



Limitar la exposición de las personas más vulnerables como estrategia para minimizar los fallecimientos por COVID-19

BUJÁN PÉREZ, ALEJANDRO¹; LÓPEZ DOMÍNGUEZ, IGNACIO¹; MALLAINA GARCÍA, PABLO²; ROMERO FRESNEDA, RAMIRO³

¹PhD. in Business Administration, Universidad Complutense de Madrid; ²Medical Degree, M.P.H., PhD; ³BS Degree in Physics.

Resumen

Objetivos: Cercanos al levantamiento de las medidas de confinamiento que se tomaron para reducir la velocidad de contagio y evitar la saturación del sistema sanitario provocado por la pandemia de COVID-19, sugiere hacer planteamientos de cómo afrontarlo, aplicado en este caso concreto a España.

Métodos: Se plantean estrategias hasta que la población contagiada supere el umbral de la inmunidad de grupo: una salida proporcional sin filtrar, una reapertura limitando por edad (primera estrategia) y un desconfinamiento más selectivo restringiendo salidas por edad a personas sin enfermedades crónicas (segunda estrategia).

Resultados: Los resultados obtenidos muestran reducciones en el número potencial de fallecidos del 82.56 % si se limitase la reapertura por edad y del 95.34 % si se restringiese por edad y sin enfermedades crónicas. Así, se reduciría la letalidad del 1.04 %, al 0.18 % y 0.05 % respectivamente.

Conclusiones: Favorecer el contagio de la Covid 19 entre los jóvenes y y población sana hasta alcanzar la inmunidad de grupo reduciría muy significativamente las muertes entre los ancianos y enfermos crónicos.

Palabras clave: COVID19, inmunidad de grupo, optimización del contagio, enfermedades crónicas, ancianos, tasa de mortalidad.

Abstract

Objectives: The foreseeable lifting of the containment measures that were taken in Spain to reduce the rate of contagion and avoid saturation of the health system caused by the COVID-19 pandemic, suggests making approaches to how to deal with it.

Methods: Strategies are proposed until the infected population exceeds the herd immunity threshold: an initial unfiltered proportional reopening, an age-limiting one (first strategy), and a more selective one, restricting mobility by age and only to people without chronic diseases (second strategy).

Results: The results obtained show reductions in the potential number of deaths of 82.56 %, if it were limited only by age. If it were restricted by age and without chronic diseases the reduction grows up to 95.34 %. Therefore, the fatality rate would be reduced from 1.04 % to 0.18 % and 0.05 % respectively.

Conclusions: Encouraging the spread of Covid 19 among younger, healthier people until group immunity is achieved would significantly reduce deaths among the elderly and chronically ill.

Key words: COVID19, herd immunity, contagion optimization, chronic diseases, elderly, fatality rate.

INTRODUCCIÓN

El SARS-CoV-2 es un coronavirus causante del síndrome respiratorio agudo grave 2 denominado COVID-19. Surgió a finales de 2019 en Wuhan (China) y se ha propagado rápidamente a nivel mundial hasta declararse una pandemia, alcanzando más de 4.3 millones de casos y 293,134 muertos a 13 de mayo de 2020 (Worldometer, 2020).

Pese a que la situación no es homogénea entre los distintos países, los nuevos brotes surgidos en países donde parecía estar controlada la pandemia como Singapur, Corea del Sur o Japón (Rich, 2020), parecen sugerir que la infección masiva puede terminar siendo inevitable, tal y como ya concluía el estudio preliminar publicado por el Imperial College COVID-19 Response Team dirigido por Neil M. Ferguson el 16 de marzo de 2020 y que sirvió de punto de partida para definir la estrategia de Reino Unido de cara a afrontar la pandemia del coronavirus.

En el citado estudio se contemplaban distintas estrategias de cara a reducir los fallecimientos por COVID-19, así como la demanda de recursos sanitarios: no hacer nada, mitigación y supresión y se comparaban los distintos resultados. Sin embargo, incluso en el último y más estricto planteamiento -supresión- a través de un confinamiento masivo, ya se sugería que no se conseguiría erradicar el virus sino simplemente retrasarlo, sin impedir su vuelta en nuevas oleadas posteriores dado lo particularmente contagioso que está resultando ser este virus.

Pese a las distintas alternativas disponibles a priori, la inmensa mayoría de países desarrollados han afrontado la pandemia de forma más o menos

Autor para correspondencia

Buján Pérez, Alejandro
 Facultad de Ciencias Económicas y
 Empresariales
 Departamento de Administración
 Financiera y Contabilidad
 Universidad Complutense de Madrid
 Campus de Somosaguas
 Pabellón de sexto
 28223 - Pozuelo de Alarcón (Madrid)
 alejandrobujan@ccee.ucm.es



similar, a través de cuarentenas masivas, ya que han alcanzado la capacidad máxima hospitalaria que supondría un incremento exponencial de las muertes por no poder atender a los enfermos (Ferguson et al., 2020).

Llegados a este punto, tras más de cinco semanas de cuarentena y pese a que siguen produciéndose contagios, los países occidentales se plantean, una vez superado el pico de atención en el número de pacientes hospitalizados (en Madrid el 4/04/2020 había 14,741 pacientes hospitalizados y esta cifra había bajado hasta 7,464 el 21/04/2020) comenzar a retirar el confinamiento tanto a nivel laboral como educativo (Brandon, 2020). Este planteamiento sugiere nuevamente que no es factible suprimir definitivamente el virus sino simplemente retrasar los contagios (evitando reuniones, multitudes y minimizando el contacto social) para no saturar el sistema sanitario hasta alcanzar la inmunidad de grupo, bien de forma natural o mediante una vacuna efectiva como solución definitiva (Stellino, 2020), siguiendo el planteamiento del jefe de epidemiología de la Agencia Pública de Salud sueca Dr. Ander Tegnell (Savage, 2020).

