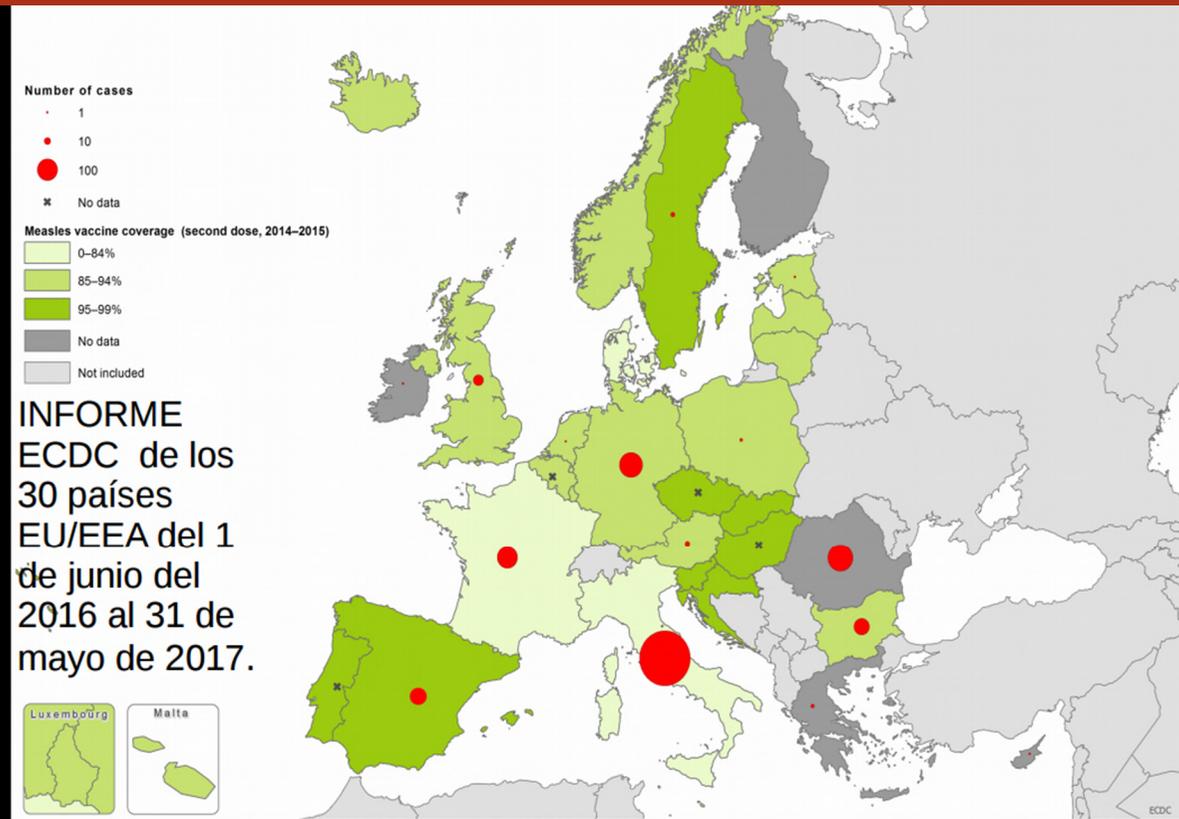


Matemáticas, epidemias y vacunas



Enrique F. Borja

¿Qué está pasando en Europa?



Modelo SIR (1927)



Kermack–McKendrick (1927)

Hipótesis del SIR

Hipótesis del SIR

1. Susceptibles

Hipótesis del SIR

1. **S**usceptibles
2. **I**nfectados

Hipótesis del SIR

1. **S**usceptibles
2. **I**nfectados
3. **R**ecuperados

Hipótesis del SIR

1. **S**usceptibles
2. **I**nfectados
3. **R**ecuperados

1. Todos con todos

Hipótesis del SIR

1. **S**usceptibles
2. **I**nfectados
3. **R**ecuperados

1. Todos con todos



Modelo SIR

Condiciones
de Contorno

Condiciones
Iniciales



Ecuaciones
Evolución

Modelo SIR

Condiciones de Contorno:

- Número total de individuos, N , constante. $N=S+I+R$.

Modelo SIR

Condiciones de Contorno:

- Número total de individuos, N , constante. $N=S+I+R$.

Condiciones Iniciales:

- $I(0)=1$.

Modelo SIR

Condiciones de Contorno:

- Número total de individuos, N , constante. $N=S+I+R$.

Condiciones Iniciales:

- $I(0)=1$.

Ecuaciones de evolución:

