



# LA PANDEMIA DEL COVID-19 EN MÉXICO Y EL MUNDO

IMPLICACIONES Y POSIBLES CURSOS DE ACCIÓN

VERANO 2020

## Demografía y Coronavirus

Por Manuel Ordorica

25 de junio de 2020

Una gran deficiencia que tenemos los seres humanos es nuestra incapacidad de entender el crecimiento exponencial. Además, no podemos imaginarnos números muy grandes, ni números muy pequeños, ni lo tremendamente lejano, y ni lo que se multiplica a gran velocidad. Este es un síndrome que prácticamente todos padecemos.

Por ejemplo, en la parte más ancha de nuestra Galaxia, la vía Láctea, para cruzarla, necesitaríamos aproximadamente un millón de años luz, lo que quiere decir que viajando a la velocidad de la luz tardaríamos un millón de años en atravesarla. Carl Sagan<sup>1</sup> señala que quizás haya 100,000 millones de galaxias y 10,000 trillones de estrellas. Para apreciar lo que significa un trillón, imaginemos que tuviéramos que contarlos. Si empezáramos desde el uno hasta el número, de a uno por segundo, tardaríamos 32,000 millones de años, más que la edad del Universo.<sup>2</sup>

Ahora imaginemos lo casi invisible. Si tuviéramos una caja de 16 centímetros de lado, por 16 centímetros de ancho y por 16 centímetros de altura podría haber un trillón de coronavirus residiendo en ese lugar, considerando que cada uno de ellos mide 160 nanómetros<sup>3</sup>. Como el virus es tan pequeño, pensamos que no existe.

Veamos lo que crece muy rápido. Para entender la velocidad del crecimiento exponencial, recordemos a Sissa, ciudadano de la India, quien fue el creador del ajedrez. Este juego lo inventó Sissa para que el rey no estuviera triste. El hijo del rey había muerto en una batalla, de ahí su tristeza. El rey estaba tan contento con Sissa que le dijo que pidiera lo que más quisiera. Soy muy rico y puedo darte lo que quieras. Sissa le dijo al rey, quiero un grano de trigo en la primera casilla; dos en la segunda; cuatro en la tercera; ocho en la cuarta; 16 en la quinta, etc. El rey reaccionó muy molesto, pensando que lo que había pedido Sissa era una ofensa. Después de un rato, los matemáticos del reino le dijeron al rey que lo que había pedido Sissa era enormemente grande. El resultado fue 18.4 trillones de granos de trigo, cifra equivalente a la producción de trigo de todo el planeta por un milenio. El rey nunca se imaginó tan tremendo número. El crecimiento exponencial es engañoso, genera números elevados muy rápido. La evolución de los contagios acumulados por Covid-19 ha seguido un crecimiento exponencial hasta que llegue al punto de inflexión, donde cambiará la tendencia y se convierta en una curva logística, la cual tiene una asíntota superior y también una asíntota inferior. Hago esta breve introducción debido a que el Coronavirus, es muy pequeño, casi invisible y contagia a muchas personas en un tiempo breve.

<sup>1</sup> Sagan, Carl (1998), Miles de millones. Liberdúplex, S.L. Barcelona, página 11.

<sup>2</sup> Sagan, op.cit., página 17.

<sup>3</sup> Un nanómetro es  $10^{-9}$  metros.



Para conocer más, visita [www.centrotepoztlan.org](http://www.centrotepoztlan.org)

  @CentroTepoztlán



Todos estamos muy angustiados por la pandemia, por lo que el objetivo de este trabajo es aproximarme, de ser posible, al momento de su fin, a través de un elemento: el valor de  $R_0$ , que es el número reproductivo básico, por el cual se estima la velocidad con la que el Covid-19 puede propagarse. Los valores más elevados de  $R_0$  son los del sarampión. Dicho índice varía entre 12 y 18 personas, lo que quiere decir que una persona puede contagiar a entre 12 y 18 personas. El número reproductivo básico en el caso del Covid-19 varía entre 1.4 y 5.7. En síntesis,  $R_0$  es el número promedio de casos nuevos que genera un caso dado a lo largo de un periodo infeccioso. Cuando  $R_0$  es menor que 1, la infección desaparece. Cuando  $R_0$  es mayor a 1, la infección se propaga ampliamente; en la medida que  $R_0$  es más grande, es más difícil controlar la epidemia. Si  $R_0$  es igual a uno, quiere decir que un infectado podría infectar a otro.

