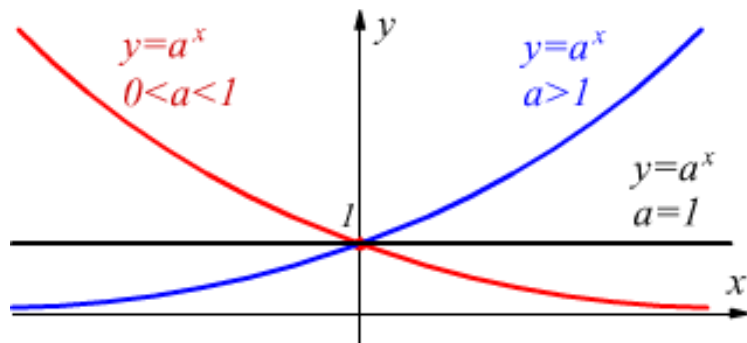


CORONAVIRUS

Covid-19

**la matematica del contagio
che ci aiuta a ragionare
in mezzo al caos**



Questo stringato contributo ha origine dalle riflessioni intercorse e dalle ricerche condotte con gli studenti delle classi 1[^], 2[^], 3[^], 4[^] e 5[^] sez. BU del Liceo delle Scienze Umane e Liceo Musicale *Santa Rosa da Viterbo* e dai dubbi e domande poste anche dai miei figli.

La prima estensione è datata 27 febbraio...allorquando «erre con zero» era stato stimato pari a 2,5.

Oggi il fatidico «erre con zero» è pari, a livello nazionale, a circa 0,9.

Bene...facciamo in modo che non cresca nuovamente!



$$R_0 = ?$$

La **matematica del contagio** è semplice e cruciale.

Per cominciare dividiamoci in tre gruppi...il **modello SIR**

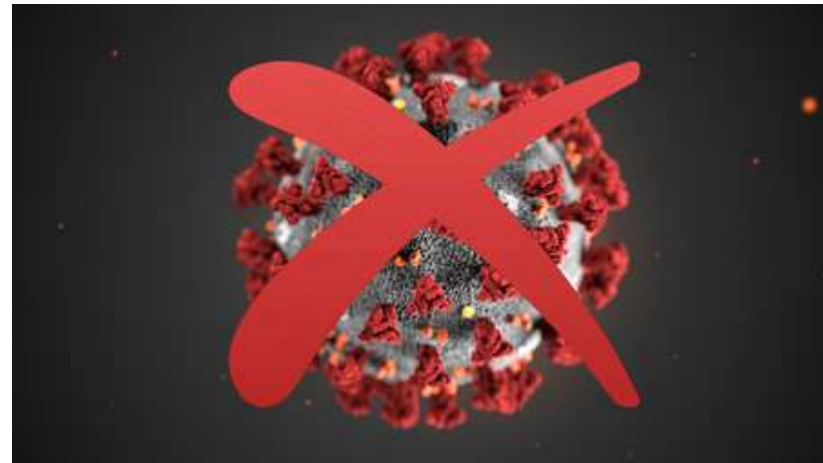
Distingue la popolazione, tutti noi, in modo grossolano:

- ci sono i **Suscettibili (S)**, cioè le persone che potrebbero essere contagiate;
- gli **Infetti (I)**, cioè coloro che sono già stati contagiati;
- i **Guariti**, i **Recovered (R)**, cioè quelli che sono stati contagiati, ne sono usciti e ormai non trasmettono più il virus.



C'è un numero, diverso per ogni malattia, che si chiama «erre con zero» e indica le persone che, in media, ogni individuo infetto contagia; se tale cifra è inferiore a 1, la diffusione si arresta da sola.

Per interrompere la circolazione del virus è necessario mettere in campo azioni e provvedimenti che fanno scendere il contagio al di sotto di un contagiato per persona infetta.



$$R_0 = ?$$

Domanda: l'erre-con-zero del coronavirus è alto o basso?

In generale, le cose vanno davvero bene quando R_0 è inferiore a 1.

