

La iniciativa Valencia IA4COVID

J. Alberto Conejero

Instituto Universitario de Matemática Pura y Aplicada, Universitat Politècnica de València (aconejero@upv.es)

Nuria Oliver

Ellis Alicante (nuria@ellisalicante.org)

A principios de 2020, pudimos observar cómo el virus del SARS-CoV-2 se fue extendiendo por todo el mundo de manera imparable. En paralelo a los esfuerzos realizados en la asistencia sanitaria para atender a un número de pacientes que crecía de manera exponencial, se comenzaron a utilizar modelos matemáticos y de inteligencia artificial para predecir la evolución de la pandemia. Para contener la propagación del coronavirus, la mayoría de países y regiones del mundo aplicaron distintas medidas no farmacológicas (*Non Pharmaceutical Interventions, NPIs*) como el cierre de fronteras, la suspensión de las clases o los confinamientos de la población.

En un esfuerzo pionero a nivel mundial, la Generalitat Valenciana creó en marzo de 2020 un grupo de expertos en Ciencias de Datos en la lucha contra COVID-19. El principal objetivo de dicho grupo era apoyar la toma de decisiones de políticas públicas durante la pandemia a través del análisis de datos. Los algoritmos y métodos empleados nos ayudaron a entender el estado de la pandemia en cada momento y a predecir su impacto a corto y medio plazo. Además, nos permitieron predecir la posible evolución de la curva pandémica bajo distintos escenarios de aplicación de medidas de confinamiento y de restricciones de movilidad a diferentes niveles, así como entender y modelar el impacto de la pandemia en la vida de las personas a través de una gran encuesta ciudadana (COVID19impactsurvey.org).

Durante dos años (marzo 2020 a abril 2022), el trabajo de este grupo se ha vertebrado en torno a 4 ejes:

1. Modelado de la movilidad humana a gran escala gracias al análisis de datos agregados

y anonimizados de movilidad compartidos por el INE¹, gracias a un acuerdo de colaboración entre el INE y las tres operadoras móviles más grandes en España (Telefónica, Vodafone y Orange).

2. Desarrollo de modelos epidemiológicos computacionales para predecir la evolución de la curva pandémica.

3. Desarrollo de modelos predictivos de ocupación hospitalaria en planta y en UCI.

4. Elaboración y difusión de una iniciativa de ciencia ciudadana a través de la macroencuesta *covid-19 impact survey*². Con más de 700.000 respuestas, es una de las mayores del mundo. Nos ha permitido entender³ el impacto de la pandemia en la vida de las personas⁴.

En paralelo a los esfuerzos realizados en la asistencia sanitaria para atender a un número de pacientes que crecía de manera exponencial, se comenzaron a utilizar modelos matemáticos y de inteligencia artificial para predecir la evolución de la pandemia

De todos estos trabajos, describimos en este artículo los modelos epidemiológicos basados en inteligencia artificial desarrollados en el contexto del *Pandemic Response Challenge*⁵, organizado por la Fundación XPRIZE⁶ y patrocinado por la empresa tecnológica Cognizant. Dicho certamen tuvo lugar desde noviembre de 2020 hasta marzo de 2021 y estaba formu-

1 https://www.ine.es/covid/covid_movilidad.htm

2 <https://covid19impactsurvey.org/>

3 <https://www.nature.com/articles/s41598-022-05041-0>

4 <https://www.nature.com/articles/s41598-021-97645-1>

5 <https://www.xprize.org/challenge/pandemicresponse>

6 <https://www.xprize.org/>

lado en un contexto de innovación abierta. Su objeto consistía en desarrollar modelos que predijeran la evolución de la pandemia bajo ciertos escenarios de aplicación de medidas no farmacológicas y proponiendo la aplicación de los que tenían menor coste para un mismo grado de contención. Dicha competición constaba de dos fases:

- ▶ En la primera fase había que desarrollar un sistema de inteligencia artificial que pudiera predecir el número de casos de COVID-19 en 236 países y regiones del mundo, a 180 días en el futuro y teniendo en cuenta las NPIs adoptadas en cada uno de esos países y regiones. Dichos modelos eran entrenados a partir de la combinación de las series temporales de casos y de NPIs aplicadas en cada lugar del mundo desde el inicio de la pandemia hasta la fecha en la que se entrenaban los modelos. Ambos conjuntos de datos se encontraban disponibles en el Oxford COVID-19 Government Response Tracker (OxCGRT)⁷.
- ▶ A partir de las predicciones de los modelos de la primera fase, había que desarrollar un prescriptor que propusiera diferentes escenarios de contención de la pandemia, combinando en cada caso diferentes NPIs y diferentes niveles de aplicación de las mismas. Dentro de estos escenarios había que ofrecer escenarios de contención de diferentes niveles, tanto blandos como intermedios y duros. Del mismo modo, se deseaba que los planes fueran óptimos en el sentido de que, para un mismo nivel de dureza, fueran los que tuvieran un menor coste económico y social.

El equipo Valencia IA4COVID⁸ del que fuimos miembros junto a otros 12 investigadores e investigadoras de universidades y centros de investigación de la Comunitat Valenciana, fue declarado ganador mundial de la competición, siendo la primera vez que un equipo

español ganaba un certamen de la Fundación XPRIZE.