Modelo SIR

$$\frac{dS}{dt} = -\beta SI$$

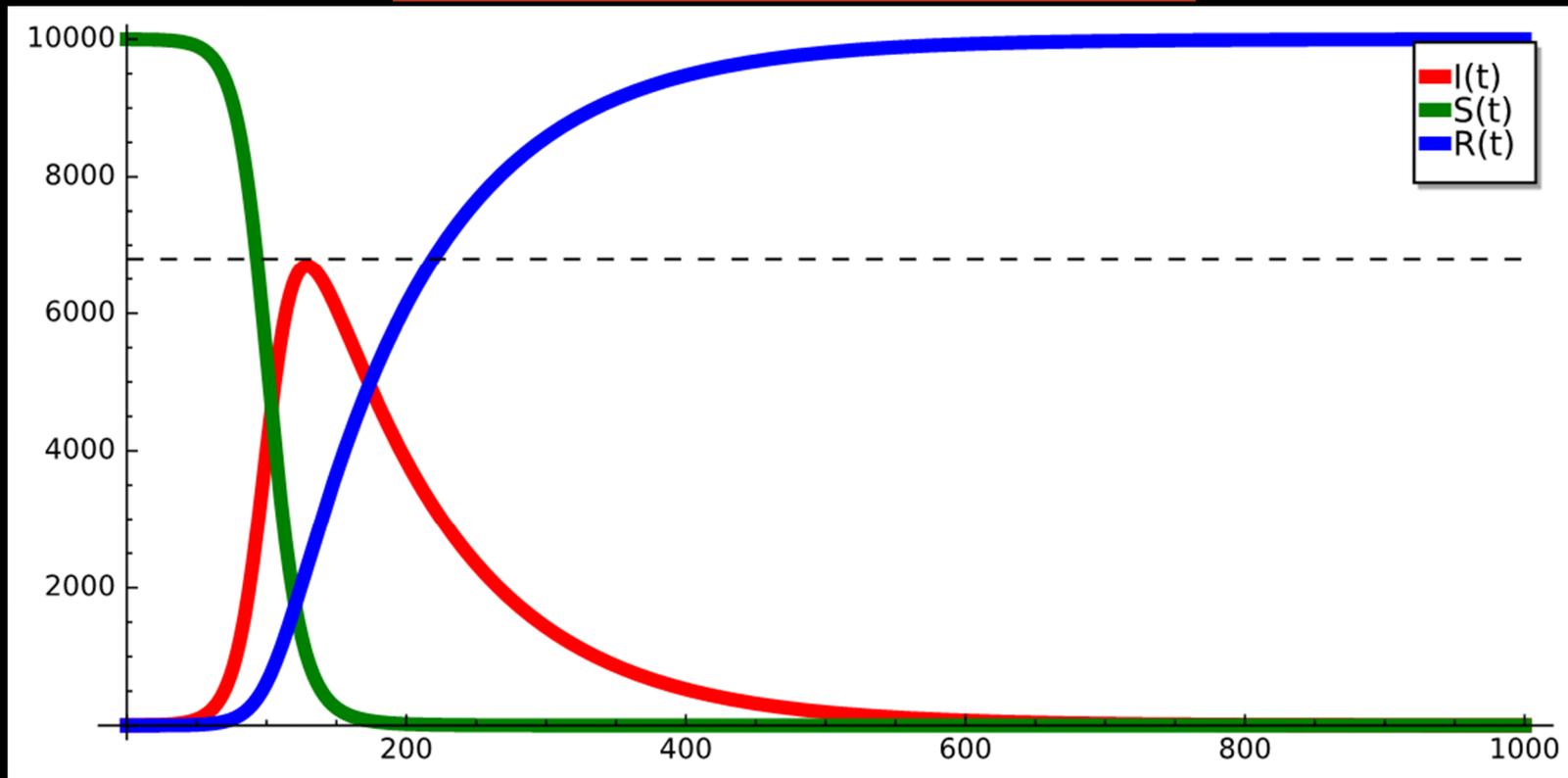
$$\frac{dI}{dt} = \beta SI - \gamma I$$

$$\frac{dR}{dt} = \gamma I$$

MODELO

SIR
↘
↗

Modelo SIR



Número básico de reproducción

R_0

Número básico de reproducción

R_0

Depende de la enfermedad

Modelo SIR

$$\frac{dS}{dt} = -\beta SI$$

$$\frac{dI}{dt} = \beta SI - \gamma I$$

$$\frac{dR}{dt} = \gamma I$$

MODELO

SIR
↘

Modelo SIR

$$\frac{dS}{dt} = -\beta SI$$

$$\frac{dI}{dt} = \beta SI - \gamma I$$

$$\frac{dR}{dt} = \gamma I$$

MODELO

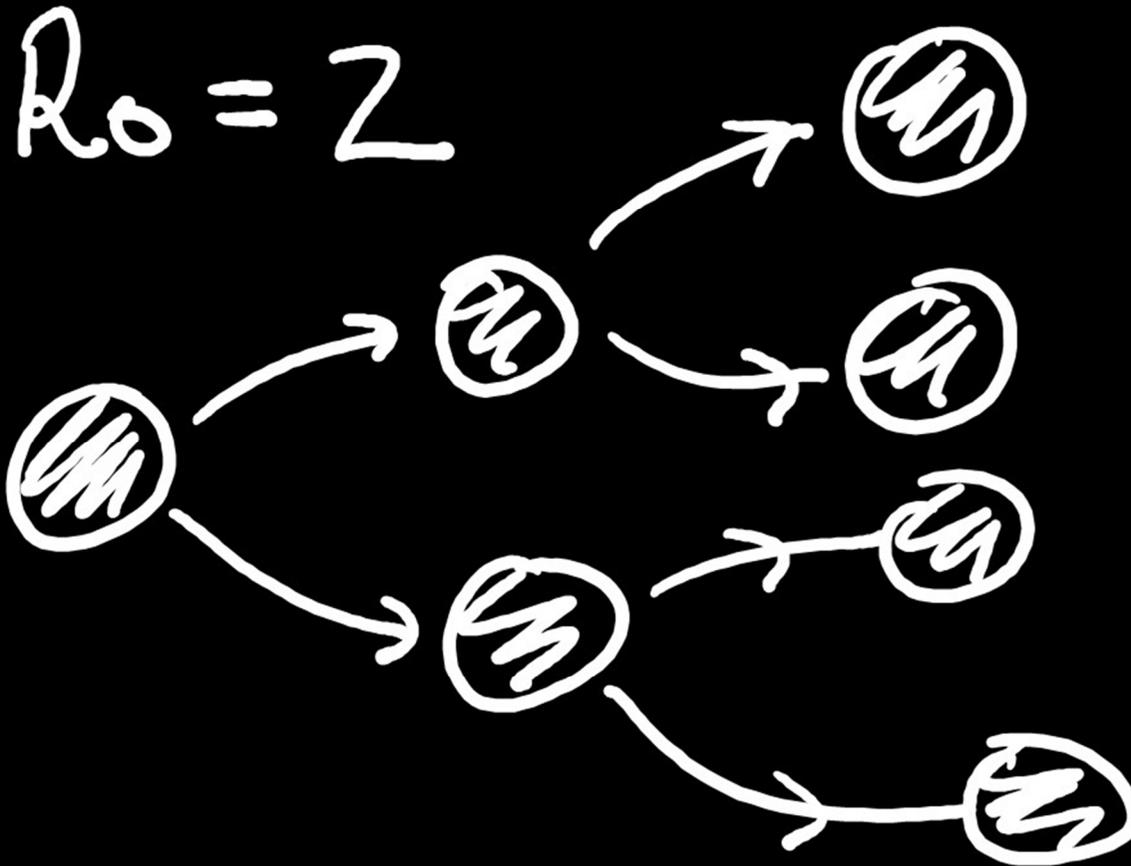
SIR
↘
↗

Número básico de reproducción

R_0

Depende de la enfermedad

