

# Proyectos e instrumentos aplicados para la gestión sanitaria frente al Covid-19: alcances, perspectivas y desafíos<sup>1</sup>

MARÍA LORENA LA MACCHIA

Instituto de Geografía, Historia y Ciencias Sociales / Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas - Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (CONICET - UNICEN) / Argentina

[llamacchia@fch.unicen.edu.ar](mailto:llamacchia@fch.unicen.edu.ar)

ADELA TISNÉS

Instituto de Geografía, Historia y Ciencias Sociales / Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas - Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (CONICET - UNICEN) / Argentina

[atisnes@fch.unicen.edu.ar](mailto:atisnes@fch.unicen.edu.ar)

MARIANA RIVERO

Centro de Investigación Veterinaria Tandil / Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN) - Argentina

[mrivero@vet.unicen.edu.ar](mailto:mrivero@vet.unicen.edu.ar)

---

1 Este trabajo forma parte del coloquio desarrollado desde la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Universidad Nacional del Litoral (UNL) cuyo eje se denominó: Territorios y pandemia. Aportes para el COVID-19 en Argentina desde la investigación geográfica. Dicho encuentro convocó a investigadores/as, docentes, graduados/as y estudiantes junto a sus equipos de trabajo de un gran número de universidades de país, con el objetivo de dar visibilidad y evidenciar los aportes de la Geografía en el contexto de emergencia sanitaria. En este sentido, el artículo intenta recopilar la información espacial y temporal producida a distintas escalas, como así también, los escenarios de modelización y la construcción de indicadores elaborados a partir de la participación en diferentes proyectos que vinculan las unidades académicas de la Facultad de Ciencias Humanas y de Ciencias Veterinarias.

AYELÉN BARON PRATO

Facultad de Ciencias Humanas de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN) - Argentina

[ayibaron@gmail.com](mailto:ayibaron@gmail.com)

JUAN A. PASSUCCI,

Centro de Investigación Veterinaria Tandil / Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN) - Argentina

[apass@vet.unicen.edu.ar](mailto:apass@vet.unicen.edu.ar)

SILVINA GUTIERREZ <sup>2</sup>

Centro de Investigación Veterinaria Tandil / Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN) - Argentina

[segutier@vet.unicen.edu.ar](mailto:segutier@vet.unicen.edu.ar)



10.14409/rl.v6i6.11951

---

2 Se lista a continuación el resto del equipo de autores: Haure, Macarena; Génova, Juan; Linares Santiago; Picone, Natasha; Ortmann, Mauro; Quero, Emanuel; Franzoia-Mos, Daniela; Rocha, Heder; Rosso, Inés; Moran, Celeste; Silva, Julia; Estein, Silvia.

## RESUMEN

El contexto de pandemia y emergencia sanitaria por COVID-19 implicó la capacidad de poder almacenar, procesar, analizar y disponer de información espacial y alfanumérica a diferentes escalas para responder interrogantes útiles ante la demanda derivada de organismos públicos y privados para la gestión sanitaria.

En esta línea se desarrollaron proyectos I+D que vincularon las unidades académicas de la Facultad de Ciencias Humanas y de Ciencias Veterinarias. El artículo se centra en los alcances, desafíos y ejecución de dos de ellos. El primero fue el proyecto de Voluntariado Universitario para la Emergencia Sanitaria COVID-19 que tuvo como principal objetivo trabajar sobre las potencialidades del uso de las geotecnologías como herramientas para la toma de decisiones en los territorios en el contexto de emergencia sanitaria y el aporte de la infraestructura de datos espaciales de la FCH-UNICEN para almacenar, producir, analizar y difundir información geoespacial y garantizar el acceso a la democratización de la información.

El segundo de los proyectos estuvo estrictamente relacionado con la gestión sanitaria y la salud pública a partir del desarrollo de la encuesta serológica estratificada por edad basada en la población del partido de Tandil. Su propósito radicó en elaborar modelos de análisis de la distribución espacial de las comorbilidades asociadas a la obtención de indicadores, principalmente, de obesidad y diabetes mediante el aporte de las TIG.

Los aportes e instrumentos intentan construir un abordaje interdisciplinar entre la Geografía, la Salud Pública e Informática y están orientados a darle visibilidad a la Geografía como disciplina y poder materializar en el territorio los alcances de su potencial tanto para la producción de información alfanumérica y gráfica periódicamente actualizada a partir del análisis espacial y la modelización de escenarios futuros para la toma de decisiones en forma inmediata y la elaboración de políticas en el contexto de ASPO.

PALABRAS CLAVE: Geografía; COVID-19; Gestión sanitaria

....

Recepción: 09/09/2021 | Evaluación: 30/11/2021 | Aceptación: 14/12/2021

## **ABSTRACT**

Projects and instruments applied for health management against Covid-19: scope, perspectives and challenges

The context of a pandemic and health emergency due to COVID-19 implied the ability to store, process, analyze and have spatial and alphanumeric information at different scales to answer useful questions in the face of demand derived from public and private organizations for health management.

In this line, I+D projects were developed that linked the academic units of the Faculty of Human Sciences and Veterinary Sciences. The article focuses on the scope, challenges and execution of two of them. The first was the University Volunteering for the COVID-19 Health Emergency project whose main objective was to work on the potentialities of the use of geotechnologies as tools for decision-making in the territories in the context of health emergency and the contribution of the FCH-UNICEN spatial data infrastructure to store, produce, analyze and disseminate geospatial information and guarantee access to the democratization of information.

The second of the projects was strictly related to sanitary management and public health from the development of the serological survey stratified by age based on the population of the Tandil district. Its purpose was to develop analysis models of the spatial distribution of comorbidities associated with obtaining indicators, mainly obesity and diabetes through the contribution of GIT.

The contributions and instruments try to build an interdisciplinary approach between Geography, Public Health and Informatics and are oriented to give visibility to Geography as a discipline and to be able to materialize in the territory the scope of its potential both for the production of alphanumeric and graphic information periodically updated from spatial analysis and future scenario modeling for immediate decision making and policy development in the context of ASPO.

**KEYWORDS:** Geography; COVID-19; Health management

....

## RESUMO

Projetos e instrumentos aplicados à gestão da saúde contra a Covid-19: escopo, perspectivas e desafios

O contexto de uma pandemia e emergência sanitária devido ao COVID-19 implicou na capacidade de armazenar, processar, analisar e ter informações espaciais e alfanuméricas em diferentes escalas para responder a perguntas úteis em face da demanda derivada de organizações públicas e privadas para a gestão da saúde.

Nesta linha, desenvolveram-se projetos de I+D que articularam as unidades académicas da Faculdade de Ciências Humanas e de Ciências Veterinárias. O artigo enfoca o escopo, os desafios e a execução de dois deles. O primeiro foi o projeto Voluntariado Universitário para a Emergência Sanitária COVID-19 cujo principal objetivo foi trabalhar as potencialidades da utilização das geotecnologias como instrumentos de tomada de decisão nos territórios no contexto da emergência sanitária e o contributo das FCH- Infraestrutura de dados espaciais da UNICEN para armazenar, produzir, analisar e divulgar informações geoespaciais e garantir o acesso à democratização da informação.

