

LA PANDEMATICA

La matematica applicata alla pandemia

LA MATEMATICA PER LA VITA

- Spesso gli studenti alle prese con la matematica si chiedono:
«Ma a che mi servirà nella vita di tutti i giorni?»
- Algebra, geometria, probabilità, statistica e tutte le altre branche della matematica che per molti sembrano non avere chissà quale importanza sono, in realtà, necessarie nella nostra vita. Certamente non capiterà di chiedere al fruttivendolo un $7x-5=2(6+2)$ kg di mele, ma un po' di matematica potrà aiutarci ad avere migliore contezza di ciò che avviene attorno a noi. La surreale situazione di lockdown che abbiamo vissuto in questi ultimi mesi è una di quelle.

Quando dopo esserti fatto 13 anni di matematica vai dal fruttivendolo e non puoi usare frazioni, derivate o limiti



Anni di accademia buttati al vento!

NOI, I FAUTORI DELLA CURVA

- I matematici, i fisici, gli scienziati in questo periodo hanno cercato di formulare modelli sempre più raffinati per spiegare il fenomeno epidemiologico del COVID-19, per avanzare previsioni sul suo andamento e trovare soluzioni per contenerlo.
- Nella descrizione dei contagi si sono serviti di una relazione molto conosciuta: la FUNZIONE ESPONENZIALE.
- Indicando con a il numero di persone che in media ogni individuo infetto contagia a sua volta, partendo da un solo infetto, dopo x interazioni infettive si conterà un numero y di nuovi infetti pari a:

$$y = a^x$$

LA FUNZIONE ESPONENZIALE

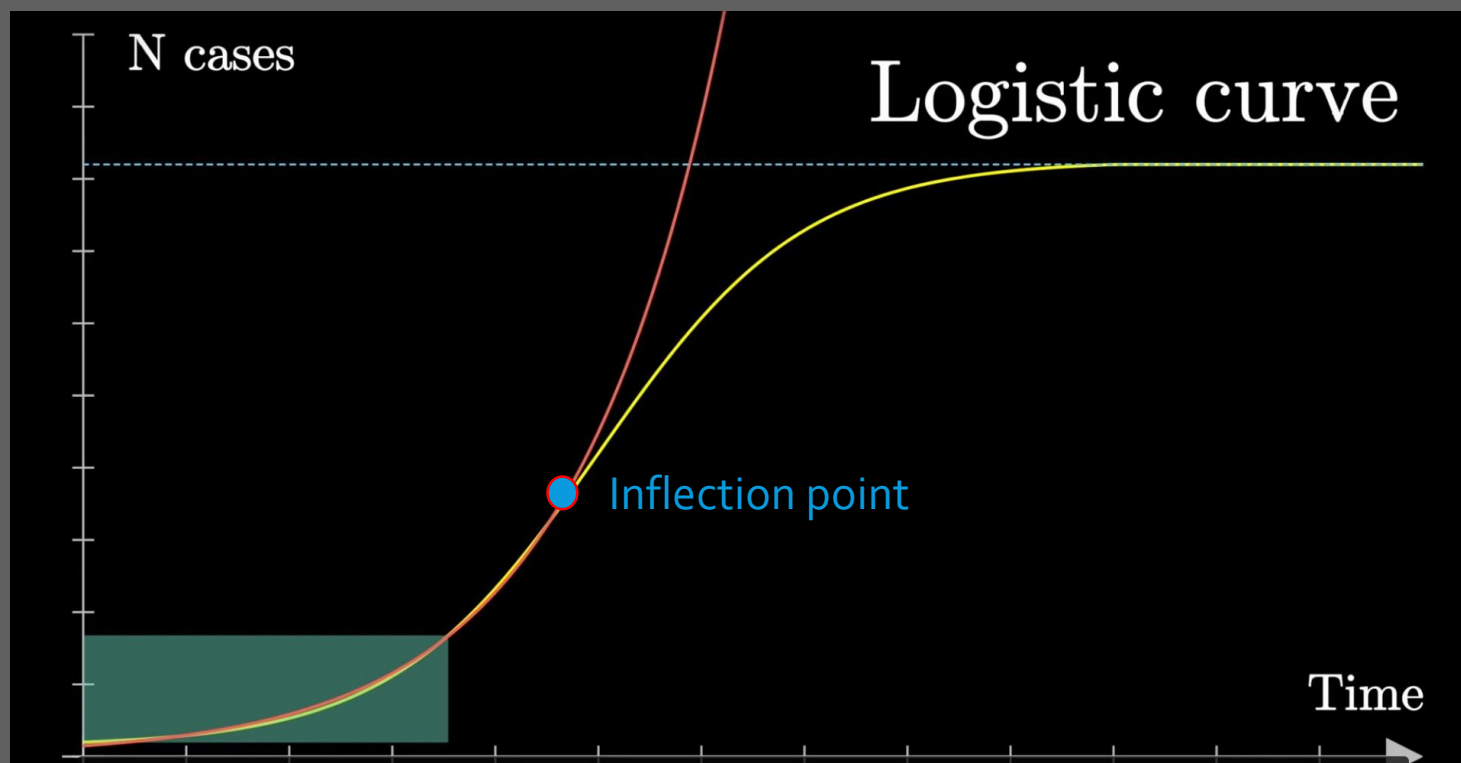
Come tutte le funzioni, la funzione esponenziale $f: x \rightarrow a^x$ ci parla attraverso la sua rappresentazione grafica.