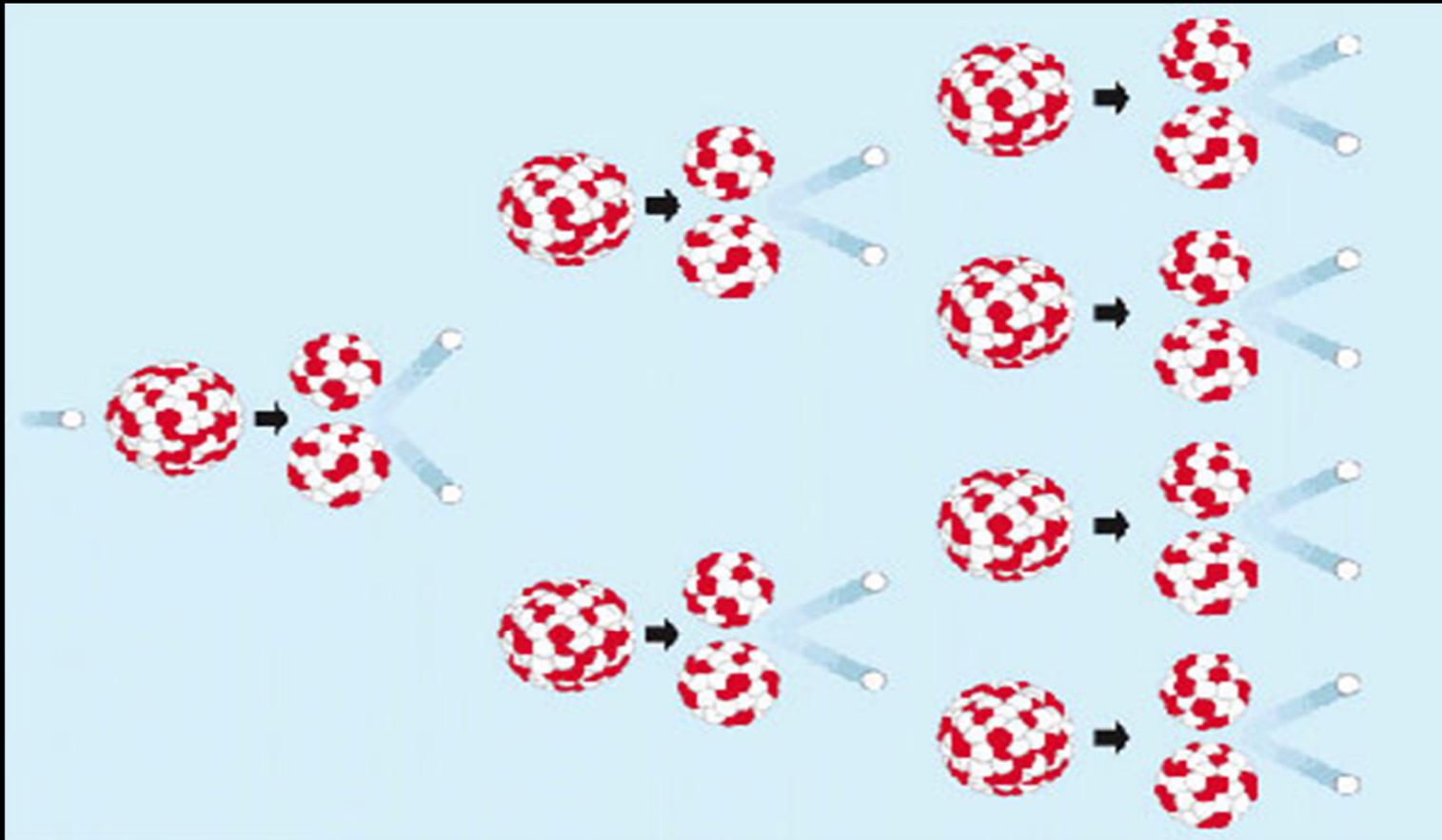
Número de personas que pueden ser contagiadas por un enfermo



7.000.000.000

$$R_0 = 2$$

33 DÍAS!!



Matemáticas, epidemias y vacunas

@Cuent_Cuanticos & @ClaraGrima

¡Atención!

¡Atención!

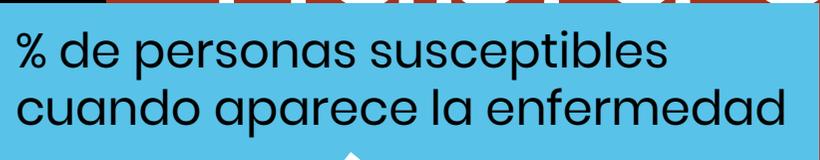
Habrá epidemia si

$$S_0 > 1 / R_0$$

¡Atención!

Habrá epidemia si

% de personas susceptibles
cuando aparece la enfermedad


$$S_0 > 1 / R_0$$

¡Atención!

Habrá epidemia si

$$S_0 > 1 / R_0$$

¿Qué podemos hacer?

Matemáticas, epidemias y vacunas

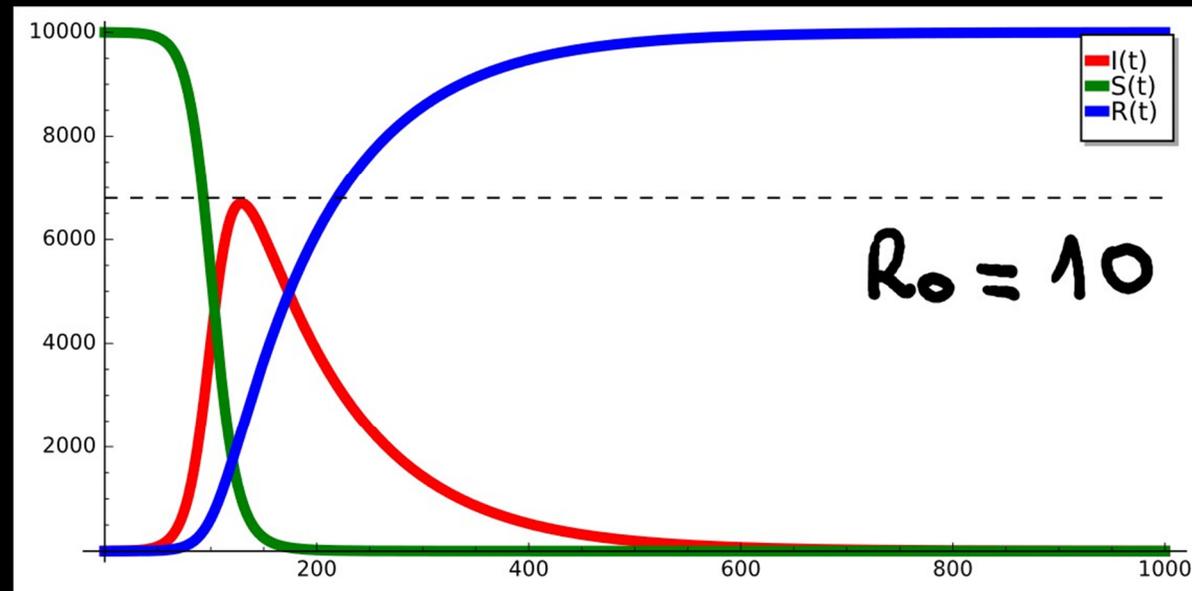
@Cuent_Cuanticos & @ClaraGrima

¿Qué podemos hacer?

