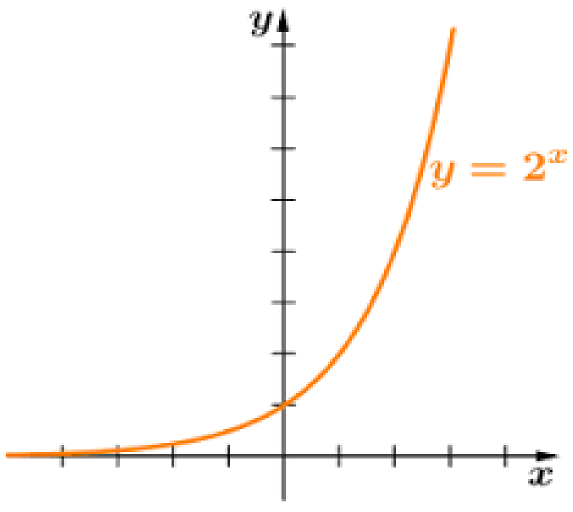
Dal punto di vista matematico avremo: $N = 2^n$, dove N è il numero degli infetti e n il numero dei giorni in cui si sta effettuando l'indagine; utilizzando quindi la simbologia delle funzioni avremo: $y = 2^x$.

IL PAZIENTE

ZERO

GIORNO 0	GIORNO 1	GIORNO 2	GIORNO …	GIORNO n
x=0 y=1 paziente	x=1 y=2 pazienti	x=2 y=4 pazienti	x=… y=…	x=n y=2^n

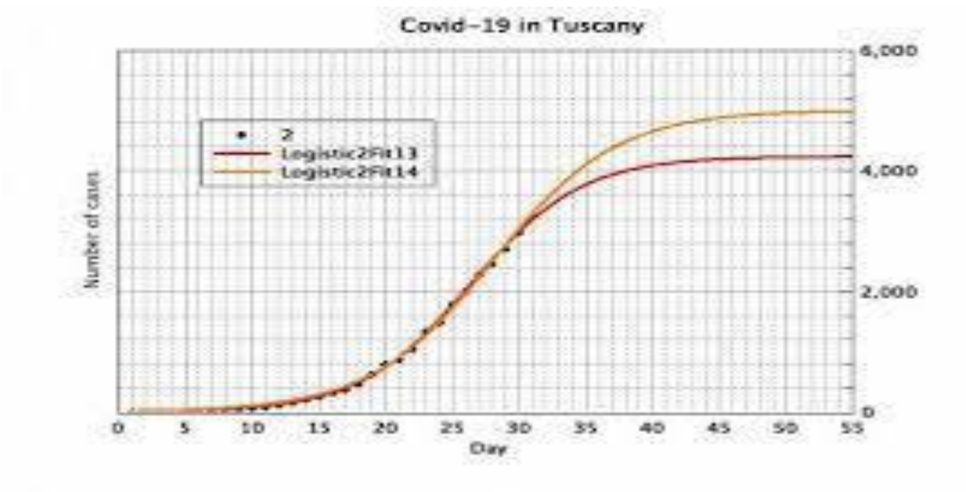
Quindi, come precedentemente affermato se R0>1, il fenomeno epidemico è in fase embrionale, per cui il modello di crescita più appropriato per descriverlo, è quello esponenziale e la curva che lo rappresenta quindi al meglio è quella della funzione esponenziale:



Maggiore è R0, maggiore è la velocità di crescita della curva e quindi maggiore è il numero dei contagiati.

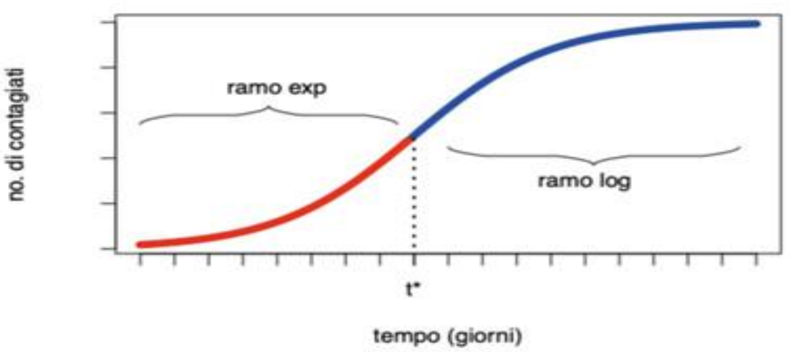
Questo modello però, **con l'avanzare dell'epidemia**, risulta **irrealistico** perché dovendo la funzione continuare a crescere all'infinito, come si evince dal grafico, prima o poi il virus colpirebbe l'intera popolazione, esaurendo quindi le sue risorse e la popolazione risulterebbe inerme nell' impedirne la diffusione.

Grazie ai vari lockdown locali e nazionali ed alle forti campagne di sensibilizzazione per l'igiene atte ad incentivare il distanziamento sociale e l'uso di mascherine, la popolazione mondiale ha **costretto il virus a cambiare percorso.** La diffusione dell'epidemia, dopo queste misure, è stata infatti più contenuta, seguendo l'andamento della **Curva Logistica**:



Una **funzione logistica** o **curva logistica** descrive una curva ad *S* di crescita di alcuni tipi di popolazioni *P*. All'inizio la crescita è quasi esponenziale, successivamente rallenta, diventando quasi lineare, per raggiungere una posizione asintotica dove non c'è più crescita.