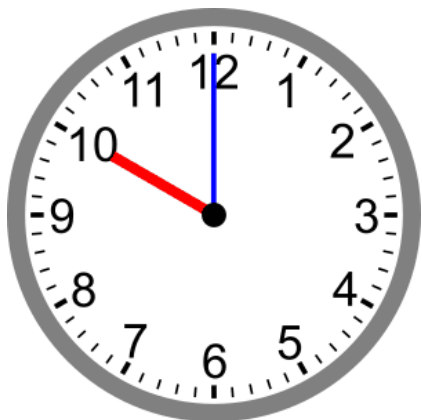
Se ogni infetto non contagia almeno un'altra persona, la diffusione si arresta da sola, la malattia è un fuoco di paglia, uno scoppio a vuoto.

Se, al contrario, R_0 è maggiore di 1, anche di poco, siamo in presenza di un principio di epidemia.

Altra variabile fondamentale di questa matematica trasparente e decisiva:

il **tempo medio (velocità)** che intercorre tra quando una persona viene infettata e il momento in cui quella stessa persona ne infetta un'altra.

Una finestra temporale che, nel caso di Covid-19, è stimata in circa sette giorni.



Gli **sforzi istituzionali** (tutte le misure «draconiane», le quarantene, la chiusura di scuole e teatri e musei, le strade vuote) **tendono ad abbassare il valore di R_0** .

Perché quando R_0 si abbassa, l'espansione rallenta.

E quando R_0 viene faticosamente riportato sotto il valore critico di 1, la diffusione inizia ad arrestarsi.

A partire da quel momento è l'epidemia stessa, non più le persone, a soffocare.

Prendiamo a riferimento $n = 8$ settimane...di contagio!!!

PROGRESSIONE n	0	1	2	3
				1
			1	1
		1		1
			1	1
	0			1
			1	1
		1		1
			1	1
				1
PERSONE CONTAGIATE PC	0	1	4	8

27 febbraio 2020



$R_0 = 2$

$$y = a^x$$

$$PC = R_0^n$$

$$PC = 2^3 = 8$$

$$PC = 2,5^3 = 15,6$$

$$PC = 2,5^8 = 1525$$

CODIV-19...8 settimane...
 un solo Infetto di partenza...
 R_0 stimato pari a 2,5...
 1525 persone contagiate!



27 febbraio 2020



In Lombardia, prima della chiusura, il numero «erre con zero» è arrivato anche a 4.

Ovvero, una persona infetta ne contagiava altre quattro...e in otto settimane?

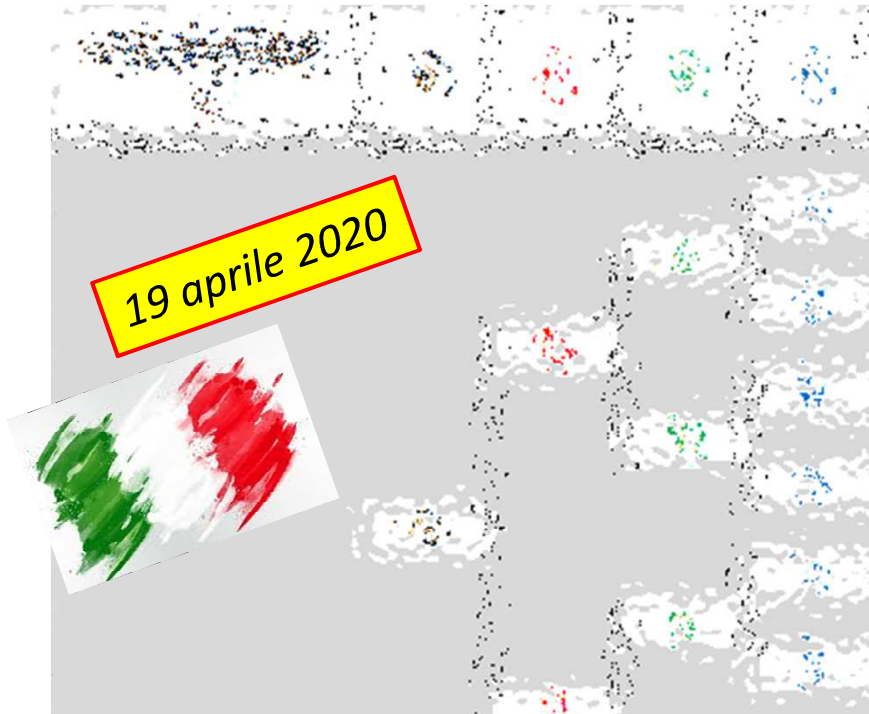
$$PC = R_0^n$$

$$R_0 = 4$$

$$PC = 4^8 = 65536$$

*CODIV-19...8 settimane...
un solo Infetto di partenza...
65536 persone contagiate!*