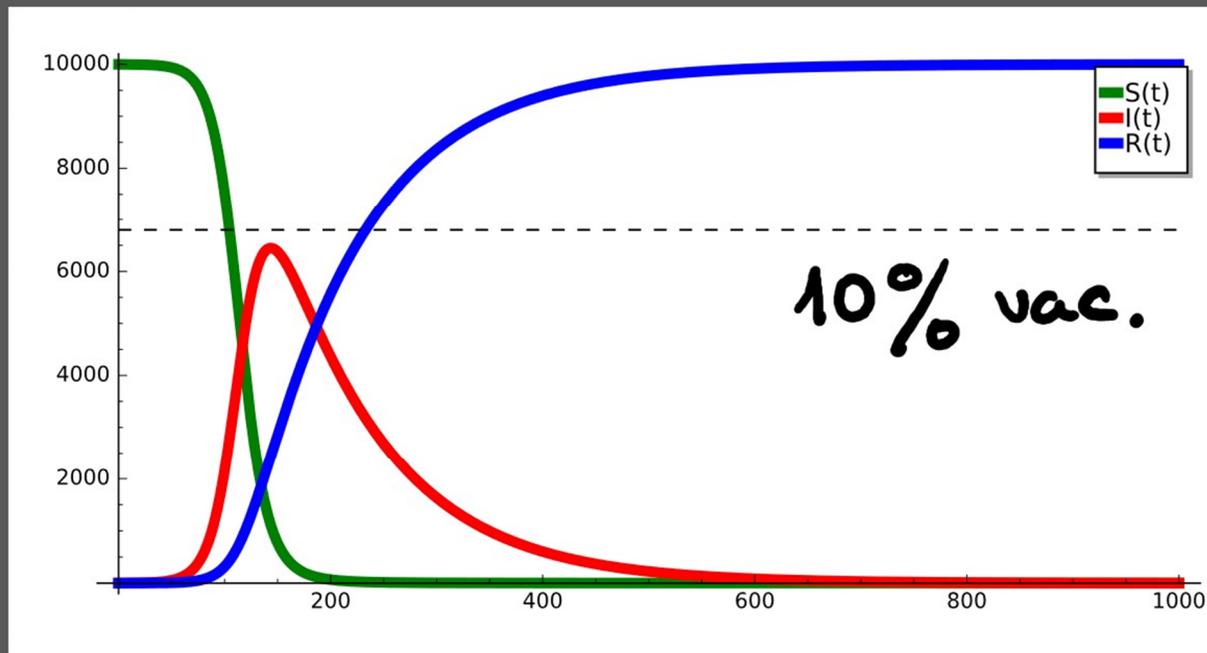


Efecto de las vacunas

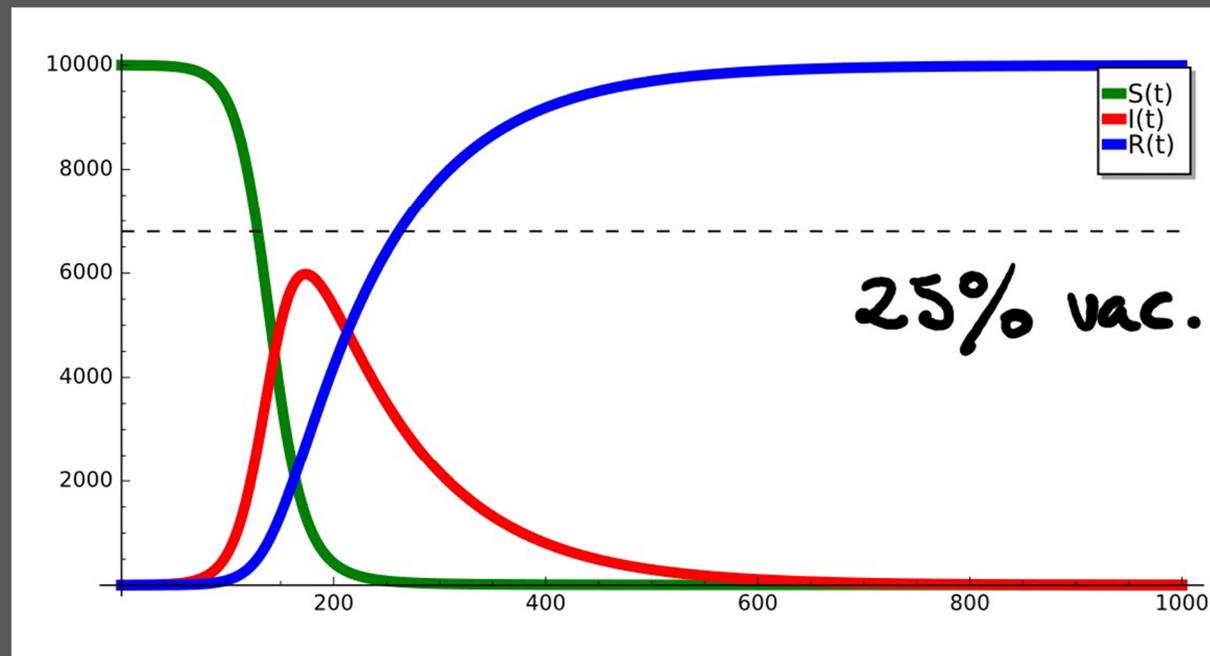
Efecto de las vacunas



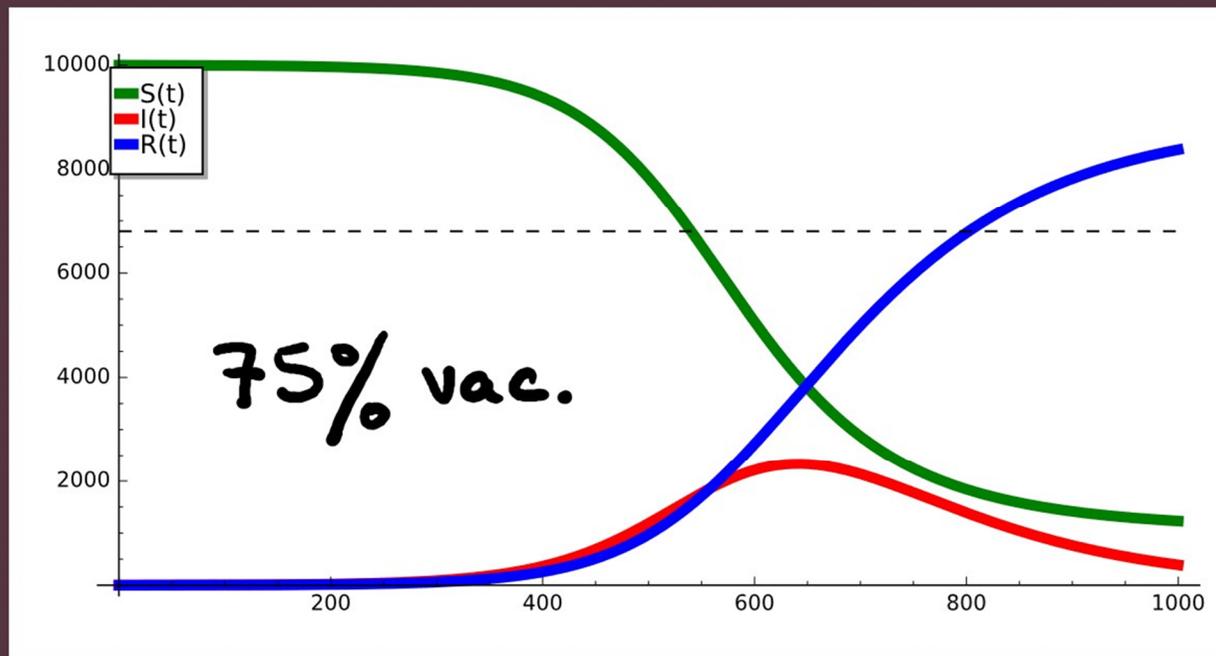
Efecto de las vacunas



