



PRONÓSTICO DEL FIN DE LA PRIMERA OLA DE LA PANDEMIA DE CORONAVIRUS EN EL PERU USANDO UN MODELO DE SIMULACIÓN

Fabiana Tamayo¹, Adrián Shen Tam¹, Valeria García¹, Alexandra Requis¹, Rudy Valdivia¹,
Miranda Ruíz¹, Valentina Marigorda¹, Valeria Gil¹, Isabella Gastello¹, Maricielo Peralta¹ y
Giovanna Vera^{1*}

¹ Colegio San José de Cluny – Surquillo.

* Correo-e: giovanna.vera@sjc.edu.pe (Docente).

RESUMEN

Tamayo, F. A. S. Tam, V. G. Requis, A. Valdivia, M. Ruíz, V. Marigorda y G. Vera. 2021. Pronóstico del fin de la pandemia de coronavirus en el Perú usando un modelo de simulación. Rev. Club de Ciencias “Marie Curie”. 1:1-6.

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo principal elaborar un modelo de simulación del número de infectados de la COVID-19 para pronosticar cuándo acabaría la primera ola de la pandemia de coronavirus en el Perú. Se planteó como hipótesis de investigación que el pronóstico del modelo coincide con el pronóstico percibido por los estudiantes. Se usaron datos reales de la página “Worldometer” y como modelo de simulación la ecuación de la “Campana de Gauss”. La prueba t de Student comprobó que la hipótesis planteada fue falsa.

Palabras clave: pandemia, coronavirus, modelo, pronóstico, Perú.

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo queremos pronosticar el fin de la primera ola de la pandemia en el Perú mediante un modelo de simulación, y evaluar si el pronóstico del modelo coincide con el pronóstico percibido por los estudiantes. Este es el primer trabajo sobre un modelo que simula el número de infectados en el Perú. Es importante pronosticar el fin de la pandemia para reactivar las escuelas y la economía. Se planteó la hipótesis que el pronóstico del modelo coincide con el pronóstico percibido por los estudiantes. Los objetivos del estudio fueron: (i) informar sobre los síntomas de la COVID-19; (ii) informar sobre cómo cuidarnos ante la COVID-19; (iii) elaborar un modelo que simule el número de infectados de la COVID-19 hasta el fin de la pandemia.

Síntomas de la COVID-19 en el mundo

La OMS (2019) indica que el coronavirus es una familia de virus que atacan a nuestro sistema respiratorio, causándonos infecciones, con fiebre y síntomas respiratorios (tos y disnea o dificultad para respirar). En los casos más graves, pueden causar neumonía, síndrome respiratorio agudo severo, insuficiencia renal e incluso, la muerte. En esta familia de virus podemos encontrar los leves como un simple resfriado hasta los graves como el síndrome respiratorio de Oriente Medio (MERS).

Cómo cuidarnos ante la COVID-19 en el Perú

PDUEP (2020) indica que un paciente con la COVID-19 no debe consumir alimentos precocidos, comida rápida o pastelería, ya que esto le haría subir de peso y empeorar su enfermedad, habría menos posibilidades que se sane, por otro lado lo que debe consumir son alimentos como las verduras, legumbres, carnes entre otros, de preferencia un paciente con este virus debe de estar bien hidratado, por eso se le recomienda darle 8 vasos de agua a día para que su recuperación sea más rápida. Díaz (2020) nos da buenas opciones para prevenir este virus como: lavarnos las manos frecuentemente, optar medidas de higiene, mantener la distancia social, evitar tocarse cualquier parte de la cara, si se tiene algún síntoma ir a sacarse la prueba COVID-19 para descartar si está contagiado.

De la Cruz (2020) identificó genes asociados a variantes genéticas, usando métodos como: estudio observacional y exploratorio de identificación pronóstica. Este estudio permitirá predecir el progreso de la COVID-19, de moderado a severo.