Nuestros modelos predictivos de la primera fase estaban basados en una arquitectura de redes neuronales profundas que combinaba varias capas de convolucionales con redes neuronales recurrentes de tipo LSTM bidireccionales. Nuestros modelos funcionaron muy bien en esta fase estando en el top 3 en la suma de mejores modelos en cada país o región. No obstante, lo más destacado es que las predicciones de nuestros modelos fueron compartidas con la Generalitat Valenciana a partir de la tercera ola la pandemia que se inició en diciembre de 2020. Dichas predicciones fueron de gran utilidad en la toma de decisiones de políticas públicas para contener la evolución pandemia, en unas circunstancias críticas con un constante crecimiento del número de casos y con una presión hospitalaria cada vez mayor sin que la vacunación hubiera prácticamente comenzado.

En la segunda fase del reto desarrollamos un sistema recomendador de medidas no farmacológicas o NPIs que mostrara hasta 10 posibles políticas públicas distintas, mostrando su efecto en las curvas de número de casos confirmados, así como su coste. Dichos escenarios debían tener el mejor balance entre su coste y el número de casos de COVID-19 que resultaría si se aplicaran. El hecho de que no hubiera un único plan prescrito permitía que las autoridades gubernamentales pudieran decidir de entre ellos los más adecuados teniendo presente otras circunstancias como la situación económica y el agotamiento de la población. Las intervenciones no farmacológicas consideradas incluían medidas para reducir la movilidad, el fomento del teletrabajo, el cierre parcial o total de centros educativos, así como limitar la actividad económica, las concentraciones multitudinarias o limitar las reuniones familiares.

Al margen del Pandemic Response Challenge, nuestro modelo Valencia IA4COVID⁹ de predicción del número de casos confirmados y de prescripción de planes de intervención de NPIs fue presentado en el mayor con-

⁷ <https://www.bsg.ox.ac.uk/research/research-projects/covid-19-government-response-tracker>

⁸ <https://ellisalicante.org/xprize>

⁹ https://ellisalicante.org/xprize_valencia

greso europeo sobre aprendizaje automático: la Conferencia Europea sobre Aprendizaje Automático y Principios y Práctica del Descubrimiento del Conocimiento en Bases de Datos (ECML PKDD 2021)¹⁰. Allí recibimos el premio al mejor artículo en ciencias de datos aplicadas¹¹. Gracias al apoyo de la Generalitat Valenciana, actualmente nos encontramos estudiando el impacto de la vacunación y de las diferentes variantes del virus a lo largo de la pandemia, con el fin de adaptar los modelos predictivos a estas circunstancias. Asimismo, nos encontramos estudiando con mayor exactitud los costes asociados a cada nivel de aplicación de las NPIs, de manera que los modelos puedan ofrecer medidas mucho más precisas.

Para nosotros ha sido muy gratificante trabajar durante estos casi 2 años en el desarrollo de estos modelos, colaborando estrechamente con las administraciones públicas de nuestro entorno, así como involucrando a la población en una iniciativa de ciencia ciudadana que permitió disponer de información de primera mano sobre la evolución de la pandemia, sobre todo en los momentos más duros y cuando la disponibilidad de datos era limitada.

Los miembros de Valencia IA4COVID son Nuria Oliver (ELLIS Alicante) y J. Alberto Conejero (Universitat Politècnica de València) (colíderes del equipo); Francisco Escolano y Miguel Ángel Lozano (Universidad de Alicante); Miguel Rebollo, Miguel Ángel García-March, Oscar Garibo, Eloy Piñol, Víctor de Elena y Manuel Portolés (Universitat Politècnica de València); Kristina Polotskaya, Aurola Mula, Elisa Espin (Universidad Miguel Hernández) y Adolfo López (FISABIO).

Este trabajo ha sido financiado por FONDO SUPERA COVID-19 Santander-CRUE (CD4COVID19 2020-2021), Fundación BBVA for SARS-CoV-2 research (IA4COVID19 2020-2022) y por la Generalitat Valenciana, proyecto VALENCIA IA4COVID (GVA-COVID19/2021/100). ELLIS Alicante cuenta con financiación a través de un convenio de colaboración firmado en 2021 (Convenio Singular 2021) entre la Fundación Unidad ELLIS Alicante y la Generalitat Valenciana (Conselleria d'Innovació, Universitats, Ciència i Societat Digital, Direcció General para el Avance de la Sociedad Digital). ●

¹⁰ <https://2021.ecmlpkdd.org/>

¹¹ https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-86514-6_24

Para saber más...

- De Nadai, M., Roomp, K., Lepri, B. et al. The impact of control and mitigation strategies during the second wave of coronavirus infections in Spain and Italy. *Sci Rep* 12, 1073 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-05041-0>
- Lozano, M.A., Orts, Ò.G., Piñol, E., Rebollo, M., Polotskaya, K., García-March, M.A., Conejero, J.A., Escolano, F., Oliver, N. Open Data Science to Fight COVID-19: Winning the 500k XPRIZE Pandemic Response Challenge (2021) *Lecture Notes in Artificial Intelligence*, 12978 LNAI, pp. 384 - 399. https://doi.org/10.1007/978-3-030-86514-6_24
- Martínez-García, M., Rabasa, A., Barber, X. et al. Key factors affecting people's unwillingness to be confined during the COVID-19 pandemic in Spain: a large-scale population study. *Sci Rep* 11, 18626 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-97645-1>
- Pandemic Response Challenge organized by the XPRIZE Foundation and sponsored by Cognizant <https://www.xprize.org/challenge/pandemicresponse>
- Oxford Covid-19 Government Response Tracker (OxCGRT) <https://www.bsg.ox.ac.uk/research/research-projects/covid-19-government-response-tracker>
- VALENCIA IA4COVID https://ellisalicante.org/xprize_valencia