



ACADEMIA NACIONAL DE
CIENCIAS DE BUENOS AIRES

**PANEL: 10 PREGUNTAS DE COVID QUE NADIE TE RESPONDIÓ.
ANÁLISIS Y MODELADO DE PROCESOS DINÁMICOS
PARA MEDIR EL CAMBIO DE CONDUCTA SOCIAL EN EL
MARCO DEL COVID-19: ACTUALIZACIÓN AL 12 DE ABRIL
DE 2021**

JULIÁN ANTONIO PUCHETA¹

Resumen

Se propone mostrar resultados del trabajo de tratar de establecer una relación de correspondencia entre la movilidad social y el número de contagiados diarios en la Argentina, con la intención de medir la eficacia del mensaje del Gobierno para establecer las nuevas normas de conducta social actualizado al 12 de Abril de 2021. El objetivo es mostrar el estado de situación de la pandemia COVID19 como disparador de inquietudes. Se comparan los resultados con países como Holanda, Japón y Brasil.

Palabras Clave: Procesos dinámicos, predicción de series temporales, aprendizaje automático, inteligencia artificial, COVID19

Abstract

This lecture aims to show the results of the processes for trying to establish a correspondence relationship between social mobility and daily COVID infected in Argentina, with the purpose of measure the effectiveness of the Government's message for establishing the new social behavior norms updated to April 12th 2021. The results are compared against countries such as Netherlands, Japan and Brazil. The intention is to show the COVID 19 pandemic status as a trigger for interact with the audience.

Keywords: Dynamic process, time series forecast, machine learning, artificial intelligence, COVID19

¹Doctor en Ingeniería. Ingeniero en Electrónica. Profesor en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba. jpucheta@unc.edu.ar.



Motivación

En ese informe se dan detalles de la parte de la ponencia que establece un estado de situación de la pandemia, [1].

Se ha orientado el esfuerzo a la mitigación del COVID con resultados de trabajos anteriores en procesos de dinámica lenta [2] [3], y se buscó adecuar la metodología de trabajo que es el análisis y modelado matemáticos de procesos dinámicos a la problemática de la conducta social para establecer una métrica o índice [4].

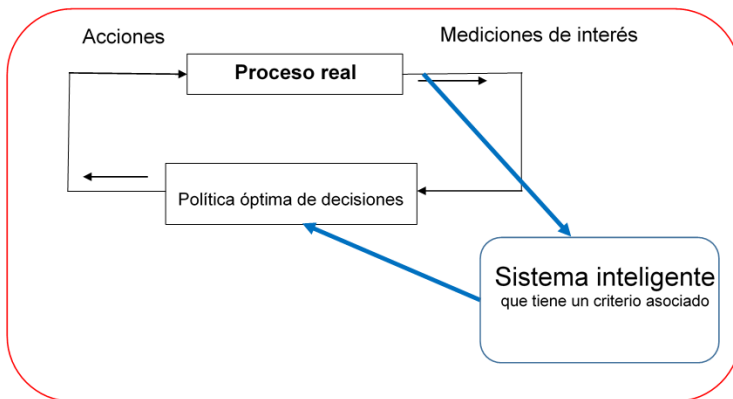


Fig. 1. Esquema para formulación del problema de control automático basado en inteligencia artificial.

Aquí se propone ampliar la discusión y detallar el estado de situación de la pandemia debido al COVID con su relación a la movilidad de las personas.

Se trabaja en un marco de referencia en donde hay un proceso real y se le pretende medir su evolución. En este caso es la conducta social, como se muestra en la Fig. 1. A ese proceso se lo desea hacer evolucionar de una manera deseada, y para ello hay que generarle las acciones de control o política de decisiones que hace que ese proceso evolucione considerando un criterio que es fijado por las autoridades del Gobierno [5]. En ese esquema se puede plantear un sistema inteligente basado



en aprendizaje automático para ir proponiendo modificaciones en esta política de decisiones en función de maximizar un criterio (o minimizar). Así, la idea es hacer evolucionar al proceso según un criterio determinado impuesto por el gobierno. La autoridad gubernamental sería quien estaría fijando este criterio y lo demás se hace matemáticamente y depende de cómo se diseña a las acciones de control que harían cambiar la evolución de la pandemia y se diseña que mediciones van a ser los indicadores sociales.