O segundo dos projetos estava estritamente relacionado à gestão sanitária e saúde pública a partir do desenvolvimento do inquérito sorológico estratificado por idade com base na população do distrito de Tandil. Seu objetivo foi desenvolver modelos de análise da distribuição espacial das comorbidades associadas à obtenção de indicadores, principalmente obesidade e diabetes por meio da contribuição do GIT.

Os contributos e instrumentos procuram construir uma aproximação interdisciplinar entre Geografia, Saúde Pública e Informática e estão orientados para dar visibilidade à Geografia como disciplina e poder materializar no território o âmbito das suas potencialidades tanto para a produção de alfanuméricos como gráficos. informações atualizadas periodicamente a partir de análises espaciais e modelagem de cenários futuros para tomada de decisão imediata e desenvolvimento de políticas no contexto de ASPO.

PALAVRAS-CHAVE: Geografia; COVID-19; Gestão de saúde

....

## Introducción

El objetivo de esta investigación está orientado a darle visibilidad a la Geografía como disciplina y poder materializar en el territorio los alcances de su potencial tanto para la producción de información alfanumérica y gráfica. En este sentido, a partir del análisis espacial y la modelización en el contexto de pandemia por COVID-19 se dio respuesta inmediata a la demanda ejercida por las autoridades de gestión y salud pública de la ciudad de Tandil y así evidenciar el potencial de la Geografía en el contexto de emergencia sanitaria.

En esta línea de trabajo se centró en el aporte a los proyectos e instrumentos aplicados para la gestión sanitaria frente al COVID-19 determinando los alcances y resultados preliminares obtenidos a partir de su desarrollo y ejecución. En primer lugar, se trabajó en poder desagregar e integrar la información alfanumérica disponible de las distintas áreas para lograr unificar criterios y compatibilizar las variables de análisis con el objetivo de construir indicadores, realizar análisis espaciales y elaborar escenarios de simulación.

En última instancia es necesario destacar los desafíos que generan estos aportes indicándonos el camino a seguir, haciendo énfasis en la evaluación de los proyectos, los obstáculos sorteados a lo largo de su desarrollo y el surgimiento de otras líneas de investigación o contribuciones mediante la búsqueda de nuevos propósitos para profundizar en la modelización de diferentes indicadores del análisis espacial por COVID-19.

Este artículo pone el acento en cuatro pilares:

- El abordaje interdisciplinar entre la Geografía, la Salud Pública y la Informática.
- Las potencialidades del uso de las geotecnologías como herramientas para la toma de decisiones en los territorios en el contexto de emergencia sanitaria.
- La infraestructura de datos espaciales y el acceso a la democratización de la información.
- La integración de proyectos I+D para el análisis del COVID-19.

## Marco teórico

La Geografía de la Salud, o Geografía Sanitaria, es la rama de la Geografía Humana que ha sido parte de la disciplina, posiblemente desde sus orígenes. A lo largo de todo ese tiempo, han ido cambiando los temas de interés, los objetos de estudio específicos de esta rama. Sin embargo, desde la década del setenta, el enfoque se ha centrado básicamente en la salud y en el bienestar de la población (Ortega Valcarcel, 2000).

La Geografía Médica con base cuantitativa, surge a partir de los avances de Peter Hagget (2000) y de Torsten Häggerstrand (1952). Está basada principalmente en estudios de difusión y análisis locacional. Se considera que estos aportes fueron innovadores porque Häggerstrand fue uno de los primeros en introducir la simulación y los métodos cuantitativos en geografía humana. Además, sentó las bases teóricas para el desarrollo de la geografía del tiempo: un enfoque teórico construido sobre cómo se crean las superposiciones entre las cosas y las personas individuales en tiempo y espacio.

A partir de esos años y en las dos últimas décadas se han realizado en geografía numerosos trabajos con esta orientación, en particular sobre la difusión de las enfermedades infecciosas, la epidemiología de diversas enfermedades: la hepatitis infecciosa (Brownlea, 1972); la bronquitis crónica (Girt, 1972); el cólera (Kwoe, 1976); la pancreatitis aguda (Giggs, 1980) o las enfermedades cardiovasculares (Meade, 1983) por citar algunas (Varo, 1999). Así, la Geografía Médica comenzó su escalada de renovación rebautizándose Geografía de la Salud, para abarcar no sólo la expresión espacial y difusión de las enfermedades sino toda una cuestión compleja que se desenvuelve en el seno mismo de la sociedad para compatibilizar carencias y excesos, atención y prevención, deberes y derechos, ambiente y cultura. Avanzada la década de 1960, se incorpora de manera más fuerte el paradigma cuantitativo, lo que permite desarrollar estudios orientados a describir los procesos de difusión de las enfermedades, su modelado, además de las relaciones entre las enfermedades con el ambiente físico y las actividades humanas (Fernández *et al.*, 2007). Las dos décadas siguientes vivieron una renovación de la subdisciplina fomentada básicamente por: la Escuela de Chicago, el movimiento de Indicadores Sociales, el auge del concepto bienestar de las poblaciones, basado en dimensiones materiales y objetivas, y el surgi-

miento de la Geografía del Bienestar, junto con el desarrollo de la aproximación humanista.

Considerando en esta nueva etapa que la salud es un fenómeno multi-dimensional (resultado dinámico y variable de las influencias globales de múltiples factores), y dejando atrás un modelo más tradicional, que está centrado en las patologías, es se avanza hacia un modelo que incorpora la noción de bienestar social, y que aporta una visión positiva de la salud (Mayoralas *et al.*, 1993).

La importancia de los enfoques analíticos espaciales en Geografía Médica continúa en la actualidad, y hay quienes sostienen que podría seguir siendo el paradigma dominante en la comprensión de la geografía de la enfermedad y la geografía de la atención médica.

### **Proyectos de investigación en el contexto de Emergencia Sanitaria COVID-19**

El proyecto de Voluntariado Universitario para la Emergencia Sanitaria COVID-19 (VOL-COVID-19) nace a raíz de la pandemia por la infección por SARS-CoV-2, desatada el 31 de diciembre de 2019, en China, y llegando a nuestro país el 11 de marzo de 2020.

De esta manera el equipo de Geotecnologías del CIG/IGEHCS FCH-UNICEN-CONICET decidió que, mientras subsista la Emergencia Sanitaria dispuesta por el Decreto 26/2020, existía el compromiso de participar del Voluntariado Universitario para la Emergencia Sanitaria COVID-19 (VOL-COVID-19), a partir del desarrollo de tareas vinculadas a producción, almacenamiento, difusión y análisis espacial de geodatos epidemiológicos, socioeconómicos y ambientales útiles para la toma de decisiones de las autoridades de gestión en los Municipios de las sedes de la UNICEN que lo requieran, actuando bajo la coordinación general de las autoridades de Salud y de Epidemiología de cada Municipio conjuntamente con la Facultad de Ciencias Humanas y la Universidad. Estos aportes implicaron la necesidad de mantener actualizada la Infraestructura de datos espaciales de la FCH-UNICEN que integra la Red de Infraestructura de datos espaciales de la República Argentina cuyo objetivo es poder consultar, visualizar, analizar, difundir y descargar información geoespacial garantizando la democratización de la información, su acceso libre, facilitando la toma de decisiones y los

mecanismos de acción para responder a las demandas en lo inmediato en este contexto de ASPO.

