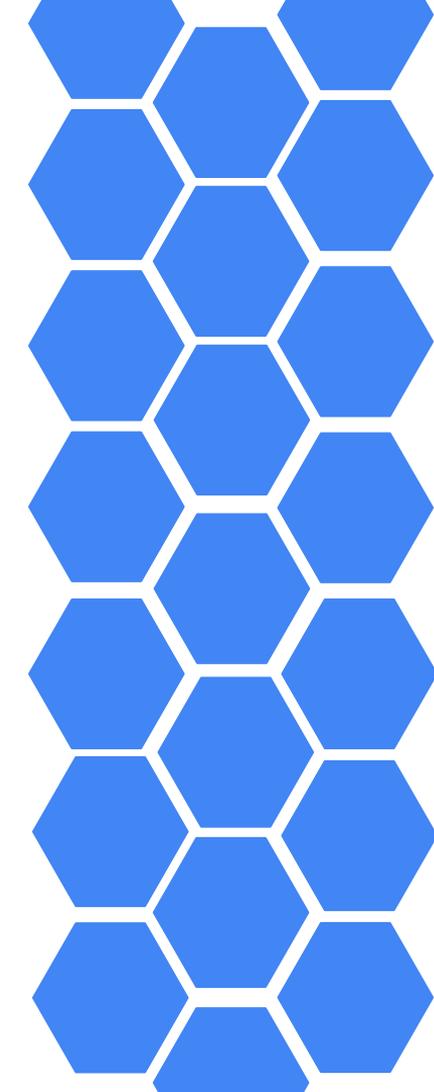
Nuestro modelo (SIRQ)

Agregamos un nuevo compartimento nuevo, llamado **Q**, que corresponde a las personas que se ponen en cuarentena (quarantine), debido a la detección y el contact-tracing

Modelo SIRQ



- Los individuos infectados son detectados con probabilidad f , tras lo cual son puestos en cuarentena así como también todos sus contactos.
- Por simplicidad, suponemos que están en cuarentena durante toda la epidemia.



Modelo SIRQ

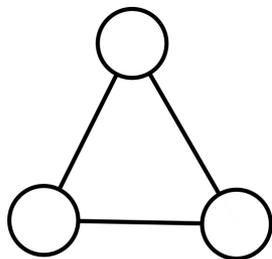
En el paso temporal $t \rightarrow t+1$, se realizan los siguientes subpasos:

- Sub-paso 1 (Detección)
- Sub-paso 2 (Contact-tracing)
- Sub-paso 3 (Infección)
- Sub-paso 4 (Recuperación)

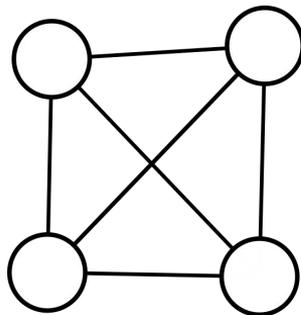
Una versión similar a este modelo había sido propuesta por Hasegawa, el cual estudió en redes sin burbujas.

Redes con burbujas o cliqués

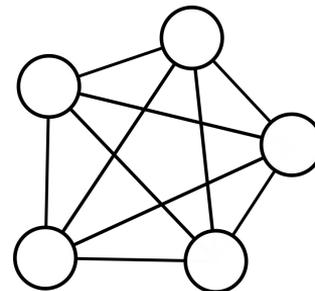
- Un cliqué es un grupo de nodos que están todos conectados entre sí