El presente trabajo establece una comparativa de las diversas estrategias que se pueden llevar a cabo con objeto de minimizar el número de fallecimientos en los contagios que previsiblemente se producirán tras la supresión de la cuarentena. Así, partiendo de un planteamiento inicial totalmente aleatorio, se propondrán estrategias según la información disponible sobre las tasas de mortalidad por coronavirus en función de dos criterios: edad y enfermedades crónicas previas.

REVISIÓN DE LA LITERATURA

El riesgo de pandemia ha sido una constante a lo largo de la historia de la humanidad (Ghendon, 1994), causando innumerables muertes y catástrofes.

Aunque eliminar una pandemia puede parecer el objetivo a alcanzar, solo se considera alcanzable en una etapa muy temprana (Flahault et al., 2006; Ferguson, 2020). Tampoco las cuarentenas por sí solas son una alternativa

para su desaparición (Enserink, 2005; Longini et al., 2005), sino que solo permiten reducir la velocidad de contagio. Es más, de limitarse la transmisión excesivamente, las cuarentenas pueden perjudicar la adquisición de inmunidad de grupo y la aparición de nuevos brotes de la pandemia y por tanto alargar su duración (Ferguson, 2020).

En su lucha por combatirlos, la ciencia ha descrito la vacunación y la inmunidad de grupo como las herramientas más efectivas (Anderson y May, 1985) en el caso de enfermedades infecciosas, combinadas con el uso de antivirales en ciertos casos (Longini et al., 2005).

Dado que el SARS-Cov-2 que causa la COVID-19 no tiene una vacuna debido a su reciente aparición, la inmunidad de grupo parece ser la opción más viable (Epstein, 2009). Entendiendo esta última como la infección de la población hasta alcanzar el **“umbral de individuos inmunes que conduzca a una disminución en la incidencia de infección”** (Fine, 2011). Pero también sobre la base de que en una población donde muchas personas son inmunes a una enfermedad, esta no puede propagarse (Freiberger, 2020).

Por otro lado, los modelos epidemiológicos clásicos suponen que la población es mixta, con personas que pasan del grupo susceptible, al infectado y al recuperado (Epstein, 2009). Sin embargo, existe la posibilidad de manejar las interacciones entre la población (Collins, 1998) como si fuera una organización que adapta sus comportamientos en función de la prevalencia de la enfermedad (Epstein, 2009), y dirigir la infección a los grupos de población más resistentes, hasta lograr la inmunidad de grupo. Especialmente cuando se conoce que la COVID-19 no afecta a la población de forma proporcional, sino que su incidencia se incrementa con la edad y especialmente entre la población con enfermedades crónicas (Koma, 2020).

METODOLOGÍA

Partiendo de la premisa inicialmente expuesta de que dado el desarrollo de la pandemia de la COVID-19 producida por el SARS-Cov-2 no es

factible suprimirla definitivamente, sino gestionar el ritmo de contagios, procedemos al cálculo del potencial de contagios y fallecidos.

Para calcular el potencial de contagios totales se partirá del número total de habitantes en España y se calculará el porcentaje de población necesaria que debe haber pasado la enfermedad para alcanzar la inmunidad de grupo, cifra a partir de la que los nuevos contagios casi desaparecerían (Fine et al., 2011; Ferguson et al., 2020).

Una vez disponemos de esta cantidad de contagios, necesitaremos conocer la tasa de fallecidos, sobre el total de infectados para conocer el número de potenciales fallecidos. Con objeto de ajustar el modelo, en lugar de utilizar número de fallecidos totales, y apoyándonos en la información que se transmite desde distintas instituciones, filtraremos por edad el número de contagios y fallecidos.

Por último, de cara a plantear las estrategias sugeridas deberemos conocer también la prevalencia de enfermedades crónicas en los fallecidos hasta ahora y la población española que las padece.

Datos

España tenía 47,026,208 habitantes en 2019, distribuidos conforme a la Tabla 1 según su edad.

La inmunidad de grupo, cantidad de población necesaria que esté vacunada o haya pasado determinada enfermedad para que el riesgo de un nuevo brote sea mínimo, depende de lo contagioso que sea en nuestro caso el virus. Así, en el caso de infecciones muy contagiosas, podrían necesitarse tasas de entre el 80-95 % de la población (Sampson, 2020).

En el caso del SARS-CoV-2, causante de la COVID-19, la información disponible hasta la fecha sugiere un porcentaje del 60 % (Lloyd, 2020) para alcanzar esta inmunidad de grupo según la información facilitada por Sir Patrick Vallance Asesor Científico Jefe del gobierno de Reino Unido. Este umbral del 60 % también es el considerado por las autoridades de Suecia (Ellyatt, 2020; Mai, 2020) y sobre el que trabajan para evitar medidas de confinamiento masivo. Para el cálculo de esta proporción se parte de la siguiente fórmula (Freiberger, 2020):

$$1 - S > 1 - 1/R_0$$

Donde S es la población no susceptible a contagiarse y R_0 el ritmo reproductivo básico. Así, para asegurar que se alcanza la inmunidad de grupo, se necesita al menos que $1 - 1/R_0$ de la población no sea susceptible al contagio por haberse recuperado de la infección. Este umbral del 60% asume un R_0 de 2.5 que está en la parte intermedia de las estimaciones para la COVID-19 (Ellyatt, 2020; Mai, 2020; Ferguson, 2020; Lloyd, 2020) que lo sitúan entre el 2-3 %, y asumiendo que inicialmente el 100% de la población es susceptible de padecerla ($S = 0$).

Respecto de las tasas de mortalidad en pacientes con COVID-19, los datos actuales muestran una gran disparidad entre países, entre otras razones debido a los distintos criterios en la contabilización de fallecidos y al desconocimiento del número total de contagiados. Este segundo motivo, se debe a que un porcentaje significativo padece la enfermedad de forma casi asintomática sin requerir hospitalización, por lo que hasta que no se hagan tests que permitan cuantificar esta magnitud, la información que disponemos es limitada para la mayoría de países.