Los orígenes de  $R_0$  se remontan al trabajo de Alfred Lotka en 1939.<sup>4</sup> Este concepto es análogo y tiene el mismo símbolo que el indicador que los demógrafos usamos para calcular el número de hijas que van a sustituir a una madre, el cual se denomina: tasa neta de reproducción.

### La demografía y la peste

Para muchos científicos sociales, la Demografía nació a partir de las muertes ocurridas en las epidemias. Se originó con John Graunt en 1662 con la publicación sobre los Boletines de la Mortalidad.<sup>5</sup> Por cierto, Graunt no era un científico, era un próspero comerciante de tejidos establecido en Londres. Esos boletines semanales cuya publicación se remonta a principios del siglo XVI, daban todos los martes la relación de las defunciones y a veces de los nacimientos registrados en las diferentes parroquias de Londres. Para Graunt la lista de estadísticas no era un juego, más bien le permitieron ver los factores sociales ligados a la mortalidad. Para muchos que recibían los boletines, que no tenían el espíritu de investigación de Graunt, sólo les servían para poder hacer de estos un tema de conversación. Esta ciencia, la Demografía, nació en momentos en los que la peste rondaba en Londres. La bacteria *Yersinia pestis* fue el agente de la Gran Plaga en Londres (1665-1666) que produjo la muerte de casi la cuarta parte de la población londinense de 400,000 habitantes y la peste mató a la cuarta parte de esa población.<sup>6</sup> Esta enfermedad ya había atacado a Londres dos veces en el siglo XVII. La información de los boletines permitió observar el avance y retroceso de la enfermedad y para los potentados, poder decidir sobre la posibilidad de alejarse del lugar donde los contagios eran elevados.

También en la obra de Malthus aparecen las epidemias. Una de las teorías demográficas más comentada en la historia de los estudios de población, es la realizada por Thomas Malthus, en su Ensayo sobre el Principio de la Población elaborado en 1798. Señalaba que la población podía aumentar mediante un crecimiento geométrico, como 1, 2, 4, 8, 16, 32, etc. y los alimentos mediante una progresión aritmética, como 1, 2, 3, 4, 5, 6, etc. Sin duda que a este ritmo llegaría un momento en que los medios de subsistencia no alcanzarían para alimentar a todos los habitantes.

<sup>4</sup> Lotka, Alfred J (1969), “Teoría Analítica de las Asociaciones Biológicas”, CELADE, Santiago de Chile.

<sup>5</sup> Graunt, John (1662), “Natural and Political Observations Mentioned in a Following Index, and Made upon the Bills of Mortality”.

<sup>6</sup> Reinhard, Marcel y Andre Armengaud 1996), *Historia de la Población Mundial*, Ediciones Ariel, Barcelona.



Malthus ha sido severamente cuestionado ya que no tomó en cuenta el avance tecnológico, sin embargo, su teoría en la actualidad continúa discutiéndose y ahora vuelve a analizarse a partir de la pandemia del Covid-19 y del muy rápido crecimiento demográfico de las ciudades, que es donde el Coronavirus se ha ensañado. En su ensayo Malthus escribía sobre los obstáculos positivos que se oponen al crecimiento demográfico, que son todos aquellos que contribuyen a reducir la duración de la vida. En este grupo incluía a la pobreza extrema, la vida de las grandes ciudades, las guerras, el hambre, las epidemias y las pestes.

No todo es malo en los aislamientos. Durante las epidemias de peste en el siglo XVII se dieron importantes avances en la ciencia. Isaac Newton descubrió, entre otras cosas, la ley de la gravitación universal y escribió las bases del Cálculo integral y diferencial, durante el aislamiento por la peste en 1665. Se dice que William Shakespeare en la cuarentena de 1606, durante el brote de peste, creó algunas de sus grandes obras trágicas: *El rey Lear*, *Macbeth* y *Antonio y Cleopatra*.