Modelos matemáticos de la COVID-19

Figueredo et al. (2020) evaluaron modelos matemáticos como el SIR (Susceptibles, Infectados, Recuperados), modelos probabilísticos, estadísticos, de inteligencia artificial, de multinivel y dinámicos que proyectan la cantidad de personas que pueden estar infectadas por la enfermedad, un indicador fundamental para el sistema de salud y que resulta crucial para las decisiones gubernamentales en el enfrentamiento a la pandemia.

Medina et al. (2020) realizaron la investigación usando herramientas estadísticas e informáticas como modelos lineales, no lineales, logísticos, exponenciales y poblacionales, que se aplicaron en el pronóstico del crecimiento de casos infectados y/o decesos. Para Cuba, los resultados demostraron que el pico estimado de contagiados se alcanzaría entre el 14 y 19 de abril 2020, pronosticando una cantidad total de contagios entre 1482 y 2678.

González *et al.* (2020) evaluaron el modelo SIR y SEIR (que introduce a los Expuestos), que se basan en ecuaciones diferenciales para describir la dinámica de los contagios en una población cerrada con N individuos. Por tanto, la población susceptible va disminuyendo hasta que ya no se produzcan más contagios. El modelo únicamente se alimenta de los datos del número diario de nuevos casos positivos por la COVID-19. El modelo tiene asunciones sobre la dinámica del contagio, las medidas de intervención, y sobre el comportamiento del virus.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos del número de infectados (activos) de la primera ola fueron obtenidos de Worldometer (2020), del 6 de marzo 2020 hasta el 9 de enero de 2021. Se usó como modelo de simulación para pronosticar el número de infectados la ecuación matemática de la "Campana

de Gauss”, que tiene dos variables: número de infectados (I) y número de días transcurridos (T). Este modelo tiene tres parámetros:

IMAX: Número máximo de infectados.

TMAX: Día en que se da el máximo número de infectados.

S: Ancho de la campana.

De esta manera se usó a la ecuación:

$$I = IMAX e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{T-TMAX}{S} \right)^2}$$

Los parámetros se calcularon con la subrutina SOLVER de Excel.

Las hipótesis estadísticas fueron:

Hipótesis nula: El número de días de duración de la pandemia pronosticado por los estudiantes es igual o menor al número de días pronosticado por el modelo (hipótesis de investigación).

Hipótesis alternativa: El número de días de duración de la pandemia pronosticado por los estudiantes es mayor al número de días pronosticado por el modelo.

La hipótesis nula se contrastó con una prueba t de Student unilateral, usando el número de días promedio pronosticado por 9 estudiantes (n = 9).

El pronóstico del modelo tiene como asunciones que no ocurrirá un rebrote y no se aplicará una vacuna. Si no se cumplen estas asunciones, no se cumplirá el pronóstico de la fecha de término simulada por el modelo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Usando los datos de número de infectados de la primera ola (desde el 6 de marzo 2020 hasta el 9 de enero de 2021), los parámetros estimados por la subrutina SOLVER fueron : IMAX de 135327 infectados, TMAX el día 161, y la desviación estándar de 61. Con estos parámetros obtuvimos que la primera ola de la pandemia terminaría aproximadamente el 8 de junio de 2021. El número de infectados reales y simulados se muestran en la Fig. 1.

El número de días de duración de la pandemia pronosticado por el modelo fue de 460 días y el número de días promedio pronosticado por los estudiantes fue de 1038 días (Fig. 2). La prueba t dió un valor p igual a 0.000, el cual es menor que $\alpha = 0.05$, por lo que la H_0 se rechaza, y se concluye que el pronóstico del modelo es menor al pronóstico de los estudiantes (Tab. 1).