De entre las regiones de las que se empieza a disponer de esta información, que acumulen un número significativo de casos, y que generan menos dudas en cuanto a cómo contabilizan el número de fallecidos, podemos destacar la ciudad de Nueva York en Estados Unidos (New York City Health, 2020). También Islandia o Corea del Sur han realizado test masivos. Sin embargo, la baja propagación de la enfermedad hace difícil trasladar esos datos al total de la población.

TABLA 1

DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN EN ESPAÑA POR EDAD

Edad	0-19	20-44	45-64	65-74	75 o más
Población	9.207.974	15.238.220	13.522.821	4.574.635	4.482.558

Fuente: INE (2020) y elaboración propia.



A partir de los datos disponibles de contagios confirmados, hospitalizados y fallecidos de la Ciudad de Nueva York a 22 de abril de 2020 (New York City Health, 2020) y la población estimada de la ciudad según grupos de edad en 2020 (Salvo et al., 2006), se ha confeccionado la tabla 2.

El porcentaje de casos confirmados en la ciudad del 1.6 % sobre la población total, contrasta con un estudio para cuantificar el porcentaje real de la población expuesta, y que se estima en el 21.2 % (LaVito et al., 2020). Este dato, nos permite medir la letalidad sobre la población que se estima esté infectada (tabla 3), no sólo sobre los casos confirmados que están sesgados por incluir en mayor medida a los hospitalizados, y subestimar los asintomáticos, que en el Crucero Diamond Princess (NIID Japan, 2020) o el Portaviones Theodore Roosevelt (Stewart y Ali, 2020) eran de hasta el 60 %.

Sin embargo, para parametrizar el modelo, debemos repartir ese porcentaje del 21.2 % por edad. Al no disponer de este detalle se ha dis-

tribuido según la información disponible de los test masivos realizados en Corea del Sur (So, 2020), donde se sugiere que las personas adultas entre 18 y 44 han padecido en mucha mayor proporción la enfermedad, pero no han sufrido empeoramiento en su salud en la mayoría de los casos.

Además, con objeto de incluir el efecto del decalaje existente entre el momento de la infección y el potencial fallecimiento (parte de los infectados hoy fallecerán en las próximas semanas), en la tabla 3 se ha añadido una última fila duplicando la estimación de fallecidos que previsiblemente se seguirán produciendo de entre los ya infectados. La tasa de letalidad promedio del 0.70 % encaja con las estimaciones más recientes que la sitúan entre el 0.5 % y el 0.8 % en función de la edad de la población (Sanders, 2020).

Por último, los últimos datos disponibles del estado de Nueva York muestran que el 89.1 % del total de fallecidos padecía enfermedades crónicas como hipertensión, hiperlipidemia,

TABLA 2

CASOS, HOSPITALIZACIONES Y FALLECIDOS EN LA CIUDAD DE NUEVA YORK

Magnitud	Edad					Total
	0-17*	18-44	45-64	65-74	75 o más	
Casos confirmados **	171,5	1.554,5	2.529,0	2.552,6	2.976,7	
Hospitalizados **	13,6	153,7	630,3	1.192,5	1.830,5	
Fallecidos **	1,0	12,9	113,4	364,2	909,2	
Población en miles	2.118	3.364	2.152	636	417	8.687
Casos Confirmados	3.632	52.292	54.425	16.235	12.413	138.996
Hospitalizados	287	5.170	13.565	7.584	7.633	34.240
Fallecidos totales	21	433	2.440	2.316	3.791	9.002
Casos sobre población	0,17%	1,55%	2,53%	2,55%	2,98%	1,60%
Sobre casos confirmados						
Hospitalizados	7,90%	9,89%	24,92%	46,72%	61,49%	24,63%
Letalidad	0,58%	0,83%	4,48%	14,27%	30,54%	6,48%

*Los fallecidos en este rango de edad eran 0. Al existir fallecidos en otros países hemos aumentado la cifra hasta alcanzar una letalidad representativa. **Por cada 100,000 habitantes.

Fuente: INew York City Health, (2020); Salvo et al. (2006) y elaboración propia.

TABLA 3

ESTIMACIÓN DE CASOS Y TASA DE LETALIDAD EN LA CIUDAD DE NUEVA YORK

Magnitud	Edad					
	0-17*	18-44	45-64	65-74	75 o más	Total
Distribución contagios	6,8%	44,7%	31,1%	9,6%	7,8%	100,0%
Casos estimados (miles)	124,3	822,8	573,5	176,5	144,3	1.841,6
Sobre casos estimados						
Letalidad	0,0170%	0,0527%	0,4254%	1,3121%	2,6275%	0,49%
Letalidad x2	0,0341%	0,1053%	0,8508%	2,6242%	5,2550%	0,70%

Fuente: Elaboración propia.

diabetes, cáncer, demencia y problemas cardíacos, respiratorios y renales (New York State Health Department, 2020), y es reconocido como el porcentaje de población realmente en riesgo (Koma, 2020). Estas enfermedades crónicas no se distribuyen de forma uniforme entre la población, sino que se incrementan con la edad, por lo que se han considerado los siguientes porcentajes, a partir de la distribución ofrecida por Turabian (2017) adaptada a los grupos de edad previamente utilizados: 0-19 años un 9 %, 18-44 un 15 %, 45-64 un 45 %, 65-74 un 60 % y más de 75 años un 70 %.

HIPÓTESIS

A partir de la información previamente expuesta, calcularemos el total de fallecidos en caso de un contagio aleatorio y proporcional de la población según fuesen retirándose las medidas de confinamiento, hasta alcanzar un contagio del 60 % de la población. Con este dato de partida, contrastaremos posteriormente las siguientes hipótesis:

H1: Retirando el confinamiento de forma paulatina, priorizando a la población más joven, se reduciría el número de fallecidos.

Esta primera hipótesis se sustenta en el hecho de que la letalidad crece con la edad tal y como se puede apreciar en las tablas 2 y 3.