Repasando las líneas de trabajo frente al COVID-19, estuvieron enmarcadas en cuatro ejes fundamentales:

- Almacenamiento de información geoespacial
- Producción de geodatos
- Difusión y comunicación a través de mapas
- Análisis espacial

### **Aportes Geotecnológicos a la emergencia COVID-19**

El campo de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se ha vuelto de gran utilidad para comprender y analizar diversos problemas de la salud pública. El objetivo principal de unir las disciplinas de Geografía, Salud Pública e Informática es conocer y comprender el “cuánto, dónde y porqué” de los problemas de salud que afectan a las comunidades.

Las herramientas empleadas incluyen SIG, vigilancia epidemiológica, big data, Infraestructuras de datos espaciales, análisis espacio temporal dinámico continuo, autómatas celulares, modelado basado en agentes, estadísticas espaciales y cartografía web. Los efectos positivos del análisis espacial en contextos de epidemias han demostrado ser muy útiles y permiten mejorar la atención médica en todos los países del mundo.

En este contexto epidemiológico los aportes al proyecto de voluntariado y los principales resultados preliminares derivaron en el trabajo sobre cuatro líneas de abordaje.

### **Almacenamiento de información geoespacial**

Esta primera línea se centró en la carga, consulta, visualización, análisis

y descarga de capas de información de interés sanitario, orientada por la demanda de los organismos de salud y autoridades municipales. La información geoespacial que se encuentra alojada en la infraestructura de datos espaciales de nuestra universidad, disponible en la dirección <http://ide.fch.unicen.edu.ar/> desagrega, además, capas y metadatos de interés social, catastral, ambiental y económico. De esta manera permite acceder de manera libre, amigable y transparente a toda la información producida por el instituto permitiendo el análisis espacial y el modelado de escenarios futuros.

La intención es que funcione como una plataforma interactiva de acceso público orientada a diferentes tipos de usuarios, con la posibilidad de incorporar incluso datos de utilidad para la población en general como cantidad de casos, centros de salud, etc.

Si observamos la IDEFCH la disposición de las capas se presenta de la siguiente manera como se muestra en la Figura 1.

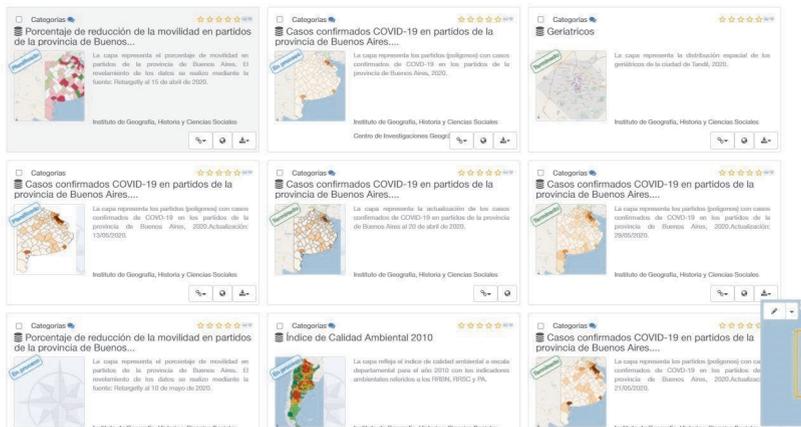


Figura 1. Presentación de las capas de información alfanumérica en la IDE

Fuente: Elaboración personal. CIG-IGEHCs-CONICET-UNICEN en base a geodatos disponibles en la IDEFCH: <http://ide.fch.unicen.edu.ar/>

## Producción de geodatos

La segunda línea de aporte fue la producción de geodatos con infor-

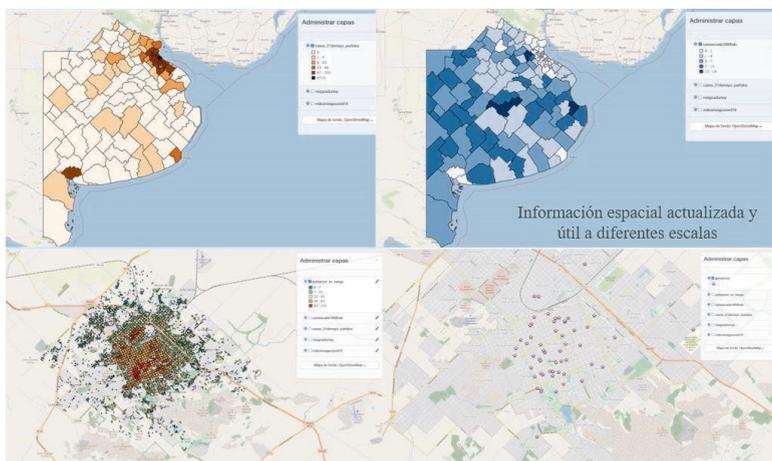
mación espacial precisa y actualizada a diferentes escalas como insumo para la creación de cartografía digital (vectorial y ráster). Este insumo es útil y especializado, tanto para la toma de decisiones como para facilitar el cumplimiento de las reglamentaciones que las diferentes entidades gubernamentales consideren oportuno, como se evidencia en la Figura 2. Primeramente, surgieron demandas puntuales al equipo y luego se continuó con otros insumos potencialmente valiosos: escenarios de expansión de la pandemia, análisis espaciales y cruce de variables junto a la construcción de indicadores.

A fin de mencionar algunos de los productos cartográficos obtenidos a escala provincial y regional podemos citar:

- Porcentaje de reducción de la movilidad en los partidos de la provincia de Buenos Aires.
- Disponibilidad de camas para internación en los partidos de la provincia de Buenos Aires.
- Casos confirmados de COVID-19 en los partidos de la provincia de Buenos Aires (actualización semanal).
- Distribución de camas cada 1000 habitantes en los partidos de la provincia de Buenos Aires.
- Densidad demográfica por km<sup>2</sup> en partidos de la provincia de Buenos Aires.
- Regiones sanitarias de la provincia de Buenos Aires.
- Población de 65 años y más en partidos de la provincia de Buenos Aires.

Otra cartografía utilizada como insumo para la obtención de escenarios a nivel local partieron de:

- Población de 54 años y más en la ciudad de Tandil.
- Geriátricos de la ciudad de Tandil.
- Centros comunitarios de la ciudad de Tandil.
- Barrios populares de la ciudad de Tandil.
- Centros de Salud privados de la ciudad de Tandil.
- Comercios y servicios habilitados de Tandil.
- Establecimientos Educativos de la ciudad de Tandil.
- ONG de la ciudad de Tandil.
- Establecimientos Administrativos de la ciudad de Tandil.
- Geocodificación de los registros de llamados telefónicos (según síntomas y resultados): indicadores semanales.