Propuesta

Actualmente se encuentran disponibles datos de la movilidad anónimos de las personas, en distintos aspectos, publicados diariamente por Apple [6] y Google [7]. Aquí se establece una relación de correspondencia entre la movilidad y los infectados diarios para la República Argentina, y también de países como Holanda, Brasil y Japón para comparar los efectos. La propuesta es hacer el cálculo de modelos dinámicos definido como una representación simplificada de la realidad, lo que excluye a muchas variables. A los infectados diarios de los obtiene desde el sitio de la Organización Mundial de la Salud [8] para la República Argentina, están disponibles para el acceso público.

Implementación de métrica: se define un índice de desempeño

En la Fig. 2 se muestran dos evoluciones temporales. En la superior los infectados diarios para la Argentina y en la gráfica inferior la movilidad de peatones propuesta por Apple (datos crudos). La curva de movilidad de los peatones es expresada en términos relativos a febrero 2020, es decir son valores relativos. Se observa que ha ido aumentando la movilidad de los peatones a lo largo del tiempo.



ACADEMIA NACIONAL DE
CIENCIAS DE BUENOS AIRES

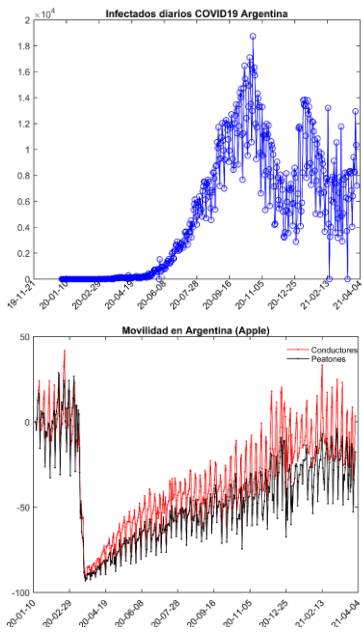


Fig. 2. Mediciones de movilidad de las personas de Apple [6] y los contagios diarios de COVID19 por la OMS [8].

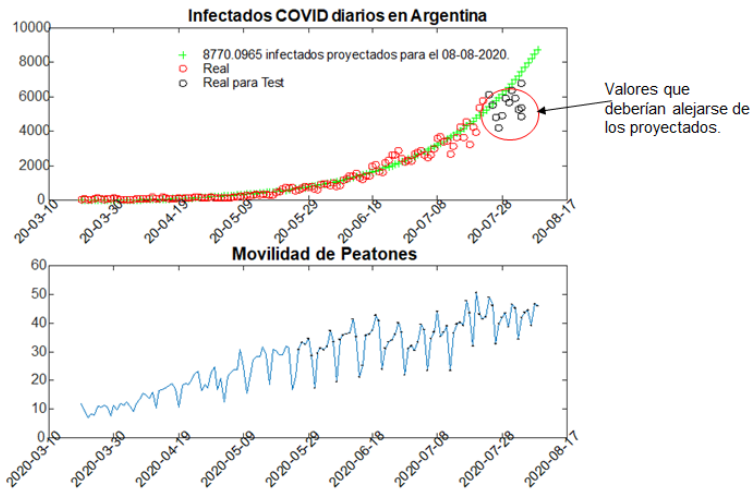


Fig. 3. Relación de correspondencia entre la movilidad de las personas y los contagios medidos por la OMS [8], modelados y reales.

