

Entendiendo la dinámica de COVID-19

Robin Vollmer, MD

American Journal of Clinical Pathology, 13 de abril de 2020

Traducción: Enrique A. Bour



Comprender la dinámica de una epidemia como la causada por la enfermedad coronavirus 2019 (COVID-19) requiere algunas matemáticas y algunos datos. Por ejemplo, en una población de N personas, hagamos que Y simbolice el número de personas infectadas y que X simbolice el número de personas susceptibles, entonces el cambio en el número de personas infectadas por unidad de tiempo se da como:¹

$$dY/dt = c * p * Y * X/N - v * Y \quad (1)$$

Aquí, c simboliza la tasa de contacto, p la probabilidad de transmisión y v la tasa de recuperación (es decir, $1 -$ tasa de letalidad). Poniendo $X = N - Y$, la ecuación puede ser reescrita como:

$$dY/dt = a * Y - b * Y^2 \quad (2)$$

con $a = c * p - v$ y con $b = (a + v)/N$. La solución de esta ecuación diferencial es:²

$$Y(t) = a * Y(o) / (b * Y(o) + (a - b * Y(o)) * \exp(-a*(t-to))) \quad (3)$$

con $Y(o)$ que denota el número de infectados en el tiempo cero e $Y(t)$ el número de infectados en el tiempo t .

En lo que sigue ilustraré este enfoque con los datos comunicados por Jondavid Klipp (jondavid@laboratoryecomics.ccsen.com) en relación con el crucero *Diamond Princess*, que recibió un solo pasajero infectado de Hong Kong. Posteriormente, todos los pasajeros a bordo fueron sometidos a pruebas de COVID-19, y 712 de las 3.711 personas a bordo dieron positivo después de haber sido obligados a permanecer a bordo durante un mes. Diez murieron. Por lo tanto, los valores de N , Y , X , t y v fueron conocidos. Utilizando un valor aproximado de 1,3 para el producto $c * p$, la predicción de Y a 30 días fue de 712, que igualaba la observada, y la figura 1

¹ Halloran ME. Concepts of infectious disease epidemiology. In: Rothman KJ, Greenland S, eds. *Modern Epidemiology*. 2nd ed. Philadelphia, P: Lippincott-Raven; 1998: 529-554.

² Braun M. *Differential Equations and Their Applications*. 4th ed. New York, NY: Springer-Verlag; 1993:26-33.

muestra un gráfico de los valores pronosticados de Y a lo largo de 50 días (el punto es para el tiempo de 30 días en que los pasajeros abandonaron el barco).

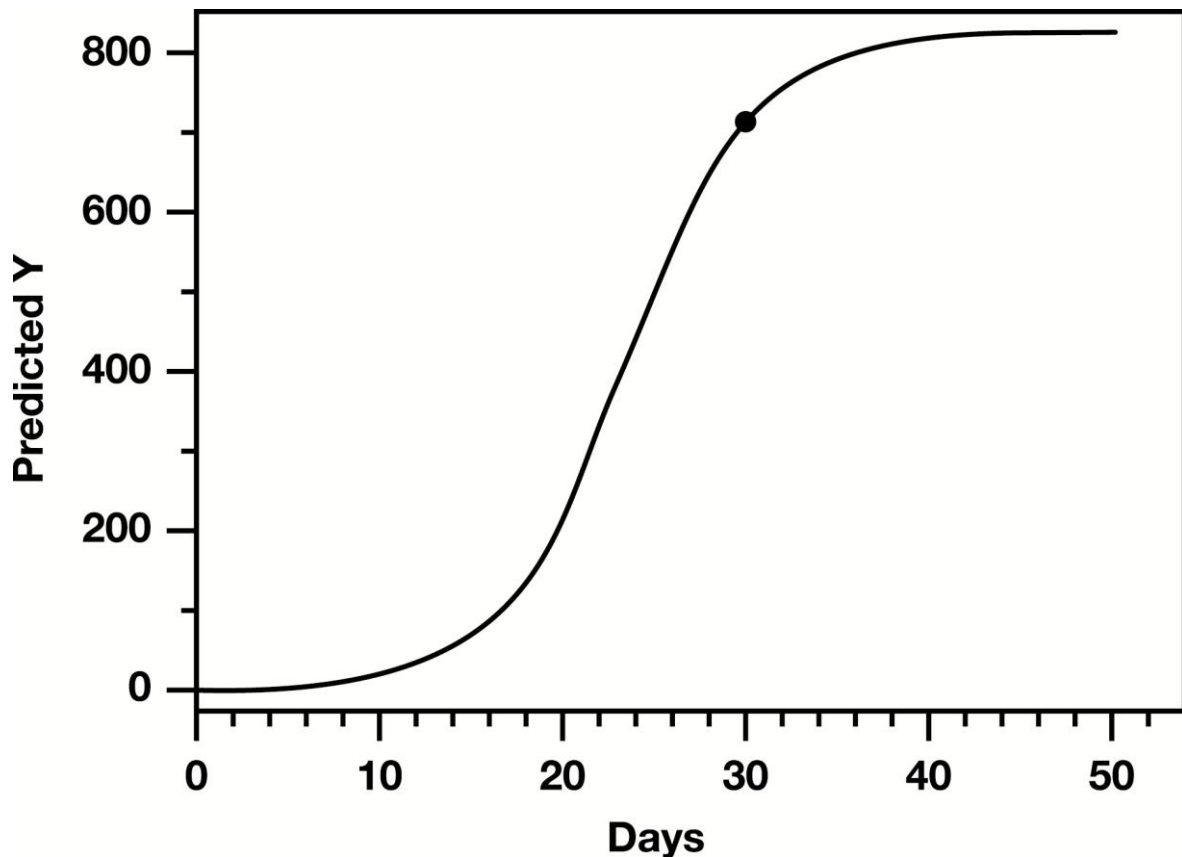


Figura 1. Gráfico del número previsto de personas infectadas vs días a bordo del *Diamond Princess*. Las predicciones surgen de la ecuación 3.

La lógica utilizada en la ecuación 1 implica claramente que el producto $c*p$ se relaciona estrechamente con la rapidez con que una población resulta infectada, y esto a su vez depende de una serie de factores como edades de los pacientes, comorbilidades, densidades geográficas de la población y, por supuesto, el virus. El valor de aproximadamente 1,3 para $c*p$ en la población de *Diamond Princess* puede ser alto para COVID-19, debido a que la geografía de esta población era muy restringida y porque muchos pasajeros eran personas mayores. Sólo los estudios de seguimiento a medida que la epidemia madure proporcionarán estimaciones adicionales de $c*p$. Los datos de *Diamond Princess* también sugieren que muchos casos son asintomáticos. Por lo tanto, el número de nuevos casos ampliamente reportados podría omitir casos que eran asintomáticos y por lo tanto no fueron testeados. Esto a su vez podría dar lugar a tasas de letalidad más elevadas y, por consiguiente, a estimaciones más reducidas de la tasa de recuperados, v , de lo que sería realista. De todos modos, el éxito del modelo de crecimiento logístico aplicado aquí a COVID-19 sugiere que para muchas poblaciones el número de infectados puede eventualmente alcanzar un límite.