### La influenza española en México

Según los analistas, en México perecieron por la influenza española entre 300 mil y 500 mil mexicanos durante el otoño de 1918. México tenía en esa fecha una población de alrededor de 14 millones, lo que significa que murió el 3.5% de la población mexicana, si tomamos el número de 500 mil muertes. Si ese porcentaje se presentara hoy con la enfermedad del Covid-19, podrían morir casi 4.5 millones de mexicanos. Hoy México tiene 128 millones de habitantes. Sólo para mostrar la terrible letalidad de la influenza española de hace un siglo.

*“Evitar conglomeraciones. No usar platos o toallas empleadas por otras personas a menos de que hayan sido previamente esterilizadas en agua hirviendo. No poner la boca en la bocina del teléfono. Evitar cambios bruscos de temperatura. Caminar en vez de usar el transporte cuando no se tenga que ir muy lejos. Lavarse la cara y las manos al llegar a la casa y cambiar de ropa, si fuere posible antes de estar entre los miembros de la familia. Además no saludar de mano ni de beso, ventilar las habitaciones y taparse con un pañuelo al toser o estornudar.”<sup>7</sup>* No me estoy refiriendo a la actualidad, estas son las recomendaciones que hicieron las autoridades mexicanas de salud en 1918, las cuales son muy parecidas a las que hoy se hacen respecto al Covid-19. Algunas otras acciones tomadas en esa época fueron las siguientes: los barcos detectados con casos de influenza española se pusieron en cuarentena. También se ordenó, como ahora, el cierre de teatros, iglesias, restaurantes, y otros lugares de elevada concentración poblacional.<sup>8</sup>

Durante la pandemia de 1918, los fallecimientos diarios de cientos de personas ocasionó que se saturaran los cementerios. En algunas partes del país se autorizó el entierro en fosas comunes. Los acelerados niveles de la mortalidad por la influenza ocasionaron que muchos ataúdes permanecieran en las calles esperando que los sepultaran. En esta pandemia murieron principalmente los adultos jóvenes y en su mayoría mujeres.<sup>9</sup>

<sup>7</sup> Arellano González, Carlos (2020). “Y un siglo después, el jinete del apocalipsis volvió. La ‘gripe española’ en México”. *Milenio 2020*, México, 14 de abril; en línea: [milenio.com/cultura/gripe-espanola-1918-matamiles-mexico](http://milenio.com/cultura/gripe-espanola-1918-matamiles-mexico).

<sup>8</sup> *ibid.*

<sup>9</sup> *ibid.*



## Víctor Urquidi y el crecimiento exponencial

Es importante reconocer que Víctor Urquidi tenía claro el significado del crecimiento exponencial. En un artículo denominado: “Política de Población en México. La necesidad de planear a muy largo plazo”<sup>10</sup>, presentó una serie de escenarios sobre la población que habría en México del 2000 al 2100, los cuales fueron hechos, seguramente, con una calculadora manual de escritorio. Entre uno de los resultados importantes señaló que México podría tener 1,989 millones de habitantes en el año 2100. Si bien es cierto que esa estimación fue exagerada, ayudó a que el Estado Mexicano tomara una serie de acciones orientadas a regular el ritmo de crecimiento demográfico. Estos resultados, entre otros, hicieron cambiar la posición del presidente Luis Echeverría, quien había mantenido durante gran parte de su sexenio la idea de gobernar es poblar.

## Un poquito de Matemáticas para observar al Coronavirus

Sea  $C(t)$  el número de contagios por Covid-19 en el tiempo  $t$ , función que hemos visto que hasta hoy sigue un crecimiento exponencial en México.

$$\text{Dividamos } \frac{C(t)}{C(t-T)} = \frac{C(0)e^{rt}}{C(0)e^{r(t-T)}} = e^{rT} \dots (1)$$

$T$  es el tiempo medio en que una persona contagia a otras.