**Figura 2.** Producción de geodatos a distintas escalas

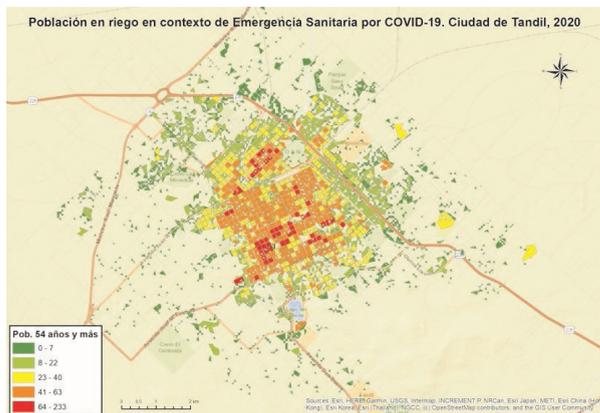
*Fuente: Elaboración personal. CIG–IGEHCs–CONICET–UNICEN en base a geodatos disponibles en la IDEFCH: <http://ide.fch.unicen.edu.ar/>*

## **Difusión y comunicación a través de mapas**

Esta tercera línea pretendió documentar y sistematizar periódicamente los avances realizados, tanto en torno al almacenamiento, análisis y visualización de la cartografía digital generada, como para su consulta, uso y descarga en los organismos públicos, privados y en la sociedad general, contribuyendo de esta manera a un proceso global de socialización y democratización de la información.

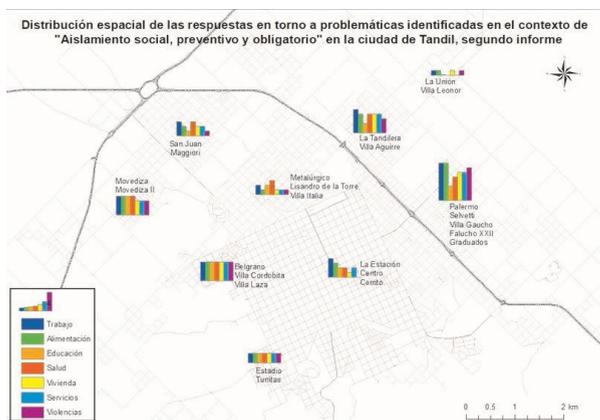
En las Figuras 3 y 4 se muestran algunos de los mapas confeccionados para su difusión y elaboración de informes. Por un lado, la población en riesgo para la ciudad de Tandil, 2020 y, por otro, las problemáticas identificadas en el contexto de ASPO según la percepción de la población local.

Fuente: Elaboración personal. CIG-IGEHCS-CONICET-UNICEN en base a geodatos disponibles en la IDEFCH: <http://ide.fch.unicen.edu.ar>



**Figura 3.** Población en riesgo en contexto de Emergencia sanitaria. Tandil, 2020.

Fuente: Elaboración personal. CIG-IGEHCS-CONICET-UNICEN en base a muestra de encuestas realizadas a la población local, Tandil, 2020.



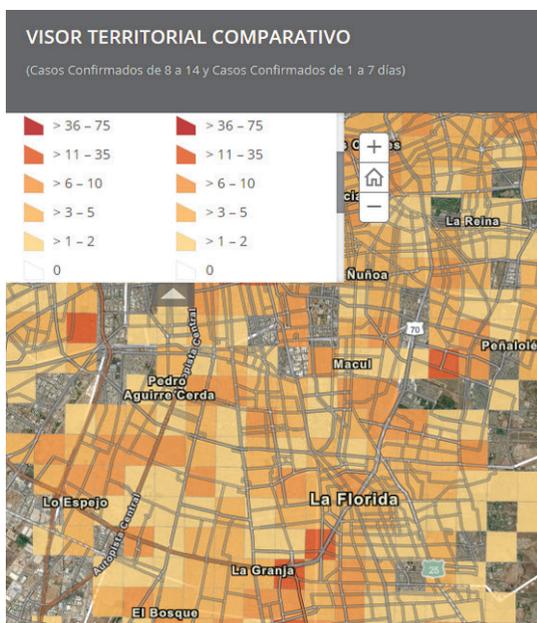
**Figura 4.** Distribución espacial de las respuestas en torno a problemáticas identificadas en el contexto de ASPO. Tandil, 2020.

Otro de los informes en desarrollo o presentados en forma de avances semanales (Cuadro 1) fue la detección de casos positivos y el seguimiento de contactos estrechos expuesto en la Figura 5.

**Cuadro 1.** Guía de trabajo para detección y seguimiento de contagios.

Geocodificación	Agregación	Indicadores
Geocodificación en base a direcciones postales de los registros de llamados por sospecha (clasificado por síntomas y resultado)	Agregado espacial en cuadrantes de 500 mts x 500 mts por razones de confidencialidad estadística y privacidad	Construcción de indicadores semanales: tasa de incidencia y prevalencia, frecuencias según población

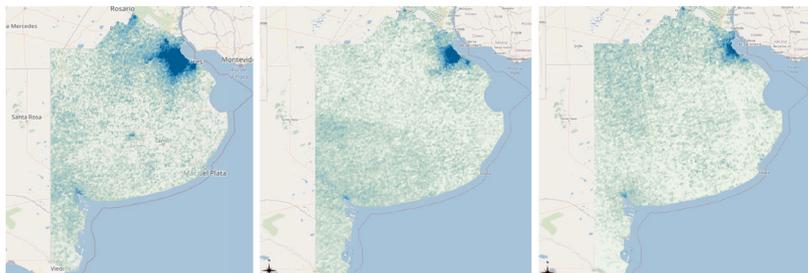
Fuente: Elaboración personal. CIG–IGEHCs–CONICET–UNICEN en base a informe semanal presentado al SISP (Sistema Integrado de Salud Pública) Tandil.



Fuente: Elaboración personal. CIG–IGEHCs–CONICET–UNICEN en base a informe semanal presentado al SISP (Sistema Integrado de Salud Pública) Tandil.

**Figura 5.** Geocodificación de direcciones postales según focos de contagios y seguimiento de contactos estrechos. Tandil, 2020–2021.

Por último, la Figura 6, evidencia los análisis derivados del procesamiento de imágenes del satélite Sentinel a partir de la medición de concentraciones de NO<sub>2</sub> troposférico en la provincia de Buenos Aires.