En la Fig. 3 se emplea el modelado de procesos dinámicos para predecir el comportamiento de los contagios diarios dependiendo de la movilidad de las personas. El cálculo emplea datos indicados con círculos rojos para hacer el ajuste del modelo y la salida del modelo es la curva de color verde. Es un caso típico de base no mínima. Es una curva ascendente que está dependiendo de las líneas azules, y debería ser independiente para poder afirmar que la conducta social hace que la movilidad no influye en los contagios.

Los círculos negros son mediciones reales que no se emplearon en el cálculo. La métrica aquí propuesta mide que estos círculos negros, que son las nuevas mediciones, estén tan alejados como sea posible y bien cercano a cero. En función de ese error, que tiene signo ya que de ser positivo indica que los valores proyectados por el modelo es mayor que la medición real y entonces es una muy buena noticia en cuanto a la evolución virtuosa de la Pandemia del COVID.

Cabe aclarar, que además de la movilidad, también afectan muchos más factores, como el porcentaje de vacunados y la estación del año. En la actualidad (Junio de 2021) la cantidad de vacunados juega un rol fuerte en la movilidad, ya que el proceso de vacunación impacta en la confianza de las personas y éstas aumentan su movilidad.



Resultados obtenidos Argentina

En la Fig. 4 y Fig. 5 se muestra el caso de los contagios de Argentina y su relación con la movilidad provista por Google [7] y Apple [6], respectivamente. En ambos casos el cálculo del modelo se hizo a partir del 10 de Febrero finalizando el 10 de Abril (59 días). Se han aplicado 4.023.017 dosis de vacunas. En la Fig. 6 se muestran los datos reales para la fecha que se había pronosticado.

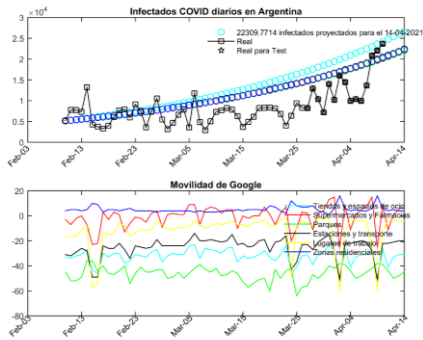


Fig. 4. Infectados diarios en Argentina [8], y evolución de la movilidad de las personas según Google [7]. Índice 52.

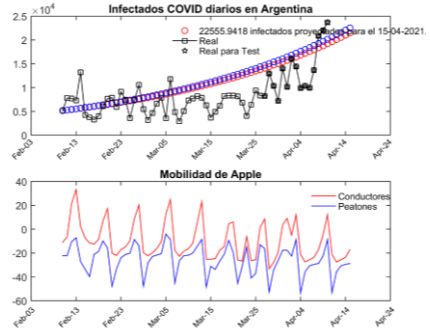


Fig. 5. Infectados diarios en Argentina [8], y evolución de la movilidad de Apple [6]. Índice 44,5.

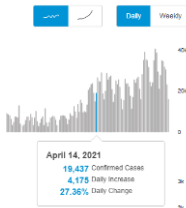


Fig. 6. Infectados reales para Argentina [8].



ACADEMIA NACIONAL DE
CIENCIAS DE BUENOS AIRES

Google da una movilidad para cada una de las categorías detalladas, éstas son Tiendas y espacios de ocio, Supermercados y farmacias, Parques, Estaciones transportes, Lugares de trabajo y Zonas residenciales. En la Fig. 5 se detalla el caso de los contagios diarios de Argentina relacionado a la movilidad social provista por Apple que tiene dos categorías, movilidad realizada por Peatones y movilidad de Conductores.

Cada una de estas curvas está referidas a la movilidad de febrero de 2020. Aquí se toman desde el 19 de abril de 2020, desde donde empiezan a aumentar levemente las movilidades sociales pero la de Zonas residenciales muestra un comportamiento contrario ya que va disminuyendo a lo largo del tiempo. Todas las otras van aumentando desde el confinamiento.

