



Soporte de decisiones frente al COVID-19: reporte de una experiencia interdisciplinaria

M. Lares^{1,2}, J.B. Cabral³, V. Daza¹, N. Luczywo^{4, 5, 6},
D. Paz^{1, 2}, B. Sanchez⁷ & F. Stasyszyn^{1,2}

¹ Instituto de Astronomía Teórica y Experimental, CONICET-UNC, Argentina

² Observatorio Astronómico de Córdoba, UNC, Argentina

³ Centro Internacional Franco Argentino de Ciencias de la Información y de Sistemas, CONICET-UNR, Argentina

⁴ Lab. de Ingeniería y Mantenimiento Industrial, Fac. de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, UNC, Argentina

⁵ Instituto De Estadística Y Demografía, Facultad de Ciencias Económicas, UNC, Argentina

⁶ Facultad de Ciencias de la Administración, UNDE, Argentina

⁷ Department of Physics, Duke University, EE.UU.

Contacto / marcelo.lares@unc.edu.ar

Resumen / La pandemia del virus COVID-19 produjo cambios sin precedentes en el funcionamiento de la sociedad, y la necesidad de brindar una respuesta rápida a los numerosos problemas e interrogantes relacionados con su propagación. Durante los primeros meses de 2020 muchos investigadores modificaron sus actividades programadas y se abocaron a buscar respuestas, intentar contribuciones o desarrollar productos de rápida aplicación para la mitigación de los efectos de la pandemia en los distintos sectores de la sociedad. En este trabajo se describe la experiencia de un grupo interdisciplinario con base en el Observatorio Astronómico de Córdoba, en el desarrollo de herramientas para el soporte de decisión frente a la propagación del virus en Argentina, aplicando metodologías de ciencias de datos, computación y administración. A través de distintas líneas de trabajo y en colaboración remota, se produjeron herramientas para la carga y mantenimiento de datos epidemiológicos, destinadas a validar la información ofrecida en los reportes de las autoridades y a dotar a sistemas de salud de un recurso ágil y seguro para la carga de datos. Además, se llevó a cabo la implementación y análisis de modelos epidemiológicos, los cuales fueron modificados para proponer diferentes escenarios, y acompañados de herramientas interactivas de visualización. Se discute brevemente el rol de las ciencias duras en problemas aplicados de interés general.

Abstract / The COVID-19 pandemic produced unprecedented changes in our society, leading to the need of tools for the prompt response to the problems linked to its spread. During the early months of 2020, many scientists adapted their activities and committed to the study and analysis of COVID-19 data. These initiatives produced tools to help at alleviating the effects of the pandemic. Here we describe the experience of an interdisciplinary group on the development of data oriented decision support tools. These tools were offered and partially used to analyse the spread of the virus in Argentina. Through diverse approaches and working remotely, we produced tools for loading and maintaining epidemiologic data. In these tasks we applied data science, informatics and administration methodologies. We aimed at validating the information made public by the health authorities. Thus, we designed and offered an agile and safe resource for data ingestion to the health system. We also implemented and analysed epidemic models, which were adapted to propose alternative scenarios. The models are open and accompanied with interactive visualisation tools. Finally, we discuss the role of science in applied problems of general interest.

Keywords / sociology of astronomy — methods: data analysis

1. Introducción

La respuesta de los sistemas de salud ha sido clave para la contención de la pandemia del virus COVID-19 que emergió en Argentina a principios de 2020. Al momento de la aparición de los primeros infectados, existía evidencia de la enorme presión a la que se veían sometidos los sistemas de salud en las naciones en donde se había extendido ampliamente (Di Saverio et al., 2020). Las medidas sanitarias, tomadas por los gobiernos para mitigar la propagación del virus, comprenden un amplio abanico de posibilidades y hacen que la elección de las mejores estrategias sea difícil. La reorganización del sistema de salud para dar respuesta a la pandemia enfren-

ta enormes dificultades y la recopilación de información, como estrategia epidemiológica, es el primer paso para poder realizar decisiones informadas (Huh et al., 2020). En este contexto, las autoridades deben tomar decisiones urgentes de amplia discrecionalidad, apoyadas por la información disponible, en un marco de alta incertidumbre para la gestión de la pandemia. Entonces, se necesitan herramientas de soporte a los planes de acción adoptados por las autoridades, que favorezcan el flujo de la información lograda a todos los niveles de manera oportuna (Legido-Quigley et al., 2020) y facilitada mediante tecnologías digitales (Renda & Castro, 2020). Así, se persigue el objetivo de facilitar los procesos de soporte a la decisión para aumentar la efectivi-