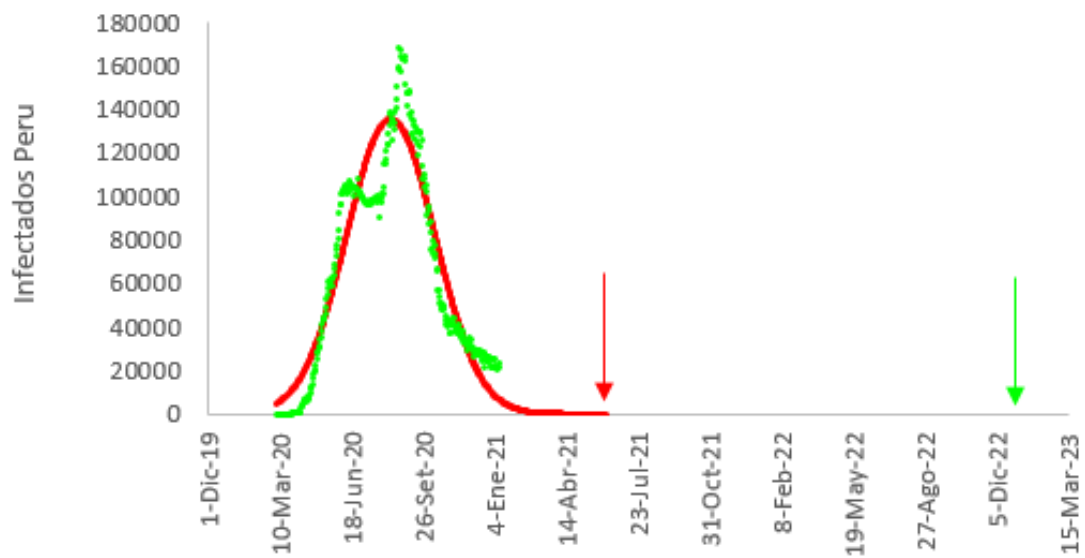


Figura 1. Número real de infectados hasta el 9 de enero del 2021 (verde) y número de infectados simulados (rojo) por la COVID-19. Pronóstico del modelo (flecha roja) y pronóstico de los estudiantes (flecha verde).

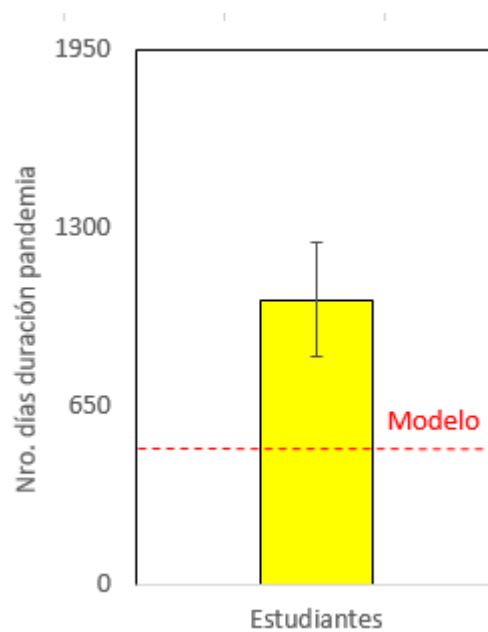


Figura 2. Número de días de duración de la pandemia promedio pronosticado por los estudiantes, y pronosticado por el modelo (línea roja).

Tabla 1. Prueba estadística.

Promedio (x)	1038.222
Desv. Est. (s)	273.408
tp	6.345
p	0.000
ta	2.306
e	210.160

La hipótesis fue falsa, ya que el modelo no coincidió con el pronóstico percibido por los estudiantes. Los estudiantes pronosticaron una duración de la pandemia mayor que el modelo, y tuvieron razón, porque la pandemia continúa. Luego de la primera ola, ha ocurrido una segunda ola y ha empezado una tercera ola de la pandemia de coronavirus en el Perú, debido a que la población no tomó las medidas sanitarias necesarias. El modelo falló porque no se cumplieron las asunciones requeridas (rebotes o vacunas).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con el modelo matemático se pudo simular la cantidad de infectados activos por la COVID-19 de la primera ola de la pandemia, usando datos reales. De esta manera, el modelo pronosticó que la primera ola de la pandemia debería acabar en junio del 2021, lo cual no ha ocurrido debido a rebotes. La hipótesis nula fue falsa ($p < 0.05$), ya que el pronóstico de los estudiantes fue mayor al pronóstico del modelo.