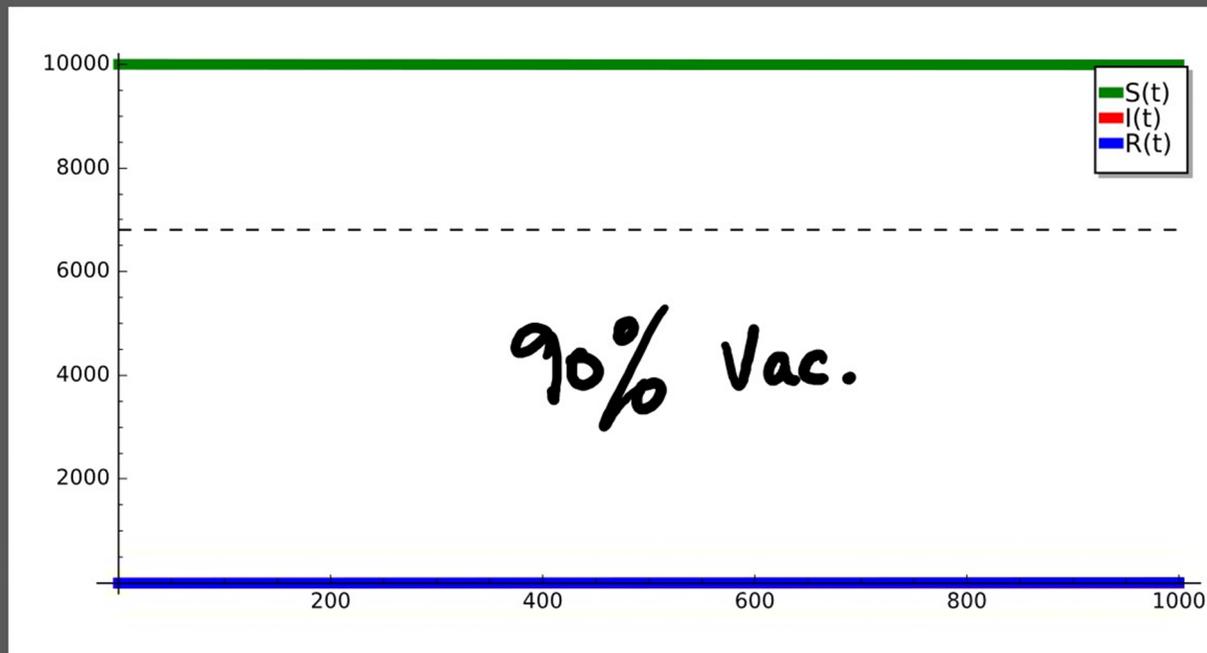
Efecto de las vacunas



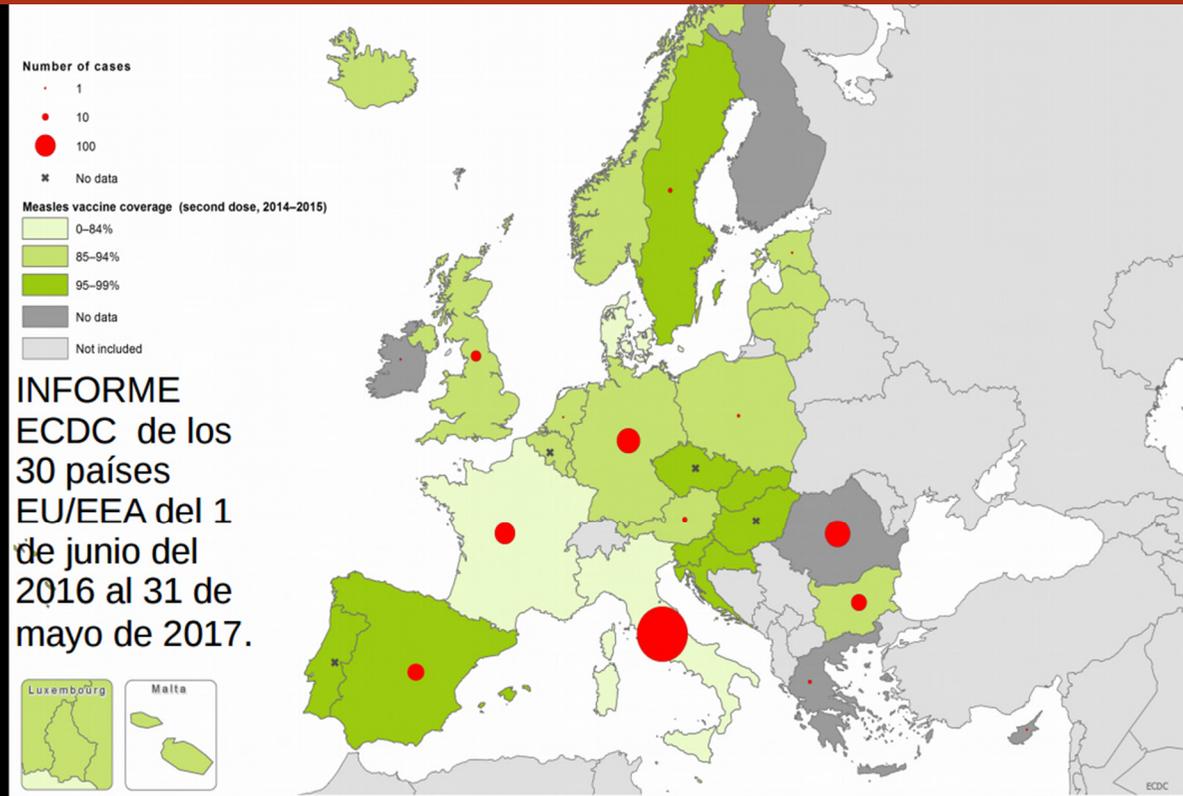
Efecto de las vacunas



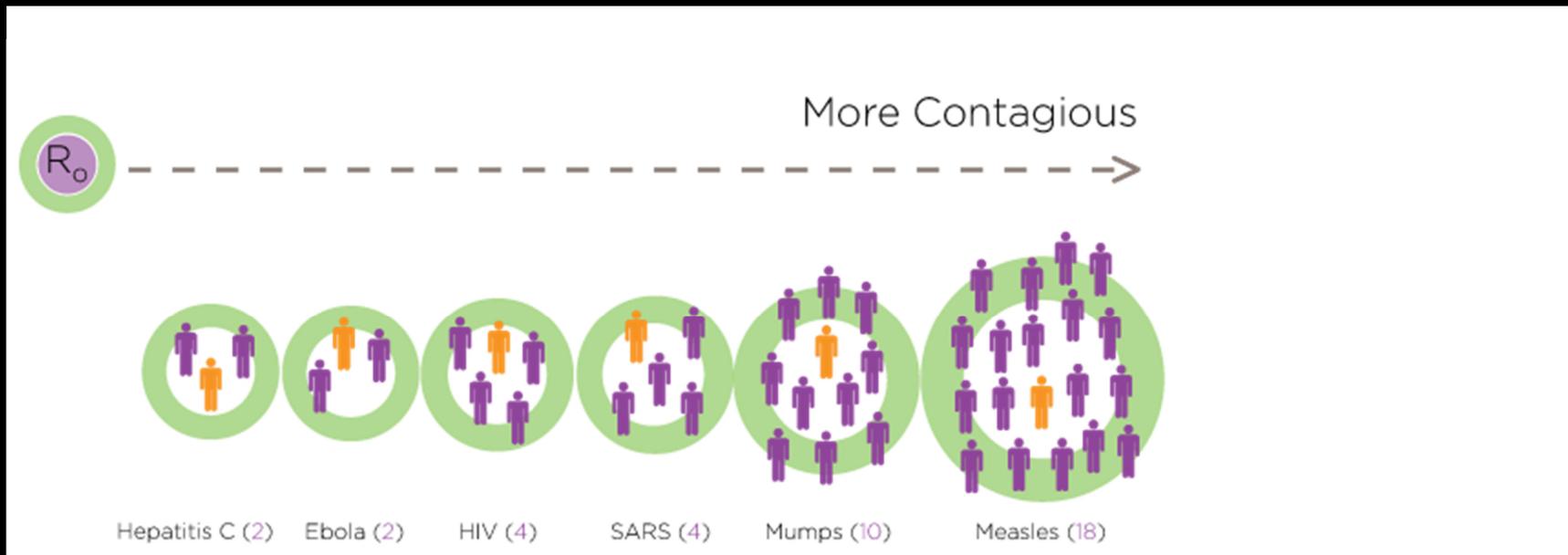