H2: Retirando el confinamiento de forma paulatina, priorizando a la población más joven y sin enfermedades crónicas, se reduciría el número de fallecidos.

Esta segunda hipótesis se sustenta en el hecho de que la letalidad crece con la edad, tal y como se puede apreciar en las tablas 2 y 3, y en que en el Estado de Nueva York, el 89.1 % de los fallecidos eran enfermos crónicos (Koma, 2020; New York State Health Department, 2020). Es especialmente reseñable que este planteamiento sea similar al inicialmente sugerido el 16 de marzo de 2020 por el Imperial College COVID-19 Response Team (Ferguson, 2020), para quien la mejor opción pasaba por una estrategia de mitigación limitada al distanciamiento social de “personas mayores y aquellos con problemas de salud previos”.

Por último, ambas hipótesis se sustentan también en el “Plan para la Transición hacia una Nueva Normalidad” publicado el 28 de abril de 2020 por el Ministerio de Sanidad, sobre las fases para el desconfinamiento en España. Concretamente en el Anexo II, Fases I y II en cuanto al contacto entre personas se expone:

“Establecimiento de medidas para la protección específica de todos los grupos vulnerables en el desarrollo de las medidas de alivio.

Contacto social en grupos reducidos para personas no vulnerables ni con patologías previas.”



RESULTADOS

Los fallecidos hasta alcanzar un nivel de contagio del 60 % de la población siguiendo un contagio aleatorio y proporcional de la población según fuesen retirándose las medidas de confinamiento se recogen en la tabla 4.

La cifra estimada de fallecidos totales de 293,908 es a todas luces desgarradora. Para ponerla en contexto, suponen más del 50 % de los fallecidos durante todo un año en España, donde fallecieron en 2019 427,721 personas (INE, 2019). La tasa de letalidad sería del 1.04 % de la población contagiada, y lo que es peor, supondría tener que encadenar cuarentenas sucesivas para evitar el colapso del sistema sanitario (Kissler et al., 2020).

Sin embargo, con las estrategias definidas previamente, se ha elaborado la tabla 5 donde se recogen los siguientes cálculos:

1. **Primera estrategia (H1)**, que supone retirar el confinamiento a la población más joven, y por tanto priorizando el contagio en estos grupos donde la letalidad es menor. Se acumulan según grupos de edad hasta alcanzar una población expuesta del 60 % del total (28,215,725 personas). Ver tabla 5.
2. **Segunda estrategia (H2)**, que supone retirar el confinamiento a la población más joven, pero sólo aquella sin enfermedades crónicas, y por tanto priorizando el contagio en estos grupos donde la letalidad es sustancialmente menor. Se acumulan hasta alcanzar una población expuesta del 60 % del total.

En esta segunda hipótesis hubo además que calcular:

- La población sin enfermedades crónicas para cada grupo de edad.
- La letalidad para los distintos grupos de edad sin enfermedades crónicas, ya que la información obtenida en el Estado de Nueva York, donde el 89.1 % (Koma, 2020; New York State Health Department, 2020) de los fallecidos tenían enfermedades crónicas (10.9 % sin crónicas) sugiere que este puede ser un criterio de filtrado significativo.

$$\text{Letalidad SIN Crónicas} = \frac{\%LetalidadEdad \times 10.9\%}{(1 - \%LetalidadEdad \times 10.9\%)}$$

Según se aprecia en la tabla 5, en la primera estrategia (H1), la población expuesta se alcanzaría en el grupo de edad de 45-64 años en el que se expondrían 3.8 millones de un total de 13.5. Atendiendo a la distribución de esta población en grupos de cinco años del INE (2020), la edad de corte sería aproximadamente los 49 años, ya que el grupo 45-49 son justo esos 3.8 millones.

Por otro lado, para la segunda estrategia (H2), la población expuesta alcanzaría también el grupo 45-64, pero sería necesario exponer a 6.9 millones de personas de un total de 7.4 millones sin enfermedades crónicas. Atendiendo a la distribución de esta población en grupos de cinco años del INE (2020), y a que el porcentaje de crónicos se distribuye linealmente en el grupo, la edad de corte sería aproximadamente 64 años.

TABLA 4

POBLACIÓN A INFECTARSE, LETALIDAD Y FALLECIDOS EN INFECCIÓN ALEATORIA

Magnitud	Edad					Total*
	0-19	20-44	45-64	65-74	75 o más	
60% Población	5.524.784	9.142.932	8.113.693	2.744.781	2.689.535	28.215.725
Letalidad	0,0341%	0,1053%	0,8508%	2,6242%	5,2550%	1,04%
Fallecidos	1.883	9.629	69.034	72.028	141.335	293.908

*La letalidad total del 1.04 % varía del 0.7 % anterior, por la distinta distribución entre la población de España (más envejecida) y la Ciudad de Nueva York.

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 5

CÁLCULO DE FALLECIDOS CON ESTRATEGIAS DE EXPOSICIÓN SELECTIVA DE LA POBLACIÓN

H1: Priorizando por edad

Magnitud	Edad					
	0-19	20-44	45-64	65-74	75 o más	Total*
Población total del grupo	9.207.974	15.238.220	13.522.821	4.574.635	4.482.558	47.026.208
Población expuesta hasta acumular el 60%	9.207.974	15.238.220	3.769.531			28.215.725
Porcentaje de población acumulada	19,58%	51,98%	60,00%			
Letalidad	0,0341%	0,1053%	0,8508%	2,6242%	5,2550%	0,18%
Fallecidos	3.138	16.048	32.073	0	0	51.258

