

# TRABAJO DE INVESTIGACION FINAL

## Patrones de Movilidad durante el COVID-19: Discusión sobre la Racionalidad de los Agentes en Argentina

Autor/es:

Crovetto, Sebastián Matías – LU: 1.066.174

Gomez Olaya, Jessica Cecilia – LU: 1.085.856

Zubizarreta, María de los Milagros – LU: 1.082.102

Carrera:

Licenciatura en Economía

Tutor:

Lic. Perez Vazquez, Ezequiel

Año: 2020

# Patrones de Movilidad durante el COVID-19: Discusión sobre la Racionalidad de los Agentes en Argentina

---

**Crovetto, Gómez, Zubizarreta**

**-UADE 2020-**

## **Resumen**

*Nuestro trabajo demuestra, mediante una regresión lineal múltiple, que los agentes económicos sufrieron un sesgo cognitivo en cuanto la percepción del riesgo del COVID-19, en línea con la literatura de toma de decisiones en contextos riesgos donde es esperable que estos no actúen completamente de forma racional. La demanda de autoprotección de los agentes fue medida utilizando los patrones de movilidad de los mismos, los cuales consideramos que eran explicados por la tasa de transmisión, la tasa de mortalidad, las restricciones, la incidencia y el stock real de deuda de tarjeta de crédito en moneda doméstica. Con la incorporación de una variable dummy que tomó valores cero para la primera mitad de la muestra y valor uno para la segunda mitad de la muestra, se logró captar el aumento de la movilidad por el mero hecho del paso del tiempo, a pesar de la creciente expansión del virus.*

**Palabras clave:** *movilidad, riesgo, comportamiento, COVID-19.*

## **Abstract**

*Through a multiple linear regression our work shows that economic agents suffered a cognitive bias in terms of their risk perception towards COVID-19, this goes in line with the decision-making literature in risk contexts where it is expected for economic agents not to act completely in a rational way. The agents' demand for self-protection was measured using their mobility patterns, which we consider to be explained by the transmission rate, the mortality rate, the restrictions, the incidence, and the real stock of credit card debt. in local currency. With the incorporation of a dummy variable with a value of zero for the first half of the sample and a value of one for the second half of the sample, it was possible to capture the increase in mobility due to the mere fact of the passage of time, despite the growing spread of the virus.*

**Keywords:** *mobility, risk, behaviour, COVID-19.*

## Índice

<b>Introducción</b>	<b>3</b>
<b>1. Utilidad Esperada y Economía Epidemiológica</b>	<b>5</b>
1.1 ¿Cómo se considera que los agentes toman decisiones en contextos riesgosos?	5
1.2 ¿Cómo los agentes perciben el riesgo?	6
1.3 ¿Cuáles son los aportes de la teoría económica al estudio de las epidemias?	7
<b>2. Evidencia Empírica sobre COVID-19</b>	<b>8</b>
2.1. ¿Por qué es relevante el estudio de la movilidad?	8
2.2. ¿Cómo varió la percepción del riesgo en otros países?	9
<b>3. Modelo y Metodología</b>	<b>12</b>
<b>3.1 Descripción de los datos</b>	<b>12</b>
Figura 1	14
Figura 2	15
<b>4. Resultados</b>	<b>17</b>
<b>4.1 Resultados del modelo</b>	<b>17</b>
Tabla 1	17
Tabla 2	18
4.2 ¿Son consistentes los resultados con la teoría?	19
<b>5. Conclusión</b>	<b>21</b>
5.1 Limitaciones y posibles extensiones.	21
<b>6. Bibliografía</b>	<b>23</b>

## Introducción

El 11 de marzo de 2020 la Organización Mundial de la Salud (OMS) caracterizó como una pandemia al COVID-19. El COVID-19 es una enfermedad infecciosa transmitida por un nuevo virus de la familia coronavirus llamado SARS-CoV-2. Los primeros casos de esta enfermedad fueron identificados en la ciudad de Wuhan localizada en la provincia China de Hubei hacia fines de 2019. Para el 20 de enero ya había casos reportados en Corea del Sur, Tailandia y Japón. Hacia fines de febrero fue declarado por la OMS como una emergencia sanitaria, pero el virus continuó expandiéndose alrededor del mundo con casos registrados en Europa, África y América culminando con la mencionada caracterización de pandemia. A diciembre de 2020, el virus había llegado a más de 200 países con más de 60 millones de casos y casi 1,5 millones de muertes.

Desde finales del Siglo XX, la economía contribuyó al estudio de las epidemias, entre ellas el COVID-19, con el objetivo de mejorar el diseño de políticas públicas cuyo foco este tanto en la prevención como en la efectiva erradicación del virus. Las epidemias son una situación más en la que los agentes deben tomar decisiones en contextos riesgosos. Dicho tópico ha sido objeto de estudio de la literatura económica desde hace varios siglos, donde las dos principales aristas se diferencian en el supuesto de racionalidad o racionalidad acotada como determinante del comportamiento de los agentes. El enfoque de nuestro trabajo está en contrastar los patrones de movilidad observados, durante la reciente pandemia, con los esperados de un agente racional, para poder discernir cuál supuesto es el más acorde. Es relevante identificar si las reacciones de las personas afectadas por su propia percepción del riesgo son consistentes con las de una agente racional o no, principalmente para el diseño de políticas públicas apropiadas.

Nuestra hipótesis consiste en que los agentes sufrieron de un sesgo cognitivo al no comportarse como agentes racionales dado que su movilidad se incrementó a medida que aumentaba la propagación del virus durante las medidas de confinamiento impuestas en Argentina. Un aumento en la propagación del virus implica mayor probabilidad de contagio y, por consiguiente, de muerte. Siguiendo a la literatura, si los beneficios de la autoprotección aumentan (reflejado por un incremento en la probabilidad de contagio y muerte) también lo debería hacer su demanda que, al no estar disponible una vacuna, se

traduce en una menor movilidad. La menor movilidad responde a la finalidad de reducir la exposición al virus y, de esta forma, protegerse ante él. Para verificar nuestra hipótesis empíricamente, contrastamos la movilidad observada -medida con datos de *Google Mobility*- con un modelo propio.