*Fuente: CIG–IGEHCs–CONICET–UNICEN a partir de procesamiento de imágenes del Satélite Sentinel 5P. Sensor TROPOMI. L3 Band: tropospheric\_NO2\_column\_number\_density. Google Earth Engine.*

**Figura 6.** Concentración de NO<sub>2</sub> troposférico (mol/m<sup>2</sup>) promedio en la Provincia de Buenos Aires para tres períodos: 1–15 de marzo de 2020 (izquierda), 16–31 de marzo de 2020 (centro) y 1–15 de abril de 2020 (derecha)

## **Análisis Espacial**

Esta cuarta línea tuvo como objetivo central generar análisis socioespaciales y modelización de escenarios futuros, que fueron difundidos por medio de informes de situación para la toma de decisiones. Al mismo tiempo, nos propusimos construir insumos destinados a la población en general. Este tipo de procesamientos implicó la construcción de indicadores utilizando el cruce de información espacial, zonificaciones para planes de contingencias y análisis de evaluación multicriterio para la toma de decisiones.

Como ejemplos podemos mencionar la construcción de un índice de riesgo a escala de partidos de la provincia de Buenos Aires y una evaluación multicriterio de focos de aglomeración intraurbanos en la ciudad de Tandil.

## Construcción y mapeo de un Índice de Riesgo COVID-19. Provincia de Buenos Aires

Uno de los recursos disponibles es el que permite identificar qué partidos de la provincia de Buenos Aires son más vulnerables frente a la pandemia.

A cada una de las variables mencionadas, se les aplicó un proceso de estandarización por rango que permite llevar al grupo de variables a escalas comparables constituyendo una matriz de datos estandarizados (MDZ). En la matriz, las variables fueron llevadas a un rango de medición entre 0 y 1, valores tomados en todos los casos, por los datos mínimos y máximos de cada subvariable respectivamente.

Los resultados obtenidos en el Figura 7 permiten discriminar que los partidos de la provincia de Buenos Aires que poseen valores del indicador cercanos a 1 son los que presentan mayor nivel de vulnerabilidad frente al COVID-19. El indicador se elaboró mediante el pre- procesamiento de cinco variables según se muestra en el Cuadro 2.

**Cuadro 2.** Variables del Índice de Riesgo COVID-19 y sus ponderaciones.

Variable	Ponderación	Indicador	Fecha fuente
<b>Población infectada</b>	0.3	Núm. casos confirmados	20/04/2020
<b>Población &gt; 65 años</b>	0.1	Pob > 65 / Tot. Pob.	2010
<b>Densidad demográfica</b>	0.3	Tot. Pob. / Sup. Part.	2010
<b>Camas disponibles</b>	0.2	Tot. Camas / Tot. Pob.	2016-2010
<b>Movilidad</b>	0.1	% Var. Mov. desde 01/03/20	20/04/2020
<b>Total</b>	1		

*Fuente: Elaboración personal en base a INDEC, Dirección Provincial de Estadística de la Provincia de Buenos Aires, Dirección General de Estadística y Censos del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, DEIS.*

Unidades Espaciales: 136 (CABA + 135 Partidos de la Provincia de Buenos Aires)

El proceso de estandarización por rango permitió llevar al grupo de variables a escalas comparables constituyendo una matriz de datos estandarizados (MDZ). En ésta, las variables fueron adaptadas a un rango de medición entre 0 y 1, valores tomados en todos los casos, por los datos mínimos y máximos de cada subvariable respectivamente, de acuerdo a la fórmula  $PE_i = \frac{x_i - \min}{\max - \min}$ . Donde  $PE_i$  es el puntaje estandar del  $i$ -esimodato,  $x_i$  es el dato original a ser estandarizado, mientras que

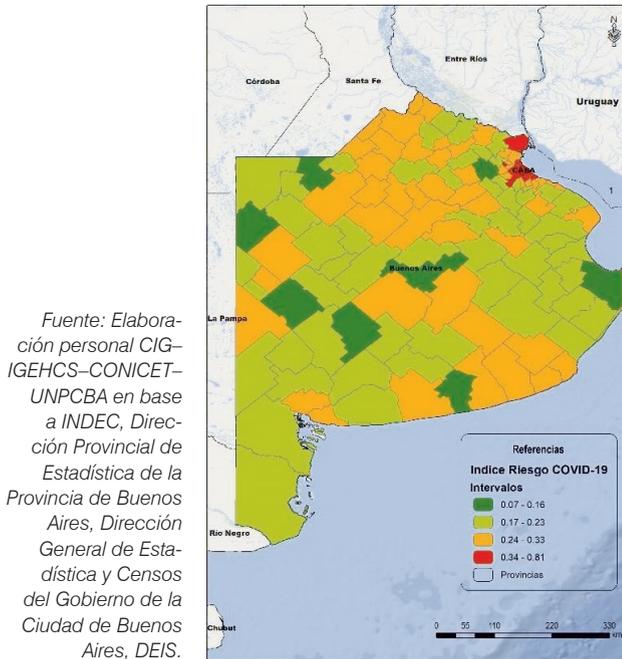
*min* y *max* son respectivamente el menor y mayor valor de la variable.

Además de transformar los valores absolutos a índices, fue necesario negativizar aquellas variables que indican beneficios, tales como camas disponibles y disminución de la movilidad.

a) Variables de *costo* (Casos confirmados, Población > 65 años, Densidad demográfica)

b) Variables de *beneficio* (Camas disponibles y Disminución de la movilidad)

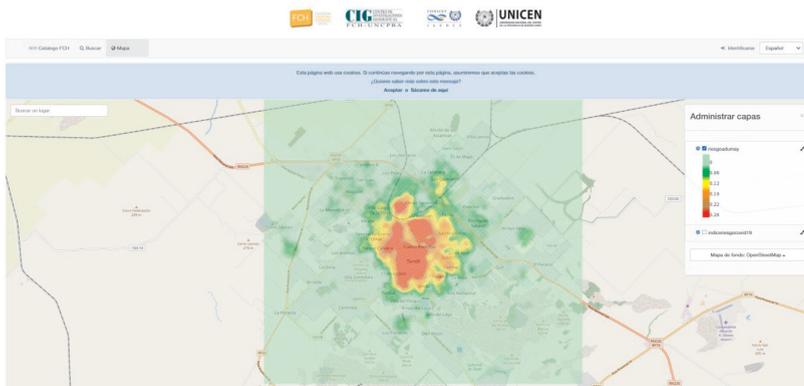
El índice sintético de COVID-19 se construye a partir de la fórmula  $IRCOVID-19 = x_1 \cdot p_1 + x_2 \cdot p_2 + \dots + x_n \cdot p_n$ . Donde cada factor  $p_i$  es el peso o ponderación del dato  $x_i$ . El índice varía entre 0 (mínimo riesgo) a 1 (máximo riesgo).



**Figura 7.** Índice de riesgo COVID-19. Partidos de la provincia de Buenos Aires.

## Evaluación de factores intraurbanos de contagio y riesgo (comercios + flujo de población + Pob < 54 + geriátricos)

La capa que se muestra en la Figura 8 es el resultado de una evaluación de factores intraurbanos y de riesgo que se basa en las siguientes variables: comercios, la población mayor a 54 años y los geriátricos (Figura 5). La combinación de estas tres variables da como resultado zonas de mayor o menor riesgo de contagio dentro de la ciudad de Tandil como resultado de conocer los cambios en la movilidad, producto de la (des)habilitación de nuevos rubros comerciales y productivos. Las áreas rojas representan aquellas áreas con mayor nivel de riesgo en relación con estas variables analizadas.



