

Previendo o futuro da epidemia

Prof. Luca Gammaitoni
Diretor do Laboratório NiPS
Universidade de Perugia (Itália)
<http://www.fisica.unipg.it/~luca.gammaitoni/>

Publicado originalmente em 21 de março de 2020 na revista italiana L'Osservatore. Tradução do italiano para o português autorizada pelo autor, feita com auxílio do Google Tradutor, com alguns ajustes de Americo Cunha. Adaptações das figuras por Michel Tosin.

É possível prever o futuro? Uma pergunta que nos fazemos muitas vezes e que, especialmente nos dias em que a epidemia de coronavírus enlouquece, retorna com insistência.

Bem, a resposta é sim, mas, em geral, é muito difícil. Cientistas renascentistas como Nicolò Fontana, conhecido como Tartaglia, e Galileo Galilei foram os primeiros a entender uma maneira séria de prever o futuro efetivamente. Os nossos estavam lidando com um problema de previsão bastante prático: se eu disparar um canhão e a bala sair com certa velocidade e determinado ângulo, onde ela cairá? Em quanto tempo alcançará o alvo?

As perguntas que nos fazemos hoje, quinhentos anos depois, não são muito diferentes dessas: se hoje sabemos que existe no Cantão de Ticino um número N de pessoas infectadas, quantas haverá em 10 dias? Quantas delas acabam em terapia intensiva? Quantas mortes devo esperar?

Por mais de quinhentos anos, a melhor maneira de responder a essas perguntas foi criar um modelo matemático para o fenômeno ao qual queremos lidar. Os epidemiologistas, uma classe recente de cientistas emprestados dos físicos, matemáticos e biólogos, estão sob pressão nesses dias para verificar a estabilidade de seus modelos com relação à evolução daquilo que rapidamente se tornou uma pandemia. Nesse setor, a ciência italiana está fazendo importantes contribuições com a escola fundada no ISI (Institute for Scientific Interchange) em Turim por Alessandro Vespignani (atualmente diretor do "Network Science Institute" em Boston) e que inclui, entre outros, Ciro Cattuto (até recentemente gestor do Centro de Pesquisa de Piemonte, o qual tive a sorte de ter como aluno na Universidade de Perugia), Vittoria Colizza e Daniela Paolotti, só para citar alguns que conheço pessoalmente.



Figura 1

O que é um modelo matemático e como ele pode nos ajudar a prever o futuro de uma epidemia? Para responder a essa pergunta, tomemos por exemplo o modelo SIR, o qual ouvimos muito na mídia esses dias. Nascido há quase cem anos, do trabalho de dois cientistas escoceses, Kermack e McKendrick, deve seu nome às iniciais de três palavras: Suscetíveis (Pessoas saudáveis, propensas a serem infectadas), Infectados (pessoas já infectadas), e Removidos (removidos porque estão curados / imunizados ou falecidos). Também é chamado de modelo compartimental porque, de fato, divide toda a população de uma determinada região em três compartimentos. A passagem de um compartimento para outro é governada por uma regra probabilística. Por exemplo, a

passagem do compartimento suscetível para o compartimento infectado é regulada por um parâmetro, que chamaremos de K . O valor de K nos diz qual é a probabilidade de uma pessoa saudável ficar doente, num determinado período de tempo. Geralmente, K é dado pelo produto de dois fatores $K = s \cdot p$, onde s é o percentual de pessoas com as quais uma pessoa saudável entra em contato durante esse período e p é a probabilidade de transmissão da infecção de pessoa para pessoa. Como é fácil entender, quanto maior o valor de K , mais rápido o surto se espalhará. A transição do compartimento infectado para o compartimento removido também ocorre com uma certa probabilidade r . As três quantidades de interesse, para prever a evolução futura de uma epidemia, são dadas pelo número de pessoas em cada um dos três compartimentos (num dado momento): S , I , R . Sua soma, é claro, é igual a população total existente, pois cada um de nós certamente pertence a um dos compartimentos. O modelo matemático é composto de três equações que relacionam essas três quantidades.

Recentemente, em todos os meios de comunicação, uma curva em forma de sino é mostrada com frequência, sendo muito semelhante àquelas que desenhei na Figura 2, que representam a tendência do valor de I (número de infectados) ao longo do tempo, para três cenários diferentes. Eu obtive essas curvas resolvendo as equações do modelo matemático SIR num computador.