Resultados obtenidos Holanda

Se implementó el mismo método de estudio en Holanda, cuyos resultados de detallan en las Fig. 8 y Fig. 7 para la proyección de los contagios a partir de la movilidad provista por Google y por Apple. En abril de 2021, se habían distribuido 2.863.986 de dosis de vacunas. En la Fig. 9 se muestran los datos reales para la fecha que se había pronosticado.

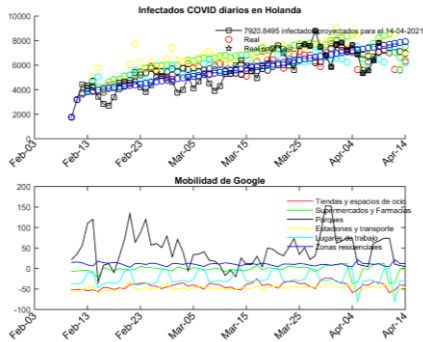


Fig. 7. Infecciones diarias en Holanda [9], y evolución de la movilidad medida por Google. Índice 2,5.

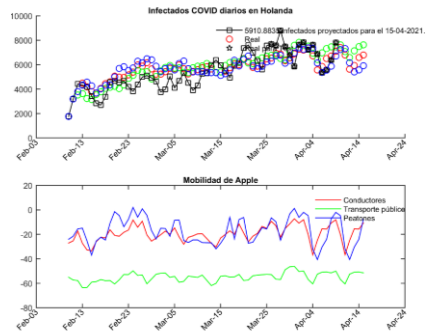


Fig. 8. Infecciones diarias en Holanda [9], y evolución de la movilidad medida por Apple. Índice -1,6.

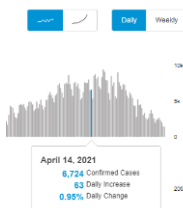


Fig. 9. Infecciones reales para Holanda [9]

De la curva de movilidad se observa que han tomado restricciones de para bajar la movilidad y han logrado mitigar el aumento de casos de contagios.

Resultados obtenidos Brasil

En las Fig. 10 y Fig. 11 se detallan los resultados obtenidos para Brasil. Aquí también se realizó el ajuste del modelo hasta el día el 10 de Abril de 2021. La movilidad muestra que restricciones cada vez más estrictas a lo largo del



período estudiado. Para el 13 de Abril de 2021, habían distribuido 19.474.264 de dosis de vacunas. En la Fig. 12 se muestran los datos reales para la fecha que se había pronosticado.

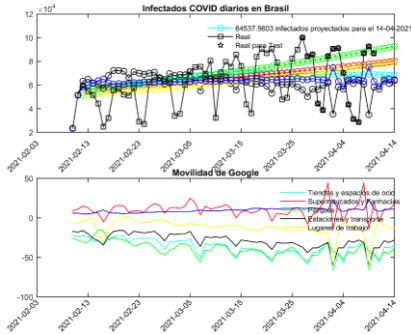


Fig. 10. Infeccionados diarios en Brasil [10], y evolución de la movilidad de Google. Dosis 19.474.264. Índice 21.

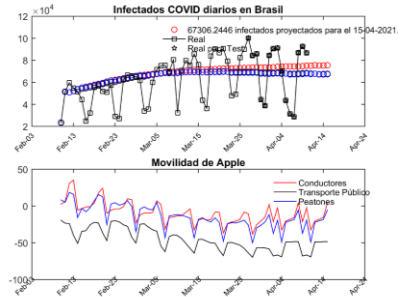


Fig. 11. Infeccionados diarios en Brasil [10], y evolución de la movilidad de Apple. Dosis 19.474.264. Índice 19,1.

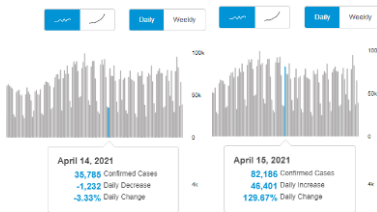


Fig. 12. Infeccionados reales para Brasil [10]

Con ésta información la conducta de Brasil ha ido mejorando su conducta semana para período estudiando hasta el 13 de abril, hasta 20%.