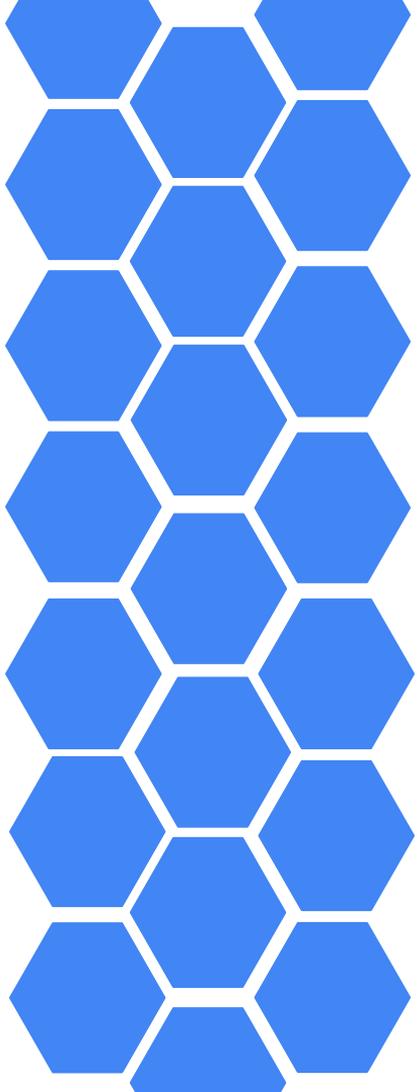
Cliqué de 3 personas



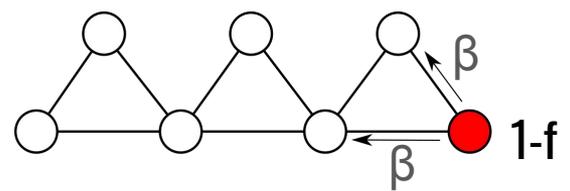
Cliqué de 4 personas



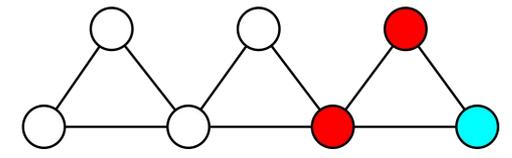
Cliqué de 5 personas



t
↓

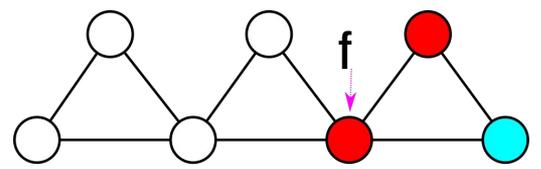


$t+1$

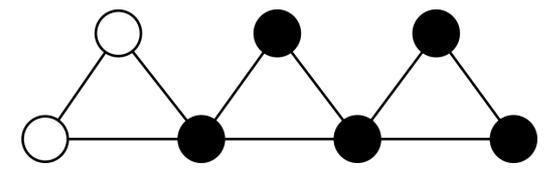


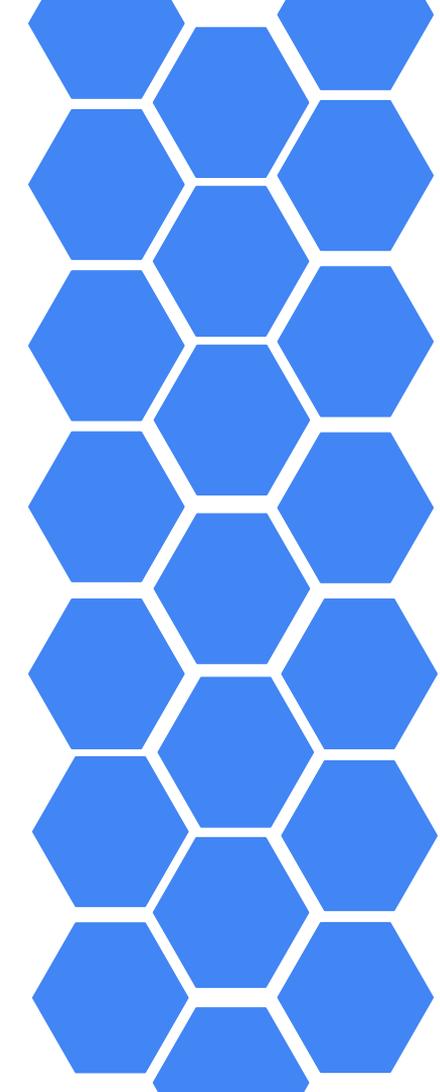
f : prob. de detección
 β : prob. de infección
 t_r : tiempo de recup.