Sea  $R_0$  el número reproductivo básico, y como ya dijimos muestra la velocidad a la que una enfermedad puede propagarse. Se sabe que  $R_0 = 1 e^{rT}$ <sup>11</sup>, lo que quiere decir que una persona contagia a  $R_0$  personas en un tiempo promedio igual a  $T$ . Si sustituimos  $R_0 = e^{rT}$  en (1) se tiene lo siguiente:

$$\frac{C(t)}{C(t-T)} = R_0 \dots (2)$$

Si dividimos el tiempo de contagios en el tiempo  $t$  entre los contagios en el tiempo  $t - T$  obtenemos una estimación del número reproductivo básico o nivel de contagiosidad. ¿Qué valor tiene  $T$ ? Este es un parámetro que están analizando los epidemiólogos y sobre el que todavía hace falta más investigación en el caso del Covid-19. Voy a suponer que el valor de  $T$  podría ser de 8 a 10 días, bajo el siguiente razonamiento. 1.- A partir de una muestra, con base en los datos abiertos de la Secretaría de Salubridad y Asistencia (SSA), se encuentra que una persona, en promedio, entre el momento de los síntomas y el ingreso por Covid-19 a un centro hospitalario puede variar entre 4 y 5 días, por lo que durante este tiempo pudo haber contagiado a uno o a varios individuos. 2.- La mediana del periodo de incubación, que es el tiempo entre el instante que una persona contrae el virus hasta el comienzo de los síntomas, se estima de 5 a 6 días<sup>12</sup>, periodo que podría ser activo en el contagio del Covid-19. Por tanto, supongo que el valor de  $T$  podría oscilar entre 8 y 10 días.

<sup>10</sup> Urquidi, Víctor (1976). “Política de Población en México. La necesidad de planear a muy largo plazo”, en *Población y Desarrollo Social*, Asociación Mexicana de Estudios de Población (AMEP).

<sup>11</sup> Lotka (1969), op. cit.

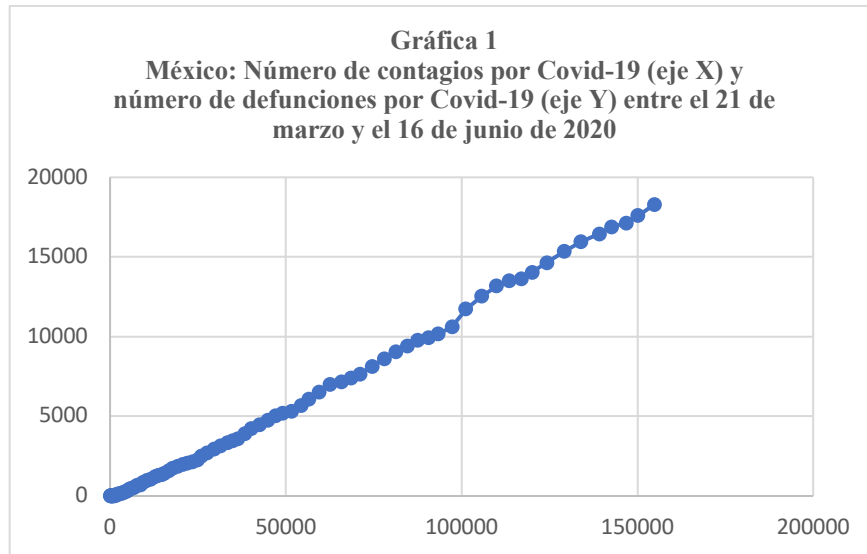
<sup>12</sup> Ministerio de Sanidad (2020), Información científica-técnica. Enfermedad por coronavirus, Covid-19; España. Actualización 2 de junio, página 7.



Si bien es cierto que el número de contagios puede estar subregistrado, la estimación puede obtenerse a partir de las defunciones por Covid-19. Si se establece una relación lineal entre las defunciones diarias por Covid-19 y el número de contagios diarios generados por el Sector Salud, se encuentra la siguiente relación:

$$D(t) = -330.398 + .118 C(t) \quad \dots (3)$$

Donde  $D(t)$  es el número de defunciones por Covid-19 en el tiempo  $t$ . Los coeficientes de determinación y de correlación entre las dos variables son: .998 y .999, respectivamente.  $D(t)$  es la variable dependiente (eje Y) y  $C(t)$  es la variable independiente (eje X). Esto significa, evidentemente, que las muertes por Covid-19 están muy relacionadas linealmente a los contagios (Ver gráfica 1).



Fuente: Cálculos propios, sobre la base de información de la Secretaría de Salud (SSA), datos del 21 de marzo al 16 de junio 2020.