Figura 1

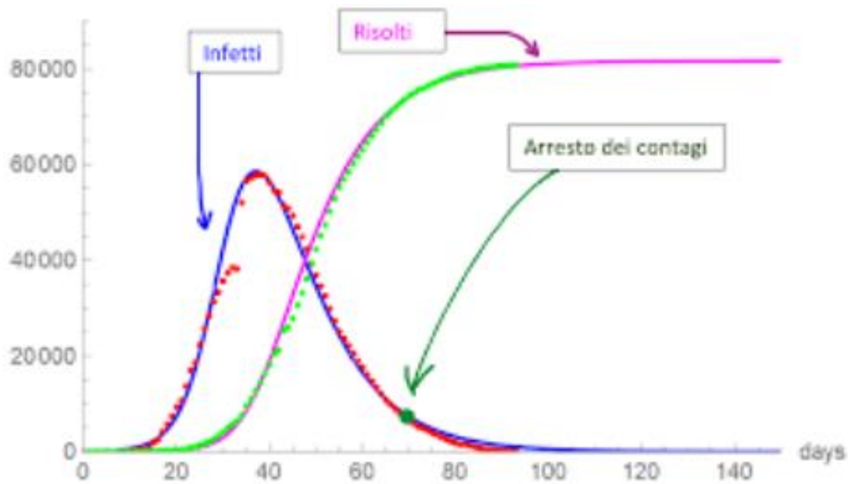


Da quest' ultimo grafico possiamo notare che il ramo esponenziale (ramo in rosso) della curva che ha caratterizzato la prima fase dell'epidemia subisce un progressivo rallentamento, per poi nel momento in cui R0 o Rt si avvicinano o sono pari a 1, nel punto di flesso (t*), la curva inizia a «virare» e si assesta, raggiungendo una posizione asintotica, senza più crescere, prendendo l'aspetto di un ramo di curva logaritmica (parte in blu).

Anche il **modello logistico** comunque presenta dei limiti evidenti perché, nonostante riesca ad inquadrare bene la fase di rallentamento e di un certo assestamento dei contagi, non ammette la possibilità che ci possa essere una regressione della malattia o di nuove crescite esponenziali.
Il modello matematico più accreditato e più realistico, utilizzato da tutti gli scienziati ed epidemiologi che si stanno occupando di questa pandemia, è **il modello SIR**, grazie al quale si può prevedere più facilmente l'andamento futuro della malattia.
In epidemiologia, un modello matematico è un modello simbolico costituito da una o più equazioni che prendono in considerazione i diversi *parametri* che sono coinvolti nella genesi e nell'evoluzione del fenomeno di interesse sanitario (in genere: una malattia) studiato. Il modello SIR si colloca tra i modelli comportamentali, cioè quei modelli nei quali si assumono delle ipotesi per semplificare la simulazione matematica della dinamica delle malattie infettive, sinteticamente tali ipotesi presumono che la popolazione sia divisa in compartimenti e che ogni individuo nello stesso compartimento abbia le stesse caratteristiche. I modelli compartimentali sono di solito costruiti con equazioni differenziali ordinarie (che sono deterministiche).

Il modello SIR classifica una certa popolazione N in comportamenti, che possono essere elencati nel seguente modo:

1) S= suscettibili,
2) I= infetti/infettivi,
3) R= recuperati, guariti, non infettabili perché immuni, dopo aver contratto la malattia. (Alcuni autori nei loro modelli interpretano la R, come resistenti o rimossi, in quanto non partecipano al processo epidemico, immuni o isolati o deceduti).



Questo modello epidemiologico, nella curva blu, presenta **tre fasi**: la prima fase è **esponenziale**, la seconda descrive il **picco** della malattia, la terza **l'arresto dei contagi** (R0 o Rt minore di 1). Infine, la curva rosa-verde, è quella dei casi risolti: essa descrive una situazione epidemica dove i guariti riescono a rimanere in salute, o perché diventati immuni, oppure perché hanno utilizzato la buona "pratica" del distanziamento sociale o perché ancora "immunizzati" da nuovi farmaci e vaccini.

Qui di seguito infine un problema di realtà da analizzare con i propri studenti, per verificare l'avvenuta interiorizzazione dei nuovi concetti spiegati.

PROBLEMA DI REALTA':

In un laboratorio di pasticceria, in seguito ad una indagine epidemiologica sui dipendenti (i dipendenti sono stati sottoposti a tamponi rapidi, in seguito ad una positività accertata nella struttura), si è stimato che l'indice di contagiosità da Covid-19 è pari a R0= 2,2. Quanti saranno i contagiati dopo 3 giorni?

Disegna nel piano cartesiano la curva che descriva l'andamento della malattia infettiva nella sua fase "embrionale". Quale nome assume?

Quale valore deve assumere Rt affinché l'epidemia possa ritenersi in fase di regressione?

Quale è infine il valore di Rt che può confermare che l'agente patogeno ha esaurito le sue capacità di infettare?

Bibliografia e Sitografia:

1) https://www.neodemos.info/2020/03/17/la-curva-dei-contagiati-da-covid-19-la-ricerca-del-punto-di-svolta/;
2) https://www.epiprev.it/r0-rt-rdt-che-sono-e-che-significano;
3) https://it.wikipedia.org/wiki/Virus_(biologia);
4) https://it.wikipedia.org/wiki/Equazione_logistica;
5) https://it.wikipedia.org/wiki/Modelli_matematici_in_epidemiologia;
6) https://liceosocratebari.edu.it/wp-content/uploads/2020/06/la-matematica-del-contagio.pdf;
7) https://www.matematicapovolta.it/ebookquinta/funzioni_esponenziali/esCrescitaEsp.htm.