Dal punto di vista matematico è plausibile ritenere di averla avuta vinta contro il coronavirus perché l'indice di contagiosità è stimato essere inferiore a 1, a livello nazionale.

$$R_0 = 0,9$$

$$y = a^x$$

$$PC = R_0^n$$

$$PC = 0,9^8 = 0,43$$

*CODIV-19...8 settimane...
un solo Infetto di partenza*



Gli epidemiologi sanno che il solo modo di fermare sul serio un'epidemia è che il numero di Suscettibili diventi abbastanza basso da rendere poco probabile il contagio (per esempio quando la popolazione è vaccinata).

I vaccini ci fanno passare da Suscettibili a Recovered senza nemmeno attraversare la malattia.

Ma non è il nostro caso per il momento.

Il Covid-19 è per noi umani ancora troppo nuovo, è una novità...la stessa novità di un asteroide che fa precipitare sulla Terra un elemento chimico sconosciuto.

Non abbiamo anticorpi efficaci e non abbiamo vaccini.

Non abbiamo neppure statistica.

Tradotto nel modello SIR, significa che siamo ancora tutti Suscettibili.

Domanda: «Quanti sono oggi i Suscettibili al Covid-19?»

Risposta: «Un po' più di sette miliardi»

Accanimento mediatico???

Idea fuorviante!!!!

«Il paziente zero» in Italia?

«Il paziente zero» è un titolo perfetto per una serie di Netflix.

Ma il paziente zero italiano è d'interesse pressoché nullo per gli epidemiologi ormai da alcune settimane.

Da quel fantomatico punto d'origine si sono già diramate linee secondarie e terziarie, traiettorie silenziose del contagio, molte delle quali probabilmente latenti.

A Bergamo, Viterbo,
Castelbottaccio,
in Spagna,
negli Stati Uniti...
chissà dove...



E c'è, infine, l'algebra della pericolosità, anch'essa fuorviante.

Dividendo il numero di morti per il numero dei contagi conclamati si ottiene un risultato che non impressiona: zero virgola zero qualcosa.

Tradotto: «Tanto non si muore!».

I virologi si stanno seccando la gola nel ripeterci che il vero problema è un altro.

Il tasso di ricoveri necessari per il Covid-19 è infatti piuttosto elevato.

Se tutti o buona parte dei Suscettibili diventassero Infetti troppo velocemente, a ricevere un urto pericoloso sarebbe il nostro Sistema Sanitario Nazionale.

Non è scontato che avremmo le risorse necessarie per fronteggiare adeguatamente un'eventualità simile.

Non è scontato che non andremmo in tilt.

Le simulazioni

Le simulazioni, una volta lanciate, mostrano come l'epidemia si svilupperà nei giorni successivi entro certi margini di errore, se diverrà una pandemia o invece sparirà.

Da tali analisi procedono le decisioni dei Governi.

Ma noi...a quale insieme (Suscettibili, gli Infetti oppure i Guariti) apparteniamo?

Peccato che abbiamo molta difficoltà ad autocollocarci in quello giusto.

Spesso, poi, essere Suscettibili al falso equivale a essere Sospettosi verso il vero.

La fatica di accettare che qualcosa di radicalmente nuovo, di «fuori dall'ordinario» stia accadendo è un altro tratto profondamente umano della nostra psiche.

Altra difficoltà...

Ritrosia verso l'inaspettato, verso lo sconcertante e soprattutto verso il complesso.

In questo momento è in azione un meccanismo difensivo simile nei riguardi del Coronavirus.

Non abbiamo anticorpi contro Covid-19, ma ne abbiamo contro tutto ciò che ci sconcerta.