Sappiamo dunque che al variare della x (dove x è il tempo), il numero totale di contagiati cresce in modo esplosivo; ma sarà veramente esaustivo questo grafico?

In realtà no perché, se andiamo a valutare il suo codominio che comprende tutti i numeri positivi, i contagi dovrebbero essere infiniti...ma così non è perché, per quanto elevato, il numero degli esseri umani è finito.



CURVA LOGISTICA

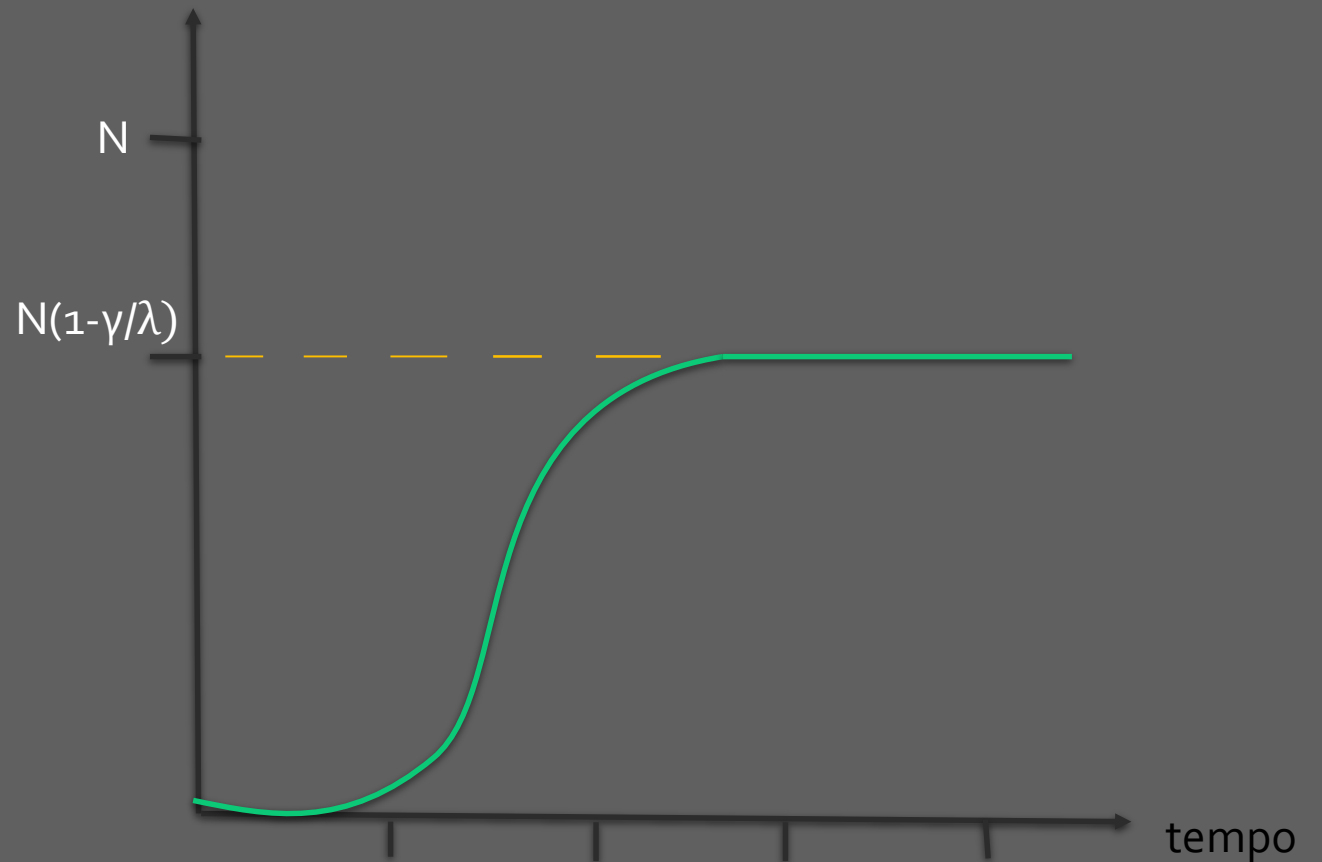
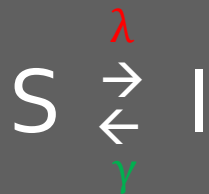