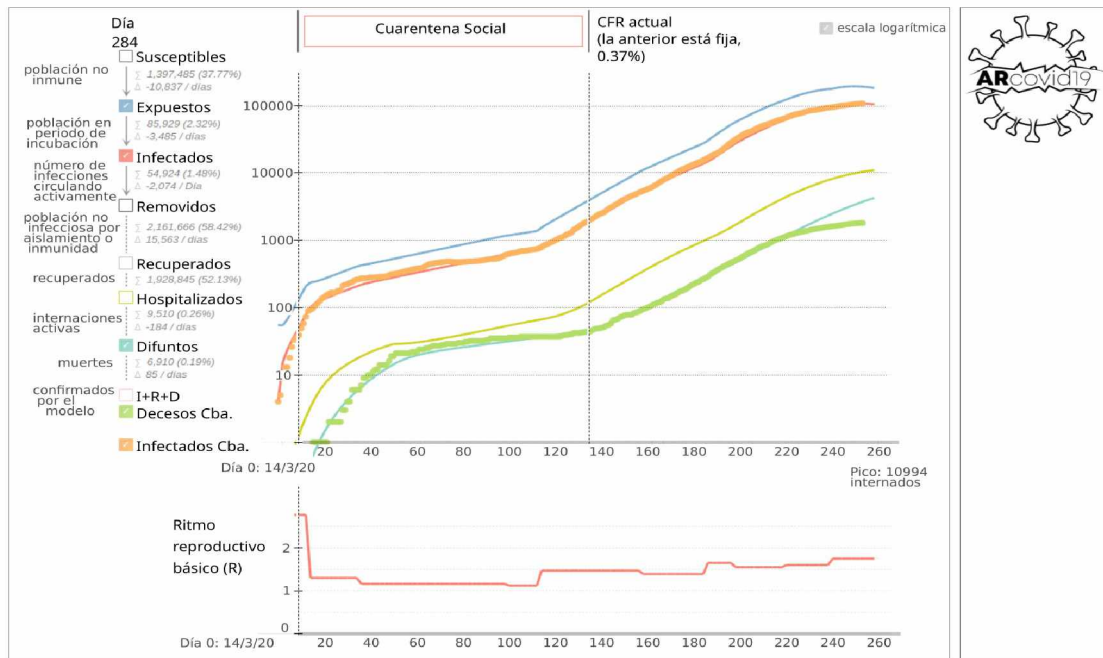


Figura 1: Captura de pantalla de la calculadora epidemiológica interactiva, con datos para la provincia de Córdoba. Disponible en <https://epacalc-cba.now.sh>. La versión nacional está disponible en <https://epacalc-arg.now.sh>. Se muestra también el logo del proyecto. Todos los productos son públicos y están disponibles en <https://ivco19.github.io>.

dad y confiabilidad de la respuesta ante la pandemia de COVID-19 mediante el diseño, ejecución y la adaptación de modelos matemáticos y herramientas computacionales que simplifiquen la recolección, el resumen, el análisis y el reporte de datos.

2. Productos

En esta sección describimos brevemente los productos generados, todos disponibles en <https://ivco19.github.io>.

2.1. Bases de datos

Es fundamental contar con datos que permitan evaluar cómo evolucionan los contagios y diseñar acciones para contener la circulación del virus. Al principio los datos no estaban organizados, y en general se contaba con reportes de las autoridades de salud que tenían problemas de consistencia. En el marco de este proyecto se procedió a recabar información a partir de los informes epidemiológicos y consolidarlos en una base de datos de acceso abierto. Además, se produjeron herramientas para la carga y mantenimiento de datos epidemiológicos, destinadas a validar la información ofrecida en los reportes de las autoridades y a dotar a sistemas de salud de un recurso ágil y seguro para la carga de datos.