**Figura 8.** Riesgo intraurbano por COVID 19. Ciudad de Tandil.

*Fuente: Elaboración personal CIG-IGEHCS-CONICET-UNPCBA en base a información proveniente de la Dirección de Estadísticas de Tandil; INDEC, Censo 2010.*

## **Encuesta serológica estratificada por edad basada en la población del partido de Tandil (provincia de Buenos Aires) (CIVETAN-IGEHCS) – Modelos para el análisis de escenarios futuros**

Se presenta a continuación el proyecto en el que la Universidad Nacional del Centro y las Facultades de Ciencias Veterinarias y de Cien-

cias Humanas participaron de manera conjunta.

Este proyecto se enmarca dentro del Programa de Articulación y Fortalecimiento Federal de las capacidades en Ciencia y Tecnología COVID-19 del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Argentina, al que aplica un equipo de investigadoras e investigadores del CIVETAN-FCV-UNICEN y al que invitan a participar a investigadores del CIG-IGHECS-FCH UNICEN y alumnos/as de las carreras de Profesorado y Licenciatura en Geografía, Técnico Superior en SIG y Licenciatura en Relaciones Internacionales de la FCH-UNICEN voluntarios a participar.

Si bien el objetivo principal de esta investigación es analizar la evolución de la infección por el SARS-CoV-2 en el partido de Tandil (provincia de Buenos Aires), este trabajo se focalizará en uno de los objetivos específicos. Esto es analizar la distribución espacial de las comorbilidades asociadas al SARS-CoV-2. La información de comorbilidades se extrajo de la encuesta aplicada a la población.

En primer lugar, para armar la muestra de personas a ser analizadas, se arma un listado anonimizado a partir todas las personas incluidas en las HCD del Sistema Integrado Salud Pública Tandil Esta población que representó aproximadamente el 95% de la población total de la ciudad de Tandil, conformó el marco muestral.

Se dividió el rango de edad de los individuos de la población en 9 grupos (0-9 años; 10-19; 20-29; 30-39; 40-49; 50-59; 60-69; 70-79; 80 o más) y para cada uno de esos grupos se aplicó un muestreo aleatorio sin reposición que contempló la desigual distribución de población según edades en la ciudad.

Para la implementación de la toma de muestras de sangre para el análisis serológico se realizó una extracción de sangre y se obtuvo suero para ser analizado, previo consentimiento/asentimiento informado.

Se diseñó un instrumento de recolección de datos a la población seleccionada: una encuesta estructurada con preguntas abiertas y cerradas. La encuesta releva datos socioeconómicos, demográficos y de aspectos de la salud de las personas que permite conocer las enfermedades (comorbilidades).

Esta encuesta se implementó de manera telefónica a partir del trabajo de los reclutadores/encuestadores voluntarios, que contactan a la población y luego realizan las preguntas de la encuesta diseñada.

Las extracciones de sangre se realizan en el Hospital de Tandil y se procesan en el laboratorio Departamento de Sanidad Animal y Medicina Preventiva (SAMP) FCV–CIVETAN Universidad Nacional del Centro.

### **Análisis estadísticos y espaciales desarrollados**

En este trabajo, presentaremos parte de los análisis realizados sobre las comorbilidades encontradas en la población. A partir de un modelo Bernoulli se evaluó la distribución de casos positivos y se analizó la presencia de clústeres espaciales sobre las variables obesidad y diabetes. Previamente, se aplicó un análisis de densidad Kernel sobre los casos según el registro de comorbilidades (Marmot, 2005) y un análisis autocorrelación espacial.

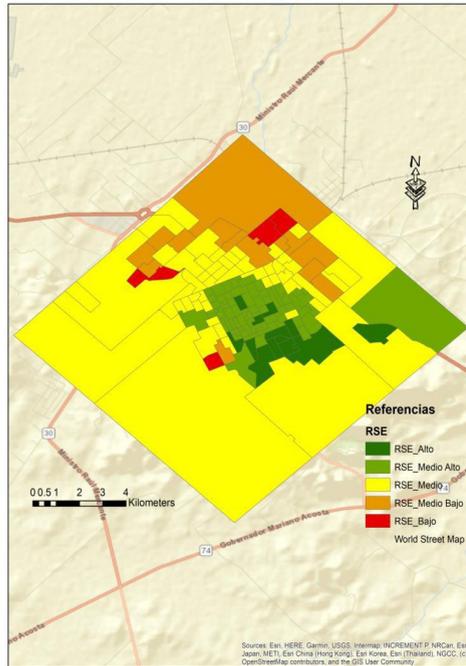
Previamente al análisis de los datos provenientes de la encuesta, se realizó una regionalización socioeconómica de la ciudad para posteriores análisis. Se utilizaron, para realizar este procedimiento, variables obtenidas del Censo 2010.

Las variables censales seleccionadas fueron:

- Posee baño/letrina: Si (V\_26)
- Total de habitaciones para dormir:4 (V\_45)
- Más de 3 habitantes por cuarto (V\_73)
- Total de personas en el hogar 6 o más (V\_81)
- Hogares con NBI (V\_84)
- Usa Pc, No (P\_12)
- Material predominante de los pisos: cemento o ladrillo fijo (H\_05)
- Material predominante de la cubierta exterior del techo: chapa de metal (sin cubierta) (H\_06)

A partir de estas variables, un procedimiento estadístico espacial buscó una solución en la que todas las entidades dentro de cada grupo (radios censales) sean lo más parecidas posible (homogeneidad intragrupos) y, a su vez, que todos los grupos creados, sean lo más diferentes entre sí como sea posible (heterogeneidad intergrupos). Se obtuvieron 5 regiones (Figura 9), que se llamaron:

- Región socioeconómica Alta
- Región socioeconómica: Medio–Alta
- Región socioeconómica: Media
- Región socioeconómica: Medio–Baja
- Región socioeconómica: Baja



*Fuente: Elaboración personal CIG-IGEHCS-CONICET-UNPCBA en base a variables Censo 2010.*

**Figura 9.** Regionalización socioeconómica Tandil

### Algunos resultados

Este estudio comenzó a llevarse adelante en septiembre de 2020. En el periodo septiembre/diciembre de 2020 se incluyeron 658 individuos de los cuales 382 (59%) pertenecieron al sexo femenino. La edad media

fuede 43,37 años (rango 2–80)<sup>4</sup>.