H1: Priorizando por edad sin enfermedades crónicas

Magnitud	Edad					
	0-19	20-44	45-64	65-74	75 o más	Total*
Población total del grupo	9.207.974	15.238.220	13.522.821	4.574.635	4.482.558	47.026.208
Porcentaje enfermos crónicos	9%	15%	45%	60%	70%	32,07%
Población con enfermedades crónicas	828.718	2.285.733	6.085.269	2.744.781	3.137.791	15.082.292
Población sin enfermedades crónicas	8.379.256	12.952.487	7.437.552	1.829.854	1.344.767	31.943.916
Población expuesta hasta acumular el 60%	8.379.256	12.952.487	6.883.981			28.215.725
Porcentaje de población acumulada	17,82%	45,36%	60,00%			
Letalidad sin crónicas	0,0041%	0,0135%	0,1686%	0,7151%	1,9093%	0,0486%
Fallecidos	342	1.749	11.608			13.699
Letalidad sin enfermedades crónicas	0,0041%	0,0135%	0,1686%	0,7151%	1,9093%	0,17%
Letalidad con enfermedades crónicas	0,3374%	0,6256%	1,6847%	3,8969%	6,6888%	2,89%

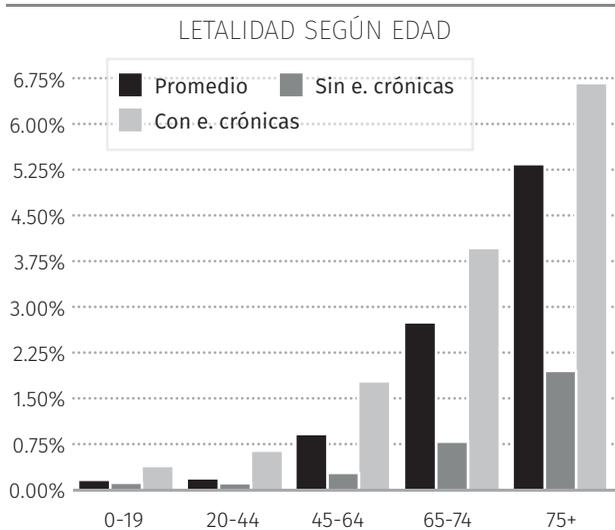
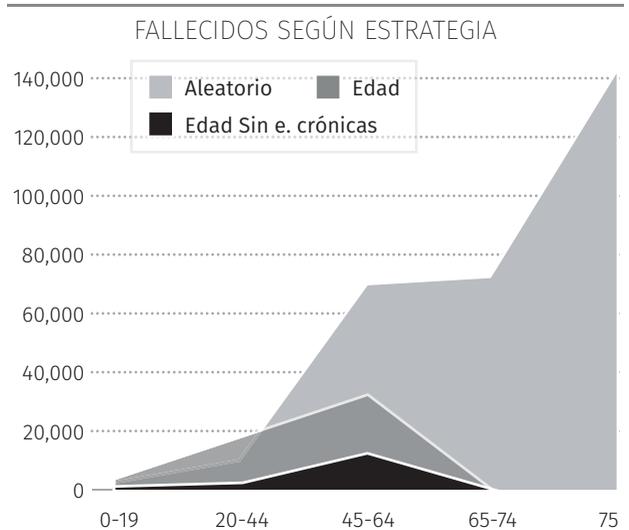
Fuente: Elaboración propia.

La lógica detrás de ambas estrategias se asimila mejor en las figuras 1 y 2. Dado que el contagio aleatorio y proporcional supone asumir tasas de letalidad promedio (figura 1, negro), distribuidas además de forma proporcional entre la población, el número de fallecidos es el más elevado al afectar a los grupos más vulnerables (figura 2, gris claro). Por otro lado, en la primera estrategia (H1), aunque las tasas de letalidad son las mismas (figura 1, negro), el contagio prima en los grupos de edad donde estas son más bajas lo que nos lleva a menores fallecidos (figura 2, gris oscuro). En el otro extremo está la segunda estrategia (H2) que además de priorizar por edad, dentro de cada grupo se dirige a la

población con letalidad menor (figura 1, gris oscuro), dejando sin contagio a las tasas más altas de los enfermos crónicos (figura 1, gris claro).

Contraste de hipótesis

H1: Aplicando la estrategia enunciada en la primera hipótesis, los fallecidos totales se reducirían hasta en un 82.56 % respecto de un contagio proporcional y aleatorio. El número de fallecidos estimado sería de 51,258 personas, por lo que **podemos aceptar que priorizar la exposición de la población más joven reduciría significativamente el número total de fallecidos**. La letalidad se reduciría al 0.18 % de la población expuesta.

**FIGURA 1****FIGURA 2**

Fuente: Elaboración propia.

H2: Aplicando la estrategia enunciada en la segunda hipótesis, los fallecidos totales se reducirían hasta en un 95.34 % respecto de un contagio proporcional y aleatorio, y hasta un 73.27 % respecto de un cribado sólo por edad. El número de fallecidos estimado sería de 13,699 personas, por lo que podemos aceptar que priorizar la exposición de la población más joven y sin enfermedades crónicas reduciría significativamente el número total de fallecidos. La letalidad se reduciría al 0.05 % de la población expuesta.

Análisis e interpretación

Las estrategias basadas en la inmunidad de grupo sin vacuna son imperfectas (en el caso que nos ocupa alcanzar una inmunidad del 60% de la población), ya que pueden seguir surgiendo brotes epidémicos decrecientes hasta el umbral de infección total.

Con el objetivo de describir de forma didáctica la evolución de la pandemia, y suponiendo que se ha seguido la estrategia 2 (limitar la exposición de las personas más vulnerables) de forma exitosa, se ha confeccionado la figura 3 empleando el simulador CovidSIM (Eichner y Schwehm 2020).