2.2. Brooks: Gestor de datos epidemiológicos

BROOKS* es un programa libre, construido sobre el *framework* DJANGO y que funciona como una *webapp*, des-

*<https://github.com/ivco19/brooks>

tinada a la carga rápida de datos epidemiológicos desde plantillas de cálculo. Está diseñado para tolerar errores y datos duplicados con relativa facilidad. Posee un tablero con el estado actual de la pandemia a nivel provincial y nacional. Asimismo, permite la navegación de los datos cargados desde diferentes puntos de vista, tales como la vista de un evento sobre un paciente. Además, genera reportes de los datos con la información relevante y visualizaciones.

2.3. Biblioteca de PYTHON

ARCOVID19 es una biblioteca de PYTHON que posee tres funcionalidades principales: sirve como herramienta de análisis de la base de datos curada y conciliada de la información disponible en los medios oficiales; posee un lenguaje basado en grafos para la generación de escenarios epidemiológicos compartimentados (Ver por ej. la Fig. 2); y permite el despliegue de una *webapp* para el uso parcial de estas funcionalidades. La herramienta está disponible en el *Python Package Index*, y cuenta con documentación, pruebas, e integración continua. Se distribuye con licencia BSD-3 (Initiative et al., 1990). Posee además un modo de línea de comando.

2.4. Modelos epidemiológicos

Se llevó a cabo la implementación y análisis de modelos epidemiológicos, los cuales fueron modificados para proponer diferentes escenarios, y acompañados de herramientas interactivas de visualización. Se generó una calculadora epidemiológica que implementa el modelo clásico epidemiológico SEIR (*Susceptible, Exposed, In-*

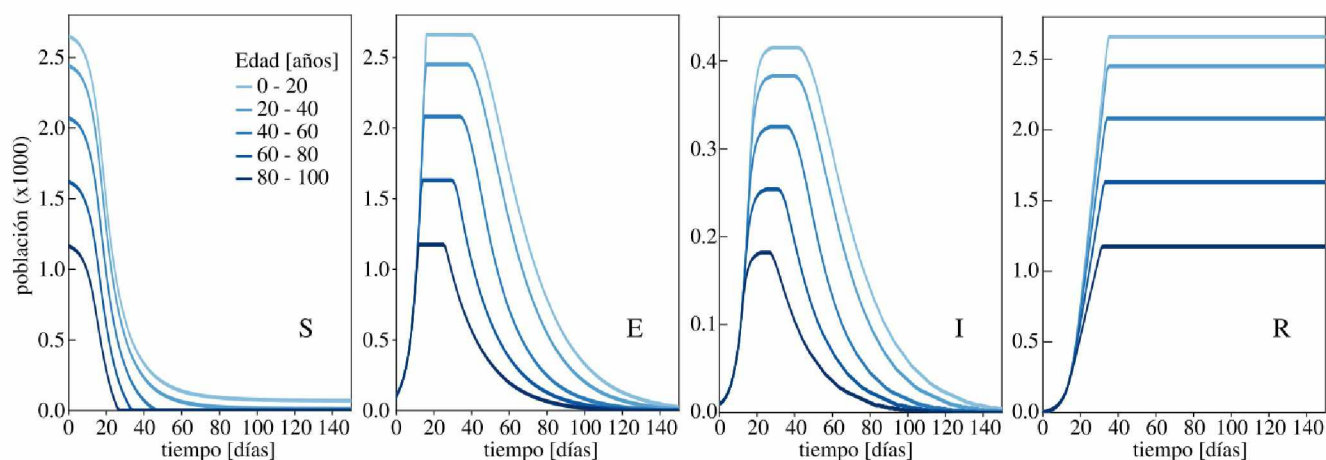


Figura 2: Parámetros de un modelo SEIR subcompartmentado y basado en grafos para diferentes rangos de edad.