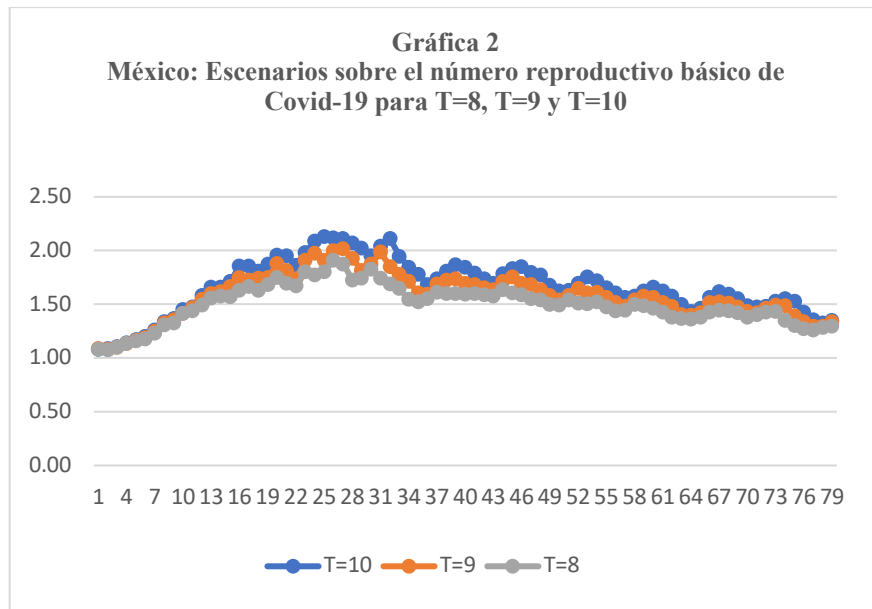
En efecto, la gráfica 1 muestra la estrecha relación lineal entre ambas variables. El coeficiente de determinación de casi uno permite calcular el nivel de contagiosidad a partir de las defunciones por Covid-19 de la siguiente manera:

$$R_0 = \frac{C(t)}{C(t-T)} = \frac{(D(t) + 330.398)/.118}{(D(t-T) + 330.398)/.118}$$

Es importante destacar que la estimación del índice de contagiosidad o número reproductivo básico  $R_0$  la he realizado con base en las defunciones por Covid-19 ( $D(t)$ ) debido a que como se ha observado y dicho, los contagios tienen un grado de subregistro desconocido, mientras que las defunciones por Covid-19 aunque pudieran tener una omisión, ésta no debe ser tan elevada y no debe ser tan cambiante en el tiempo. Aunque pudiera haber fallas en el diagnóstico de la causa de muerte por Covid-19, las defunciones seguramente tienen una mayor cobertura. Es difícil que no se registre un fallecimiento en las Estadísticas Vitales.

El resultado de la estrecha relación lineal entre las dos variables, prueba que las posibles deficiencias en los datos presentados diariamente, no son mal intencionadas, ni del número de contagios por Covid, ni de las defunciones por esta enfermedad.

Es importante observar en la gráfica 2 que bajo distintos escenarios de T ( $T=8$ ,  $T=9$  y  $T=10$ ), la dinámica de  $R_0$  desciende de manera continua, acercándose al valor de uno, que es el objetivo central para eliminar al virus. Se presentan oscilaciones del indicador explicadas por la fuente de datos que registra la ocurrencia de la muerte, en algunos casos, en forma tardía, una vez que se confirma la causa de la muerte por Covid-19. A mediados de abril se presentó el pico del número reproductivo. Llama la atención que el valor de  $R_0$  tuvo su máximo alrededor del 2, lo que quiere decir que las decisiones tomadas fueron correctas para que no se elevara en forma desmedida el número de contagios y muertes a cifras muy elevadas. En otros lugares del mundo el valor de  $R_0$  por Covid-19 llegó a estar en casi 6. Los mensajes relativos a *Susanadistancia* cumplieron su objetivo.