En su configuración se ha partido de los siguientes valores iniciales: $R_0 = 2.5$ y letalidad del 0.05 %. Estos datos se han complementado con la severidad (hospitalizados y fallecidos) de

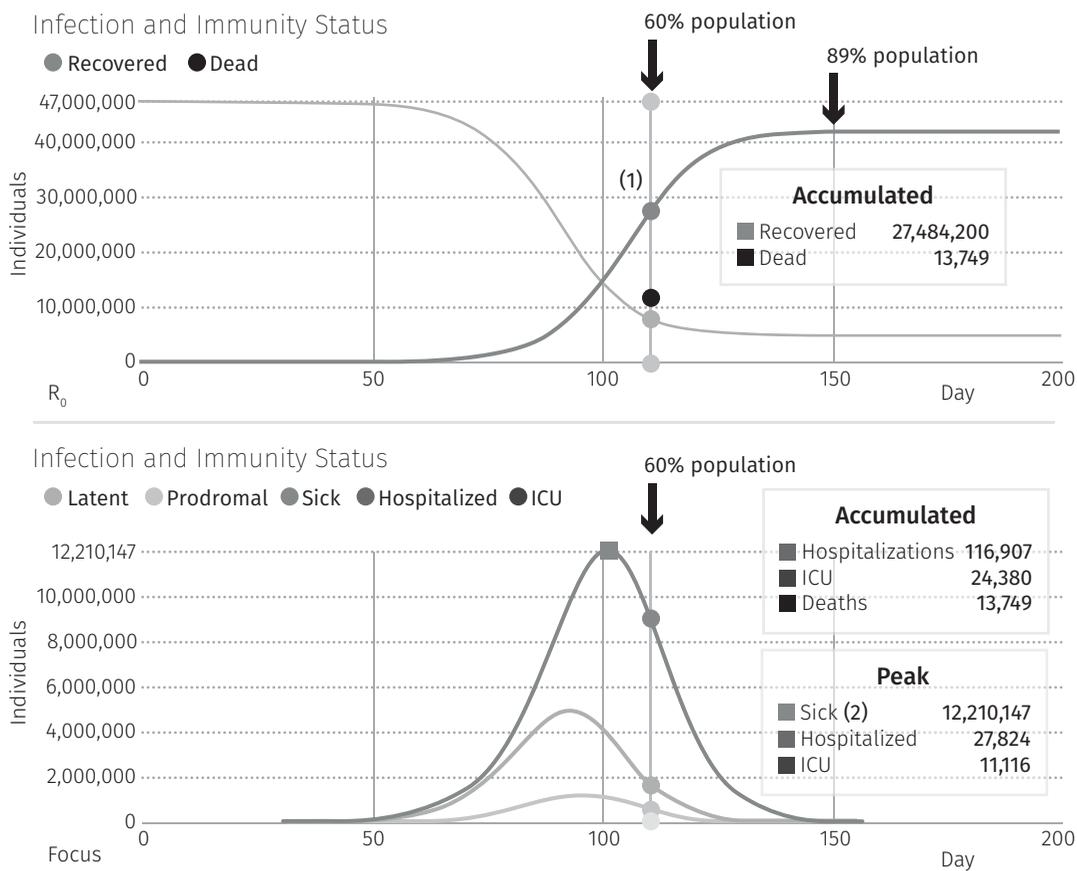
la COVID-19 de la Ciudad de Nueva York (Tabla 3), considerando una supervivencia a ingreso en UCI del 50 %. De este modo, ponderando entre la población expuesta siguiendo la segunda estrategia, se ha obtenido una tasa de hospitalización media del 0.32 % (lo que supondría el fallecimiento de 1 de cada 6.57 ingresados) e ingreso en UCI del 20.85 % de hospitalizados.

En primer lugar, puede apreciarse, tal y como ya exponíamos, que una vez alcanzado el 60% de inmunidad la pandemia no desaparece, pero el ritmo de contagio sí se aprecia claramente decreciente. Sin embargo, no es hasta el umbral del 89% cuando puede darse por superada la pandemia.

Por tanto, alcanzar ese 60% no supone relajarse, sino extremar la precaución más aún para no estropear el trabajo hecho. Se debería seguir protegiendo a los más vulnerables, pero desde una situación mucho más positiva que permitiría controlar posibles rebrotes. Sería asumible, por ejemplo, controlar que las visitas y el personal que atiende a los colectivos de riesgo están ya inmunizados, teniendo que mantener estos controles hasta que se dispusiese de una vacuna eficaz. Esto nos llevaría a que a partir del punto (1) la propagación disminuiría muy significativamente, y no como muestra la gráfica que representaría una

FIGURA 3

PANDEMIA SIGUIENDO LA ESTRATEGIA 2 HASTA ALCANZAR LA INMUNIDAD DE GRUPO
(Aislamiento de mayores de 65 años y enfermos crónicos)



Fuente: Elaboración propia.

continuación en la infección al mismo ritmo para la población restante, vía la retirada de las medidas de protección de los más vulnerables de forma descontrolada.

La cifra más llamativa es sin duda el bajo índice de hospitalización respecto del total de enfermos (2), pero debemos recordar que se infectaría la población más resistente y que en muchos casos superan la infección de forma asintomática (Stewart y Ali, 2020) o con síntomas leves que no requieren hospitalización.

También es especialmente significativo otra información que nos concede la simulación, como que el pico de ingresos en UCI, principal

limitador de la capacidad hospitalaria, sería de algo más de once mil personas, cantidad que duplica la capacidad existente de 4,400 camas UCI en España (Delgado, 2020), por lo que debería ampliarse para gestionar el pico de la pandemia como ya se ha hecho en la Comunidad de Madrid (Valdés, 2020) antes del confinamiento masivo.

Por último, sorprende ver cómo incluso en la estrategia más exitosa el sistema sanitario sobrepasaría su máxima capacidad, lo que apoya los planteamientos que sugieren que con otras estrategias se producirían cuarentenas recurrentes (Ferguson, 2020; Kissler et al., 2020).



CONCLUSIONES

Las incertidumbres sobre cómo afrontar una pandemia ante un virus desconocido son innegables. Sin embargo, la posibilidad de mantener el confinamiento establecido en el tiempo va perdiendo adeptos, ya que puede tener otros efectos negativos, no sólo sobre la actividad económica, sino sobre la propia salud.

En estas circunstancias, el presente trabajo compara diferentes estrategias de cara a cómo afrontar la reapertura con el objetivo de minimizar los fallecimientos hasta alcanzar la inmunidad de grupo, puesto que parece innegable que se producirían.