El presente trabajo consta de cinco secciones. En la primera sección discutiremos los supuestos detrás de un agente racional, las limitaciones empíricas y los aportes de la economía al campo de la epidemiología. En la segunda sección revisaremos la literatura económica reciente sobre cómo evolucionó la movilidad y la percepción del riesgo de los agentes respecto de la nueva pandemia. En la tercera sección, presentaremos los datos a utilizar en nuestro modelo y realizaremos una breve descripción de la metodología utilizada para el análisis empírico. En la cuarta sección, presentaremos los resultados del mismo. Finalmente, en la quinta sección, presentaremos las conclusiones, limitaciones y lineamientos para futuras investigaciones en el área.

## 1. Utilidad Esperada y Economía Epidemiológica

### 1.1 ¿Cómo se considera que los agentes toman decisiones en contextos riesgosos?

El concepto de utilidad esperada nace en Bernoulli (1738), donde se propone que cuando los agentes toman decisiones en un entorno riesgoso, sus decisiones no se basan en los resultados, sino que en la utilidad esperada que brindan dichos resultados en cada estado de la naturaleza. La teoría de la utilidad esperada es la respuesta a la paradoja de San Petersburgo formulada previamente por su primo Nicolaus Bernoulli en una carta, años antes.

En Von Neumann y Morgenstern (1953) se explicitaron tres axiomas (integridad, continuidad e independencia) necesarios para que esté garantizado que las preferencias de los agentes puedan ser representadas (matemáticamente) por una función de utilidad esperada. Además, dichos axiomas estaban asociados con la idea de racionalidad, ya que era esperable que las preferencias de cualquier agente racional los respete.

Autores como Markowitz (1952), Allais (1953) y Tversky (1972); escribieron sobre efectos que contradecían los axiomas de la teoría de utilidad esperada. El primero es el efecto certeza, por el que los agentes subponderan eventos que son posibles, pero no ciertos; el segundo es el efecto de reflexión, donde los agentes son aversos al riesgo cuando las posibilidades son positivas pero amantes al riesgo cuando las alternativas son negativas; y el tercero es el efecto aislamiento, donde los agentes tienden a descartar los componentes comunes de varias alternativas. En Kahneman y Tversky (1979) además de realizar un trabajo empírico para verificar dichos efectos mediante encuestas, los autores desarrollaron una teoría alternativa a la de utilidad esperada, consistente con esa evidencia empírica. La nueva teoría recibió el nombre de teoría prospectiva, a diferencia de la teoría de la utilidad esperada, los agentes le asignan valor a las ganancias y a las pérdidas en sí (y no al nivel de riqueza al que ellas llevan) y las probabilidades son reemplazadas por ponderadores de decisión. La función de valor resultante es normalmente cóncava para las ganancias, comúnmente convexa para las pérdidas, y generalmente es más pronunciada para las pérdidas que para las ganancias; dicha forma funcional difiere de la postulada por Von

Neumann y Morgenstern (1953) donde la función de utilidad esperada es cóncava en todo su dominio. Al desafiar los axiomas racionales de Von Neumann y Morgenstern (1953), el modelo de Kahneman y Tversky (1979) descansa en un agente cuya racionalidad es acotada.

## 1.2 ¿Cómo los agentes perciben el riesgo?

La discusión sobre la racionalidad de los agentes al elegir entre alternativas riesgosas se traslada a cómo ellos perciben el riesgo. En este sentido, en Luce y Weber (1986) se desarrolló un modelo llamado análisis conjuntos de riesgo esperado, que consiste en la axiomatización de la percepción subjetiva del riesgo que lleva a una representación del riesgo en función de una cantidad fija de parámetros. En este modelo, la percepción del riesgo está dada por las probabilidades y la utilidad de ganancias y pérdidas; y el statu quo. Como resultado, este modelo está alineado con los estándares normativos de racionalidad de la teoría de utilidad esperada.

Por otro lado, en Slovic (1987) se profundiza sobre la idea de que la racionalidad de los agentes en la toma de decisiones bajo riesgo es acotada. En él se realiza un estudio para sentar las bases de cómo los agentes procesan el riesgo y anticipar cómo reaccionarán ante situaciones peligrosas. La finalidad de dicha investigación es poder mejorar la comunicación de la información sobre el riesgo hacia los agentes no expertos, mejorando la efectividad de las políticas públicas. Slovic (1987) hace énfasis sobre la dificultad de los agentes para entender los procesos probabilísticos. Mientras que la percepción del riesgo para los expertos está ligada estrechamente con sus estimaciones de fatalidades anuales, la percepción de los no expertos descansa en otros factores, catalogados en dos grupos. El primer grupo es el riesgo a lo desconocido, en el que influyen la falta de conocimiento sobre la fuente de riesgo (tanto a nivel científico como a nivel individual), los riesgos no observables y los riesgos cuyo efecto tiene una demora o rezago. El segundo grupo es el riesgo por temor, que abarca factores como la percepción de peligro, la ausencia de control sobre las consecuencias, el potencial catastrófico del riesgo (y su alcance); el nivel de fatalidad de las consecuencias y si el riesgo se toma de forma voluntaria o no. La existencia de dichos factores lleva a las personas a evaluar el riesgo de forma incorrecta; y otro aporte fundamental es el reconocimiento de que el error puede persistir incluso ante la presencia de evidencia.

### 1.3 ¿Cuáles son los aportes de la teoría económica al estudio de las epidemias?

La rama de la economía que se dedica a estudiar las epidemias es relativamente reciente. En Philipson (2000) se encuentra un resumen de los aportes más importantes de la economía a dicho campo; uno de ellos es la construcción de un modelo epidemiológico que incorpora un comportamiento racional de los agentes ante los incentivos generados por el avance de la enfermedad, especialmente, la elasticidad de la autoprotección al nivel de penetración de la enfermedad en la sociedad. Si los agentes reaccionan ante el avance de la enfermedad entonces la capacidad de propagación de la epidemia tiene un límite porque cuanto más avance, mayor demanda por autoprotección tendrán los agentes. Adicionalmente, el retroceso de la enfermedad reduce los niveles de precaución de los agentes por lo que un éxito inicial en el control de la pandemia hace progresivamente más difícil su erradicación. Otro aporte relevante de la teoría económica al estudio de las epidemias es su comparación con un impuesto, las epidemias no sólo tienen un costo directo en términos de muertes, sino que también un costo en términos de la distorsión que causan en las decisiones; ambos costos constituyen la pérdida total en el bienestar.