$t+1$
↓

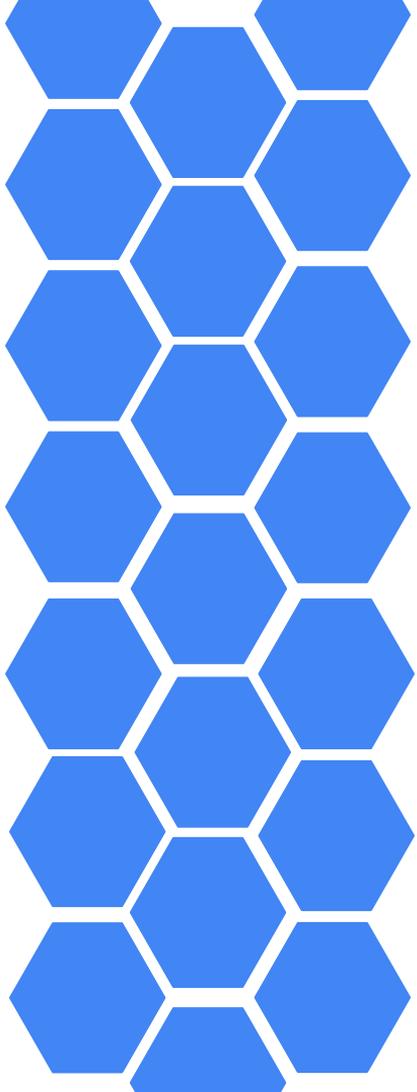


$t+2$





Resultados

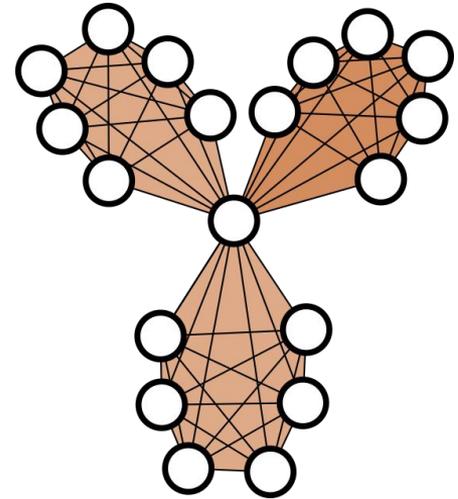