- Curva logistica
- Curva esponenziale

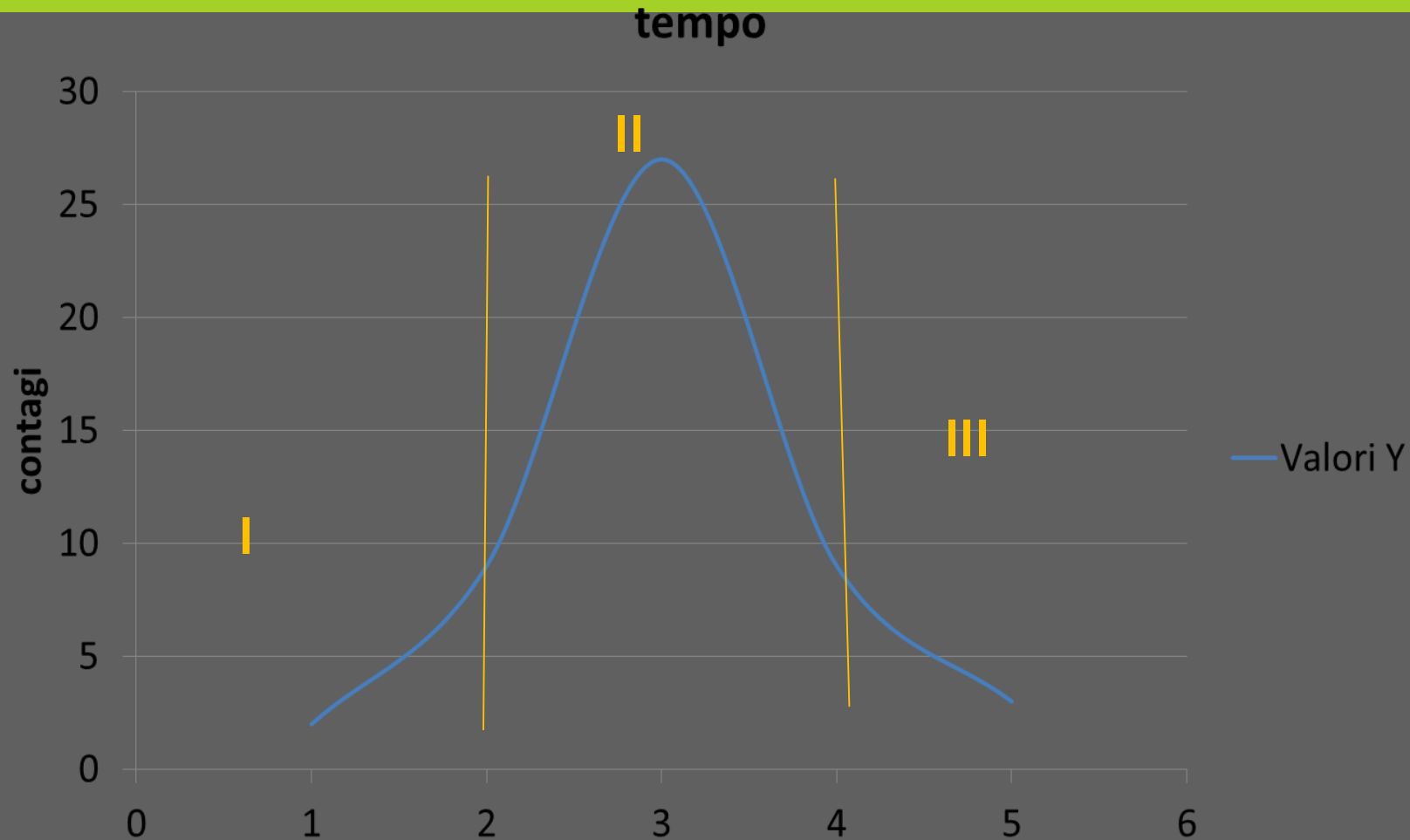
- Per questa ragione si introduce la **curva logistica**, nella quale è presente il dato «N» che indica la popolazione totale.
- Come si può notare, superato l'«inflection point» o punto di flesso, termina la crescita esponenziale e ne inizia una più lenta, con andamento logaritmico, fino al raggiungimento asintotico di un valore costante.
- Tuttavia anche questa curva non è realistica, in quanto presuppone che nessuno guarisca, ma al contrario tutta la popolazione si infetti. Sicuramente questo porterebbe ad una saturazione dei contagi, ma in senso decisamente tragico!

IL MODELLO SIS

- Per rendere conto dell'effettivo numero di contagiati si utilizza il modello «SIS» che considera, accanto al tasso λ di infezione, un secondo parametro γ che indica il tasso di guarigione.
- Il termine «SIS» infatti deriva dal fatto che «S» sono i suscettibili, ovvero i contagiabili, «I» sono gli infetti e la seconda S indica quelli guariti e nuovamente suscettibili.



IL MODELLO SIR

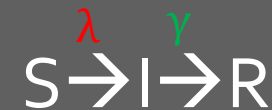


- Non si è ancora sicuri che i malati guariti possano essere nuovamente contagiati. Il modello SIR mette in conto che i suscettibili, dopo essere stati contagiati, possano guarire definitivamente risultando **immuni**.

In tal caso la curva dei contagi diventa simile a una gaussiana che si divide in tre stadi:

- I. Esponenziale
- II. Picco
- III. Recessione

- Il nome anche in questo caso utilizza i simboli «S» per «suscettibili», «I» per «infetti» ed infine «R» per «risolti».