A pesar de que en Philipson (2000) el modelo descansa en un agente racional, en Bhattacharya, Goldman y Sood (2009) se encuentra una situación en la que se demuestra que la racionalidad de los agentes frente a la enfermedad es acotada. Para comprobarlo realizaron un estudio sobre la percepción del riesgo de los agentes ante la contracción de una enfermedad mortal. A través del modelado del mercado secundario de seguros de vida en Estados Unidos, concluyeron que los consumidores cometen errores sistemáticos en la percepción de riesgo respecto de su propia mortalidad. Un hallazgo relevante para nuestra propia investigación es que “[...] en una etapa temprana de la enfermedad los consumidores subestiman su esperanza de vida y en etapas más avanzadas sobreestiman su esperanza de vida” (Bhattacharya et al., 2009, 461), es decir, que a medida que transcurre la enfermedad la percepción del riesgo cae cuando en realidad el riesgo está en aumento.

## 2. Evidencia Empírica sobre COVID-19

### 2.1. ¿Por qué es relevante el estudio de la movilidad?

En el estudio realizado en Kraemer et al. (2020) se observó como el aumento inicial de casos de COVID-19 en distintas provincias de China se explicó casi en su totalidad por la movilidad interurbana proveniente de la ciudad de Wuhan, el epicentro de la enfermedad. En el mismo, se encontró que la mayoría de las provincias experimentaron un aumento en el nivel de casos antes de que se establecieran restricciones a los viajes intraurbanos y medidas de control locales. Cabe destacar que las restricciones de viaje entre ciudades son particularmente útiles en la etapa inicial de la propagación del virus, dado que los primeros casos son importados. Sin embargo, con el comienzo de la transmisión local, se implementan medidas de salud pública a nivel local (dentro de las que se encuentra la restricción a la movilidad intraurbana) resultando en una pérdida de significatividad de la movilidad interurbana como factor explicativo de la expansión de la enfermedad. Como resultado, dichas restricciones se tornan inefectivas a medida que aumenta la propagación del virus. Los autores arriban a dichas conclusiones analizando los datos de movilidad entre las distintas provincias de China y Wuhan (movilidad interurbana) en tiempo real, junto con los datos epidemiológicos de cada una.

En Tian et al. (2020) se profundiza sobre el estudio anterior. En este estudio se demuestra que, en las ciudades de China donde se implementaron medidas de control de manera preventiva, es decir, durante la primera semana de propagación del virus; se informaron menos casos en promedio, al compararlas con las ciudades que comenzaron a controlar más tarde. A su vez, la declaración de emergencia nacional retrasó el crecimiento y limitó el tamaño de la epidemia de COVID-19 en China. Dicha declaración incluyó medidas que buscaron la reducción de la movilidad como la suspensión del transporte público intraurbano, el cierre de lugares de entretenimiento y la prohibición de reuniones públicas. En cuanto a la metodología utilizada para la obtención de dichas conclusiones, la misma se asimila al estudio mencionado previamente dado que se utilizó un análisis cuantitativo del movimiento y las intervenciones de salud pública durante los primeros 50 días de la epidemia en China.

Adicionalmente, en Badr et al. (2020), se demuestra que existe una correlación fuerte y estadísticamente significativa entre el distanciamiento social, cuantificado por patrones de movilidad, y la reducción del crecimiento de casos de COVID-19, tomando información de diferentes condados de EE. UU. En dicho estudio, se comprueba que la movilidad es estadísticamente significativa cuando es incorporada como medida explicativa del aumento de los casos. A luz de dicha evidencia y de la ausencia de una vacuna, los autores concluyen que el distanciamiento social es una de las formas más importantes de prevención contra el COVID-19. Por otra parte, este estudio reveló que el distanciamiento social (y la desaceleración del crecimiento de la epidemia) en los condados más afectados por COVID-19, fue impulsado principalmente por cambios en el comportamiento a nivel individual antes de que incluso se establecieran regulaciones formales. La experiencia de Estados Unidos se diferencia entonces del caso chino donde la movilidad recién empezó a disminuir después de la implementación de medidas gubernamentales. Por lo cual, es importante destacar que las tasas de crecimiento de la propagación del virus sugieren que un retorno a la movilidad inicial plantea un riesgo significativo de aumento de infecciones, y que dicho aumento tendrá un rezago de hasta tres semanas.

## **2.2. ¿Cómo varió la percepción del riesgo en otros países?**

En Glöckner et al. (2020) se realizaron encuestas, en Alemania, con el fin de observar la evolución de la percepción del riesgo durante la etapa inicial y la etapa de crecimiento exponencial de la epidemia. Dichos autores, no sólo midieron la percepción del riesgo de forma global respecto del COVID-19, sino que descompusieron el riesgo de la epidemia por eventos. En este sentido, midieron la percepción del riesgo respecto a la probabilidad del evento catastrófico de contagiarse y ser hospitalizado; y la de un evento más factible como el de contraer el virus, pero sin sufrir demasiados problemas. Los autores siguieron dicho camino dado que los agentes suelen evaluar cualitativamente diferente los riesgos catastróficos (alto impacto, pero baja probabilidad de ocurrencia) de los que ocurren con mayor frecuencia, pero con menor impacto. Ellos concluyen que la percepción de riesgo, en términos agregados, aumentó con el paso del tiempo y a la par del crecimiento de los casos, debido al creciente temor percibido y, a pesar, del mayor control y conocimientos científicos sobre la pandemia. Por un lado, la probabilidad del evento catastrófico se sobreestimó y aumentó en la fase de crecimiento exponencial de la pandemia, mientras que, las probabilidades de infección se estimaron de una manera relativamente racional.

Con respecto a la percepción del riesgo como probabilidad de infección solamente, ésta fue impulsada principalmente por el temor y no por la capacidad de control o el conocimiento científico sobre el riesgo, como uno esperaría dado el trabajo de Slovic (1987). Adicionalmente, el control sobre la infección y el nivel de conocimiento aumentó la percepción del riesgo en términos agregados contrario a lo esperado por Slovic (1987). En los casos donde el riesgo es catastrófico, típicamente sobreestimados, los efectos del control y conocimiento son negativos, lo que lleva a una disminución de la percepción de riesgo, mientras que, en situaciones de alta probabilidad, generalmente subestimadas, los efectos son positivos, resultando en una mayor percepción del riesgo.

Varios autores analizaron los diferentes factores que impactaron sobre las decisiones de movilidad de los agentes, entre ellos la percepción del riesgo. En primera instancia, en el trabajo de Engle et al. (2020), se observó como la movilidad, medida mediante la distancia promedio recorrida, disminuyó significativamente en la mayoría de los condados de los EE. UU, principalmente en lugares con grandes números de casos de COVID-19. Las variaciones positivas en la prevalencia percibida de la enfermedad y las restricciones del gobierno fueron los que impulsaron los cambios negativos en la movilidad. Asimismo, en algunos condados la movilidad disminuyó mucho antes de los anuncios de órdenes de restricción.