Efecto de las vacunas



¿Qué está pasando en Europa?

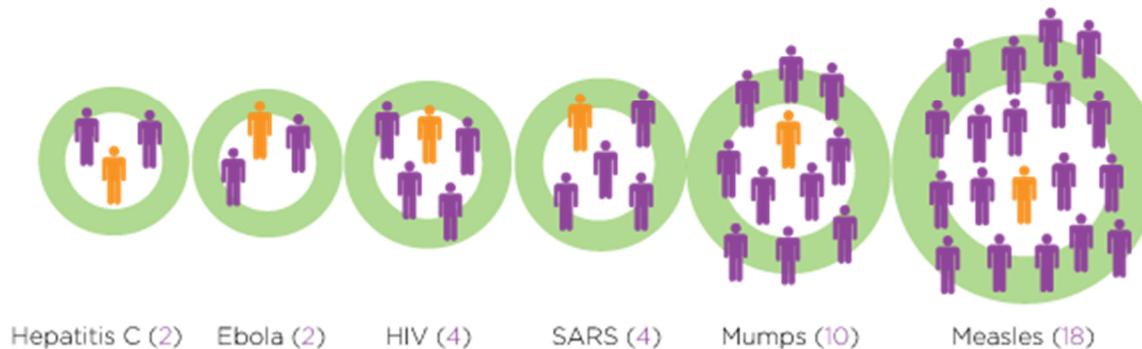


¿Qué está pasando en Europa?



¿Qué está pasando en Europa?

Hay que vacunar al 95%



¿Por qué?