Redes con burbujas o cliqués

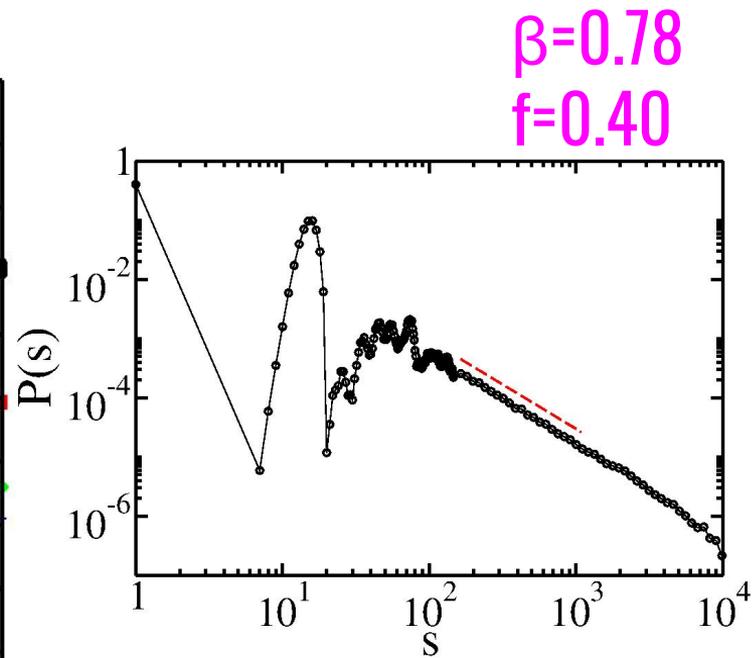
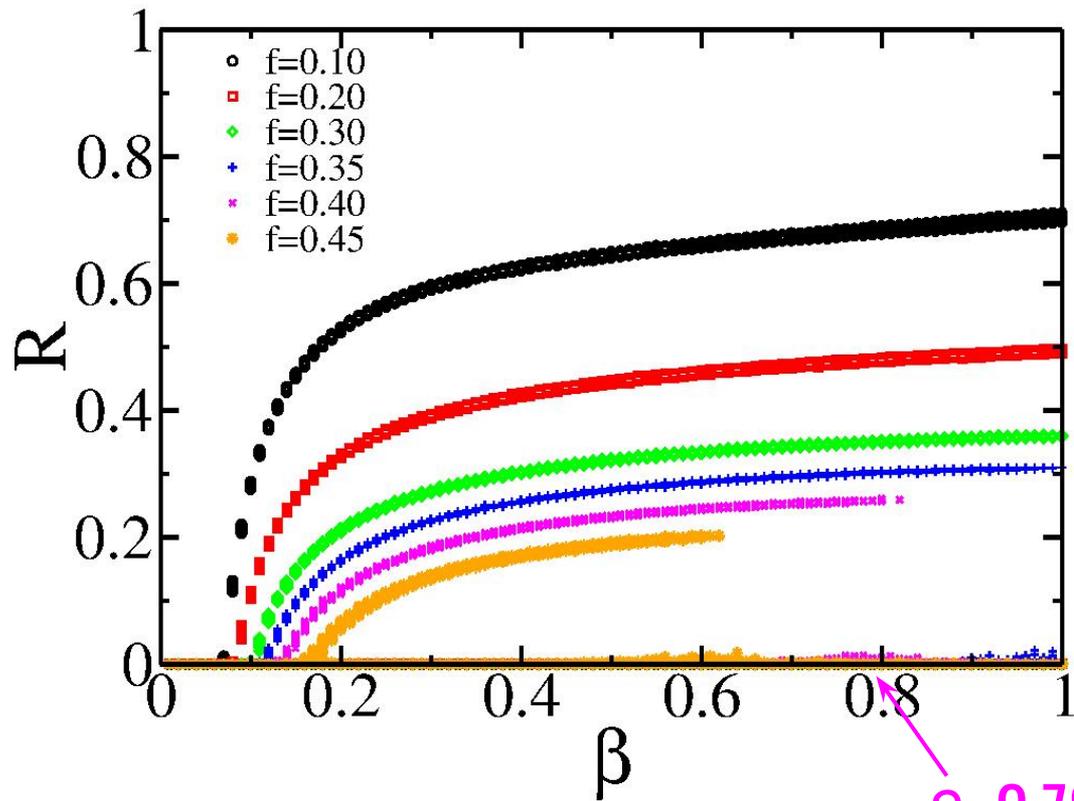
Usamos redes en donde:

- cada cliqué posee $k_c=7$ personas
- cada persona pertenece a $k_i=3$ cliqués

Estas redes son construidas con una variante del algoritmo de Molloy-Reed.

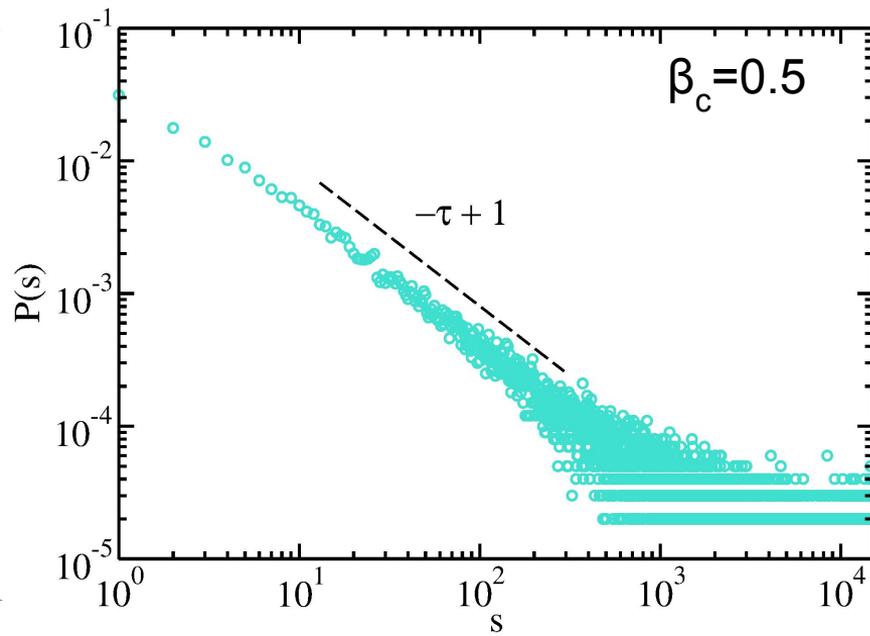
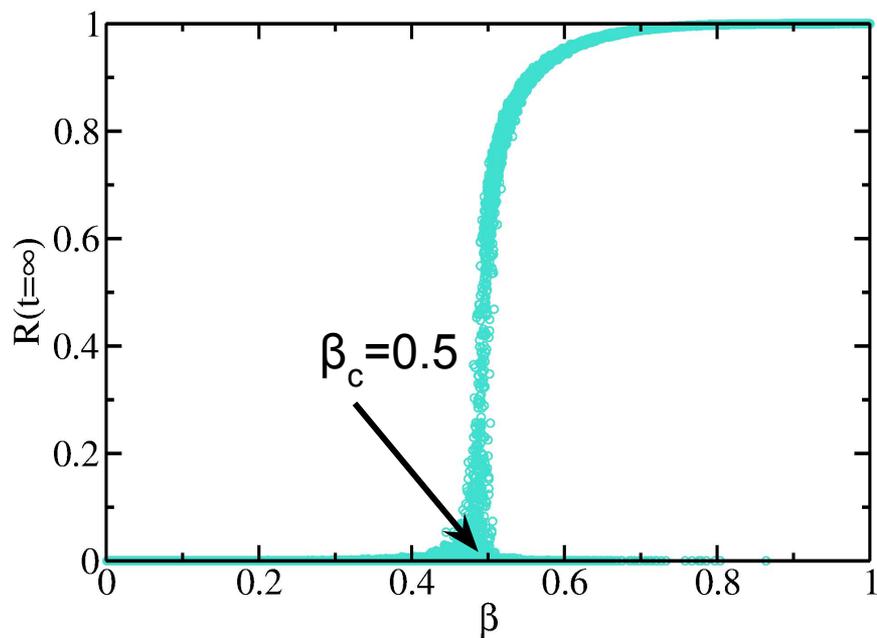


C.i.: una sola persona infectada

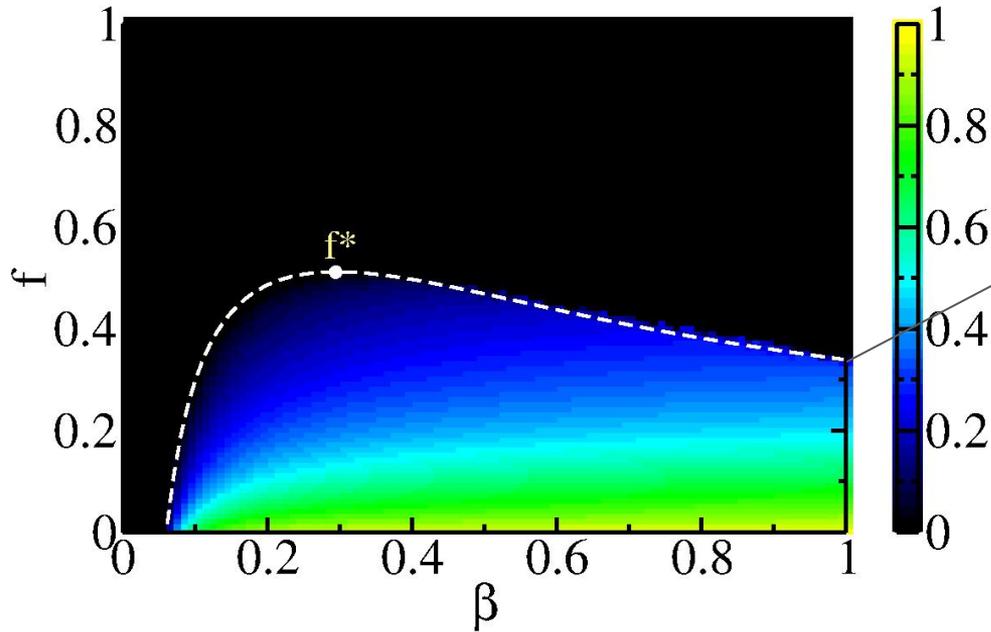


Modelo SIR (Repaso)