En segundo lugar, en Chan et al. (2020) se evaluaron las actitudes frente al riesgo y la movilidad durante el COVID-19 en 58 países, dentro del periodo febrero-mayo del 2020. Principalmente, se observó que dentro de las primeras semanas se produjo una reducción general en la movilidad hacia todos los rubros y en la mayoría de las regiones, exceptuando lugares residenciales. Se logró observar una relación positiva entre la percepción de riesgo y las variaciones en las visitas a lugares no esenciales, como los comercios y los parques. Sin embargo, no existe una relación evidente entre la actitud frente al riesgo y el cambio en la movilidad hacia los rubros esenciales como el supermercado, la farmacia, el tránsito, los lugares de trabajo y las áreas residenciales. A su vez, se produjo un aumento de la permanencia en los hogares a medida que aumenta la gravedad. Cabe destacar que la declaración de la pandemia precede a las medidas de confinamiento de la mayoría de los gobiernos y fue el detonante inicial de los cambios en los patrones de movilidad junto con las primeras muertes relacionadas a la enfermedad. Se observó que en las regiones más aversas al riesgo ajustaron activamente sus patrones de comportamiento en respuesta a la

pandemia, mientras que, las regiones más tomadoras de riesgo respondieron menos a las medidas de protección. Por lo tanto, la tendencia a ser más descuidado o cauteloso afecta de forma sustancial al comportamiento, al mismo tiempo que lo hacen los distintos niveles de costos de oportunidad. Los tomadores de riesgos demostraron una menor preferencia por su propia seguridad y la de la comunidad. Además, se comprobó que las regiones con porcentajes más altos de personas mayores de 65 años aumentaron activamente el aislamiento social al permanecer confinados.

### 3. Modelo y Metodología

#### 3.1 Descripción de los datos

Para poder observar cómo varió la percepción del riesgo de los agentes económicos respecto al COVID-19 durante el transcurso de la pandemia, construimos un modelo que nos permitió medir su demanda por autoprotección. La metodología escogida para el estudio fue un modelo de regresión lineal múltiple. Adicionalmente, con este método se puede cuantificar el impacto parcial, es decir, controlando de manera explícita todas aquellas variables que afectan en forma simultánea a la variable dependiente (*ceteris paribus*). Nuestro modelo consiste en una serie de tiempo que contempla como variable dependiente la movilidad y como variables independientes la tasa de transmisión y la tasa de mortalidad del COVID-19; el stock real de deuda de tarjetas de crédito, el nivel de restricciones a la movilidad impuestas por el gobierno, una estimación de la incidencia (cuán esparcida está la enfermedad) y, por último, una variable *dummy*. El período estudiado abarca desde el 26 de marzo hasta el 11 de octubre del 2020, contando en total con doscientas observaciones. El comienzo de la serie es exactamente seis días después del inicio del aislamiento social preventivo y obligatorio (ASPO) y fue elegido por la forma en la que están construidas nuestras variables. En este sentido, las variables utilizadas en el modelo son medias móviles de 7 días, por lo cual, el primer dato de la serie corresponde al promedio conformado por el día del establecimiento del ASPO y los seis días subsiguientes. Nuestro trabajo busca dividir a la muestra en dos periodos iguales de cien días. La división en el día cien responde a que, durante la segunda etapa de la muestra, el virus se esparció hacia el interior del país y la curva de casos tomó su forma exponencial, además de que se considera que ya había suficiente información sobre el virus.

*Demanda de Autoprotección (Beneficio, Costo, Variables de Control)*

$$\begin{aligned} Movilidad_t = & \beta_0 + \beta_1 Transmision_t + \beta_2 Mortalidad_t + \beta_3 Tarjeta\ de\ Credito_t \\ & + \beta_4 Restricciones_t + \beta_5 Incidencia_t + \beta_6 Dummy_t + \varepsilon_t \end{aligned}$$

En cuanto a la variable dependiente de nuestro modelo, como medición de la demanda de autoprotección utilizamos la variación porcentual de la movilidad diaria respecto al mes base (febrero 2020) para toda la Argentina. La información con la cual se construyó esta

variable fue obtenida de la base de datos de *Google Mobility*, en donde la movilidad se presenta separada por actividades, por lo cual procedimos a calcular una movilidad general promediando todas las actividades excepto la correspondiente a lugares residenciales, ya que ésta no refleja la demanda de autoprotección, sino que captura el efecto opuesto. Los individuos al reducir su movilidad hacia sus trabajos o sitios de entretenimiento incrementan su movilidad en el área residencial. Posteriormente reexpresamos los datos en base 100 para febrero de 2020 (en lugar de cero como la base original) y, por último, con el fin de suavizar la estacionalidad ocasionada por los fines de semana, utilizamos un promedio móvil de siete días como variable final.