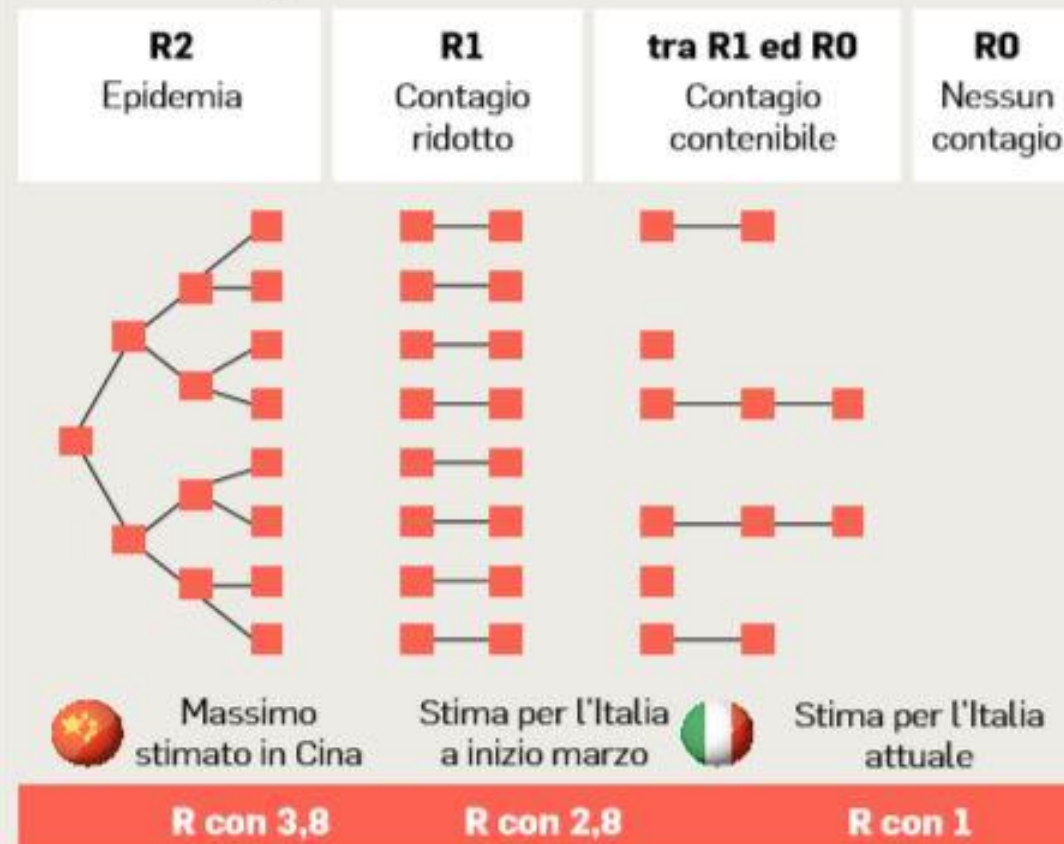


IL FATTORE R_0

- Il rapporto λ/γ definisce il parametro R_0 , detto numero di riproduzione di base, ovvero il numero medio di infezioni secondarie causate da ciascun infetto in una popolazione di individui suscettibili.
- Se R_0 è maggiore di 1, all'aumentare del suo valore cresce il rischio di diffusione dell'epidemia; viceversa, se è minore di 1, significa che il contagio sta recedendo con velocità crescente al diminuire del suo valore.

L'indice "R con zero"

Numero medio di infezioni prodotte da un individuo contagiato. Per contenere l'epidemia occorre scendere sotto R con 1



NOI, FAUTORI DELLA CURVA

Risulta evidente, quindi, la necessità di ridurre il parametro R_0 per rallentare o bloccare la diffusione dei contagi e il conseguente numero di morti.

Ciò richiede il **distanziamento sociale**, ovvero la drastica diminuzione di contatti giornalieri di ogni individuo potenzialmente infetto.

Il grafico accanto ci aiuta a comprendere le ragioni delle misure di contenimento e delle restrizioni imposte dal Governo.



L'INSICUREZZA DEI DATI

- Comunque per poter fare previsioni attendibili sullo sviluppo dell'epidemia occorrono molti dati e soprattutto sicuri.
- La presenza degli asintomatici, ovvero persone che non sanno di avere il virus appunto per l'assenza dei sintomi, rendono i dati incerti.
- La natura statistica del fenomeno, che permette una stima solo probabilistica dei parametri da cui dipende, rende impossibile previsioni esatte, ma comunque offre una guida ai provvedimenti della politica per la risoluzione del problema.



GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Simona Lerario IK