### Análisis de la distribución espacial de las comorbilidades asociadas

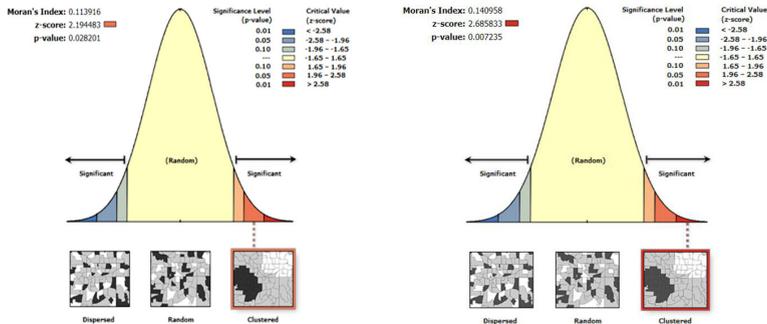
Las comorbilidades que se seleccionaron fueron obesidad y diabetes (Martínez *et al.*, 2020; Alberca *et al.*, 2020; Tenorio–Mucha y Hurtado–Roca, 2020). La variable obesidad se calculó a partir de los datos procesados provenientes de la encuesta (peso y talla). Con eso, se obtuvo y categorizó el índice de masa corporal (IMC), según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2017): Normal, con un IMC (Kg/m<sup>2</sup>) de 18,5 a 24,9; Sobrepeso, con un IMC de 25 a 29,9 (Kg/m<sup>2</sup>); Obesidad grado I, con un IMC de 30 a 34,9 (Kg/m<sup>2</sup>); Obesidad grado II, con un IMC de 35 a 39,9 (Kg/m<sup>2</sup>); y Obesidad grado III, con un IMC mayor a 40 (Kg/m<sup>2</sup>). La variable diabetes se construyó a partir de lo que las personas responden acerca de padecer esas enfermedades, más una pregunta control en la que se consulta sobre algunos medicamentos puntuales que toman con regularidad.

Para analizar la distribución espacial de las comorbilidades, se aplicaron los siguientes métodos:

- Autocorrelación espacial
- Análisis de densidad Kernel
- Análisis de clústeres espaciales

---

4 Seis participantes debieron ser eliminados por presentar tratamiento farmacológico con drogas inmunosupresoras.



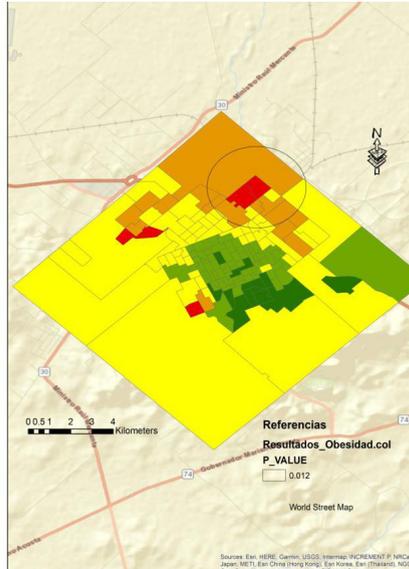
Fuente: Elaboración personal CIG-IGEHCs-CONICET-UNPCBA en base a datos encuesta serológica

Figura 10. Reporte de autocorrelación espacial obesidad (izquierda) y diabetes (derecha)

La autocorrelación espacial mide la cantidad de objetos cercanos en comparación con otros objetos cercanos. En este caso, se observa la distribución de las personas con un valor calculado de  $IMC \geq 30$  (Figura 10). Analizando los resultados que arroja el procedimiento aplicado, se observa que si la puntuación  $z$  alcanza valores de  $<-1,96$  ó  $>+1,96$  ( $p= 0,05$ ), probablemente sea muy poco factible que el patrón espacial observado sea resultado de la aleatoriedad. En este caso, se obtuvo un valor de  $z$  de 2.19. El valor  $p$  es una probabilidad, entonces cuando el valor  $p$  es muy pequeño significa que es muy poco probable que el patrón espacial observado sea el resultado de procesos aleatorios, por lo tanto, se puede rechazar la hipótesis nula. La hipótesis nula, para las herramientas de análisis de patrón espacial, es la aleatoriedad espacial completa, ya sea de las entidades o de los valores asociados con esas entidades. En términos generales, se rechaza la hipótesis nula cuando el valor de  $p$  es inferior a 0,1. Entonces, podemos decir que, la distribución de las personas con obesidad, no sucede de manera homogénea en el espacio, sino que hay algún proceso espacial que genera agrupamiento. Similar situación se observa en el análisis de la distribución espacial de la diabetes, con un valor de  $z$  de 2,68 (si la puntuación  $z$  alcanza valores de  $<-2,5$  ó  $>+2,5$  ( $p= 0,01$ ) y un valor de  $p$  de 0.007.







*Fuente: Elaboración personal CIG-IGEHCs-CONICET-UNPCBA en base a datos encuesta serológica*

**Figura 13.** Densidad Kernel Diabetes

La identificación espacial de la ocurrencia de clúster permitirá identificar, detectar posibles causas relacionadas, por ejemplo, exposiciones ambientales, contextos socioeconómicos particulares que favorezcan la aparición de esos aglomerados.

### **Alcances y desafíos**

Los proyectos I+D generados a partir de la pandemia han permitido desarrollar conocimientos empíricos, teóricos, tecnológicos y metodológicos para dar respuesta a las demandas frente al contexto de emergencia sanitaria.

El grado de desarrollo actual de las IDE ha generado un cambio de paradigma en la concepción de la gestión de la información geográfica. Poder romper con la idea del trabajo de capas y el procesamiento de los datos, la generación de información y la publicación en tiempo y forma más allá de los entornos SIG, para dar rápida y adecuadas herramientas

para la toma de decisiones basadas en evidencia, es un desafío relativamente nuevo, pero que no debemos dejar de fomentar y alimentar.

La situación global, nacional y local que se atraviesa en términos sanitarios, pero también económicos y sociales, requieren del uso de recursos, datos e información de diversa índole, actualizada de manera constante. En este sentido, se pone una vez más en evidencia, la necesidad de facilitar el acceso a datos básicos y temáticos relacionados con los riesgos sanitarios, disponibles a través de servicios que permitan un análisis y trabajo sin restricciones; con un respaldo consciente del dato y que además sean periódicamente actualizados.

Los objetivos y alcances de los diferentes proyectos de investigación en los que se participó abrieron el abanico al aporte e integración de los claustros de alumnos/as, graduados/as de las carreras convocantes.

Es necesario repensar los procesos de extensión y transferencia académica para disminuir “la distancia” que existe entre organismos por falta de comunicación, articulación, coordinación entre Universidades y Organismos Públicos responsables de la toma de decisiones.

A raíz de ello nos surgen algunos interrogantes: ¿cómo hacemos que estos aportes desde los ámbitos académicos sean utilizados en forma precisa/útil/efectiva y en el momento necesario? El problema aquí radica entre la oferta y demanda de información y análisis geoespacial—el dilema de las demoras en el tiempo de actualización de las Universidades y la instantaneidad de la solución o respuestas en los organismos públicos. En esta línea, ¿de qué manera se están articulando y desarrollando los esfuerzos con los organismos públicos que toman las decisiones y cuánta redundancia (pérdida de eficiencia) hay en la información geoespacial generada?