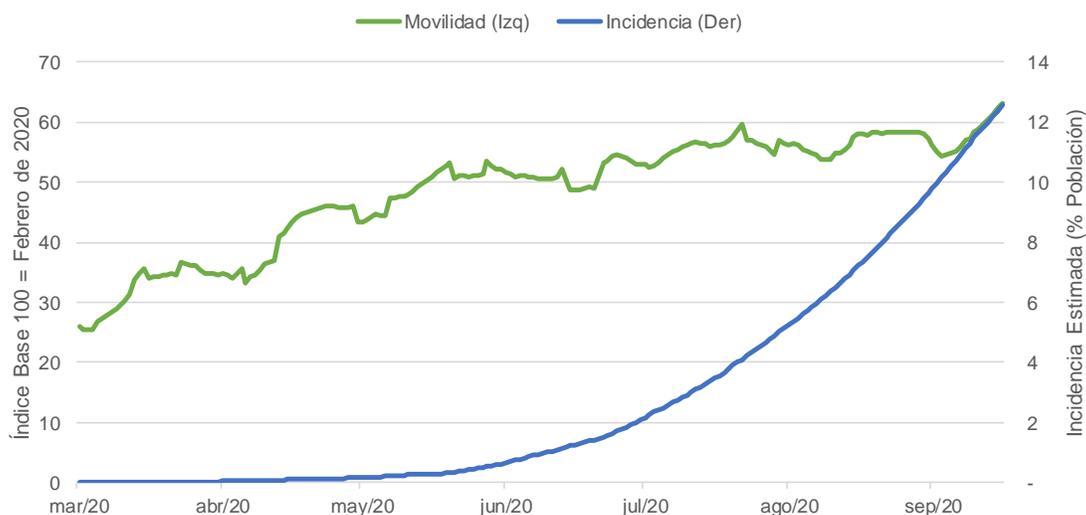
Por el lado de las variables independientes, la demanda de autoprotección depende principalmente de sus beneficios y costos, aunque también incluimos ciertas variables de control que la literatura indica como necesarias. Los beneficios de la autoprotección están medidos a través de la tasa de transmisión y la tasa de mortalidad del COVID-19. Los valores para estimar estas variables fueron obtenidos de la base de datos de *Our World in Data* y corresponden a datos exclusivamente de Argentina. En primer lugar, la tasa de transmisión contempla el ritmo al que se esparce la enfermedad dentro de la población y está medida como la variación diaria de los nuevos casos reportados. En cuanto a la tasa de mortalidad, la calculamos como la cantidad de muertos sobre la cantidad de casos totales, ambos datos acumulados desde el inicio de la muestra. Cabe aclarar que para ambos datos se tomó en consideración el promedio móvil de siete días con el fin de suavizar el efecto de la estacionalidad originada por los menores registros de los fines de semana. Además, es importante destacar que los datos de nuevos casos y casos totales están sujetos a la cantidad de testeos realizados, siendo ésta una de las limitaciones con las que nos encontramos a la hora de realizar el análisis empírico. Otro aspecto por mencionar es que las cifras de las muertes que utilizamos son las reportadas cada día sin estar ajustadas por las revisiones posteriores realizadas por el gobierno nacional. Los ajustes posteriores fueron incorporados el día que fueron rectificadas. Tomamos las cifras originales intencionalmente ya que nuestro modelo busca capturar el proceso de decisión de los agentes por lo que los datos deben ser los mismos con los que ellos contaban en ese momento.

El costo de la autoprotección consiste en la pérdida de ingresos generada por la reducción de la movilidad. A falta de una variable que nos indique la evolución diaria del ingreso,

utilizamos como *proxy* los datos diarios del stock de deuda de tarjetas de crédito en pesos, tomados del Banco Central de la República Argentina (BCRA). Dicho stock fue convertido de nominal a real a través del Índice de Precios al Consumidor (IPC) publicado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC). Si bien el IPC es de publicación mensual, vía la equivalencia de tasas, cambiamos la frecuencia a diaria para deflactar nuestros datos. Por otro lado, los valores de tarjeta de crédito están disponibles tan solo para los días hábiles, por lo cual, recurrimos a la intrapolación de datos para completar la serie. Posteriormente reexpresamos los datos en base 100 para el nivel promedio de febrero de 2020.

Las variables de control que introdujimos al modelo fueron las restricciones a la movilidad impuestas por el gobierno argentino y la incidencia estimada del COVID-19. La información correspondiente a la severidad de las restricciones fue obtenida de la base de datos “*The Oxford COVID-19 Government Response Tracker (OxCGRT)*” elaborada por la *Blavatnik School of Government* de la universidad de *Oxford* (Figura 1). La variable se incorporó habiendo previamente elaborado un promedio móvil de siete días del nivel de restricciones.

**Figura 1**

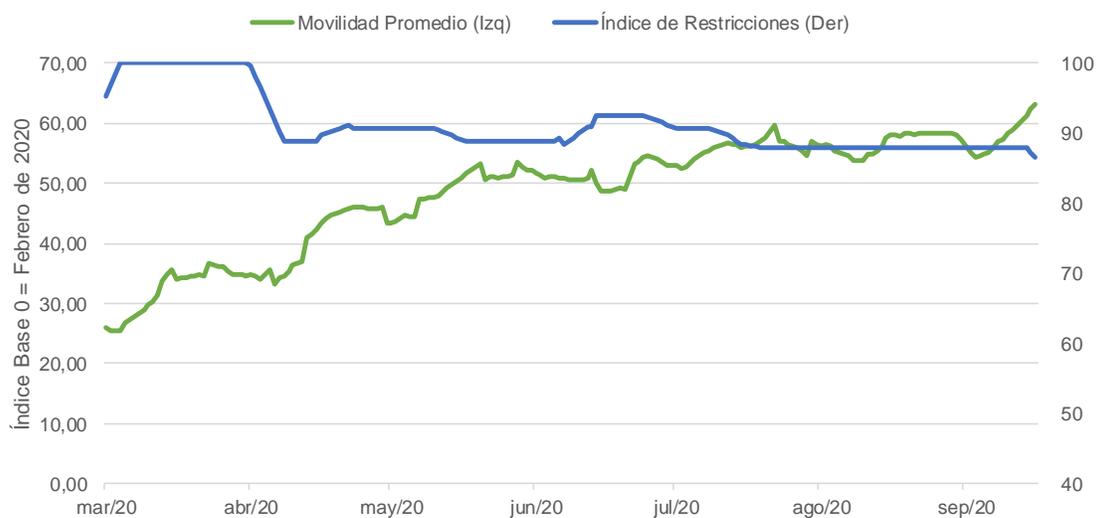


*Ambas variables son Medias Móviles de 7 días*

*Elaboración propia con datos de Google Mobility y Ministerio de Salud de la Nación.*

La incidencia (Figura 2) nos indica el grado de difusión de la enfermedad y, como consiguiente, el grado de inmunidad de la población. La variable fue incluida ya que el hecho de que un mayor porcentaje de la población se encuentre recuperada disminuye la percepción de las probabilidades de contagio por parte del resto de los individuos. A partir del estudio de mortalidad realizado por Pastor-Barriuso et al. (2020) en base a la experiencia española, construimos una estimación de la incidencia diaria del COVID-19 para Argentina. Para realizar dicha estimación, combinamos las tasas de mortalidad por género y edad, estimadas en dicho trabajo con los datos de muertes publicados por el Ministerio de Salud argentino. El resultado es una estimación de infectados más robusta que la cantidad de casos, ya que es independiente de la política de testeos empleada y, por lo tanto, un dato más fiable. Además, al igual que en otras variables tomamos el promedio de siete días, pero, en este caso, además rezagamos la variable catorce días, ya que es el período aproximado en el que los contagiados se inmunizan. Por último, la variable fue expresada en términos de infectados estimados cada diez habitantes (y no cada cien o cada mil) para facilitar la interpretación de su coeficiente.