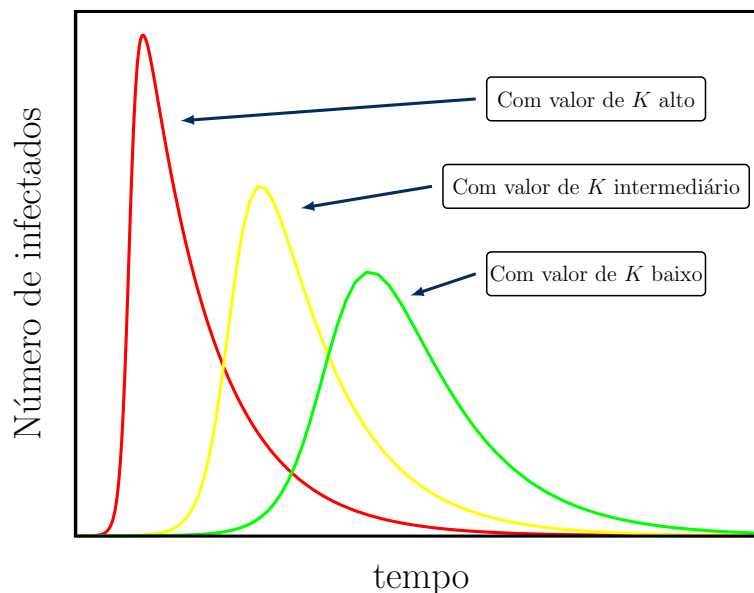


Figura 2

Podemos dizer que cada uma dessas curvas consiste em três partes: uma parte inicial, caracterizada por um crescimento muito rápido no número de pessoas infectadas. Às vezes, essa parte é chamada exponencial, pois ela pode ser reproduzida por uma simples função exponencial. A maioria dos países europeus ainda está nesta fase da epidemia. Na parte central há o pico dos contágios e a parte final, é onde o número de pessoas infectadas começa a cair até desaparecer completamente. A forma específica da curva e sua amplitude dependem diretamente do valor dos parâmetros que especificamos acima, que são K (probabilidade de adoecer) e r (probabilidade de serem removidos do grupo de doentes, porque estão curados e imunes ou porque morreram). Embora o modelo SIR que ilustramos brevemente seja um dos modelos mais simples, podemos dizer, embora com um certo grau de aproximação, que ele ainda consegue capturar a essência dos modelos epidemiológicos. As três curvas mostradas na figura se referem a três diferentes valores do fator K . Como se pode observar, dois benefícios importantes são obtidos para menores

valores de $K > 1$) a redução da altura do pico epidêmico, com um menor número de infectados num dado período, útil para não sobrecarregar as unidades de saúde; 2) o deslocamento do pico da epidemia para frente no tempo, fazendo com que a infecção evolua mais lentamente e ganhando semanas preciosas para preparar tratamentos e pesquisar vacinas.

Como você pode obter um fator K menor? É necessário atuar sobre os fatores que o compõem, portanto, sobre s (percentagem de contatos humanos num dado período) e sobre p (probabilidade de transmissão da infecção). No que diz respeito ao fator s , os governos europeus agora parecem, quase unanimemente, orientados a restringir a possibilidade de movimento (confinamento em casa) e ao cancelamento das atividades de trabalho. É óbvio que é uma estratégia eficaz, mas que não pode ser prolongada por muito tempo, se não à custa de sérias limitações à liberdade dos cidadãos e de danos econômicos desastrosos. Quanto a p , no entanto, devemos avançar para o uso de dispositivos médicos de proteção (máscaras, luvas, ...) e mudança de hábitos (sem beijos e abraços e mantendo distâncias).

Como dissemos, esse modelo de SIR é apenas um dos modelos matemáticos em circulação e, certamente, os cientistas que atuam como consultores das autoridades de saúde têm modelos muito mais sofisticados. No entanto, espero que tenha sido útil esclarecer como se pensa uma epidemia e quais são as alavancas nas quais se pode agir para modificar sua evolução, enquanto se tenta prever seu futuro.