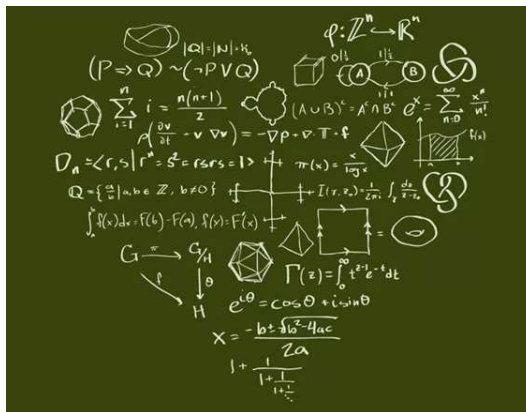
A Singapore, nel 2003 con la Sars, adottarono misure identiche a quelle adottate nel Lodigiano con la sola differenza della severità delle sanzioni penali, perché il nostro sistema si basa sulla fiducia nei cittadini, sull'assioma della loro piena collaborazione (???).



Detto in soldoni...

La matematica del contagio ci insegna che il solo modo efficace di soffocare un'epidemia come quella in corso è di tenere la gente il più possibile separata.

E che dovremmo, semmai, discutere su quanto le misure necessarie siano sostenibili nel medio termine, perché al momento, e in assenza di un vaccino, non ci sono elementi razionali per ipotizzare che la crisi sia breve.



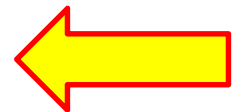
Siamo di fronte a una reazione sproporzionata?

È davvero lecito supporre che un Paese come la Cina decida di tirare il freno a mano della propria economia per aver sopravvalutato un'influenza stagionale?

Che un Governo come il nostro decida di mettere in quarantena intere aree perché ha scambiato un virus pericoloso per qualcos'altro?

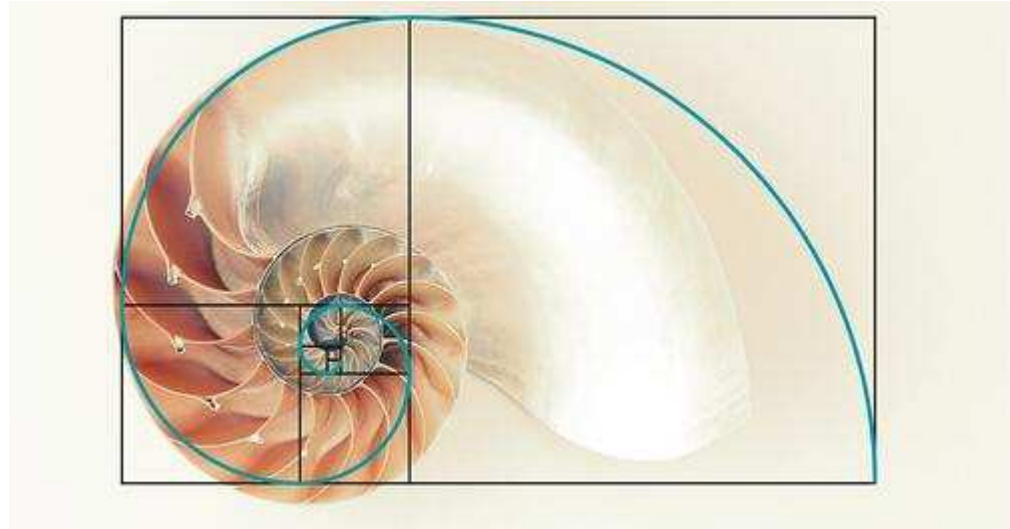
Quindi:

- Accettare con umiltà quanto viene disposto dall'alto.
- Agire con buon senso.
- Non gridare all'esagerazione, alla follia, alla «psicosi collettiva».
- Non insistere con il dire che il contenimento eccezionale messo in atto è «esagerato».
- Evitare suggestioni poco fondate.
- ***Non allentare le misure per evitare che il contagio ricominci a diffondersi esponenzialmente.***



«Tutto è numero»

Pitagora



0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144...

***«Una profonda consapevole ignoranza
è il preludio di ogni avanzamento della scienza»***

James Clerk Maxwell