**Figura 2**



*Ambas variables son Medias Móviles de 7 días*

*Elaboración propia con datos de Google Mobility y The Oxford COVID-19 Government Response Tracker*

Además de las variables centrales de nuestro modelo (demanda, beneficios y costos de la autoprotección) y de las variables de control (nivel de restricciones e incidencia), incorporamos una última variable. Esta última variable se trata de una *dummy* con la que dividimos nuestra muestra en dos periodos. El primer periodo abarca los primeros cien días (en los que la *dummy* toma el valor cero), y el segundo período conformado por los siguientes cien días (para los que toma el valor uno). El objetivo es verificar empíricamente si la movilidad durante el segundo período fue superior a la del primer período habiendo controlado por los efectos del resto de las variables del modelo, en resumen, busca responder la siguiente pregunta: ¿Se observaron cambios en la movilidad por el mero paso del tiempo?

## 4. Resultados

### 4.1 Resultados del modelo

Los resultados de la regresión nos permitieron observar la relación entre la movilidad y las variables independientes a través de sus coeficientes estimados mediante mínimos cuadrados ordinarios (MCO). Todos los coeficientes de la Tabla 1 deben ser interpretados como porcentajes al haberse medido la movilidad en base cien. Como se puede observar, hay una relación negativa entre la tasa de mortalidad (-2,01%), la tasa de transmisión (-2,52%), la restricción (-1,40%), la deuda en tarjeta de crédito (-0,24%) y la movilidad, es decir, a medida que aumentan dichas variables disminuye la movilidad. Por otro lado, por cada aumento en un diez por ciento en la inmunidad de la población, la movilidad aumenta en un 6,55%; y, por último, durante los segundos cien días de confinamiento la movilidad fue mayor en un 6,17% comparado con la movilidad de los primeros cien días.

**Tabla 1**

	Intercepto	Tasa de Mortalidad	Tasa de Transmisión	Índice de Restricciones	Stock de Deuda de Tarjetas de Crédito	Incidencia	Dummy
Coefficiente Estimado	206,028***	-2,010***	-2,518	-1,396***	-0,245***	6,551***	6,171***
Error Estándar Robusto ( )	(9,741)	(0,744)	(3,839)	(0,093)	(0,076)	(2,006)	(0,983)
Observaciones	200						
R <sup>2</sup>	86,57%						

\* Significatividad al 10%, \*\* Significatividad al 5%, \*\*\* Significatividad al 1%

Adicionalmente, todas las variables son significativas individualmente (con la excepción de la tasa de transmisión) y también existe significatividad conjunta a nivel del modelo. Además, se observó un R<sup>2</sup> elevado, en donde la movilidad está explicada en un 86,57% por las variables del modelo.

La regresión fue testada en cuanto a la existencia de multicolinealidad, heterocedasticidad, y autocorrelación. En relación con la multicolinealidad se realizó el *test* del factor de inflación de la varianza (FIV). El mismo arrojó una media menor a diez (4,99), lo cual indica la ausencia de multicolinealidad en el modelo, es decir, no hay una relación de dependencia lineal fuerte entre dos o más variables explicativas. En principio, el modelo no superaba la prueba de White (indicado la existencia de heterocedasticidad) lo cual implicaba que los regresores ya no serían los más eficientes. Sin embargo, dicho problema se corrigió

utilizando los estadísticos robustos a la heterocedasticidad. Por último, se testeó y se observó la existencia de autocorrelación positiva en el modelo, lo cual denota una correlación entre los términos de error, pero dicha característica es esperable debido a que estamos trabajando con series de tiempo.

La variable más importante en nuestro modelo es la *dummy* ya que con ella pudimos captar el efecto sobre la movilidad del paso del primer al segundo período. Por sólo ese hecho (manteniendo todo lo demás constante), la movilidad aumentó, lo que es consistente con nuestra hipótesis de que los agentes económicos sufrieron un sesgo cognitivo que produjo una caída en la percepción del riesgo frente al COVID-19.

Se corrieron varios modelos cambiando la forma en la que se estimaron las distintas variables. Principalmente se utilizaron mediciones alternativas para estimar la incidencia (como los casos acumulados) y el costo de la autoprotección (como el efectivo en manos del público y el agregado monetario  $M_2$ ). Las especificaciones alternativas generaban problemas en la significatividad de la tasa de mortalidad y la tasa de transmisión por lo que decidimos conservar nuestra especificación original. Dicho eso, es relevante destacar que como la tasa de transmisión era no significativa, corrimos el modelo sin ella, arribando a resultados similares por lo que decidimos no removerla. En este segundo modelo, se mantuvo la relación negativa entre la tasa de mortalidad (-1,97%), la restricción (-1,40%), la deuda en tarjeta de crédito (-0,24%) y la movilidad; y con respecto a la variable *dummy*, el coeficiente fue de 6,23%. El modelo cuenta con significatividad individual y conjunta en todas las variables (ya sin la tasa de transmisión). Adicionalmente, tampoco existe multicolinealidad en este modelo ya que el *test* del factor de inflación de varianzas (FIV) arrojó una media menor a diez (5,72). Por último, se mantuvo la relación positiva entre la movilidad y la incidencia (6,45%).

**Tabla 2**

	Intercepto	Tasa de Mortalidad	Índice de Restricciones	Stock de Deuda de Tarjetas de Crédito	Incidencia	Dummy
Coefficiente Estimado	201,999***	-1,966**	-1,391***	-0,236***	6,454***	6,226***
Error Estándar Robusto ()	(10,483)	(0,785)	(0,091)	(0,083)	(2,084)	(1,023)
Observaciones	200					
R <sup>2</sup>	86,51%					

\* Significatividad al 10%, \*\* Significatividad al 5%, \*\*\* Significatividad al 1%

Los resultados mencionados anteriormente fueron consistentes con los esperados, debido a que a medida que aumenta el beneficio de autoprotección (cuantificado por la tasa de transmisión y la tasa de mortalidad), aumenta la demanda de autoprotección, lo que se refleja en una reducción de la movilidad. De igual forma, respecto al aumento de las restricciones, éstas tuvieron un impacto negativo en la movilidad como era de esperarse.