Se recomienda continuar el pronóstico de las siguientes olas de la pandemia. Debido a que el modelo matemático utilizado es simple, se recomienda utilizar otros tipos de modelos como por ejemplo: SIR, probabilísticos, estadísticos, inteligencia artificial, multinivel y dinámicos. Se recomienda continuar con la actualización de los datos para validar el modelo.

El presente trabajo se elaboró con fines de investigación, por lo que es de carácter referencial, sin garantías sobre su uso posterior.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Dr. Jorge Tam del JEAI "EMACEP" por la capacitación brindada. También se agradece el apoyo de: Flavia Vereau, Carlos León, Giuseppe Tolentino, Sofía Ramos y Milagros Luján (Docente).

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Anderson, B.F. (2020). *Modelo matemático del COVID-19, aplicación a la investigación en diseño. XI Congreso Latinoamericano de Enseñanza del Diseño*. Universidad de Palermo (UP), RA. Recuperado el 18 de septiembre del 2020 de: https://www.researchgate.net/publication/341025435_Modelo_matematico_del_COVID-19_aplicacion_a_la_investigacion_en_diseno_XI_Congreso_Latinoamericano_de_Ensenanza_d_el_Diseno_Universidad_de_Palermo_UP_RA.

Worldometer (2021). Recuperado el 3 de junio del 2020 de: <https://www.worldometers.info/coronavirus/country/peru/>

De La Cruz, J. A; Gallo, A. A; Valencia, D. E; Fazio, A; Loayza, J; (2020). *Evaluación del perfil transcriptómico inmunológico y variantes genéticas del SARS-COV-2 como predictores de severidad de la enfermedad COVID-19*. Recuperado el 12 de septiembre del 2020:<http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/3033>

Díaz F.J. y Toro A.I. (2020). *SARS-CoV-2/COVID-19: el virus, la enfermedad y la pandemia*. Recuperado el 12 de septiembre del 2020: <http://docs.bvsalud.org/biblioref/2020/05/1096519/covid-19.pdf>

Gonzalez Lopez-Valcarcel, B; Tomaino, L; Serra, L; Barber, P. y Rodríguez S. (2020). *Pandemia de modelos matemáticos*. Recuperado el 18 de septiembre de 2020: <https://theconversation.com/covid-19-pandemia-de-modelos-matematicos-136212>

Gutiérrez, J.M y Varona, J.L (2020). *Análisis del covid-19 por medio de un modelo SEIR*. Recuperado el 18 de septiembre del 2020: <https://institucional.us.es/blogimus/2020/03/covid-19-analisis-por-medio-de-un-modelo-seir/>

OMS. (2020) *Preguntas y respuestas sobre la enfermedad por coronavirus (covid-19)*; Brote de enfermedad por coronavirus orientaciones para el público. Recuperado el 12 de Setiembre del 2020: <https://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public/q-a-coronaviruses#:~:text=sintomas>

Orgaz, C.J. (2020). *Coronavirus. Dióxido de cloro, el peligroso químico que se promociona como cura para el covid-19 y sobre el que advierten los expertos*. Recuperado el 12 de Setiembre del 2020: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-52303363>

PDUEP. (2020). *Coronavirus: alimentación para personas con covid-19*. Recuperado el 12 de Setiembre del 2020: <https://www.gob.pe/9051-coronavirus-alimentacion-para-personas-con-covid-19>

Ungaro, J.F. (2020). *Modelos matemáticos en tiempos de pandemia. ¿para qué?*. Recuperado el 18 de septiembre del 2020: <https://theconversation.com/covid-19-pandemia-de-modelos-matematicos-136212>.