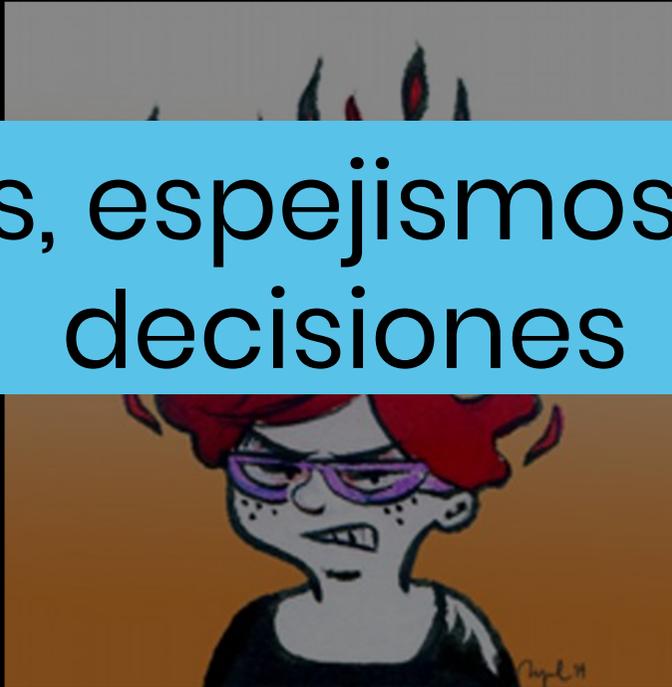


Matemáticas, epidemias y vacunas

@Cuent_Cuanticos & @ClaraGrima

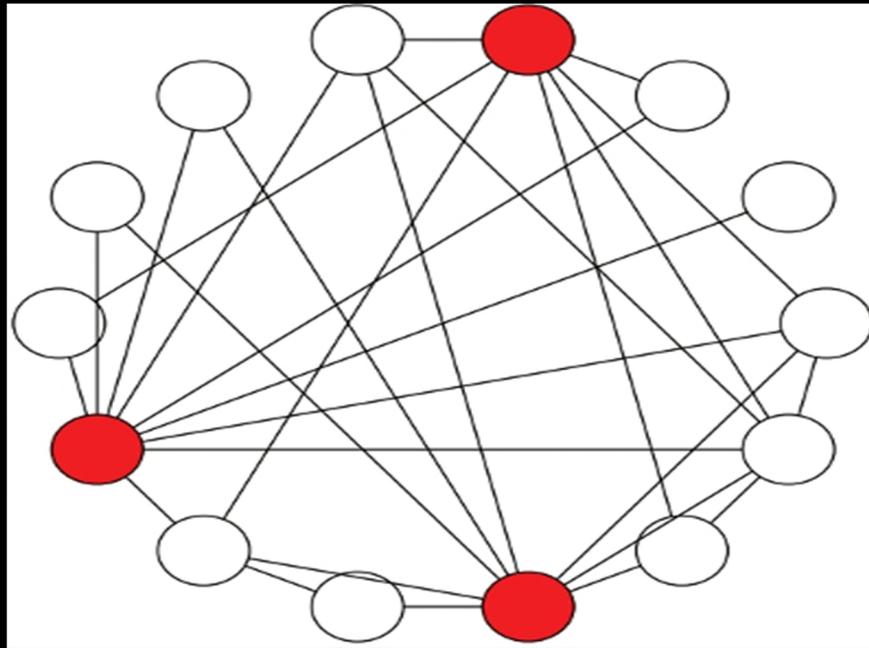
¿Por qué?