El coeficiente de tarjetas de crédito no fue el esperado ya que si bien creíamos que un aumento del stock de deuda de tarjetas de crédito (que representaría el costo de autoprotección) produciría un aumento en la movilidad, el incremento del endeudamiento tuvo el efecto contrario. Dicho efecto posiblemente se deba a que el mayor crédito disponible permite a los consumidores suavizar su consumo, reduciendo su necesidad de salir a trabajar para generar ingresos. Si bien el resultado no es el esperado, como se mencionó anteriormente, probamos con variables alternativas y la deuda real de tarjetas de crédito es la que producía mejores resultados. Además, teniendo en cuenta que Argentina sufrió una crisis cambiaria, al mismo tiempo que la crisis sanitaria, creemos que la variable de tarjeta de crédito en moneda local es la menos afectada ya que el efectivo en manos del público y los agregados monetarios en general son más susceptibles a la demanda de dinero y de divisa. En este sentido, es relevante destacar que el stock de deuda en tarjeta de crédito es solo en moneda local por lo que no se ve afectado por los potenciales consumos en moneda extranjera incentivados por el diferencial entre el tipo de cambio oficial y los paralelos. Dicho eso, el stock en tarjetas de crédito se podría haber visto incrementado extraordinariamente por las medidas de alivio implementadas por el BCRA, las cuales consistieron en la refinanciación de las deudas.

#### **4.2 ¿Son consistentes los resultados con la teoría?**

A continuación, compararemos los resultados obtenidos en el modelo con nuestra hipótesis planteada inicialmente, la cual consiste en que los agentes sufrieron de un sesgo cognitivo dado que su movilidad aumentó a medida que incrementaron los beneficios de reducir la movilidad, aun habiendo controlado por sus costos. Un aumento en la propagación del virus implica mayor probabilidad de contagio y muerte, por lo que el comportamiento de un agente racional debería resultar en una mayor demanda por autoprotección evidenciada por una menor movilidad.

Con el paso del tiempo y el esparcimiento de la enfermedad, la probabilidad de enfermarse y morir fue aumentando exponencialmente, sin embargo, observamos un incremento en la movilidad de los agentes, mostrando una sobreestimación en la esperanza de vida por parte de los mismos. A medida que aumentó la probabilidad de contagio y muerte lo racional hubiera sido observar un aumento en la demanda por autoprotección, sin embargo, esta disminuyó, por lo cual podemos afirmar que la percepción del riesgo cayó. Estos resultados son consistentes con los hallados por Bhattacharya et al. (2009), en donde la percepción del riesgo al inicio de la enfermedad era mayor a la provista por los valores esperados, pero se reducía a medida que la enfermedad avanzaba resultando en una percepción menor cuando el riesgo era mayor.

Estas conclusiones también van de la mano del aporte hallado en Slovic (1987), donde el autor aclara que la evaluación incorrecta de la percepción del riesgo puede persistir incluso ante la presencia de evidencia. Los datos de número de contagiados y muertes por días son de público conocimiento, por lo cual los agentes económicos tenían toda esta información para tomar sus decisiones de movilidad y aun así decidieron reducir su demanda por la autoprotección.

## 5. Conclusión

A través del modelo planteado previamente logramos confirmar nuestra hipótesis, es decir, comprobamos que los agentes económicos sufrieron un sesgo cognitivo en cuanto la percepción del riesgo respecto del COVID-19. Observamos que al principio de nuestra serie de tiempo el virus no se encontraba muy esparcido, por lo cual los casos de contagios y muertes eran sustancialmente menores que aquellos al final de la muestra, sin embargo, a medida que avanzó el tiempo, el virus continuó esparciéndose (aumentando los beneficios de la autoprotección). A pesar de ello, la movilidad comenzó a aumentar buscando converger a sus niveles prepandemia, lo que consideramos un comportamiento opuesto al esperado de agentes racionales.

Los resultados están en línea con el aporte realizado por Slovic (1987) en donde se concluye que la racionalidad de los agentes para la toma de decisiones en situaciones riesgosas es acotada. La percepción del riesgo no siempre está alineada con los datos, sino que el temor, que abarca factores como la percepción de peligro, la ausencia de control sobre las consecuencias, el potencial catastrófico del riesgo y su alcance, entre otros, lleva a los agentes a evaluar el riesgo de forma incorrecta; y dicho error puede persistir incluso ante la presencia de evidencia. A su vez, la evidencia es consistente con el aporte realizado en Bhattacharya et al. (2009) en donde se hace referencia a que la percepción del riesgo respecto a epidemias cae cuando en realidad su riesgo está en aumento.

Específicamente, nuestro modelo logró captar este cambio en la percepción del riesgo a través de la variable *dummy* incorporada. La cual mostró que por el mero hecho del paso del tiempo (habiendo controlado por las demás variables) la movilidad aumentó a pesar de que el riesgo de contagio y de muerte también fue aumentando.

### **5.1 Limitaciones y posibles extensiones.**

En cuanto a las limitaciones enfrentadas en nuestro trabajo, hubo dos que se destacaron. En primer lugar, las cifras correspondientes a los casos (empleados en la tasa de mortalidad) se encuentran sujetas a la cantidad de testeos realizados. A su vez, la variable que mide el costo de autoprotección, con la finalidad de cuantificar la reducción de ingresos que sufrieron las familias y, por ende, la necesidad de aumentar la movilidad debería ser el

ingreso de las familias. Sin embargo, como dicha variable no está disponible con frecuencia diaria, nos vimos forzados a acudir a una variable alternativa, la deuda de tarjeta de crédito en términos reales. Dicho eso, la posibilidad de endeudarse genera un efecto contrario, es decir una disminución en el costo de la movilidad, ya que permite que los agentes cubran sus gastos sin necesidad de aumentar su movilidad. Por último, el dato de tarjeta de crédito que fue utilizado en el modelo contempla únicamente la deuda de las personas con el sistema financiero, por lo que potencialmente no refleja el endeudamiento de los individuos del sector no formal.

Otra limitación de nuestro modelo es que exhibe autocorrelación, lo cual no fue un inconveniente ya que el objeto de nuestro trabajo era el de realizar una estimación y no una predicción. Sin embargo, futuros trabajos pueden buscar modelar la autocorrelación a través de modelos VAR o similares.

Una posible extensión de nuestro trabajo sería aplicar este modelo a nivel internacional o provincial. En primer lugar, un análisis internacional, a través del uso de datos de panel, permitiría verificar si este efecto encontrado en nuestros datos es generalizable al resto de los países. Además, se podría evaluar como la estructura del mercado laboral de los distintos países puede haber influido en la movilidad, al tener los individuos menores costos de autoprotección gracias a una mayor proporción de trabajo remoto. Por otro lado, un análisis a nivel provincial sería interesante para estudiar y comparar los distintos niveles de racionalidad entre los individuos de cada provincia; y de esta manera lograr construir políticas más personalizadas. Sin embargo, esto no fue posible debido a que no logramos obtener todas las variables desagregadas a nivel provincial.