Frente a una apertura gradual sin ningún cribado, se plantea una primera estrategia basada en retirar el confinamiento limitando por edad, y una segunda con un cribado por edad y además sólo a personas sin enfermedades crónicas. La reducción del potencial de fallecidos en ambos casos es significativa, del 82.56 % y del 95.34 % frente a una reapertura sin cribado, pasando los fallecidos potenciales de 293,908 personas a 51,258 y 13,699 personas respectivamente si se consiguiese filtrar esa reapertura de forma óptima.

Por último, es especialmente es que en ambos casos el levantamiento parcial del confinamiento supondría volver a permitir la actividad laboral y educativa, ya que la edad de corte donde se mantendría la cuarentena temporalmente hasta alcanzar un contagio cercano medido en la inmunidad de grupo del 60 %, son los 54 años limitando sólo por edad y los 64 años limitando por edad y enfermos crónicos.

LIMITACIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Como en casi toda investigación surgen dudas y limitaciones, así como futuras líneas de investigación que permitan ajustar y mejorar los modelos.

Limitaciones

- Dificultad en la implementación. Conforme aumentan los criterios para limitar las salidas, más se dificulta su control, por lo que requeriría de gran concienciación social.

Sería especialmente difícil en la estrategia que limita por edad y enfermedades crónicas, ya que en las familias conviven además personas con distinta salud y supondría trasladarles o limitar los contactos dentro de la familia y la residencia.

- Las estrategias planteadas no se basan en limitar los contagios sino en intentar seleccionar quien se contagia, por lo que podría rechazarse por partes de la población afectada. Es más, con el objetivo de reducir el tiempo de aislamiento de la población sujeta a las restricciones, no debería limitarse el contacto entre el resto de la población.
- Las variables consideradas pueden no estar suficientemente contrastadas por la escasez de datos fiables antes del desarrollo tan rápido de la pandemia COVID-19 producida por el SARS-CoV-2.
- Riesgo de que no se obtenga inmunidad tras pasar la infección y por tanto posible reinfección.
- Asumimos que el 100 % de la población es susceptible de infectarse por el SARS-Cov-2 ante la falta de evidencia de sujetos que no se vean afectados por la misma.

Futuras líneas de investigación

- Medir el efecto sobre la probabilidad de saturar el sistema sanitario de las distintas estrategias, ya que en aquellas en que se expone a la población más sana, se requerirá menos ingresos y podría mantenerse un R_0 superior frente al contagio aleatorio (Alemania estimaba un R_0 máximo de 1 para no saturar el sistema sanitario).
- Aumentar el R_0 permite reducir el tiempo hasta que se alcance el nivel de contagio del 60 % lo que tiene indudables ventajas en cuanto a la reactivación económica y recuperación de la crisis.