fected, Removed), basada en el trabajo del Dr. G. Goh** Una captura de pantalla de la misma se muestra en la Fig. 1. La dinámica del modelo es caracterizada mediante un conjunto de cuatro ecuaciones diferenciales ordinarias que corresponden a los diferentes estadios de la enfermedad durante su propagación en una dada población. Además de un compartimento para fallecidos, se compartimentaron los casos según una forma leve de la enfermedad y una fuerte, modelando también el número de casos que requieren hospitalización. Incluimos los datos de ARCOVID19 para poder ajustar un modelo donde el ritmo reproductivo es función del tiempo. Se implementó un backend en PYTHON que permite descargar resultados precisos.

2.5. Criterios para la gestión de la pandemia

Se definió un indicador compuesto para la gestión de la pandemia, considerando el problema en múltiples dimensiones, incluyendo factores tales como la respuesta de contención, seguridad y desarrollo en el sistema de salud, actividad económica e impacto en la economía.

3. Impacto y experiencia interdisciplinaria

Se dieron varias notas de prensa, de parte de distintos miembros del equipo, en medios locales de televisión, radio y prensa escrita. Se presentaron seminarios en la CONAE, la FaMAF y el IATE. En dichas oportunidades se presentaron conceptos formales al público en general (por ejemplo, cómo interpretar una curva exponencial o el rol de los modelos y su capacidad de predicción). Se presentaron conceptos epidemiológicos en la comunidad astronómica y se discutieron los problemas y ventajas del trabajo interdisciplinario a partir de la experiencia.

Entre las herramientas desarrolladas, se encuentran una base de datos con información respecto a la cantidad de pacientes en las provincias argentinas, *software* para la manipulación de la misma, una calculadora epidemiológica basada en el modelo SEIR, y una herramienta de carga de datos capaz de centralizar infor-

mación. La experiencia de llevar adelante este proyecto fue muy fructífera, produciendo beneficios con un valor añadido para la sociedad, y además porque éste se ha destacado por su carácter interdisciplinario involucrando físicos, astrónomos, ingenieros, administradores y biotecnólogos; esta diversidad de perfiles sirvió para desarrollar un conjunto de herramientas con solidez metodológica (cuestiones de diseño y costo del trabajo) y formal (cuestiones matemáticas y algorítmicas). Cabe aclarar que los distintos componentes fueron finalizados con diferentes grados de éxito y se hizo un enorme esfuerzo en tener disponibles estas herramientas en poco tiempo.

El equipo de ARCOVID19 se conformó de manera espontánea y autogestionada como respuesta a la necesidad de contar con información fehaciente y ordenada sobre datos epidemiológicos durante los primeros días de la presencia del virus en el país. Fue posible dialogar con profesionales de las ciencias de la computación, de las ciencias de la administración y epidemiólogos, logrando resultados en poco tiempo y con cierto impacto en el sistema de salud de la Ciudad de Córdoba. La formación en ciencias básicas y la experiencia en ciencias de la computación fueron elementos claves para lograr una interacción fluida aun con una forma de trabajo puramente no presencial. Todos los productos desarrollados se encuentran en repositorios bajo licencia MIT.

Agradecimientos: Este proyecto cuenta con financiamiento de la Universidad de la Defensa, RR UNDEF 114/2020.

Referencias

- Di Saverio S., et al., 2020, Colorectal Disease. Doi10.1111/codi.15056
- Huh K., Shin H.S., Peck K.R., 2020, Infection & Chemotherapy, 52, 105. Doi10.3947/ic.2020.52.1.105
- Initiative O.S., et al., 1990, 2015b.[Online]. Available: <https://opensource.org/licenses/BSD-3-Clause>. [Accessed 26 November 2020]
- Legido-Quigley H., et al., 2020, The lancet public health, 5, e251. Doi10.1016/S2468-2667(20)30060-8
- Renda A., Castro R.J., 2020. <http://aei.pitt.edu/102658/>

**<https://github.com/gabgoh/epcalc>