Otra posible extensión de nuestro modelo sería agregar una variable *dummy* para la etapa inicial de las medidas de confinamiento, conformando un total de tres etapas. Con ello se podría verificar la segunda observación identificada por Bhattacharya et al. (2009) donde se encuentra que al inicio de las epidemias los individuos tienden a sobreestimar el riesgo y no solo subestimarlos al final como fue verificado en este trabajo.

## 6. Bibliografía

1. Allais, M. (1953). Le comportement de l'homme rationnel devant le risque: Critique des postulats et axiomes de l'école Américaine [Rational man's behavior in the presence of risk: critique of the postulates and axioms of the American school]. *Econometrica*, 21, 503–546. <https://doi.org/10.2307/1907921>
2. Badr, H. S., Du, H., Marshall, M., Dong, E., Squire, M. M., & Gardner, L. M. (2020). Association between mobility patterns and COVID-19 transmission in the USA: a mathematical modelling study. *The Lancet Infectious Diseases*, 20(11). [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(20\)30553-3](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(20)30553-3)
3. Banco Central de la República Argentina. (2020). Informe Monetario, Series Históricas. Recuperado en [http://www.bcra.gov.ar/PublicacionesEstadisticas/Informe\\_monetario\\_diario.asp](http://www.bcra.gov.ar/PublicacionesEstadisticas/Informe_monetario_diario.asp)
4. Bernoulli, D. (1954). Exposition of a New Theory on the Measurement of Risk. *Econometrica*, 22(1), 23-36. <https://doi.org/10.2307/1909829>
5. Bhattacharya, J., Goldman, D., & Sood, N. (2009). MARKET EVIDENCE OF MISPERCEIVED MORTALITY RISK. *Journal of economic behavior & organization*, 72(1), 451–462. <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2008.10.014>
6. Blavatnik School of Government. (2020). The Oxford COVID-19 Government Response Tracker (OxCGRT). Recuperado de <https://www.bsg.ox.ac.uk/research/research-projects/coronavirus-government-response-tracker#data>
7. Chan, H., Torgler, B., Skali, A., Stadelmann, D., & Savage, D. A. (2020, June 15). Risk Attitudes and Human Mobility during the COVID-19 Pandemic. <https://doi.org/10.31234/osf.io/gnjch>
8. Engle, Samuel and Stromme, John and Zhou, Anson, Staying at Home: Mobility Effects of COVID-19 (April 3, 2020). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3565703> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3565703>
9. Glöckner, A., Dorrough, A. R., Wingen, T., & Dohle, S. (2020, May 14). The Perception of Infection Risks during the Early and Later Outbreak of COVID-19 in Germany: Consequences and Recommendations. <https://doi.org/10.31234/osf.io/wdbgc>
10. Google. (2020). COVID-19 Community Mobility Reports. Recuperado de <https://www.google.com/covid19/mobility/>

11. Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2020). Índices y variaciones porcentuales mensuales e interanuales según divisiones de la canasta, bienes y servicios, clasificación de grupos. Recuperados en <https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel4-Tema-3-5-31>
12. Kahneman, D., & Tversky, A. (1979). *Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk*. *Econometrica*, 47(2), 263-291. doi:10.2307/1914185
13. Kraemer, M., Yang, C. H., Gutierrez, B., Wu, C. H., Klein, B., Pigott, D. M., open COVID-19 data working group, du Plessis, L., Faria, N. R., Li, R., Hanage, W. P., Brownstein, J. S., Layan, M., Vespignani, A., Tian, H., Dye, C., Cauchemez, S., Pybus, O. G., & Scarpino, S. V. (2020). *The effect of human mobility and control measures on the COVID-19 epidemic in China*. medRxiv : the preprint server for health sciences, 2020.03.02.20026708. <https://doi.org/10.1101/2020.03.02.20026708>
14. Luce, R. D., & Weber, E. U. (1986). An axiomatic theory of conjoint, expected risk. *Journal of Mathematical Psychology*, 30(2), 188-205. [https://doi.org/10.1016/0022-2496\(86\)90013-1](https://doi.org/10.1016/0022-2496(86)90013-1)
15. Markowitz, H. (1952) The Utility of Wealth. *Journal of Political Economy*, 60, 151-158. <http://dx.doi.org/10.1086/257177>
16. Our World in Data. (2020). Coronavirus Pandemic (COVID-19). Recuperado de <https://ourworldindata.org/coronavirus/country/argentina?country=~ARG>
17. Pastor-Barriuso R., Perez-Gomez B., A Hernan M., Perez-Olmeda M., Yotti R., Oteo J., Sanmartin J. L., Leon-Gomez I., Fernandez-Garcia A., Fernandez-Navarro P., Cruz I., Martin M., Delgado-Sanz C., Fernandez de Larrea N., Paniagua J. L., Munoz-Montalvo J. F., Blanco F., Larrauri A., Pollan M. (2020). Infection fatality risk for SARS-CoV-2 in community dwelling population of Spain: nationwide seroepidemiological study. *BMJ*, 2020;371:m4509. <https://doi.org/10.1136/bmj.m4509>
18. Philipson, T. (2000). Economic epidemiology and infectious diseases. En A. J. Culyer y J. P. Newhouse (Ed.), *Handbook of Health Economics* (pp.1761-1799). Amsterdam, The Netherlands: Elsevier Science B.V.
19. Slovic P. (1987). Perception of risk. *Science (New York, N.Y.)*, 236(4799), 280–285. <https://doi.org/10.1126/science.3563507>
20. Tian, H., Liu, Y., Li, Y., Wu, C. H., Chen, B., Kraemer, M., Li, B., Cai, J., Xu, B., Yang, Q., Wang, B., Yang, P., Cui, Y., Song, Y., Zheng, P., Wang, Q., Bjornstad, O. N., Yang, R., Grenfell, B. T., Pybus, O. G., ... Dye, C. (2020). An investigation of transmission control

measures during the first 50 days of the COVID-19 epidemic in China. *Science (New York, N.Y.)*, 368(6491), 638–642. <https://doi.org/10.1126/science.abb6105>

**21.** Tversky, A. (1972). Elimination by aspects: A theory of choice. *Psychological Review*, 79(4), 281–299. <https://doi.org/10.1037/h0032955>

**22.** Von, N. J., & Morgenstern, O. (1953). *Theory of games and economic behavior*. Princeton: Princeton University Press.