Resultados obtenidos Japón

La sociedad que podría tomarse como referencia puede ser Japón, quien muestra un resultado excepcional como se muestra en las Fig. 13. Infeccionados diarios en Japón [11], y evolución



de la movilidad de las personas de Google y Fig. 14. Infectados diarios en Japón [11], y evolución de la movilidad de las personas de Apple. Nótese que la conducta que presenta para la métrica propuesta es de -20% para el caso de la movilidad de Google. Se han distribuido 822.869 de dosis de vacunas. En la Fig. 15 se muestran los datos reales para la fecha que se había pronosticado.

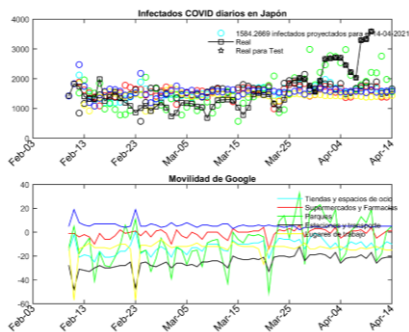


Fig. 13. Infectados diarios en Japón [11], y evolución de la movilidad de las personas de Google. Índice -20.

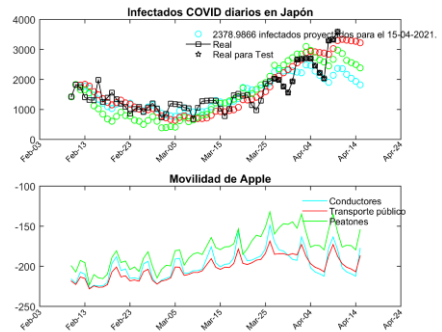


Fig. 14. Infectados diarios en Japón [11], y evolución de la movilidad de las personas de Apple. Índice 9,3.

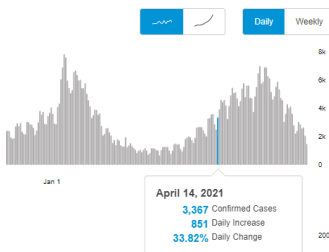


Fig. 15. Infectados reales para Japón [11].

Comparaciones

En la se realiza una comparativa de resultados que resumen el desempeño de la métrica propuesta.



Se especifica la cantidad de habitantes por país para que se pueda mantener la relación y los muertos por millón de habitantes.

Aquí se eligió Japón para tener un país que puede ser referencia en el manejo de la pandemia, pero también podría haber sido Vietnam. Lo que ocurre es que la cantidad de casos que ha reportado Vietnam en lo que va de la pandemia es de 2717, muy poco y da una evolución temporal de contagiados que tiene muchos valores nulos. No obstante, observando los gráficos de las figuras de movilidad de Apple Fig. 17 y Google en la Fig. 18, se observa que para el 14 de Febrero hubo una gran actividad según Google, y mínima según Apple, coincidiendo con un pico de contagios para esos días en el gráfico de la Fig. 16.

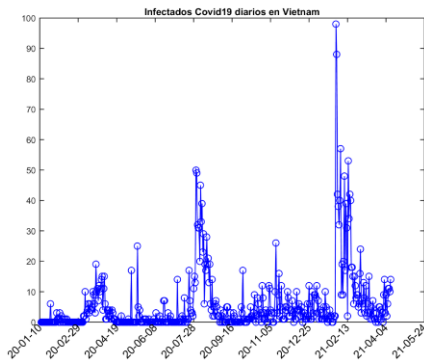


Fig. 16. Infectados diarios en Vietnam [13].