Estado Final

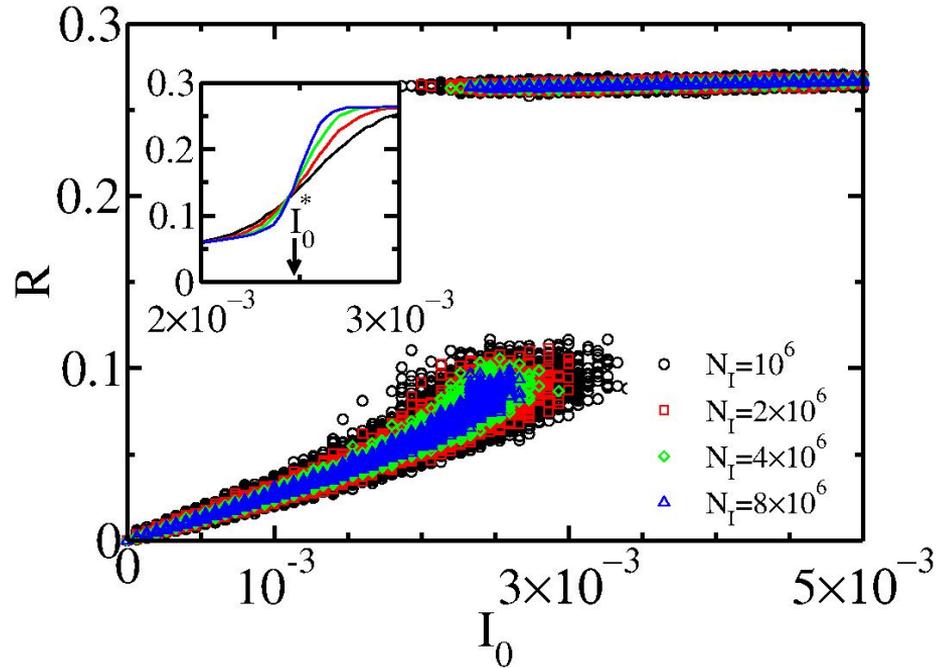


C.i.: una sola persona infectada



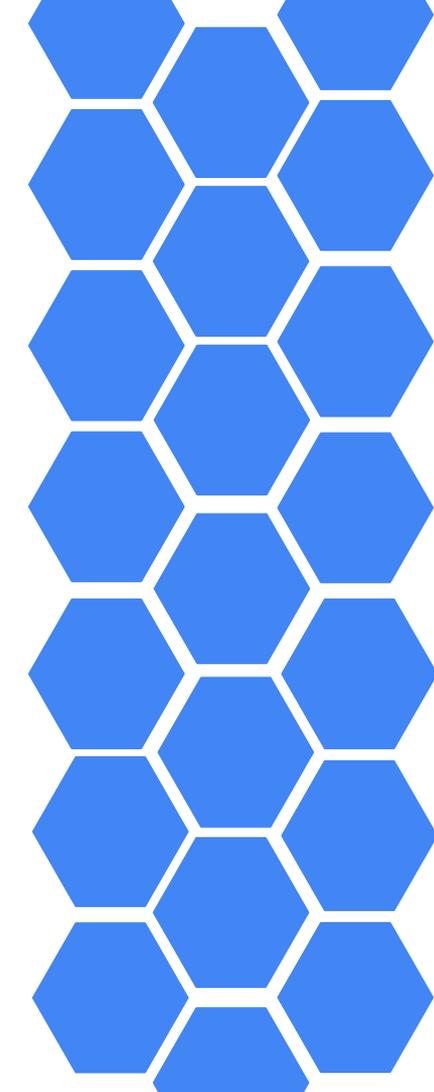
$$R_0 = 1$$
$$f_c = 1 - \left(\frac{1}{(k_I - 1)(k_C - 1)} \right)^{\frac{1}{k_C - 1}} .$$

C.i.: una fracción I_0 infectada



$$\beta=1$$
$$f=0.40$$

En la literatura se ha observado que estrategias que pierden efectividad con el tiempo, son sensibles a las c.i



Conclusiones

- Las simulaciones sugieren que nuestro modelo de cuarentena en redes con cliqués genera transiciones abruptas
- No obstante, los brotes se comportan como una transición de segundo orden
- La transición epidémica (ya sea suave o abrupta) se produce cuando $R_0=1$.
- El modelo puede ser sensible a las c.i.