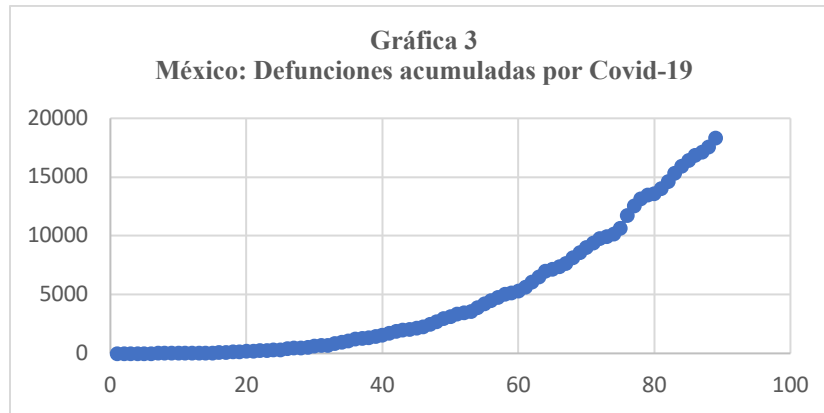
Eje X: Número de días (el día 1 es el 21 de marzo y el último se refiere a 16 de junio).

Eje Y: Número reproductivo.

Fuente: Cálculos propios, con información de la Secretaría de Salud (SSA).

No obstante estos escenarios positivos sobre la contagiosidad del Covid-19, es posible observar en la gráfica 3 que la evolución de las defunciones acumuladas sigue todavía un crecimiento exponencial hasta el momento. No hemos llegado al punto de inflexión que deseamos y que marcaría el inicio del descenso en el número de muertes y un cambio hacia la función logística. Estamos en un momento en el que se tiene que ser estricto con las medidas que la autoridad ha señalado, porque la pandemia no está controlada.





Eje X: Número de días (el día 1 es el 21 de marzo y el último se refiere a 16 de junio).

Fuente: cálculos propios, con base en información de la Secretaría de Salud (SSA), datos del 21 de marzo al 16 de junio 2020.

### Conclusiones

1.- Los datos sobre los contagios y las cifras de defunciones por Covid-19 producidos por la SSA tienen una estrecha relación lineal como lo muestra el coeficiente de determinación de .998.

2.- El número reproductivo básico o índice de contagiosidad tuvo como máximo el valor de dos a mediados de abril. A partir de ese momento viene bajando a un ritmo lento y con oscilaciones.

3.- Hasta ahora no ha sido ni será tan letal el Covid-19 como la *Influenza Española* de 1918. En el caso de que el Covid-19 tuviera la misma letalidad que la *Influenza Española* ocurrida en 1918, de 35 muertos por influenza por cada mil habitantes, México podría llegar a casi 4.5 millones de muertos por esta pandemia, cifra que no es posible por las acciones tomadas para enfrentar esta enfermedad.

4.- Todavía no podemos decir para nada que le ganamos la batalla al Coronavirus, el valor de  $R_0$  es mayor que 1. Estamos en un valor de  $R_0$  que varía entre 1.3 y 1.4 en los casos de los tres escenarios y la meta es llegar a uno o a menos de uno, para que un enfermo no contagie a otro. Este tipo de indicador habría que calcularlo a nivel de entidad federativa y en determinadas áreas de altos niveles de contagios, principalmente en la zona metropolitana de la ciudad de México, lugar de muy alto nivel de contagios y muertes.

5.- Es importante reconocer que las medidas tomadas por el gobierno coadyuvieron a que el número reproductivo básico nunca alcanzara cifras superiores a 2, sin embargo, el descenso es muy lento para llegar a  $R_0=1$ .

6.- La evolución de las defunciones por Covid-19 ha seguido un comportamiento exponencial hasta el momento de este análisis.

7.- Los mensajes de la autoridad a la población deben ser claros sobre las acciones a seguir. Los países europeos están ahora abriendo su economía, pero recordemos que la pandemia empezó un mes antes que en México. En España, por ejemplo, hoy ya no hay muertos por Covid-19. En

México, en cambio, hoy la pandemia no está controlada y el número de contagios y muertes es muy elevado.

8.- Finalmente es importante señalar que el mensaje de *Susanadistancia* fue positivo, el número de muertes y contagios hubiera sido mayor, sin embargo, hoy es insuficiente, por lo que es necesario redoblar esfuerzos para que el número reproductivo básico no se incremente y siga descendiendo.



Para conocer más, visita [www.centrotepoztlan.org](http://www.centrotepoztlan.org)

  @CentroTepoztlan