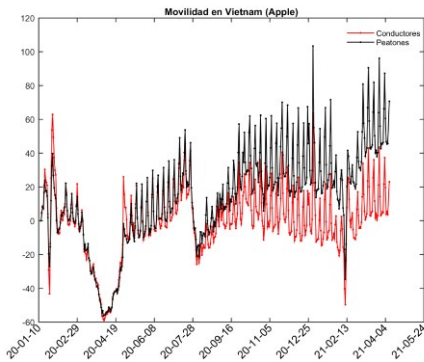


Fig. 17. Movilidad de personas en Vietnam medidos por Apple [6].

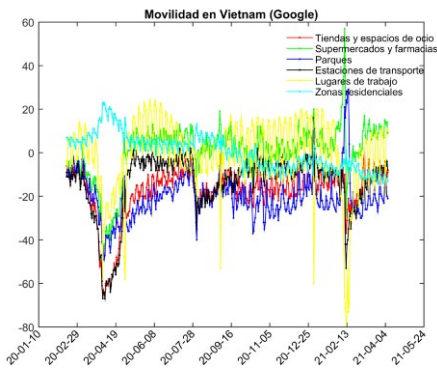


Fig. 18. Movilidad de personas en Vietnam medidos por Google [7].

Discusión

En la Tabla 1 se resumen los valores y detalles de cada caso estudiado. Además, con fines comparativos de la efectividad de la métrica aquí propuesta, se compara con un método disponible [12] que permite conocer mediante cuatro colores la etapa de propagación que tiene el COVID en cada país.

En la Fig. 19 se muestra la captura de pantalla para el día 10 de noviembre de 2020, donde se observa que Argentina está dominando mejor la pandemia que Holanda pero Brasil lo hace mejor que Argentina. No obstante, teniendo en cuenta la



captura de la Fig. 20, se destaca que Argentina está combatiendo la Pandemia con mayores dificultades que Holanda y Japón, quedando a la par de Brasil.

Tabla 1

12/4/2021	Hab. (Millón)	Confirma- dos (Millón)	Muertes	Muertes/M. Hab	Desempe- ño (Apple)	Desempe- ño (Google)	Dosis
Argentina	44,49	2,53	57779	1298,7	44,5	52	4.023.017
Holanda	17,28	1,35	16771	970,5	-1,7	2,5	2.863.986
Brasil	209,5	13,45	351.334	1677,0	19,2	21	16.474.264
Japón	126,5	0,51	9425	74,5	9,3	-19,4	822.869

Comparación de resultados y números indicadores de los países y Argentina.

Conclusiones

Se ha presentado una serie de resultados actualizados a Abril de 2021 que muestran el uso de la métrica o índice de conducta social en el marco de la pandemia por el COVID. La métrica está planteada a partir de datos de uso libre y de acceso gratuito para el público, con el único inconveniente que tienen una latencia de 3 o 4 días.

El método puede implementarse en mayores resoluciones, con menores regiones de influencia. Puede formularse el problema para el empleo de la inteligencia artificial para establecer un calificador automático de resolución arbitraria.

Además, la medida propuesta evidencia la fragilidad del equilibrio social de sostener en el tiempo el distanciamiento y la higiene.