Un problema que es evidente es la importante falta de asignación de recursos económicos que permitan financiar equipos de trabajo. La labor de apoyo científico y técnico demanda tiempo y recursos humanos: cómo actualizar un mapa si no se dispone de recursos económicos que sostengan RR. HH. que georreferencien y analicen los cambios en las pautas de comportamiento en tiempo real. Este es el principal fracaso del aporte geográfico a la mitigación de la propagación. Asimismo, la disponibilidad de RR. HH. especializados en el uso de geotecnologías resulta insuficiente para la demanda existente de los organismos públicos.

Para terminar, solo resta aclarar que la implementación de la IDE–FCH orientada a la publicación de geodatos relacionados con la pandemia de COVID–19, se lleva adelante principalmente con el esfuerzo del grupo de Geotecnologías de la Facultad de Ciencias Humanas de la UNICEN. Básicamente, este grupo pertenece al Centro de Investigaciones Geográficas y al Instituto de Geografía, Ciencias Sociales e Historia–CONICET de la Facultad mencionada. Esto permite que los mapas y recursos que allí se cargan y se ponen a disposición no sean únicamente una presentación de capas con datos sin previo procesamiento. Cada uno de los recursos publicados en relación al COVID–19 tienen una metodología de construcción y una elaboración previa. Esto permite que no sólo se pongan a disposición datos para procesamientos posteriores sino que haya información que permita tener una visión de la evolución de la pandemia y de algunas de las variables explicativas o asociadas, para la toma de decisiones rápida.

### **Reflexiones finales**

La Geografía de la Salud busca comprender el contexto en el que ocurren los problemas de salud, para poder actuar sobre territorios, no sobre los individuos ni sobre los organismos. Diferente de otras disciplinas, la geografía busca una perspectiva macroscópica de los problemas, permitiendo comprender la dinámica del proceso salud–enfermedad y enfermedad–atención.

La diversidad de temas de la Geografía de la Salud es resultado de los diversos campos de actuación de la salud colectiva, que comprenden las acciones de vigilancia de enfermedades, la atención a la salud y la promoción de salud, esta última con desarrollo relativamente reciente. Estudiar estos problemas requiere una visión ampliada de salud, que abarque desde la prevención de enfermedades hasta el acceso a servicios de salud, esto es sobre el proceso inseparable de salud–enfermedad–atención.

En este sentido, el abordaje de las temáticas mencionadas a partir de los métodos permite a los tomadores de decisiones, trabajar con evidencia científica acerca de los comportamientos de la enfermedad en este caso pero, además, de la expresión espacial de estas enfermedades, asociadas a las características de las personas afec-

tadas. Esto permite enfocar acciones sobre las personas, y volver más eficiente el uso del tiempo y los recursos.

## Agradecimientos

Se agradece el apoyo brindado a la Facultad de Ciencias Humanas de la Universidad Nacional del Centro, los responsables del manejo de los sistemas en la Facultad de Ciencias Humanas y en la Facultad de Ciencias Humanas. Se agradece también a los voluntarios que se sumaron a forman parte de este proyecto en esta etapa de pandemia.

## Referencias Bibliográficas

- Alberca, R.; de Mendonça Oliveira, L.; Calvielli Castelo Branco, A.; Zanete Pereira, N.; Notomi Sato, M. (2020).** Obesity as a risk factor for COVID-19: an overview, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 61(13).
- Brownlea, A. (1972).** Modelos de la epidemiología geográfica de la hepatitis infecciosa, N. D. Mc Glashan, *La geografía médica: Técnicas y estudios en el campo*, Londres, pp. 279–300.
- Fernández, G.F.-M.; Flores, M.E.P.; Pérez, F.R. (2007).** Geografías de la salud: desde la ecología de la enfermedad a la calidad de vida. La geografía en torno al concepto de Salud, Gustavo Daniel Buzai (Comp.) *Métodos cuantitativos en geografía de la salud*, Lujan: Universidad Nacional de Lujan.
- Girt, J.L. (1972).** Simple chronic bronchitis and urban ecological structure, N. D. Mc Glashan, *La geografía médica: Técnicas y estudios en el campo*, Londres, pp. 250–259.
- Haggett, P. (2000).** *The geographical structure of Epidemics*, Oxford: Oxford University Press, p. 149.
- Hägerstrand, T. (1952).** The propagation of innovation waves, *Lund Studies in Geography, Serie B, Human Geography*, (4).
- INDEC (2021).** *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos*. [En línea] Recuperado de: <https://www.indec.gob.ar/>
- Kwoe, M. (1976).** Un análisis espacio-temporal de la difusión del cólera en África occidental, *Geografía Económica*, Vol. 52, pp. 127–135.

- Mayoralas, G.F. et al. (1993).** Desigualdades en salud y envejecimiento demográfico, *Anales de Geografía de la UCM*, Vol. 13, pp.139–154.
- Martínez, V.; Viggiano J.; Guzmán, G. (2020).** ¿Dos pandemias relacionadas? Obesidad y Covid–19, *Revista argentina de endocrinología y metabolismo*, 57 (3), pp. 58–63.
- Organización Mundial de la Salud (OMS) (2017).** 10 datos sobre la obesidad, *Organización Mundial de la Salud*. [En línea] Recuperado de: <https://www.who.int/es/>
- Meade, M. (1983).** Cardiovascular disease in savannah Georgia, *Geographical aspects of health: Essays in honour of Andrew Learmonth*, pp. 178–196.
- Ortega Vlacarcel, J. (2000).** *Los horizontes de la Geografía. Teoría de la Geografía*. Barcelona: Ed. Ariel. S.A.
- Tenorio–Mucha, J.; Hurtado–Roca, Y. (2020).** Revisión sobre obesidad como factor de riesgo para mortalidad por COVID–19, *Acta Med Perú*, 37 (3), pp. 324–329.
- Varo, C. R. (1999).** *Estudio geográfico de una población de esquizofrénicos y de sus necesidades en un área de granada*, Master's thesis, Granada: Universidad de Granada.

#### Otras fuentes

- FCH (2020/2021).** *Infraestructura de Datos Espaciales*. [En línea] Recuperado de: <http://ide.fch.unicen.edu.ar/>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos de la República Argentina (2010).** *Censo Nacional de Población y Vivienda 2010*. [En línea] Recuperado de: <https://www.indec.gob.ar/>
- Dirección Provincial de Estadística de la Provincia de Buenos Aires (2021).** *Salud*. [En línea] Recuperado de: <https://www.gba.gob.ar/saludprovincia>
- Dirección General de Estadística y Censos del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires (2021).** *Estadísticas y Censos*. [En línea] Recuperado de: <https://www.estadisticaciudad.gob.ar/eyc/>
- Dirección de Estadísticas e Información en Salud (DEIS) (2021).** *Dirección de Estadísticas e Información en Salud*. [En línea] Recuperado de: <https://www.argentina.gob.ar/salud/deis>.