Paradojas, espejismos, miopía y
decisiones

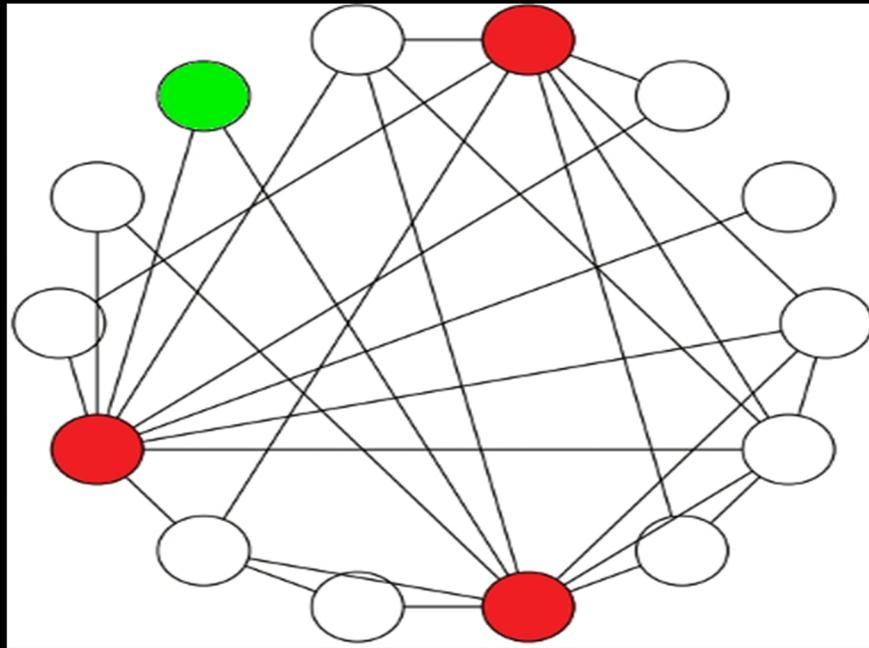


Espejismo de la mayoría

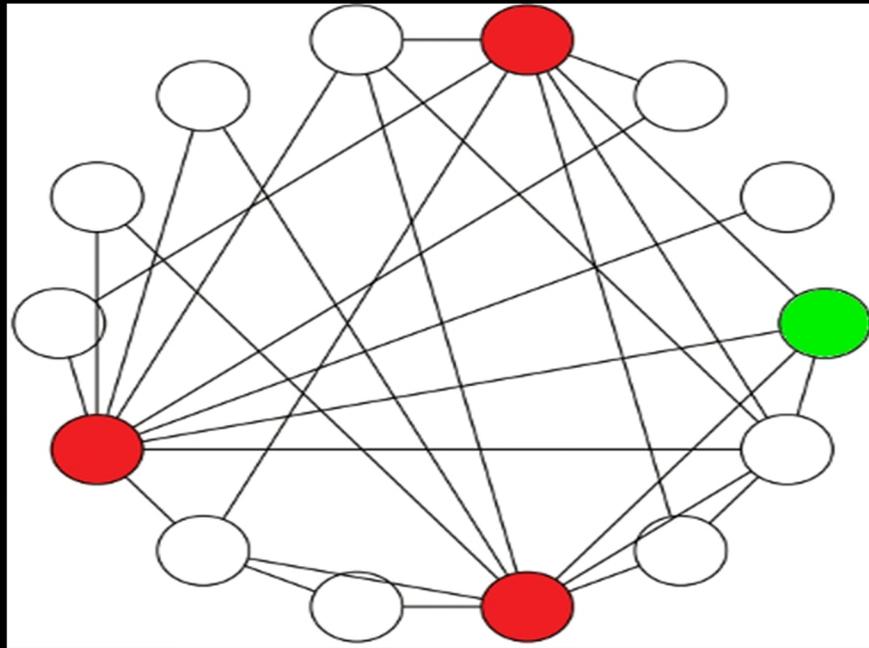
Espejismo de la mayoría



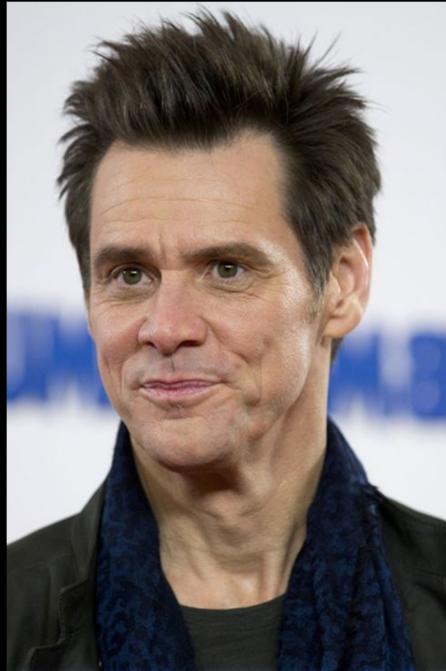
Espejismo de la mayoría



Espejismo de la mayoría



Espejismo de la mayoría



Matemáticas, epidemias y vacunas

@Cuent_Cuanticos & @ClaraGrima

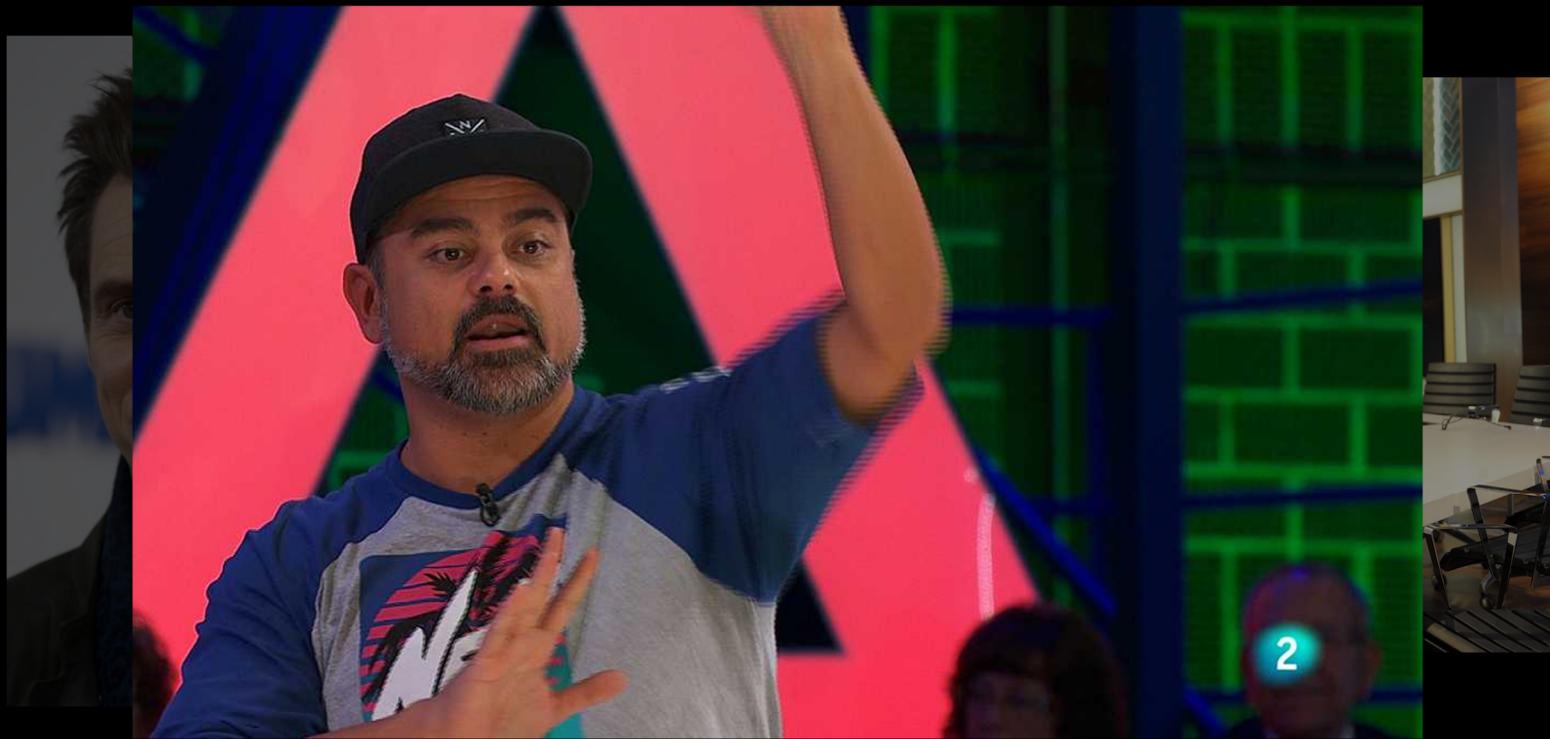
Espejismo de la mayoría



Matemáticas, epidemias y vacunas

@Cuent_Cuanticos & @ClaraGrima

Espejismo de la mayoría



Matemáticas, epidemias y vacunas

@Cuent_Cuanticos & @ClaraGrima

Racionalidad miope



¿Vacunar o no vacunar?

Racionalidad miope

Pérdida= Riesgo Contagio + Riesgo Efectos Secundarios

Racionalidad miope

Pérdida= Riesgo Contagio + Riesgo Efectos Secundarios

$$P = C + ES$$

Racionalidad miope

1. Supongamos que tenemos una enfermedad que zombifica.

Racionalidad miope

1. Supongamos que tenemos una enfermedad que zombifica.
2. Supongamos que tenemos una vacuna para ella.

Racionalidad miope

1. Supongamos que tenemos una enfermedad que zombifica.
2. Supongamos que tenemos una vacuna para ella.
3. Supongamos que alguien ha dicho que alguien le dijo que la vacuna produce makrotiya severa.

Racionalidad miope



Matemáticas, epidemias y vacunas

@Cuent_Cuanticos & @ClaraGrima

Racionalidad miope



Matemáticas, epidemias y vacunas

@Cuent_Cuanticos & @ClaraGrima

Racionalidad miope

$$P = c + ES$$

Inmunidad de grupo
adquirida

Famosetes
antivacunas

Un teorema

Si la decisión de vacunar se toma en un entorno favorable a la racionalidad miope y con total libertad individual, **entonces** nunca se alcanzará el nivel de vacunación que asegure la inmunidad de grupo.

Un teorema

Si la **decisión de vacunar** se toma en un **entorno favorable a la racionalidad miope** y con **total libertad individual**, **entonces** nunca se alcanzará el nivel de vacunación que asegure la inmunidad de grupo.

Corolario



Muchas gracias