Risk Levels by Country/Region

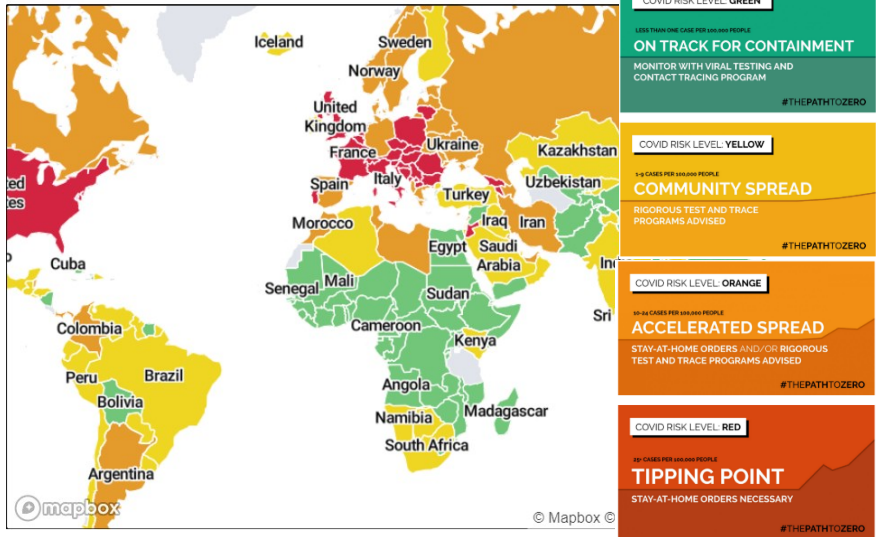


Fig. 19. Sistema de alarma que indica el estado de la pandemia en el mundo [12].

GLOBAL EPIDEMICS



Fig. 20. Sistema de alarma que indica el estado de la pandemia en el Abril 2021.

Bibliografía



- [1] <https://www.ciencias.org.ar/user/CETI/ceti%2013%2004.jpg>
- [2] Pucheta J., Alasino G., Salas C., Herrera M., Rivero C.R. (2020) "Stochastic Analysis for Short- and Long-Term Forecasting of Latin American Country Risk Indexes". Series Editor Hamid Arabnia, Department of Computer Science, The University of Georgia, Athens, Georgia, USA. In: Arabnia H., Daimi K., Stahlbock R., Soviany C., Heilig L., Brüssau K. (eds) Principles of Data Science. Transactions on Computational Science and Computational Intelligence. Springer, Cham. First Online 09 July 2020. DOI https://doi.org/10.1007/978-3-030-43981-1_12. Publisher Name Springer, Cham. Print ISBN 978-3-030-43980-4. Online ISBN 978-3-030-43981-1. eBook Packages Engineering Engineering (R0). Pp 249-272.
- [3] Julián Pucheta, Carlos Salas, Martín Herrera, Cristian Rodríguez Rivero, Gustavo Alasino (2019). "Short and Long-Term Time Series Forecasting Stochastic Analysis for Slow Dynamic Processes". Applied Mathematics, 2019, Vol 10 número 8, 704-717. ISSN Online: 2152-7393 ISSN Print: 2152-7385. DOI: 10.4236/am.2019.108050.
- [4] Pucheta, Julián A., Salas, Carlos, Herrera, Martín, Patino, Héctor D., Rodríguez Rivero, Cristian. "Análisis y modelado de procesos dinámicos para medir el cambio de conducta social en el marco del COVID-19", Anales del IEEE ARGENCON 2020, del 1 al 4 de Diciembre de 2020 en modo virtual, Resistencia, Chaco, Argentina, Paper No 190, ISBN 978-1-7281-5957-7. (2020).
- [5] Patiño, Héctor D., Tosetti, S., Pucheta, J., Rodríguez Rivero, Cristian. "Control of COVID-19 Outbreak for Preventing Collapse of Healthcare Capacity based on Social Distancing, Confinement and Testing-Quarantining", Anales del ArgenCon 2020, del 1 al 4 de Diciembre de 2020 en modo virtual, Resistencia, Chaco, Argentina, Paper No 182, ISBN 978-1-7281-5957-7. (2020).
- [6] Apple Mobility. <https://covid19.apple.com/mobility>.
- [7] Google LLC "Google COVID-19 Community Mobility Reports". <https://www.google.com/covid19/mobility/> 25/08/2020. <https://covid19.apple.com/mobility>.



ACADEMIA NACIONAL DE
CIENCIAS DE BUENOS AIRES

- [8] <https://covid19.who.int/region/amro/country/ar>.
- [9] <https://covid19.who.int/region/euro/country/nl>.
- [10] <https://covid19.who.int/region/amro/country/br>.
- [11] <https://covid19.who.int/region/wpro/country/jp>.
- [12] <https://globalepidemics.org/key-metrics-for-covid-suppression/>
- [13] <https://covid19.who.int/region/wpro/country/vn>.