- Anderson, R., May, R. (1985) Vaccination and herd immunity to infectious diseases. *Nature* 318, 323–329. <https://doi.org/10.1038/318323a0>
- Brandon, S. (2020) These European countries are starting to lift their coronavirus lockdowns. World Economic Forum. <https://www.weforum.org/agenda/2020/04/these-european-countries-are-starting-to-end-their-lockdowns/> Revisado el 27/04/2020
- Collins, D. (1998) *Organisational Change: Sociological Perspectives*. Routledge, London, ISBN 0 415 17156 3
- Delgado, A. (2020) Incidencia de la COVID-19 en las camas UCI en España. Datadista. <https://datadista.com/coronavirus/camas-uci/> Revisado el 3/05/2020
- Eichner, M. (Epimos GmbH), Schwehm M. (ExploSYS GmbH) (2020) CovidSIM Version 11. Supported by University of Tübingen and IMAAC NEXT Association. <http://covidsim.eu/> Revisado el 3/05/2020
- Ellyatt, H. (2020) Sweden resisted a lockdown, and its capital Stockholm is expected to reach 'herd immunity' in weeks. CNBC. <https://www.cnbc.com/2020/04/22/no-lockdown-in-sweden-but-stockholm-could-see-herd-immunity-in-weeks.html> Revisado el 27/04/2020
- Enserink M. (2005) Drugs, Quarantine Might Stop a Pandemic Before It Starts. *Science*, 309:5736, 870–871 <https://doi.org/10.1126/science.309.5736.870>
- Epstein, J. (2009) Modelling to contain pandemics. *Nature* 460, 687. <https://doi.org/10.1038/460687a>
- Ferguson, et al. (2020) Report 9: Impact of non-pharmaceutical interventions (NPIs) to reduce COVID-19 mortality and healthcare demand. Imperial College COVID-19 Response Team. Imperial College. <https://www.imperial.ac.uk/media/imperial-college/medicine/sph/ide/gida-fellowships/Imperial-College-COVID19-NPI-modelling-16-03-2020.pdf> Revisado el 22/04/2020
- Flahault A, Vergu E, Coudeville L, Grais R. (2006) Strategies for containing a global influenza pandemic. *Vaccine* 24, 6751–6755. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2006.05.079>
- Fine, P, Eames, K, Heymann, D.L. (2011) "Herd Immunity": A Rough Guide. *Clinical Infectious Diseases*, Volume 52, Issue 7, 1 April 2011, Pages 911–916, <https://doi.org/10.1093/cid/cir007>
- Freiberger, M. (2020) Maths in a minute: "R nought" and herd immunity. Plus Magazine. <https://plus.maths.org/content/maths-minute-r0-and-herd-immunity> Revisado el 2/05/2020
- Ghendon, Y. (1994) Introduction to pandemic influenza through history. *Eur J Epidemiol* 10, 451–453. <https://doi.org/10.1007/BF01719673>
- INE (2019) Defunciones según la Causa de Muerte. Año 2018. Instituto Nacional de Estadística, notas de prensa. https://www.ine.es/prensa/edcm_2018.pdf Revisado el 27/04/2020
- INE (2020) Población por comunidades, edad (grupos quinquenales), Españoles - Extranjeros, Sexo y Año. Instituto Nacional de Estadística. <https://www.ine.es/jaxi/Ta-bla.htm?path=/t20/e245/p08/&file=02002.px&L=0> Revisado el 22/04/2020
- Kissler, S., Tedijanto C., Lipsitch, M., Grad Y. (2020) Social distancing strategies for curbing the COVID-19 epidemic. <http://nrs.harvard.edu/urn-3:HUL.InstRepos:42638988> Revisado el 2/05/2020
- Koma, W., Neuman, T., Claxton, G., Rae, M., Kates, J., Michaud J. (2020) How Many Adults Are at Risk of Serious Illness If Infected with Coronavirus? Updated Data. Kaiser Family Foundation. <https://www.kff.org/global-health-policy/issue-brief/how-many-adults-are-at-risk-of-serious-illness-if-infected-with-coronavirus/> Revisado el 2/05/2020
- LaVito A., Brown, K y Cluskey, K. (2020) New York Finds Virus Marker in 13.9 %, Suggesting Wide Spread. Bloomberg. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-04-23/new-york-finds-virus-marker-in-13-9-suggesting-wide-spread> Revisado el 24/04/2020
- Lloyd, J. (2020) Coronavirus: can herd immunity protect us from COVID-19?. *Science Focus*. <https://www.sciencefocus.com/news/coronavirus-can-herd-immunity-protect-us-from-covid-19/> Revisado el 22/04/2020
- Longini Jr. I, Nizam A, Xu S, Ungchusak K, Hanshaoworakul W, Cummings D., Halloran M.E. (2005) Containing Pandemic Influenza at the Source. *Science*, 309:5737, 1083–1087 <https://doi.org/10.1126/science.1115717>
- Mai, H.J. (2020) Stockholm Expected To Reach Herd Immunity In May, Swedish Ambassador Says. NPR. <https://www.npr.org/2020/04/26/845211085/stockholm-expected-to-reach-herd-immunity-in-may-swedish-ambassador-says?t=1587982429936> Revisado el 27/04/2020
- Ministerio de Sanidad (2020) Plan para la Transición hacia una Nueva Normalidad Anexo II. Ministerio de Sanidad, Gobierno de España. http://www.lamoncloa.gob.es/consejodeministros/resumenes/Documentos/2020/28042020_Anexo%20II%20FASES.pdf Revisado el 28/04/2020
- New York State Health Department (2020) Top 10 Comorbidities by Age Group. New York Health Department. <https://covid19tracker.health.ny.gov/views/NYS-COVID19-Tracker/NYSDOHCOVID-19Tracker-Fatalities> Revisado el 24/04/2020
- New York City Health (2020) COVID-19 Data. New York City Health <https://www1.nyc.gov/site/doh/covid/covid-19-data.page> Revisado el 22/04/2020
- NIID Japan (2020) Field Briefing: Diamond Princess COVID-19 Cases, 20 Feb Update. National Institute of Infectious Disease, Japan. <https://www.niid.go.jp/niid/en/2019-ncov-e/9417-covid-dpfe-02.html> Revisado el 27/04/2020
- Rich, M. (2020) Why Asia's New Wave of Virus Cases Should Worry the World. *The New York Times*. <https://www.nytimes.com/2020/03/31/world/asia/coronavirus-china-hong-kong-singapore-south-korea.html> Revisado el 27/04/2020
- Salvo et al (2006) New York City Population Projections by Age/Sex & Borough 2000–2030. Department of City Planning, The City of New York. https://www1.nyc.gov/assets/planning/download/pdf/planning-level/nyc-population/projections_report.pdf Revisado el 22/04/2020
- Sampson, S. (2020) What Is Herd Immunity and Could It Help Prevent COVID-19?. *Health Line*. <https://www.healthline.com/health/herd-immunity> Revisado el 22/04/2020
- Sanders, R. (2020) Study challenges reports of low fatality rate for COVID-19. *Berkeley News*. <https://news.berkeley.edu/2020/04/24/study-challenges-reports-of-low-fatality-rate-for-covid-19/> Revisado el 28/04/2020
- Savage, M. (2020) Coronavirus: Has Sweden got its science right? *BBC News*. <https://www.bbc.com/news/world-europe-52395866> Revisado el 27/04/2020
- So, W. (2020) Age distribution of coronavirus (COVID-19) cases in South Korea. *Statista*. <https://www.statista.com/statistics/1102730/south-korea-coronavirus-cases-by-age/> Revisado el 24/04/2020
- Stellino, M. (2020) The claim: Herd immunity, not social distancing, would stop COVID-19. *USA Today*. <https://eu.usatoday.com/story/news/factcheck/2020/04/18/fact-check-herd-immunity-would-not-fully-stop-spread-coronavirus/5156368002/> Revisado el 27/04/2020
- Stewart, P y Ali, I. (2020) Coronavirus clue? Most cases aboard U.S. aircraft carrier are symptom-free. *Reuters Health News*. <https://www.reuters.com/article/us-health-coronavirus-usa-military-sympt-idUSKCN21Y2GB> Revisado el 28/04/2020
- Turabian, J.L. (2017) Prevalence of Chronic Diseases: in Defence of Epidemiological Craftsmanship in Family Medicine. *Chronicle Journal of Epidemiology and Preventive Medicine*. 1[1]: 005
- Valdés, I. (2020) Madrid amplía su número de camas de UCI hasta las 1.745 y supera los 3.000 fallecimientos. *El País*. <https://elpais.com/espana/madrid/2020-03-29/madrid-amplia-su-numero-de-camas-de-uci-hasta-las-1745-y-supera-los-3000-fallecimientos.html> Revisado el 3/05/2020
- Worldometer.info (2020) COVID-19 CORONAVIRUS PANDEMIC: Reported Cases and Deaths. *Worldmeter*. <https://www.worldometers.info/coronavirus/> Revisado el 13/05/2020